KAHE MILJARDI TÄHE MÕÕTMINE

EESTI VÄLISPOLIITIKA SÜND

OHTLIK ÄIKE

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

4 / 2018 ■ JUULI-AUGUST ■ HIND 4.90 ■■■■ 52. AASTAKÄIK

KVANTARVUTI
ULMEST REAALSUSEKS

ISSN 0134-2282

FÜÜSIK MAIT MÜNTEL KIIRENDAB KEELEÕPET

RAO HEIDMETS ENDAST JA TEADUSEST

KODUKLIIMA

www.kodukliima.ee

Mitsubishi Heavy Industries SRK20ZS õhksoojuspump.

Järelmaksu intress 0%

MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.
AIR CONDITIONING

Kampaania hind koos paigaldusega ~~1200€~~
nüüd **999€**

- **SOOJUSPUMBAD**
- **VENTILATSIOON**
- **JAHUTUS**

SÄÄSTA KÜTTEKULUDELT!

Tallinn
tel. 666 1355
Tartu ja Lõuna-Eesti
tel. 666 1354
Haapsalu
tel. 52 83 229
Rakvere
tel. 58 362 325
Viljandi
tel. 52 84 729
Saaremaa ja Hiiumaa
tel. 56 943 214
Pärnu
tel. 443 9470
Narva
tel. 55 984 747

Rohkem infot kodulehelt **www.kodukliima.ee** ja **info@kodukliima.ee**

horisont
52. AASTAKÄIK

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015
RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2017

4/2018
juuli-august

SELLES NUMBRIS

Johannes Heinsoo
Kvantarvuti on reaalsuseks saamas 12
Viimased viisteist aastat on katsetatud mitut erinevat tüüpi väikest kvantarvutit ning ulmest saab tasapisi reaalsus.

Mart Kuldkepp
Eesti välispoliitika sünd 26
Põhimõtteline otsus muuta „Eesti küsimus" Venemaa siseasjast rahvusvahelise poliitika objektiks oli üks olulisi eeldusi, mis võimaldas Eesti iseseisvuse 1918. aasta kevadel välja kuulutada.

Jüri Kamenik
Ohtlik äike 32
Äike ohustab Eestis inimesi eeskätt välgutabamuste, tuulepööriste ja hiidrahega.

Helen Rohtmets-Aasa
Kas tunned maad? 40
Tartu ülikooli Eesti geograafia dotsent Taavi Pae räägib rahvusatlase tegemisest ning märkidest Eesti maastikel.

Indrek Kolka
Gaia kosmoseteleskoop püstitab rekordeid 50
Gaia abil on mõõdetud meie kodugalaktika, Linnutee enam kui miljardi tähe täpne asukoht, heledus, kaugus ja liikumine.

HORISONT KÜSIB

Üksainus küsimus 8
Kaili Rimfeld
Pärilikkuse mõjust edukusele erineva ühiskonnakorraldusega Eestis

Intervjuu 20
Füüsik, kes kiirendab keeleõpet
Keeleõppevõimaluste arendamisega tegeleva iduettevõtja Mait Münteliga rääkis Horisondi toimetaja Helen Rohtmets-Aasa.

Mina ja teadus 37
Filmilavastaja Rao Heidmets

SIIT- JA SEALTPOOLT HORISONTI

Piret Pappel. Soomlased leidsid Vatikani raamatukogust Austraalia kakaduu 3

Soomest leiti uus meteoriidikraater 4

Mida teha mahakukkunud lutiga 4

Uudsest turbamaterjalist võiks ühe päevaga maja printida 5

Iidse DNA uuring kergitas saladuskatet Ameerika asustamiselt 5

Piret Pappel. Bakter kindlustab puugile tervisliku toidulaua 6

Sõna lugu 7
Udo Uibo. Kana, kantaat, kanter

Luu-uurija leid 9
Õnnelik sõjaohver Tartust

Muuseumipärl 10
Mereriigi pärl – laeva vöörikuju „Merineitsi"

Teine maailm 18
Oliviinvebsteriidi õhik polarisatsioonimikroskoobis

Igameheteadus 36
Uurigem neljandat planeeti

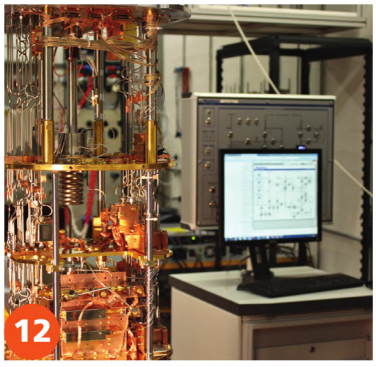
Dokument kõneleb 38
„Kogerman on meile praegu äärmiselt vajalik põlevkivitööstuse taastamisel…"

Ain Kallis. **Ilm ja kirjandus** 44

Eesti teadus 100 46
Eesti teaduse pikaks veninud salenemiskuur perestroikast tänaseni

Aafrika 48
Kolonialismi pitser

Kosmosekroonika 56



OLÜMPIAAD

Oleg Košik **58**
Richard Luhtaru topeltvõit

PRAKTILIST

Raamat
Tiit Kändler
Sajandiga teadusriigiks 59

Mait Müntel
Lugemiselamus 60

Martti Laan
Enneolematult mahukas õpik rakubioloogiast 61

Enigma 62
Arvude esitamine oma numbrite abil

Ristsõna 63

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

FOTO: VALLO KRUUSER

Selle numbri kaanelugu räägib kvantarvuti loomisest. Levinud arusaama järgi peetakse arvutusvõimsustes määratu suurt kasvu tõotavat kvantarvutit omamoodi müütiliseks *perpetuum mobile*'ks, mille valmistamine on võimatu. Šveitsi tehnikaülikooli ETH Zürichi doktorant Johannes Heinsoo loost saame aga lugeda, et tegelikult on esimesed sellised algelised riistapuud, mille olemuse üksikasjad jäävad tavainimesele üsna arusaamatuks, juba loodud ning nüüd on käimas võidujooks sellise kvantarvuti arendamise nimel, millega saaks ka midagi kasulikku ära teha. Üle ilma kulutavad suurriigid ja tehnoloogiafirmad selle peale miljardeid eurosid.

Seniste arvutusvõimsuste piiratus on pudelikaelana takistanud arenguhüpet paljudes valdkondades, kus teadlastel tuleb rinda pista väga suurel hulgal andmete töötlemise ja arvutuste tegemisega. Nii avaks kvantarvuti senitundmatuid võimalusi näiteks uute ravimite ja materjalide disainimisel.

Samuti loodetakse, et kvantarvuti loob uut kvaliteeti infoturbes ja krüpteerimisvõimekuses.

Johannes Heinsoo kirjutatud artikkel meenutas mulle Ernest Hemingway teada-tuntud ütlust, et igas maailma sadamas leiduvat üks eestlane. Johannese näide kinnitab, et tegelikult kehtib Hemingway ütlus omal moel ka teadusilmas, ehk siis pea igast maailma teaduse tippkeskusest võib hetke kõige „kuumema" uurimisteemaga tegelemast leida ühe eestlase. Täpselt nii on Johannes oma pea ja kätega panustamas Šveitsi tehnikaülikoolis kvantarvuti ehitamisse.

Infotehnoloogilise võimalustehorisondi avardamisega haakub ka suvise Horisondi intervjuu füüsik Mait Müntega. Algul ühes meie lugejatele tuttavate autorite Andi Hektori ja Kristjan Kannikesega Euroopa tuumauuringute keskuses CERN-is töötanud mees tegi karjääris kannapöörde ja on praegu aineosakeste asemel kiirendamas hoopis keeleõpet, luues selleks erilisi algoritme ja arvutiprogramme. Eesti järgekordset IT-edulugu treiv Müntel tõdeb seejuures tabavalt, et sellises pealtnäha ootamatus kursimuutuses polegi midagi imekspandavat, kui arvestada, et algoritme kirjutades pole väga vahet, kas need otsivad tundmatuid osakesi või avastavad, kuidas inimene õpib.

Eesti Vabariigi 100. aastapäevast innustatult oleme lubanud kogu aasta vältel Eesti ajalooga seotud teemasid lahata. Seekordses numbris kirjutab ajaloolane Mart Kuldkepp üksikasjalikult lahti Eesti välispoliitika sünni. Esimese ilmasõja sündmuste tohuvabohus oli see üks võtmetähtsusega tõukejõude, mis sillutas teed Eesti omariikluse tekkele.

Kosmoselugude sarja uues loos kirjeldab astronoom Indrek Kolka Gaia kosmoseteleskoobi „vägitükke". Gaia peab väga täpselt mõõtma meie kodugalaktikas ei rohkem ega vähem kui vähemalt kahe miljardi tähe asukoha, heleduse ja liikumise. Uhkusega võime lugeda, et ka sellesse viimaste aastate ühte ambitsioonikaimasse uurimisprojekti on oma panuse andnud meie teadlased.

Head lugemist ja ilusat suve! •

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

ESIKAANEL: Kontseptuaalne illustratsioon kvantarvutis paralleelselt toimuvaist kvantprotsessidest
Foto: SCIENCEPHOTO / VIDAPRESS

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, 2018
Trükkinud Printall AS

Keskkonnamärgistus
4041 0820
Trükitoode

HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel

Soomlased leidsid Vatikani raamatukogust Austraalia kakaduu

Eurooplaste jaoks algab Austraalia avastamise lugu 1606. aastal, kui Hollandi Ida-India kompanii laev Duyfken jõudis rohelise mandri rannikule. Ometi kinnitavad 13. sajandist pärit käsikirja uurinud teadlased, et kaubateed ühendasid Euroopat kauge lõunapoolkeraga juba mitusada aastat varemgi.

BIBLIOTECA APOSTOLICA VATICANA

Austraalia kakaduu pildiga lehekülg Vatikani raamatukogus hoitavas traktaadis „Lindudega küttimise kunstist"

Ajakirjas Parergon ilmunud uurimuse väitel tõendavad keeruka kauplemisteekonna eksisteerimist papagoipildid, mis ilutsevad Vatikani raamatukogus hoitavas ladinakeelses käsikirjas. „De arte venandi cum avibus" ehk „Lindudega küttimise kunstist" on kirja pandud ajavahemikul 1241–1248. Traktaadi autor on jahindushuviline Saksa-Rooma riigi valitseja Friedrich II. Andunud kütina kasvatas ta erinevaid jahikulle ning tundis hästi lindude elukombeid. Manuskriptis kirjeldab Friedrich põhjalikult erinevaid linde ning see sisaldab ka ligi 900 joonistust eri liikide kohta.

Paraku ei sisalda raamatust tehtud ingliskeelsed tõlked kõiki jooniseid. Ilmselt on see üks põhjus, miks varem pole tähele pandud, et tervelt neljal originaalpildil on valge kakaduu. Just need joonistused köitsid käsikirja uurinud Soome teadlaste Pekka Niemelä, Jukka Salo ja Simo Örmä tähelepanu.

Professor Salo kinnitas Horisondile antud lühiintervjuus, et papagoipilte panid soomlased tähele juba paarkümmend aastat tagasi. Tol ajal Turu ülikoolis töötanud Niemelä ja Salo leidsid käsikirjast põnevaid zoogeograafilisi vihjeid erinevate lindude ja loomade liigisiseste erinevuste kohta. Friedrich kasvatas eri Euroopa piirkondadest pärit jahikulle ning pani tähele, et mitte kõik sama liiki pistrikud pole sama suurusega. Loodusteaduses kehtis varakeskajal Aristotelese pärit mõtteviis, mille järgi paigutuvad kõik elusolendid rangelt kindlaksmääratud hierarhiasse ning liigid ei muutu. Liigisisese varieeruvuse tunnistamine oli tol perioodil seega väga novaatorlik ning just käsikirja tekst köitis Salot ja tema kaastöölisi. Peatselt avastati, et ka joonised on huvitavad.

„Avaldasime Friedrichi käsikirja põhjal juba 20 aastat tagasi kaks artiklit Soome ornitoloogide ajakirjas Ornis Fennica. Uurimuse käigus leidsime originaalillustratsioonide faksiimileväljaande, mis oli väga kehva kvaliteediga. Otsustasime uurida algset käsikirja, mis asub Vatikanis," selgitas Salo. Selle juures oli suur abi Soome Rooma instituudist, mis aitas uuringuloa taotleda. „Kakaduupiltide põhjalikum uurimine oli päris keerukas ja võttis kaua aega. Analüüsisime põhjalikult detaile, näiteks joonistusel kujutatud linnu silmarõnga ja iirise värvi. Seitsmesaja-aastase käsikirja uurimine on omaette ettevõtmine ja Vatikanis töötamine tekitab samasuguse tunde nagu Dan Browni raamatute lugemine."

Soomlased võtsid ühendust ka Melbourne'i ülikooli teadlase Heather Daltoniga, kes oli avastanud Euroopa vanima kakaduukujutise –1496. aastal Itaalias valminud altarile maalitud linnu. Nüüd pakuti talle uurimiseks tunduvalt vanemat kakaduupilti.

Uurijad jõudsid järeldusele, et tõenäoliselt kuulus Friedrichi käsikirjas kujutatud lind kollatutt-kakaduu alamliiki *Cacatua galerita triton*, mis võis pärit olla nii Kirde-Austraaliast kui Uus-Guineast.

Kuna kakaduu silma joonistamisel oli kasutatud punast värvi, oli lind tõenäoliselt emane. Kollatutt-kakaduu isaslinnu silmad on nimelt musta värvi, emastel aga punakad.

Manuskripti järgi sai Friedrich eksootilise linnu kingiks Egiptuse sultanilt. Võõramaiste loomade kinkimine oli tolleaegsete ülikute seas levinud komme. Näiteks sai Inglise kuningas Henry III norralastelt jääkaru, keda peeti Londoni Toweris ja lasti aeg-ajalt Thamesi jõkke ujuma ning kala püüdma. Ilmselt oli sultanile teada Friedrichi jahikullilembus ja huvi lindude vastu ning võõramaine valge papagoi tundus olevat igati sobiv kingitus.

Kakaduu reis lõunapoolkeralt Sitsiiliasse kestis tõenäoliselt aastaid. Keskmisel eurooplasel polnud tol ajal Austraaliast ega selle lähiümbruse saartest aimugi, kuid kaubateed kulgesid juba siis lõunapoolsetesse maadesse. Kollatutt-kakaduu on selliseks pikaks teekonnaks igati sobilik liik: need linnud on seltskondlikud ja kui nende eest hästi hoolitsetakse, elavad nad väga kaua.

Kuna piltidel pole kakaduu tutt harjana püsti aetud, siis võib järeldada, et lind oli inimestega harjunud ning joonistajale poseerides rahulik.

Piret Pappel

TARTU ÜLIKOOL / JÜRI PLADO

Summasjärve kalda graniitsed kivimid on ammuse plahvatuse tõttu mõnevõrra rohkem purustunud kui mujal

Soomest leiti uus meteoriidikraater

Helsingi ja Tartu ülikooli ning Soome geoloogiakeskuse koostöös tõestasid teadlased Jüri Plado, Satu Mertanen, Timmu Kreitsmann, Jouni Lerssi, Jari Nenonen ja Lauri J. Pesonen Kesk-Soomes 2,6 km läbimõõduga kraatri meteoriitse päritolu ning avaldasid oma teadustöö tulemused ajakirjas Meteoritics & Planetary Science.

Tuvastatud Summaneni kraater asub Jyväskyläst 50 km kaugusele põhjaloodesse jääva Summasjärvi järves ja ei ole looduses otseselt vaadeldav. Kraatrit tõestava materjali otsimiseks andsid vihje Soome geoloogiakeskuse sajandivahetusest pärinevad aerogeofüüsikaliste uuringute tulemused, mis näitasid, et järve all paikneb ümara põhiplaaniga hea elektrijuhtivusega keskkond. Aastal 2017 korraldati kraatri ümbrusesse kaks ekspeditsiooni. Välitööde tulemusel leiti järvest kagus paarkümmend plahvatusele viitavat – löögikoonustega ja purustatud – kivi, mille suurus ulatus mõnest detsimeetrist paari meetrini. Need kraatrisüvikust pärit kivid tulid sealt välja viimase jääaja käigus koos liustikujääga. Plahvatuse toimumise aeg ei ole veel teada.

Kivimite mikroskoopilise uuringu tegi Tartu ülikooli geoloogia osakonna doktorant Timmu Kreitsmann. Leitud kvartsikristallides esinesid planaarsed deformatsioonielemendid: imepeenikesed, tihedalt paiknevad ja üksteisega paralleelsed tasapinnalised lõhed. Koos löögikoonustega on need meteoriidiplahvatuse kümnete gigapaskaliteni ulatuva löögirõhu vaieldamatu tunnus.

Summanen on 191. kraater Maal, mille puhul on tõestatud meteoriitne päritolu. Leid täiendab Soomest avastatud kraatrite hulka, suurendades selle kaheteistkümneni. Võrreldes Soome suurima, üle 30-kilomeetrise läbimõõduga ja 1,1 miljardi aasta vanuse Keurusselkä kraatriga on Summanen suhteliselt väike. Enamik Soome kraatritest asub ida-läänesuunalises vööndis 61. ja 64. laiuskraadi vahel. Kraatrite suure hulga selles piirkonnas põhjustab Fennoskandia kilbi kõrge vanus (Summasjärvi ümbruses 1,91–1,88 mld aastat), avanevate graniitsete kivimite tugevus ja vastupidavus erosioonile ning geoloogilise uurituse hea tase.

TARTU ÜLIKOOL / HORISONT

Mida teha mahakukkunud lutiga

Juuni keskel Tartus toimunud rahvusvahelisel geenifoorumil tekitas elevust Hollandi teadlaste uuring teemal, kas väikelapse maha kukkunud luti tohib lapsevanem oma suust läbi tõmmatuna lapsele tagasi anda või mitte.

Teadustöös leiti, et erinevalt senisest levinud arusaamast ei tee lapsevanema suust läbi käinud lutt imiku tervisele midagi halba. Vastupidi, selgus, et maha kukkunud luti steriliseerinud lapsevanemate lastel oli suurem allergia (astma, ekseemi) tekke risk. Seda, et suu mikroobe on võimalik vanemalt lapsele üle kanda, kinnitas ka foorumil teadlaste arutelu juhtinud Tartu ülikooli genoomika instituudi vanemteadur Elin Org. „Muidugi tekib kohe küsimus, kuidas on sellisel juhul vanemalt lapsele kaariese edasikandmise riskiga. Peale suus elavate nn oluliste mikroobide võivad vanemad kanda lapsele ka hambahaigusi põhjustavaid mikroobe. Seetõttu on oluline seada see uurimistöö konkreetsesse konteksti," rääkis Org.

Kõnealune uuring korraldati Rootsis, kus elanike suuhügieeni ja hammaste tervise olukord on palju parem kui näiteks Eestis. Samuti uuriti lapsi ainult nende 36. elukuuni. Praegu on tegu üksnes seosega, mille bioloogiline mehhanism vajab edasist analüüsi. Oru sõnul oleks huvitav välja selgitada, kas töös leitud efekt ilmneb samadel lastel ka hilisemas eas. „Kindlasti näitab see töö meie suu mikroobikoosluse mitmekesisuse olulisust ja seda, et me ei tohiks liigse hügieeniga (nagu luti steriliseerimine) hävitada suus elavaid mikroobe, mis aitavad meie immuunsüsteemil areneda ning õigesti toimida," ütles Org.

Vanemteadur rõhutas, et hügieeni eest hoolitsemine on oluline ning näiteks linnas, kus liigub ka palju soovimatuid mikroobe, on see hädavajalikum kui maal, looduse keskel. „Me oleme elanud miljoneid aastaid koos tohutu hulga mikroobidega ning meie organismi areng ja tervis on kujunenud välja tihedas koostöös nende elutegevusega. Seega võib liigne elukeskkonna puhastamine tekitada suuremat kahju, kui oleme seni osanud arvata."

TARTU ÜLIKOOL / ERR NOVAATOR

Uudsest turbamaterjalist võiks ühe päevaga maja printida

Tartu ja maaülikooli teadlased on välja töötanud materjali, mis võimaldaks printida 3D-printeriga freesturbast ja põlevkivituhast energiatõhusaid maju. Kuni kahekorruselise majakarbi valmisprintimiseks kuluks 1–2 päeva. Uus ehitusmaterjal võib vähendada eramaja ehituskulu umbes kümme korda. Peale selle on turbamaterjal väga vastupidav, tervisele ohutu, ei meeldi kahjuritele ja aitab lisaks kõigele ka loodust säästa. „See on hingav materjal, mis ei vaja eraldi auru- ega tuuletõket. Mingit hallitust tekkida ei tohiks. Lisaks peab see meeletult hästi müra. Soomes tehakse turbast akustilisi paneele ja meie materjal sobib selleks sama hästi," selgitab idee autor, doktorikraadiga keemik Jüri Liiv.

Harjumuspärase tsemendi asemel kasutasid teadlased oma segus turba kõrval sideainena aluselist põlevkivituhka. Turba sees reageerib põlevkivituhk humiinhapetega ja neelab süsihappegaasi. See tähendab, et keemiliste reaktsioonide tulemusena muutub sideaine tavaliseks betooniks ja lubjakiviks. Samuti lisatakse turbale ja põlevkivituhale omaduste parandamiseks nanomõõtmetes lisaaineid, näiteks nanoränidioksiidi ehk ränisuitsu.

TARTU ÜLIKOOL / MERILYN MERISALU

Tartu ülikooli kolloid- ja keskkonnakeemia õppetooli professor Toomas Tenno näitab uudsest turbamaterjalist prinditud katsekehi

Analüüsid on kinnitanud, et uudne ehitusmaterjal on tervisele ja keskkonnale täiesti ohutu. Lisaks leiti katsete käigus lahendus, kuidas vähendada selle tardumisaega umbes 30 päevalt ühe päevani.

TARTU ÜLIKOOL / ERR NOVAATOR

Iidse DNA uuring kergitas saladuskatet Ameerika asustamiselt

Iidse DNA uuring näitab, et esimesed Ameerikasse jõudnud põlisasukad jagunesid tuhandeks aastaks kaheks eraldiseisvaks Põhja-Ameerikat asustanud populatsiooniks. Hiljutisest analüüsist selgus, et vahetult enne Lõuna-Ameerika asustamist umbes 13 000 aastat tagasi kohtusid kaks inimrühma uuesti. Seega on tänapäeva lõuna-ameeriklased mõnes mõttes eskimote ja California põliselanike segu.

Ameerika asustamise senise teooria järgi jagunesid esimesed inimesed seal kahte peamisesse populatsiooni: üks asus põhjas ja teine lõunas. On väidetud, et lõunas paiknenud inimrühm liikus edasi ning asustas ka Kesk- ja Lõuna-Ameerika.

Hiljuti teadusajakirjas Science avalikustatud teadustöö autorid lükkavad senise teooria ümber. Cambridge'i, Illinoisi ja Tartu ülikooli teadlased kirjeldavad üheskoos tehtud uuringus, et lõuna-ameeriklaste geenide arvestatav osa pärineb hoopis Kanada idaosa asustanud nn põhjapopulatsioonist.

Teadustöö tulemused näitavad, et kuigi Ameerika esmaasustajad olid tuhandeks aastaks eraldunud Põhja-Ameerika põhja- ja lõunaosas elavaks rühmaks, ühinesid need kaks rühma vahetult enne Lõuna-Ameerika asustamist (või selle ajal) taas.

Uuringu tulemusel saadi teada ka esmaasustajate populatsioonide lahknemise täpne aeg. Nii ilmnes California ja Kanada 91 inimese genoomi analüüsist, et esimesed inimesed jagunesid nn põhja- ja lõunapopulatsiooniks 18 000 kuni 15 000 aastat tagasi. Põhjapopulatsioon liikus seejärel koos mandrijää taganemisega edasi Põhja-Ameerika Suure Järvistu piirkonda, leiti Ontario järve edelaosa põlisasukate ge-noomide analüüsimisel. Samal ajal liikusid lõunapopulatsiooni esindajad Vaikse ookeani rannikuni Californias, hõlvates ka saared.

WIKIPEDIA

Ameerika põlisasukate kaljujoonistused Californias asuval Painted Rocki kaljul

Üks uuringu põhiautoritest, Toomas Kivisild, kes töötab geneetikuna üheaegselt nii Tartu kui Cambridge'i ülikoolis, sõnas, et varem arvati, et põlisameeriklased pärinevad nn Clovise inimestest. „Nüüd me leidsime, et kõik põlisameeriklased nii Põhja-, Kesk- kui ka Lõuna-Ameerikas jagavad geneetilist osa ka kunagise põhjapopulatsiooniga, mille lähimad esindajad elavad tänapäeval Kanada idaosas. See ei saa olla viimase mõne tuhande aasta jooksul toimunud segunemise tulemus, vaid midagi palju varasemat," selgitas Kivisild."

TARTU ÜLIKOOL / ERR NOVAATOR

VIDAPRESS

Ida- ja Lõuna-Aafrikas elutsev pehmekehaline puuk *Ornithodoros moubata*, kes on lülijalgsete mudelorganism

Bakter kindlustab puugile tervisliku toidulaua

Tõbesid levitavad puugid külvavad inimestes hirmu, kuid parasiidi enda elu on samuti raske, sest ainult verest koosnev toidusedel on väga üksluine. Ajakirjas Current Biology ilmunud värske uurimus kinnitab, et puugid vajavad B-rühma vitamiinide saamiseks sümbiootiliste mikroobide abi.

Ämblikulaadsete klassi puugiliste seltsi kuuluvaid puuke on maailmas ligikaudu 900 liiki. Kõik puugid on parasiidid. Osa neist varitseb oma ohvrit ise, teised aga elutsevad peremehe pesas. Kindel on see, et muud toitu peale peremehe vere puuk ei himusta, olgu ta siis noorjärk või täiskasvanu. Veri on rammus ja pakub piisavalt energiat, samas on selline toidulaud ühekülgne ega paku kõiki eluks ja arenguks vajalikke vitamiine. Eriti suur puudus tekib vereimejatel vitamiinidest. Seetõttu on putukafüsioloogid pikka aega kahtlustanud, et puukide kõhus peavad elutsema mikroorganismid, kes neile vajalikke aineid toodavad. Puukide mikrofloora kohta on samas seni väga vähe teada ja iga uus uurimus toob põnevaid tulemusi.

Prantsusmaa Montpellier' ülikooli teadlased uurisid Ida- ja Lõuna-Aafrikas elutsevat pehmekehalist puuki *Ornithodoros moubata*, kes on lülijalgsete mudelorganism. See puuk kannab edasi näiteks sigade Aafrika katku viirust ja inimesel borrelioosi tekitavaid mikroobe.

Tuli välja, et puugi kehas elutseb sümbiontne bakteriperekond *Francisella*, kelle liigid kanduvad uuele puugipõlvkonnale edasi juba munas. Mikroobide DNA uurimine näitas, et Francisella eellane oli tõvestav bakter, kelle algsest genoomist on järele jäänud üsna vähe. Säilinud on näiteks B-vitamiini tootmise eest vastutavad geenid. Bakterid suudavad sünteesida biotiini ehk H-vitamiini ja riboflaviini ehk B2-vitamiini.

Mikroobide ja puukide kooselu uurimiseks andsid teadlased noortele puukidele laboris antibiootikume ja muutsid nad nii mikroobivabaks. Katseloomade areng häirus ja kasv jäi kängu. B-vitamiini lisaks saades hakkasid needsamad puugid jälle tavalisel kiirusel kasvama.

Tartu ülikooli selgrootute zooloogia dotsent Toomas Esperk kinnitas, et puukide mikrofloora kohta palju teada ei ole. Eestis pole ka puugispetsialiste, kuigi meie liike on pisteliselt uuritud. Lülijalgsete ja mikroobide kooselu näiteid siiski leidub. „Lülijalgseid, kellel on mingite mikroorganismidega vastastikku kasulikke ehk mutualistlikke suhteid, on teisigi. Näiteks ameerika prussaka rasvkehas elutsev *Blattabacterium* osaleb putuka lämmastikuainevahetuses. Termiitide kõhus on terve hulk mikroobe, kes aitavad tselluloosi lagundada. Samas on näiteks alles üsna hiljuti leitud, et liblikaröövikutel pole üldse püsivat mikrofloorat, vaid ainult ajutine mikroorganismide kogum, kelle nad parasjagu viimaste taimelehtedega sisse on söönud. Ja kui juba liblikate kohta ilmus esimene töö alles eelmisel aastal, siis olen üsna kindel, et enamiku lülijalgsete kohta ei teata ses vallas üldse midagi.“ •

Piret Pappel

215. **sünnipäeva tähistab tänavu Tartu ülikooli botaanikaaed**. Ülikooli botaanikaaed alustas tegevust 1803. aastal praeguse Vanemuise ja Tiigi tänava vahelise pargi alal. Kolm aastat hiljem viidi botaanikaed üle nüüdsele asukohale, kunagise linnamüüri nurga ümber rajatud bastioni vallile ja ümbrusse. Tartu ülikooli botaanikaaed on Eesti kõige liigirohkem ja Baltimaade vanim pidevalt tegutsenud botaanikaaed. Väärika juubeli puhul avati botaanikaaias Eesti looduslike taimede osakond ja uued infotahvlid. Pildil on botaanikaaia tiik. **Horisont**

WIKIPEDIA

Kana, kantaat, kanter

Etümoloogiasõnaraamatutel on kombeks sõnade ajaloolisi sidemeid esitada peamiselt keelkonnasiseselt. Eesti ja soome sellealastest teatmeteostest saame teada, kuidas on omavahel seotud genuiinsed sõnad. Paraku on suur osa meie sõnavarast laenuline ning aastatuhandete vältel ammutatud mujalt, enamasti ümberkaudsetest indoeuroopa keeltest. Niisuguste sõnade seosed jäävad esile toomata. Sellest on pisut kahju, sest need vahekorrad on mõnikord üpris põnevad.

PIXABAY

Võtame näiteks sõnad *kana* ja *kantaat*. Kas lisaks kolmele algushäälikule võiks neid veel miski ühendada? Eesti keele vaatevinklist on niihästi *kana* kui ka *kantaat* laensõnad, esimene ürgvana ja teine kaunis nooruke. Sõna *kana* kõlab üsna ühtmoodi kõigis läänemeresoome keeltes: soome *kana*, karjala *kana*, vepsa *kana*, liivi *kanā* jne. Tegemist on muistse germaani laenuga, mis on läänemeresoome keelte eelkäijasse tulnud kunagi kõneldud keelest, millest on kujunenud tänapäeva germaani keeled. Tänapäeva germaani keeltes vastavad sellele näiteks saksa *Hahn*, hollandi *haan*, islandi *hani* jne, mis kõik tähendavad kukke. Sama sõna naissoo vormist lähtuvad inglise *hen*, saksa *Henne*, rootsi *höna* jt, mis tähendavad kana. Tänapäeva germaani keeltes on nende sõnade algul h, mis on reeglipäraselt kujunenud varasemast häälikust k. Mitmes indoeuroopa keeles on kukke tähendav sõna tuletatud laulmist tähendavast sõnast: vene *немух* sõnast *немь*, leedu *gaidys* sõnast *giedoti* jne. Ka vastavate germaani sõnade aluseks olev indoeuroopa tüvi **kan-* tähendab 'laulma'.

Samast indoeuroopa tüvest lähtub ladina tegusõna *canere* 'laulma'. Sellest on tuletatud teine laulmist tähendav sõna, *cantare*, mis on säilinud ladina keele tütarkeeles itaalia keeles. Itaalia tegusõna *cantare* mineviku kesksõna on *cantata* 'lauldud'; nimisõnana, suure kooriteose tähenduses on see itaalia kirjakeelest esmakordselt registreeritud XVIII sajandi algul. Samal sajandil laenati see sõna saksa keelde (*Kantate*) ja sajandi võrra hiljem juba saksa keelest eesti keelde.

Ladina tegusõnast *canere* 'laulma' tuleneb ka nimisõna *cantor* 'laulja', mis – jällegi saksa keele vahendusel – on eesti keelde andnud sõnad *kantor* ja *kanter*, „Võõrsõnade leksikoni" määratluse järgi 'keskajal kirikulaulja; XVI s-st kiriku-lauluõpetaja koolis, kiriku eeslaulja ja koori juhataja; köster; uuemal ajal suure kiriku muusik'. Sellest omaaegsest köstri ametinimetusest pärineb muuseas meie perekonnanimi Kanter, samuti Kantre-küla aguli nimi Viljandis. •

Udo Uibo, keelemees

HORISONT KIRJUTAS

50 aastat tagasi

HORISONT 7/1968, LK 1

Akadeemik Gustav Naan arutleb matemaatika ja kultuuri olemuse üle:

„Võib tunduda kummalisena, et „teaduse kuningannal", kõige täpsemal teadusel – matemaatikal – ei ole täpset definitsiooni. Matemaatikateaduse patriarh R. Courant ütleb, et „küsimusele, mis on matemaatika, ei saa anda mõistlikku vastust ei filosoofiliste üldistuste, semantiliste määratluste ega ka paljusõnaliste kirjelduste abil. Niisama nagu ei saa anda vastust samale küsimusele muusika või maalikunsti suhtes."

40 aastat tagasi

HORISONT 7/1978, LK 25

Majandusteadlane Siim Kallas – praegune tuntud poliitik – tutvustab Horisondi uues majadusteaduse arengulugu tutvustava artiklisarja avaloos 15.–18. sajandi feodaalriikide majanduspoliitikat, merkantilismi:

„Merkantelismi vaated tekkisid tormilisel ajastul – need olid suurte geograafiliste avastuste kajastus, kapitali esialgse akumulatsiooni perioodi tõekspidamised. [---] Uute maade vallutamisega voolas Euroopasse kulda, kalliskive, vürtse ja kõikvõimalikke varem tuntud ja tundmatuid aardeid. [---] Merkantilism kujutas endast eelkõige riigi majanduspoliitikat, mille alused on iseenesest lihtsad: tema teoreetikud pidasid rikkuse tekkimise allikaks ringlust, rikkuse enda kehastuseks aga peamiselt kulda ja teisi väärismetalle. Põhiküsimuseks jäi, millised abinõud tuleb tarvitusele võtta, et suurendada rikkuse, st väärismetallide hulka riigis."

30 aastat tagasi

HORISONT 7/1988, LK 7

Bioloogiakandidaat Vello Tohver kirjutab toitumise, kehakaalu ja tervise seisundi omavahelistest seostest ja tõdeb teemat sisse juhatades mõrult:

„Ülekaalulisus on meil Eestis üpris levinud nähtus, igatahes kaugelt laialdasem kui nii mõneski välisriigis. Kõndides linnatänavail ja vaadates möödujaid, võib nentida, et umbes kolmandik mehi ja kaks kolmandikku naisi, eriti keskealised ja vanemad, kahjuks aga küllalt tähelepandavalt ka noored, isegi lapsed, on sel või teisel määral liigtüsedad, seega ülekaalulised. [---] Valdavalt on süüdi kahte rühma kuuluvad põhjused: väärtoitumise nähud ja vähene kehaline tegevus."

2016. aastal tehtud uuringu kohaselt oli Eestis ülekaalus 40% meestest ja 27% naistest. Rasvunud oli 20% meestest ja 19% naistest.

20 aastat tagasi

HORISONT 5/1998, LK 34

Akadeemik Jüri Engelbrecht meenutab Tšehhimaa erinumbris omal nahal kogetud Praha kevade verist kulminatsiooni 21. augustil 1968 Prahas:

„Läbi vanalinna tänavarägastiku jõudsin Václavi väljaku alumisse otsa, Můstekile ja seadsin sammud muuseumi poole. Järsku jäi elu seisma, kõlasid lasud, oli selgelt näha, kuidas inimesed väljaku ülemises otsas jooksid, keegi kukkus, lajatasid valjemad paugud ja paari minuti pärast lõi kõlama kiirabiautode sireen. Ma seisin „Koruna" ees ning hilisemast on meeles vaid üks möödakihutav kiirabiauto, kus juhi kõrval istuva mehe kittel oli punasekirju. Hiljem tõusid mul juuksekarvad püsti – vaid 5 või 10 minutit lahutas mind olukorrast, kus oleksin pidanud oma elu päästmiseks jooksma sotsialismisõdurite kuulide eest."

Pärilikkuse mõjust edukusele erineva ühiskonnakorraldusega Eestis

Hiljuti ilmus Eesti teadlaste osalusel ajakirjas Nature Human Behaviour artikkel uuringust, milles vaadeldi pärilike eelduste mõju inimeste sotsiaalmajanduslikule staatusele kommunistlikus ja tänases vabas Eestis. Mis oli selle uuringu põhijäreldus?

Sotsiaalmajanduslik staatus on väga oluline mõõdik, sest uuringud on näidanud, et see on seotud nii üldise rahulolu ja õnnetundega kui ka füüsilise ja vaimse tervisega ning isegi oodatava elueaga. Sotsiaalmajanduslikku staatust, mis hõlmab nii haridustaset, palka kui positsiooni ühiskonnas, on uuritud pikka aega. Uuringud, mille valimis on kaksikud, on näidanud, et individuaalseid erinevusi sotsiaalmajanduslikus staatuses mõjutavad nii geneetilised kui ka keskkonnategurid. Pärilikkus määrab umbes poole inimestevahelistest erinevustest sotsiaalmajanduslikus staatuses ja ka selle mõõdiku komponentides eraldi nii palga, haridustaseme kui karjäärivalikute vaatenurgast.

Pärilikkuse mõju võib aga erinevates keskkondades erineda. Mida suurem on keskkonna mõju, seda väiksemat rolli mängivad geneetilised erinevused. Näiteks Eestis lähevad tavaliselt kõik 7-aastased lapsed kooli. Seega kui vaatame pärilikkuse mõju algkoolilaste sotsiaalsele seisundile, siis see on väga väike. Samuti on pärilikkuse mõju väike, kui kõrgkoolikatsetel on edukad ainult mõne poliitilise organisatsiooni liikmed. Mida võrdsemad on aga võimalused kõrgkooli saamiseks, seda suuremat rolli mängivad geneetilised erinevused.

Eesti, Inglismaa, Austraalia ja USA teadlaste koostöös valminud uuring, mis kasutas Eesti geenivaramu valimit, vaatles pärilikkuse mõju haridustasemele ja karjäärivalikutele Eestis erinevatel ajajärkudel. Me kasutasime 12 500 Eesti kodaniku andmeid, jagades valimi kahte rühma: ühed, kes olid üles kasvanud Nõukogude Liidu ajal, ja teised, kes said kesk- või kõrgema hariduse iseseisvas Eestis pärast 1991. aastat. Näitasime esmakordselt, et pärilikkuse mõju haridustasemele ja ametiseisusele on võrreldes Nõukogude perioodiga kõrgem vabas Eestis.

Uuring näitas, et kui haridus- ja kutsealale pääsemisega seotud keskkonnaerinevused vähenevad, siis pärilikkuse mõju suureneb – vabas ühiskonnas on pärilikkuse mõju suurim. Selgus, et geneetilised omadused mõjutasid taasiseseisvunud Eestis inimese haridustaset ja ametialast staatust elus edasijõudmisel kaks korda rohkem kui Nõukogude perioodi kommunistlikus ühiskonnas. See võib olla seotud asjaoluga, et vabas ühiskonnas saavad inimesed lähtuda oma hariduse ja karjääri valikul enam just isiklikust geneetilisest soodumusest, sealhulgas talendist, kuid Nõukogude ajal määrasid inimese karjääri sageli muud, indiviidist mittesõltuvad tegurid. Nii näitabki värske uuring, et kui keskkonnast tulenevad erinevused hariduse ja kutseala saamiseks kaovad, hakkavad selles suuremat rolli mängima just inimeste geneetilised erinevused. Seega võime järeldada, et ühiskonna avatuse aste ja ligipääs haridusele mõjutab seda, mil määral peegeldavad saavutused andekust ja võimeid.

Mida suurem on keskkonna mõju, seda väiksemat rolli mängivad geneetilised erinevused.

Oluline on arvestada, kuidas geneetilised soodumused võivad avalduda eri keskkondades – sellel on märkimisväärne mõju nii sotsiaalsetele teguritele kui ka füüsilistele ja vaimsetele haigustele. Nii on kõnealuse uuringu tulemused olulised ka tulevastes molekulaargeneetilistes uuringutes, mis analüüsivad geenide ning keskkonna koosmõju erinevatele sotsiaalsetele ja elustiiliteguritele ning haigustele. •

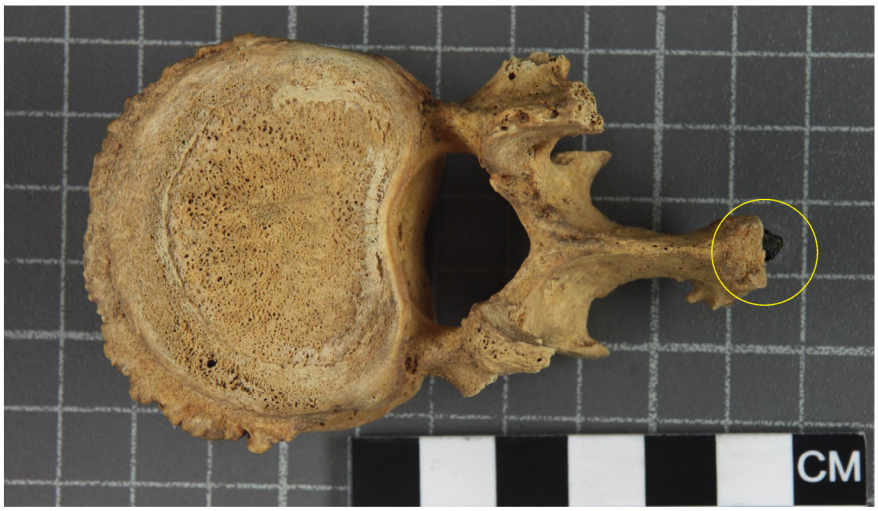
ERAKOGU

KAILI RIMFELD
LONDONI KUNINGLIKU KOLLEDŽI JÄRELDOKTORANT

Geneetilised omadused mõjutasid taasiseseisvunud Eestis inimese haridustaset ja ametialast staatust elus edasijõudmisel kaks korda rohkem kui Nõukogude perioodi kommunistlikus ühiskonnas.

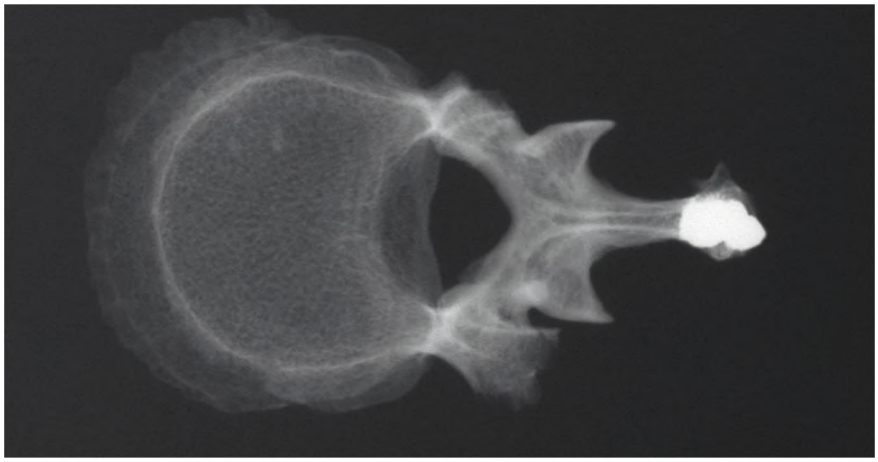
Õnnelik sõjaohver Tartust

2014. aastal puhastati Tartu Püha Jakobi kalmistu arheoloogiliste päästekaevamiste käigus välja 590 luustikku. Nende hulgas oli ka mehe luustik, kelle selgroost leiti killuke pliid, millist Eesti arheoloogilises materjalis veel nähtud pole.



MARTIN MALVE

40- kuni 50-aastase mehe ebaloomulikult suure otsaga nimmelüli ogajätkest (paremal) paistab välja pliitükk – arvatav musketikuul või haavlikild



ANDRES VINDI

Röntgenülesvõte näitas, et suur osa pliikillust oli kasvanud luu sisse

Jakobi kirik või kabel ning selle juurde kuulunud kalmistu paiknesid tänapäevase Jakobi, K. E. von Baeri, Tähtvere ja Kroonuaia tänava ristmiku piirkonnas väljaspool omaaegset linnamüüri, Jakobi värava ees mäenõlval. Kõik, kes Tartusse tulevad või sealt lahkuvad, sõidavad üle Jakobi mäe, mille alla jääbki kunagine surnuaed. Kiriku asukoht ja kalmistu täpne ulatus on siiski teadmata. Arheoloog Heiki Valk on esmase hauapanuste määrangu põhjal veendunud, et kalmistu võeti kasutusele 14.–15. sajandi vahetuse paiku ja suurem osa matuseid kuulub tõenäoliselt 15.–16. sajandisse. Matmispaiga äärealadelt on leitud ka 17.–18. sajandist pärinevaid haudu. Kalmistule on maetud nii mehi, naisi kui ka alaealisi. Tegemist oli linna- või ka külakogudus(t)e kasutuses olnud kalmistuga. Kindlasti sängitati sinna ka Liivimaa ja Põhjasõjas hukkunuid.

Inimluude osteoloogilise analüüsi käigus määratakse indiviidi sugu, vanus ja silmapaistvamad patoloogiad. Skelettide määramiseks laotakse iga luustik eraldi laborilauale ja vaadeldakse kõiki skeletiosi eraldi. Jakobi kalmistu luustikku nr 216 lauale kokku pannes köitis tähelepanu selle esimese nimmelüli ogajätke, mille ots oli ebaloomulikult suur. Lisaks oli selles ka võõrkeha, mille nähtava osa mõõtmed olid umbes 0,5 × 0,8 cm. Luude välispinna sees võime tavaliselt näha väikesi kivikesi, mis on maapinna raskusel nende sisse surutud, selle juhtumi puhul oli võõrkeha aga luu sees kinni ehk sinna sisse kasvanud.

Metallograafilised uuringud näitasid, et tegemist polnud kiviga, vaid hoopis pliiga. Nimmelülist tehti ka röntgenülesvõte, millest selgus, et enamik võõrkehast on lüli sees. Pliikillu täismõõtmed on 1,5 × 0,8 cm. Kild võib pärineda musketikuulist või arvestades selle kuju, siis ka püssikartetšist (haavlilaeng), mis oli ohvrit tabanud selga.

Skelett kuulus mehele, kelle vanus surmahetkel oli 40–50 aastat. Kuna on näha, et luu on ümber võõrkeha paranenud ning metallitükk n-ö kasvanud nimmelüli sisse, saab kindlalt väita, et mees jäi pärast vigastuse saamist ellu. Kahjuks ei ole võimalik määrata, kui kaua ta sel viisil elas, kas näiteks viis või kümme aastat. Samuti pole teada, kas tugevalt mürgine plii võis ohvrile vigastusi põhjustada. Pliimürgistuse ulatus sõltub pliist eseme suurusest ning kohast, kus see kehas asub, samuti ajast ja sellestki, kas plii puutub kokku kehavedelikega. Mitmed tänapäevased uuringud patsientidega, kellel on olnud pliikuul tugi- või liikumisskeletis, on näidanud vaid minimaalseid luulisi muutusi. Samas põhjustasid pliitükid liigesepiirkondades ja pehmetes kudedes mürgistust. Jakobi kalmistult leitud mehe puhul ei asu plii kohas, kus oleks rikkalik verevarustus, mistõttu ei tekitanud võõrkeha talle tõenäoliselt vaevusi. Kuna luustik pärineb varauusajast, on võimalik, et mees sai haavata Tartu piiramisel Põhjasõjas, kui Vene väed 1704. aastal linna alistasid.

Kuigi kuulitabamusega luustikke on leitud varemgi, siis taolist sissekasvanud võõrkeha pole Eesti luuaineses veel esinenud. Eelnevat kokku võttes oli päästekaevamiste käigus leitud mehe puhul kindlasti tegemist õnnesärgis sündinuga. Hoolimata seljavigastusest, mis oleks võinud kergesti surmaga lõppeda, jäi mees siiski ellu. •

Martin Malve, osteoarheoloog, Tartu ülikooli doktorant

Mereriigi pärl – laeva vöörikuju „Merineitsi“

Üks Saaremaa muuseumi kogu pärlitest on kahtlemata laeva käilakuju „Merineitsi“, sest täisfiguur vöörikujuna on ka suuremate mereriikide kollektsioonides küllaltki erakordne nähtus. Pealegi on üllatuslik merekingitus sedavõrd hästi säilinud, et selle kleidivoltidest võib koguni värvijälgi leida.

PRIIT KIVI

Käilakuju „Merineitsi” Kuressaare linnuse püsinäitusel

Huvitav on ka „Merineitsi“ avastamislugu. Nimelt sattusid 3. augustil 1977. aastal kuju peale Saaremaa läänerannikul Harilaiu lähedal lestapüügil olnud kolhoosi Kommunism kalurid. Kuju haakus mere põhja mööda libisenud lestanooda trossi taha ja kalurid nägid ränka vaeva, et neitsit veepinnale ja seejärel paati upitada.

TÕNU GREPP / SAAREMAA MUUSEUMI FOTOKOGU

Käilakuju „Merineitsi” Kuressaare linnusevalli keldris mõni päev pärast merest väljatõmbamist, august 1977

Meestele avanenud vaatepilt oli aga nähtud vaeva väärt: mereliivast väljakistud suursuguse kuju kaela, rinda ja parempoolseid kleidivolte ehtisid merikarbid. Ilmselt lamas neitsi merepõhjas pooleldi liiva sisse vajunult oma vasaku külje peal. Läbivettinud skulptuuri, mis kaalus leidmishetkel umbes 300 kg, konserveeris Eesti NSV teaduste akadeemia ajaloo instituudis polüetüleenglükoolilahuses restauraator Andrus Lääne. Kui tänapäeval on polüetüleenglükool puidu konserveerimisel üks kõige laialdasemalt kasutatavaid stabilisaatoreid, siis Nõukogude ajal oli seda kemikaali väga keeruline saada – hankida õnnestus seda heal juhul Soomest või Saksa Demokraatlikust Vabariigist.

Järgnevalt analüüsisid keemikud hellitavalt „Merineitsiks“ nimetatud taiese kleidivoltidesse talletunud värvikihti ja kunstiajaloolane Niina Raid koostas kuju kohta ajaloolise kirjelduse, milles iseloomustas seda nõnda: „Esmane mulje Saaremaa merineitsist oli unustamatu – ta tundus tõelise meistri kätetööna. [---]. Vöörikuju erakordne vahetus ja meeldiv lihtsus mõjuvad ka tänapäeva vaatajasse elamuslikult.“

Hetkeseisuga on 174 cm pikkune kuusepuust ja siberi lehisest tääviosaga iludus dateeritud 19. sajandi viimasesse veerandisse. Kahjuks on tänaseni teadmata, kes skulptuuri nikerdas, sest laeva nimelauda – tõenäoliselt sellel olnud naisenimega – pole õnnestunud leida. Mida aeg edasi, seda väiksemaks muutub ka selle avastamise tõenäosus, sest sajandite vältel on Vilsandi madalikel ja Tagamõisa poolsaare randades hukkunud sadu laevu. Jääb vaid rõõmustada, et meri on tundmatu „Merineitsi“ meile tagasi andnud sedavõrd terviklikult ja hästi säilinuna ning kõik huvilised saavad seda Kuressaare linnuses välja pandud ajaloo püsinäitusel imetlemas käia.

Priit Kivi, SA Saaremaa muuseumi peavarahoidja

TIIT REISID OÜ

TALLINN Tatari 6, tel 662 3762, tallinn@tiitreisid.ee
KÄRDLA Sadama 13, tel 463 2077, hiiumaa@tiitreisid.ee

BUSSIREISID EESTIMAAL

REISISARI „EESTIMAA KIRIKUD JA ORELID“
27.07 Põhja-Eesti; 25.08 Lääne-Eesti; 29.09 Kesk-Eesti. *Hind al 45 €*

VÕRO- JA SETOMAA
04.–05.08.2018
Seto kuningriigi päev. *Hind al 130 €*

VORMSI 11.08.2018. *Hind al 45 €*

KIHNU 21.07; 9.08.2018
Hind al 95 €

SAAREMAA
29.–30.07 Toomas ja Inga Lunge etendus „Mees ja naine”.
Hind al 175 €
11.–12.08.2018 merepäevad.
Hind al 145 €

RUHNU 1.–3.08.2018
Hind al 205 €

PEIPSI RANNIK
25.08 Kallaste laat; 15.09 Varnja laat. *Hind al 45 €*

LINDORA LAAT JA VASTSELIINA
28.10.2018. *Hind al 50 €*

PÕHJA-LÄÄNEMAA, NOAROOTSI JA HAAPSALU 22.07
Hind al 40 €

SUUR PAUNVERE VÄLJANÄITUS JA LAAT 15.09. *Hind al 35 €*

SILMUFESTIVAL NARVA-JÕESUUS 29.09
Hind al 45 €

LENNUREISID

ITAALIA RINGREIS 19.–27.09.2018.
Mööda UNESCO maailmapärandi radu koos La Verna kloostris elamisega. Reisisaatja dr Arne Hiob.
Hind al 1200 €.

MOSKVA 09.–12.08.2018
Hind al 640 €

PARIIS 17.–20.08.2018
Hind al 690 €

IISRAEL 31.03–08.04.2019
Reisisaatja dr Arne Hiob.
Hind al 1350 €

SUUSAREISID

NORRA TRYSIL 5.–14.01.2019
Hind al 350 €

VIIBURI–PETERBURI
(SOOME KAUDU) 2.–5.08.2018
Hind al 260 €

LÕUNA-SOOME 5.–7.08.2018
Hind al 260 €

BUSSIREISID KODUST KAUGEMALE

PETERBURI 26.–29.07; 16.–19.08; 23.–26.08, 20.–23.09.2018
Hind al 260 €

VENE KARJALA: KIZI–KIVATSI–SORTAVALA–VALAMO–KINERMA
10.–15.08.2018. *Hind al 380 €*

VALGEVENE RINGREIS
24.–28.07; 21.–25.08
Hind al 360 €

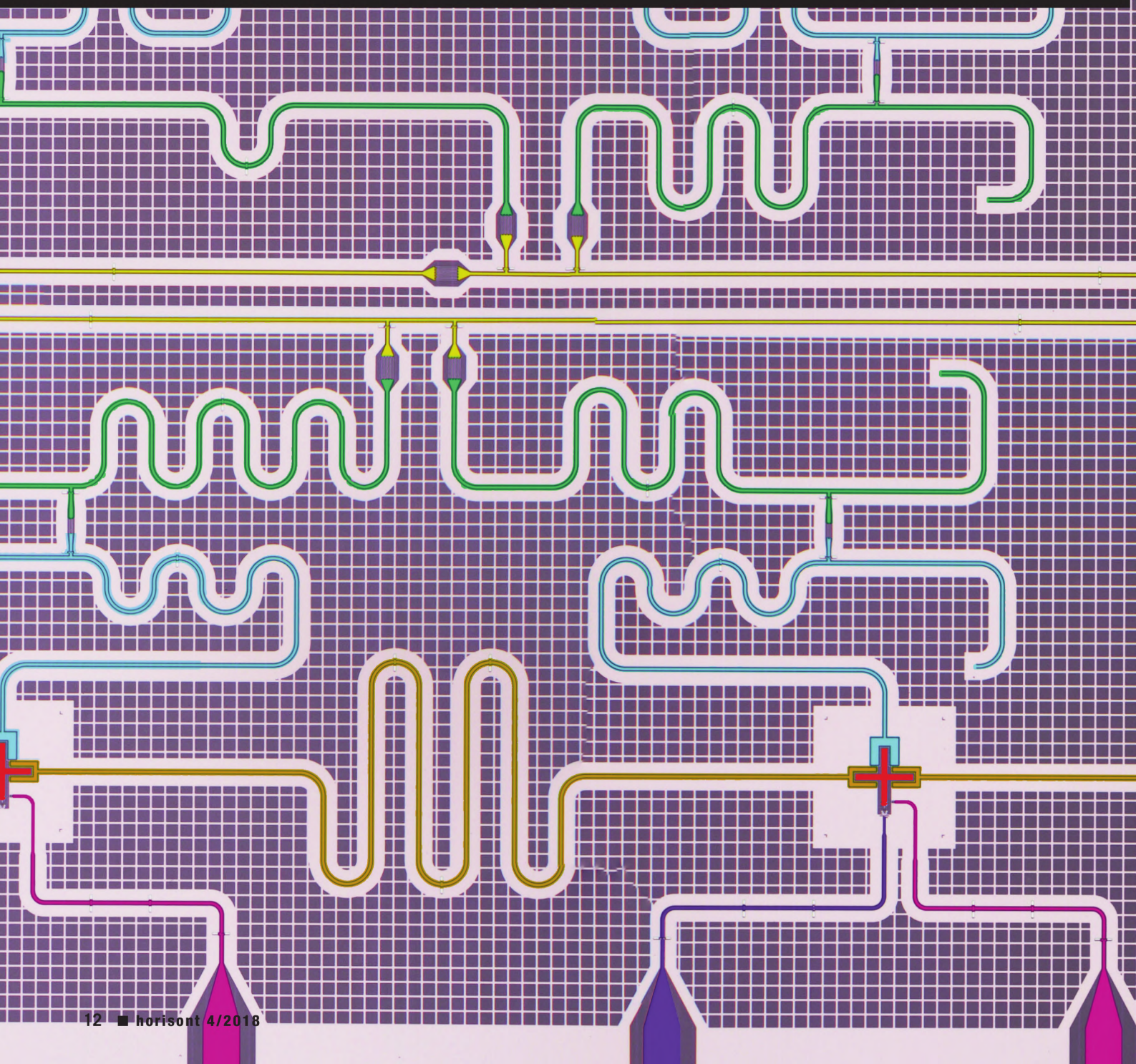
LÕUNA-SAKSAMAA JA KÜNDMISE MM 29.08–06.09.2018
Hind al 690 €

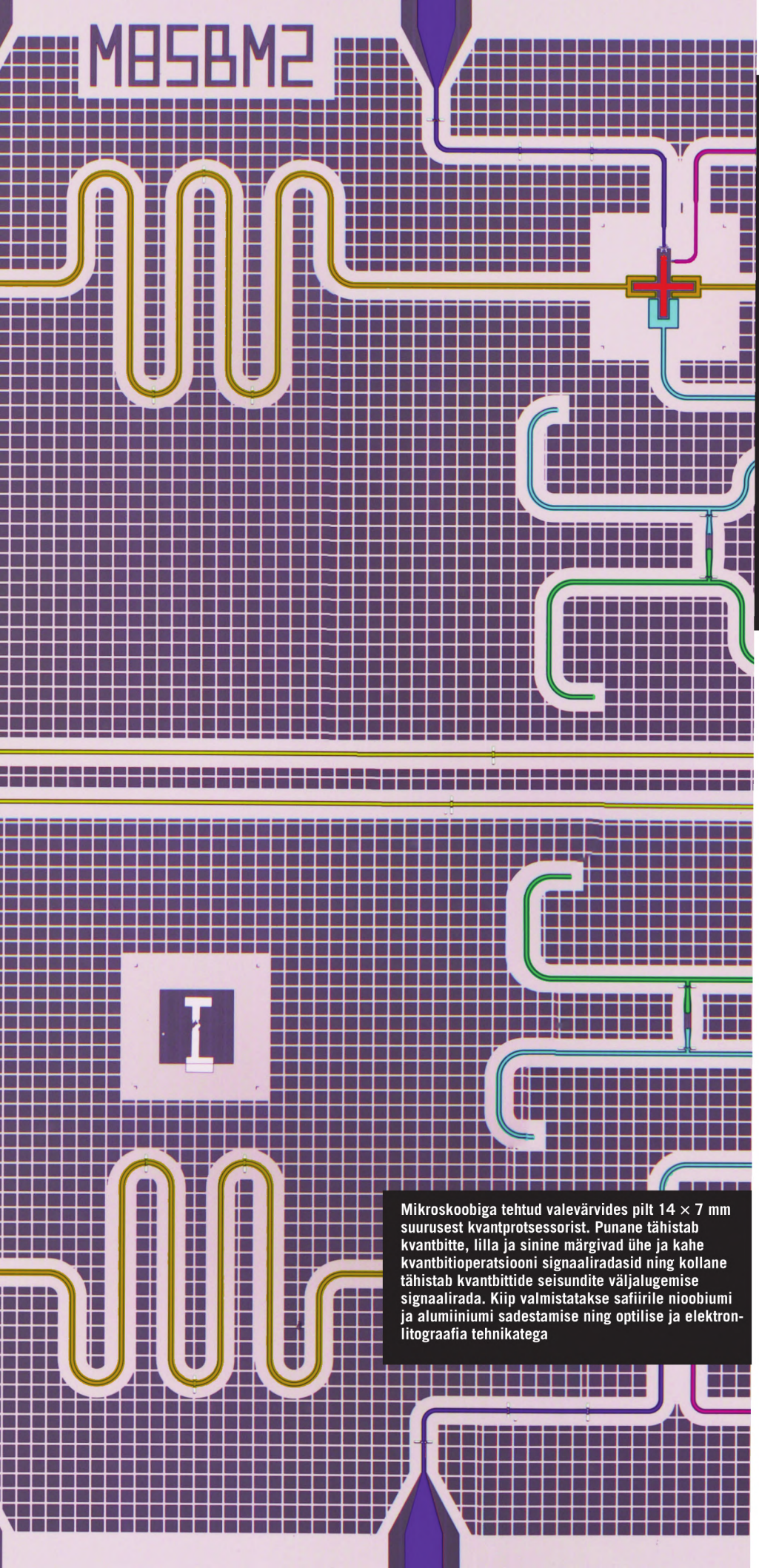
Soodustused: püsiklientidele, haridustöötajate AÜ liikmetele

Täpsem info kodulehelt www.tiitreisid.ee või telefonil 662 3762

JOHANNES HEINSOO

KVANTARVUTI ON REAALSUSEKS SAAMAS





FOTOD: QUDEV, ETH

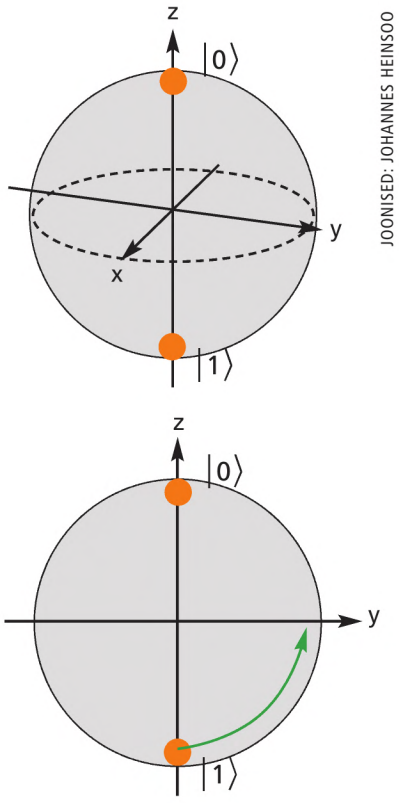
Mikroskoobiga tehtud valevärvides pilt 14 × 7 mm suurusest kvantprotsessorist. Punane tähistab kvantbitte, lilla ja sinine märgivad ühe ja kahe kvantbitioperatsiooni signaaliradasid ning kollane tähistab kvantbittide seisundite väljalugemise signaalirada. Kiip valmistatakse safiirile nioobiumi ja alumiiniumi sadestamise ning optilise ja elektronlitograafia tehnikatega

Kvantfüüsika tuleb tavaliselt mängu ainult väga väikeste asjade maailmas, kus aine struktuuris ja seda ümbritsevates väljades domineerib korrapära. Üsna hiljuti oleme õppinud seda korrapära ka ise looma. Ligi 30 aastat tagasi avastati, et kui allutada informatsioon ehk bitid kvantmehaanika seadustele, võib see viia revolutsioonini näiteks uute ravimite ja materjalide väljatöötamises. Kvantarvuti eelis klassikalise raali ees kasvab ühes arvuti võimsusega. Juba suurusjärgus 50 kvantbitise protsessori arvutusvõimsus ületab praegu teatud probleemide lahendamisel olemasolevate superarvutite võimekust. Viimased viis-teist aastat on katsetatud mitut erinevat tüüpi väikest kvantarvutit ning ulmest saab tasapisi reaalsus.

Kvantarvuti arvutusvõimsus peitub kvantbiti ja klassikalise biti erinevuses. Üks bitt on kõige väiksem võimalik kogus informatsiooni, millega saab ühele küsimusele vastata ainult „ei“ või „jah“, „0“ või „1“. Rohkem võimalusi tavaliselt bitil ei ole. Kvantbitt võib lisaks eelnevatele paigutuda nendes valikutes kahe vahele. Lihtne viis selle ettekujutamiseks on mõelda gloobusele, mille poolused tähistame nulli ja ühega. Sellist kera kutsutakse Blochi sfääriks. Kui tavalise biti olekud saavad olla ainult Blochi sfääri poolustel, siis kvantbiti olekud võivad olla igal pool selle gloobuse pinnal. Väga oluline on seejuures panna tähele, et kvantbitil võib olla palju erinevaid väärtuseid, mis on sfääri poolustest sama kaugel. Seepärast ei saagi kvantbiti olekut kirjeldada vaid ühe arvuga 0 ja 1 vahel.

Arvutamisest võib mõelda kui punkti liigutamisest läbi kõikide võimalike olekute ruumi ehk olekuruumi. Mida suurem on arvuti olekuruum, seda suuremaid arvutusi saab selle sees teha. Kirjeldatud üksiku tavalise bitiga saab teha vaid üpris lihtsaid arvutusi, sest nende olekute hulk on väike. Alustades lõunapooluselt on võimalik jääda ainult paigale või liikuda põhjapoolusele, mida nimetatakse vastavalt samasusoperatsiooniks ja

loogiliseks ei-tehteks. Ühe kvantbitiga saab teha natuke rohkem. Näiteks võib punkte sfääril nõnda keerata, et põhjapoolusel liiguksid need ekvaatorile gloobuse vasakul küljel ja lõunapoolluselt liiguks punkt ekvaatorile gloobuse paremal küljel. Sellist operatsiooni nimetatakse poolpöördeks ja punkte ekvaatoril superpositsioonolekuteks. Täispööre on analoogne klassikalise arvuti loogilisele ei-tehtele, sest see pöörab sisendi lõunapooluselt põhjapoolusele ja vastupidi.

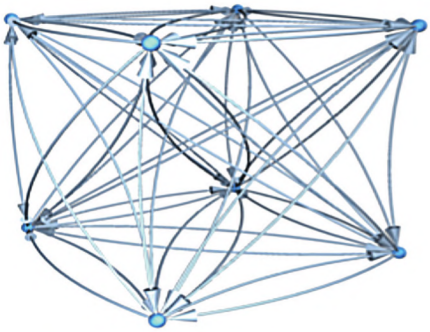


JOONISED: JOHANNES HEINSOO

Kvantbittide olekud võivad olla igal pool sfääri pinnal, samas kui klassikaliste bittide olekud on vaid sfääri poolustel. Rohelisega märgitud trajektoor tähistab kvantloogika poolpöörde operatsiooni, kui algolek on 1

Kui tüüpiline koduarvuti suudab oma mälus hoida 28 kvantbiti hetkeseisu, siis praegu võimsaim superarvuti „Summit" USA-s saab mälus hoida ainult 49 kvantbitti. Juba 300 kvantbiti superpositsioonolekute salvestamiseks on vaja rohkem tavalisi bitte, kui on aatomeid universumis.

Kui bitte ja kvantbitte on rohkem kui üks, siis on nende olekuruum suurem, mistõttu on võimalik teha keerulisemaid arvutusi. Näiteks kolme tavalise biti olekuruumis on kaheksa olekut, mida tuleks ühe sfääri pooluste asemel ette kujutada kuubi kaheksa nurgana. Kolme kvantbitti saab viia neist kaheksast klassikaliste bittide olekutest poolpööretega iga punktipaari vahele, ja juba tekib 64 erinevat olekut. Seega kvantbittide arvu kasvuga kasvab kvantarvuti eelis väga kiiresti (eksponentsiaalselt). Seda iseloomustab asjaolu, et kui tüüpiline koduarvuti suudab oma mälus hoida 28 kvantbiti hetkeseisu, siis praegu võimsaim superarvuti „Summit" USA-s saab mälus hoida ainult 49 kvantbitti. Juba 300 kvantbiti superpositsioonolekute salvestamiseks on vaja rohkem tavalisi bitte, kui on aatomeid universumis.



Kuubi tipud tähistavad kõiki kaheksat võimalikku kolme tavalise biti olekut ja hallid nooled nende vahel kõiki kahe oleku superpositsioone. Kolm kvantbitti võivad olla ka rohkem kui kahe kvantbiti superpositsioonis

Hoolimata palju suuremast olekuruumist, kus arvutusi läbi viia, ei ole kvantarvuti eelise ärakasutamine väga lihtne – selleks on vaja kavalaid programme ehk algoritme. Nimelt elame meie klassikalises maailmas ja seega on arvutuse sisend ja väljund piiratud klassikaliste bittide olekuruumiga. Kui kvantarvutuse lõpptulemuseks on kvantbiti seisund sfääri pinnal mujal kui poolusel, siis näeme kõige suurema tõenäosusega vastusena lähimat poolust ja ülejäänud kvantinformatsioon läheb pöördumatult kaduma. Kui kvantbiti olek asub ekvaatoril, siis on mõõtetulemuseks absoluutselt juhuslikult 0 või 1. Et kvantarvuti algoritm oleks kasulik, peab see lisaks suure olekuruumi ärakasutamisele sättima vastused olekuruumis nii, et neist meid huvitav osa oleks osale klassikalistele olekutele palju lähemal kui teistele. Mõned sellised algoritmid on juba leiutatud, aga arvatavasti on parimad veel avastamata. Tänaseks on nende otsimistest ja võrdlemisest kujunenud täiesti iseseisev matemaatika haru – kvantinformatsiooniteooria.

Hoolimata palju suuremast olekuruumist, kus arvutusi läbi viia, ei ole kvantarvuti eelise ärakasutamine väga lihtne – selleks on vaja kavalaid programme ehk algoritme.

Kvantarvuti ehitus

Meid ümbritsev igapäevafüüsika on täis korratust ja müra. Kvantfüüsika tuleb tavaliselt mängu ainult väga väikeste asjade maailmas, seal, kus aine struktuuris ja seda ümbritsevates väljades hakkab domineerima korrapära. Korrapärane aine on näiteks kristallstruktuur ja võrreldes hõõglambi valgusega on korrapärane laseri kiirgus. Kvantbitiks sobib iga kahe olekuga süsteem, mida on võimalik kõigest igapäevamaailma mürast väga hästi isoleerida.

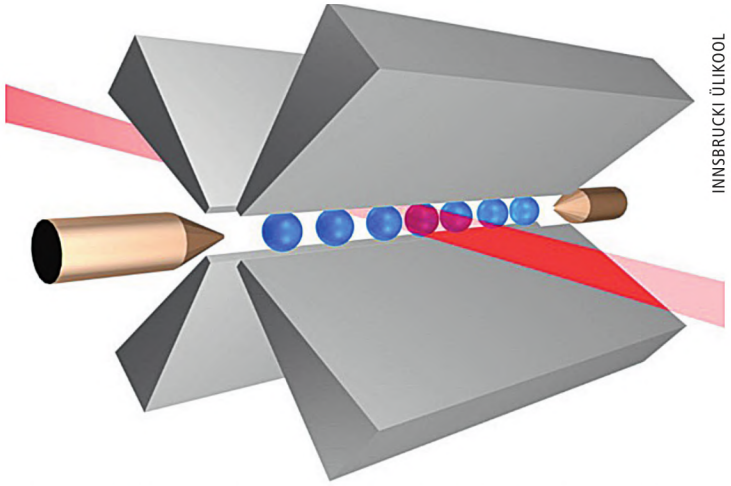
Esimesed katsed kvantinformatsiooniga tehti sellesama kvandiga, millest kogu kvantmehaanika üldse alguse sai – elektromagnetkiirguse kõige väiksema võimaliku energiaosakese, footoniga. Näiteks üksiku footoni kahe võimaliku polarisatsiooni kasutamine kvantbitina on võrdlemisi lihtne, sest sellist keskkonda, kus miski footoni polarisatsiooni ei mõjuta, on lihtne luua. Samas on footoni ja keskkonna nõrga vastastikmõju tõttu võrdlemisi raske panna kaht footonit teineteist mõjutama. Kahe footoni vastastikmõju on aga vaja kahe kvantbiti operatsioonideks.

Transistor on teatavasti tavalise arvuti kõige olulisem osa, mis kujutab endast elektrooniliselt juhitavat lülitit, mida saab teha väga väikseks. Eksperimentaalfüüsika ja materjaliteaduse areng on tänaseks teinud tehniliselt võimalikuks kümmekond erinevat kvantbiti tööpõhimõtet ja veel ei ole selgunud, millisest neist saab tulevikutransistor. Seega saame võrdlemisi meelevaldselt välja tuua vaid paar parimat kandidaati.

Iga süsteem, millest tehakse kvantbitt, peab täitma nn DiVincenzo kriteeriumeid: süsteemil peavad olema selgelt eristatavad kaks seisundit, neid seisundeid peab saama panna algolekusse, vaja on ühe ja kahe kvantbiti operatsioone, mis oleksid piisavalt kiired võrreldes ajaga, mil müra tõenäoliselt ei sega süsteemi, ning lisaks peab olema võimalik süsteemi olekut täpselt mõõta.

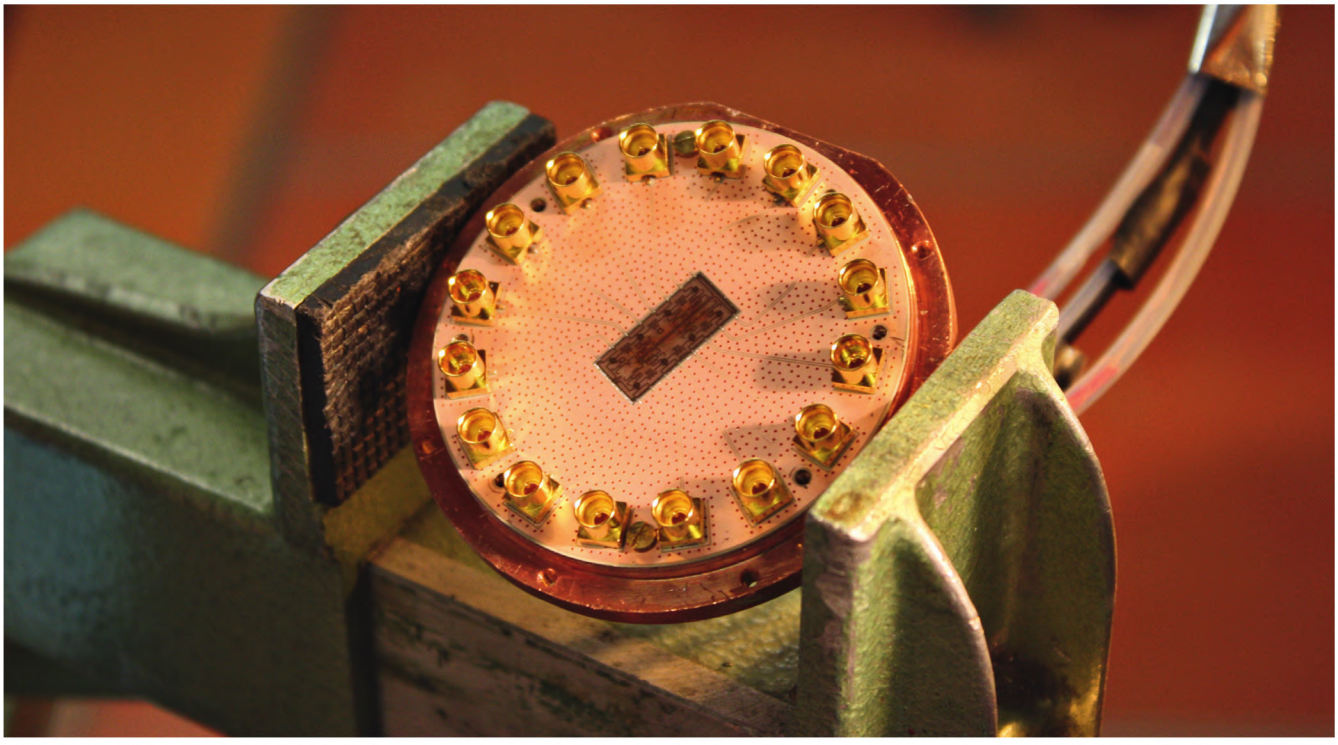
Ilmselt kõige loomulikumat pisikest kahe oleku süsteemi kujutavad endast aatomituuma ümbritsevate elektronide orbiidid. Tugeva laserimpulsiga saab elektrone ergastada madalamalt orbiidilt kõrgemale. Seejuures on võimalik ergastada palju erinevaid üleminekuid, aga selleks, et elektroni ergastusega kirjeldatud informatsioon kohe kaduma ei läheks, on mõistlik kasutada pika eluajaga seisundeid. Parimad sellised kvantbitid hoiavad kvantinformatsiooni mõned sekundid ja jõuavad selle aja jooksul teha tuhandeid operatsioone. Suurim väljakutse on hoida selle ajal aatomi keskkonda piisavalt „vaiksena“, et elektroni üleminekusagedus oleks võimalikult stabiilne. Selle saavutamiseks kasutatakse kvantbitina ühtainsat aatomit vaakumis. Aatomi vaakumis paigalhoidmiseks tuleb see kõigepealt ioniseerida, mis võimaldab seda siis tugeva elektriväljaga lõksus hoida.

Kahe kvantbiti operatsioonide tegemiseks pannakse kaks iooni lõksu ühisesse elektrivälja, kus nad hakkavad üksteise liikumist mõjutama. Lõksustatud iooni algolekusse seadmiseks viiakse elektronid seisundisse eluajaga alla 1 millisekundi, mille jooksul elektronid siirduvad spontaanselt põhiolekusse. Siirdumisel madalama energiaga olekusse kiirgavad elektronid üleliigse energia valgusena. Osa sellest valgusest püütakse kinni väga tundliku kaameraga ja sellest saab järeldada kvantbiti eelmise oleku. Lõksustatud ioonide arengut võib hakata piirama paljude ioonide lõksustamise tehniline keerukus. Tänapäeval tehakse katseid kümnete ioonidega ühes lõksus. Lisaks on elektronüleminekute juhtimiseks vaja mitmeid väga stabiilseid lasereid. Samas on mõned lõksustatud ioonide üleminekud väga stabiilsed ja teoreetiliselt on neis võimalik kvantinformatsiooni hoida isegi tunde või kauem.

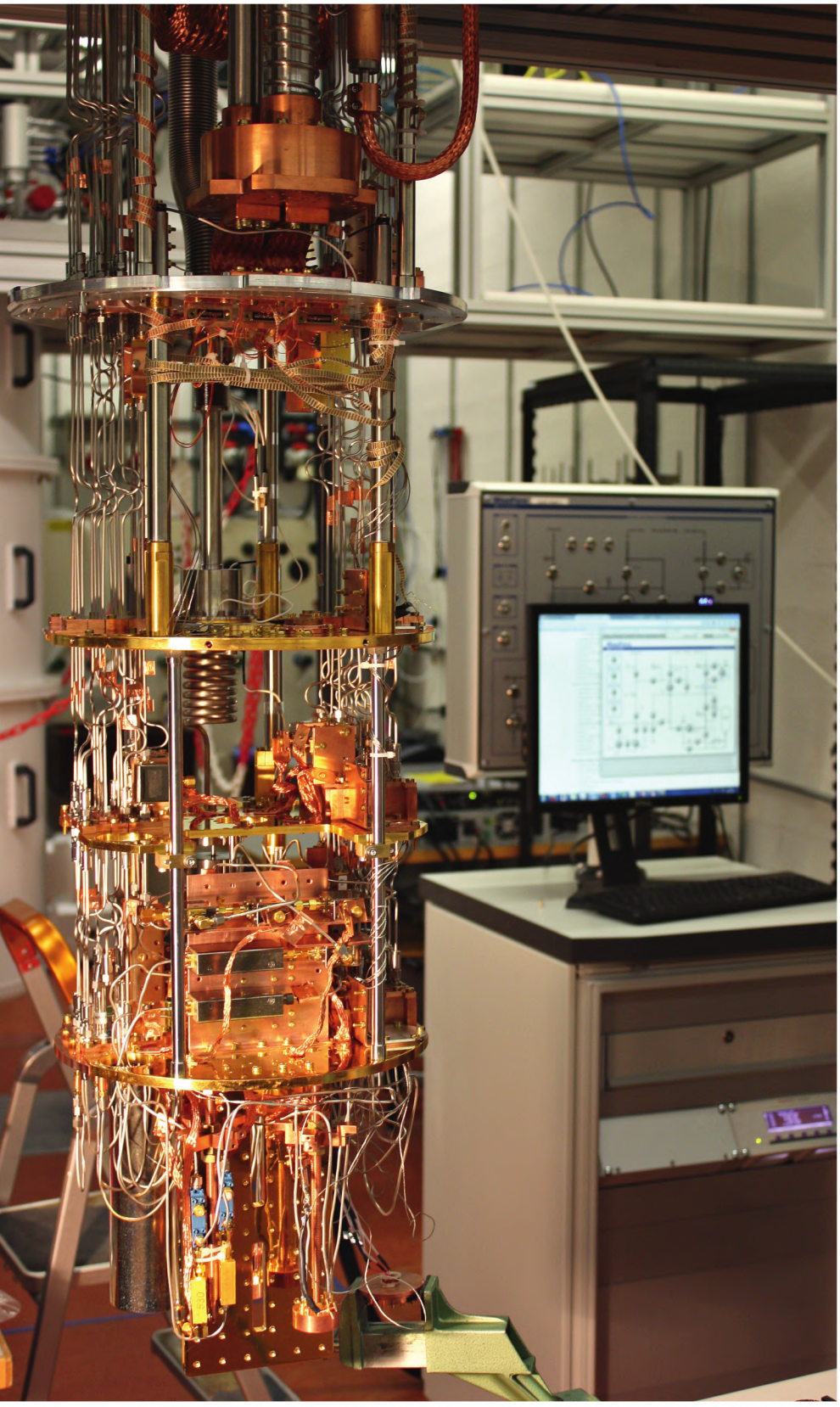


INNSBRUCKI ÜLIKOOL

Elektroodide elektriväli hoiab ioniseeritud aatomeid paigal ja laseri valgusega saab neid manipuleerida ning mõõta nende olekut



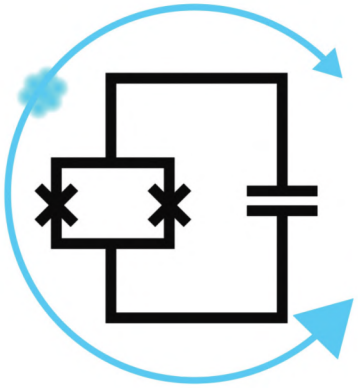
Trükiplaat, mille keskele on kinnitatud 14 mm laiune ja 7 mm kõrgune kaheksa kvantbitiga ülijuhtivatest elektriahelatest kvantprotsessor. Pilt on tehtud enne trükiplaadi paigaldamist krüogeenilisse külmikusse



Šveitsi tehnikaülikooli ETH Zürichi füüsikaosakonnas arendatava krüogeenilise külmiku sisu (vasakul) ja külmiku juhtsüsteem (paremal). Enne külmiku jahutamist paigaldatakse selle ümber silinder ja sisemus pumbatakse vaakumisse. Külmiku sees on palju vasest osasid, sest vask juhib hästi soojust ka väga madalatel temperatuuridel. Lisaks on külmikus palju läikivaid osasid, sest neelamise asemel peegeldavad need tagasi kõrgema temperatuuriga välisseintelt langeva soojuskiirguse

Arvutist rääkides kujutatakse tavaliselt kõigepealt ette elektriahelaid. Lõksustatud ioonidega vähemalt sama suure tähelepanu all on praegu ülijuhtivatest elektriahelatest kvantarvutid. Elektriahelates hakkab kvantfüüsika rolli mängima siis, kui materjalis on väga väiksed kaod. Näiteks kujutage ette kiike, mis võngub miljon korda enne seisma jäämist. Nii väikeste kadude saavutamiseks on praegu ainus teadaolev viis jahutada metall ülijuhtiva faasisiirde temperatuurist palju madalamale, tüüpiliselt temperatuurile 20 millikelvinit, mis on väga lähedal absoluutsele nullile ehk –273,15 °C.

Kui võnkuva elektromagnetvälja kvanti nimetatakse footoniks, siis kvantmehaaniliste elektrooniliste võnkeringide ergastust nimetatakse plasmoniks. Võib ette kujutada, et kui võnkeringis on üks plasmon, siis võnguvad seal üheskoos paljud elektronid edasi-tagasi kahe kondensaatori plaadi vahet. Seda nimetatakse kvantbiti ergastatud olekuks või loogiliseks üheks. Loogikaoperatsioonide tegemiseks tuleb ülijuhtivale kvantbitile suunata mikrolainesignaalid, milleks vajalikud seadmed on lõksustatud ioone juhtivatest võimsatest laseritest mõnevõrra lihtsamad. Kvantbittide olekute väljalugemiseks ühendatakse need nõrgalt teise liini külge, mille läbilaskvus sõltub kvantbiti olekust. Sarnaselt saab mitme kvantbiti loogikaoperatsioonide tegemiseks kaks kvantbitti omavahel väikse kondensaatori kaudu ühendada. Selline ühendus on



Elektronid võnguvad võnkeringis edasi ja tagasi ühelt kondensaatori plaadilt teisele. Kahest x-iga tähistatud Josephsoni siirdest silmus annab võnkeringile mittelineaarsuse ja elektronidele võnkumiseks vajaliku inertsi ehk induktiivsuse, mida saab magnetvälja abil muuta

siis alati olemas, aga plasmonid saavad ühest kvantbitist teise hüpata ainult juhul, kui kahe kvantbiti plasmonil on sama energia ja sellele vastav sagedus. Kahe kvantbiti operatsioonide tegemiseks saab nende sagedust välise magnetvälja abil lühikeseks ajaks muuta, sest tavalise induktori asemel on võnkeringis magnetväljale tundlikud nn Josephsoni siirded. Josephsoni siirded annavad võnkeringile ka vajaliku mittelineaarsuse.

Olemasolevad kvantarvutid

Viimase kümmekonna aasta jooksul on praktilise kvantarvuti võimalikkust kindlalt tõestatud ja nüüd on õhus vaid küsimus, kes jõuab esimesena demonstreerida kvantarvutiga mõnd kasulikku arvutust. Kvantarvutite ehitamisse investeerivad hetkel üle maailma nii avalik kui erasektor. Esimesed kvantarvuti informatsiooniteoreetilised rakendused pakkus välja Stephen Werner juba aastal 1970, spekuleerides võimalusest luua põhimõtteliselt võltsimatu kvantraha ja meetod informatsiooni ülitihedaks pakkimiseks.

Kvantarvutitega teiste keeruliste kvantmehaanikaprotsesside jäljendamise pakkus välja oma hea õpetamisoskuse poolest kuulus Richard Faynmann. Mitmed olulised kvantarvutuse algoritmid, nagu Shori faktoraliseerimine, Groveri otsimisalgoritm ja kvantveaparandusprotokollid, leiutati 1990. aastatel. Uue sajandi alguses demonstreeriti esimesi ülijuhtidest, üksikutest elektronidest ja lõksustatud ioonidest kvantbitte.

Esimene tuntud eraettevõte, mis lubas ehitada suure kvantarvuti, on D-Wave Systems Kanadast. D-Wave müüs mitu 500 ja 1000 kvantbitiga seadet Google'ile, Ameerika riiklikule standardite ja tehnoloogia instituudile NIST, USA kosmoseagentuurile NASA ja relvatootjale Lockheed Martin. Kuigi iga seadme eest maksti suurusjärgus 15 miljonit dollarit, ei ole matemaatikud ja füüsikud tänaseni üksmeelele jõudnud, kas D-Wave'i loodud seadmetega saab ka midagi kasulikku ära teha. Nimelt ei ole need mitte universaalsed kvantarvutid, millega saab teha kõiki kvantloogika operatsioone, vaid nn adiabaatilised kvantarvutid. Loogiliste operatsioonide tegemise asemel saab adiabaatiliste kvantarvutitega viia lihtsa võrrandi sujuvalt üle keerulise võrrandi lahenduseks. Praktiliste probleemide puhul peab seda üleminekut tegema nii aeglaselt, et ka väga väikesed mürad jõuavad kvantsüsteemi segada enne ülesande lahendamist. Lisaks arvatakse, et senistes D-Wave'i masinates pole piisavalt palju kvantbitte omavahel ühendatud, mis teeb nende jäljendamise klassikalise arvutiga väga lihtsaks. Kuigi D-Wave ei ole veel veenvalt tõestanud oma arvutite kvantparemust, on nad kahtlemata ära lahendanud suure hulga insenertehnilisi ülesandeid, mis võib lähiajal kuluda marjaks ära kasuliku kvantarvuti loomisel. Näiteks on nad juba pidanud tootma puhtaid materjale ja väga madalatel temperatuuridel töötavat elektroonikat, mis võib leida rakendust eelkirjeldatud ülijuhtidest kvantarvutites.

Tänaseks on suurusjärgus kümne ülijuhtiva kvantbitiga universaalset kvantarvutit demonstreerinud käputäis teadusrühmi üle maailma. Neist üks tuntumaid on California Santa Barbara ülikooli ja Google'i koostöörühm. Samas avalikustatakse võimekuselt väga sarnaseid seadmeid ja eksperimente ka USA-s IBM-is ja Yale'i ülikoolis, Šveitsi tehnikaülikoolis ETH Zürichis, Hollandi Delfti tehnikaülikoolis, Hiinas Shanghai ülikoolis ja ka Soomes Aalto ülikoolis. Lõksustatud ioonidest kvantarvuti loomisega on kõige enam silma paistnud Austria Innsbrucki ülikooli, USA NIST-i ja ETH Zürichi uurimisrühmad.

Kvantarvutite lähitulevik

Lisaks ülikoolidele osalevad kvantarvuti ehitamise võidujooksus ka tehnoloogiahiiud IBM, Google ja Microsoft. Nii Google kui IBM on kvantarvuti platvormiks valinud ülijuhtivad kvantbitid ja mõlemalt oodatakse lähiajal teateid 50 kvantbitiga töötavatest seadmetest. Lisaks neile tuntud ettevõtetele on suuri investeeringuid saanud mitu kvantidufirmat. Näiteks aastal 2013 asutas Yale'i kuulsas kvantinformaatikute koolkonnas õppinud ja IBM-is kvantarvutit ehitanud Chad Rigetti firma Rigetti Computing, millesse investeeriti 2016. aastal 54 miljonit eurot. Aasta hiljem demonstreeris ettevõte kaheksa kvantbitiga seadet. Mullu pani samast Yale'i seltskonnast pärit Robert Schoelkopf aluse idufirmale Quantum Circuits, kuhu investeeriti kohe 15 miljonit eurot.

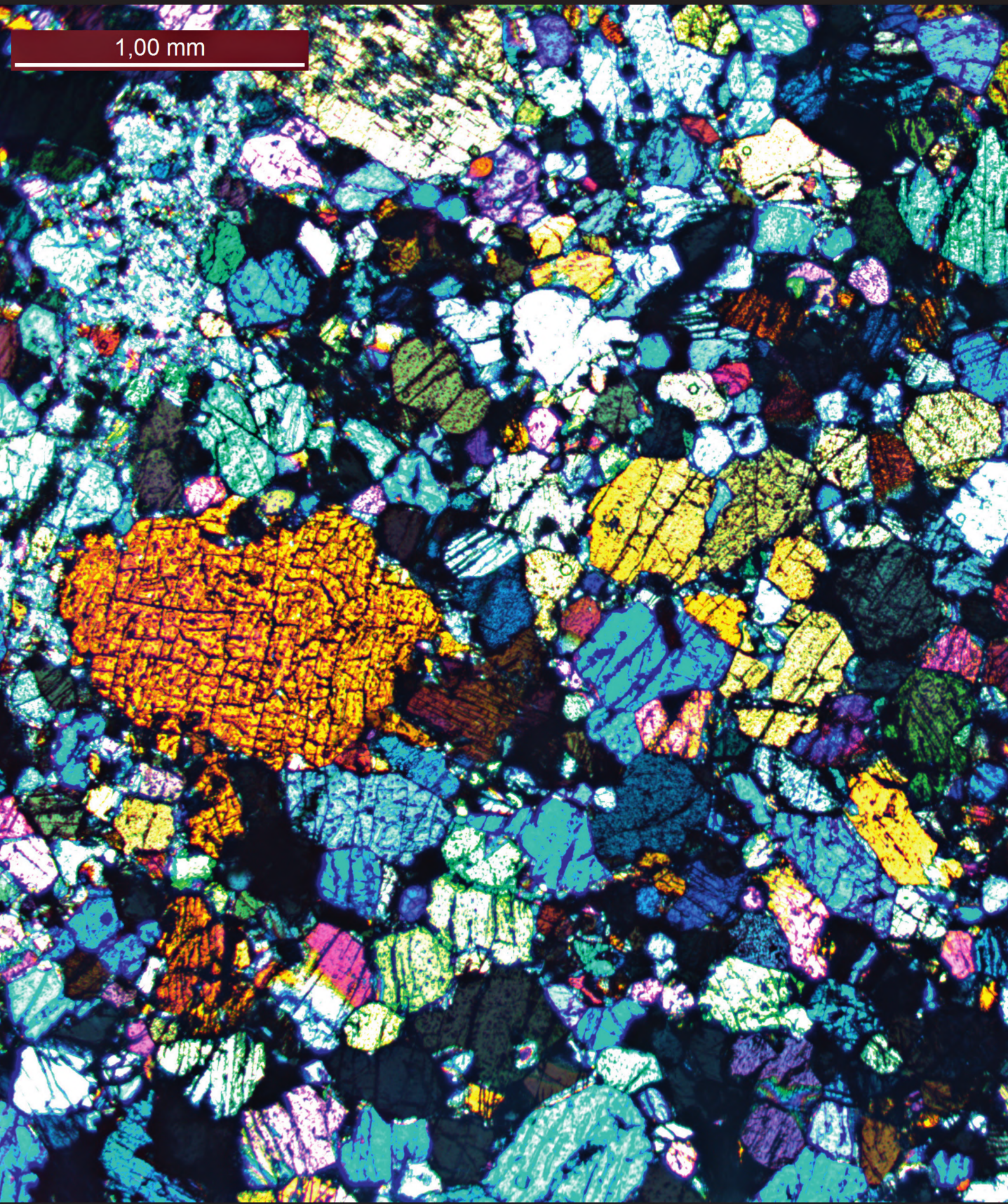
Teadusrahastusest tuleb kindlasti mainida Euroopa teadusnõukogu (ERC) 2016. aastal välja kuulutatud kvanttehnoloogia lipulaevaprogrammi, mille raames läheb suure kvantarvuti ja seda toetava tehnoloogia arendamisega tegelevate teadusrühmade vahel jagamisele miljard eurot.

Nii Google kui IBM on kvantarvuti platvormiks valinud ülijuhtivad kvantbitid ja mõlemalt oodatakse lähiajal teateid 50 kvantbitiga töötavatest seadmetest.

Seevastu kuulutas Hiina möödunud aastal välja plaani rajada täiesti uus kvanttehnoloogia uurimiskeskus, kuhu, on lubatud investeerida 8 miljardit eurot. Ka Eesti lähiriikides proovitakse suure kvantarvuti ehitamise võidujooksus algust teha – Rootsis lubas Knut ja Alice Wallenbergi fond Chalmersi ülikooli juhitud kvantkeskusele uuringuteks 100 miljonit eurot.

Nagu näha, on kvantarvuti ehitajatel tõsi taga ja suur kasulik kvantarvuti saab lähitulevikus reaalsuseks. Kuigi Eestis puuduvad hetkel selles võidujooksus osalevad teadusgrupid ja firmad, siis päris kõrvale ehk siiski ei jääda. Nii nagu kullaralli ajal said rikkaks labidamüüjad, pakuvad ka kvantarvuti ehitajad leiba paljude vajalike eriseadmete arendajatelele. Näiteks kõige paremaid krüogeenilisi külmikuid ülijuhtivate kvantarvutite jaoks toodab Soomes Aalto ülikoolist alustanud firma BlueFors. Ehk õnnestub ka mõnel väikesel Eesti elektroonika- või tarkvarafirmal välja pakkuda mõni oluline tehniline lahendus. Teemast huvitatud tulevased teadlased peaksid eriala valikul uurima Rootsis asuvate Chalmersi ja Lundi ülikooli või Helsingis asuva Aalto ülikooli vastavaid magistriprogramme või siis vaatama veel kaugemale. Samas saab selle ala õpingutega alustada ka Tartu ülikooli füüsika või informaatika bakalaureuseastmes. •

Johannes Heinsoo (1989) on Šveitsi tehnikaülikooli ETH Zürichi füüsikaosakonna doktorant ja Tartu ülikooli vilistlane, kes osaleb ülijuhtivatest kvantbittidest kvantarvuti ja selle juhttarkvara arendamisel.


1,00 mm

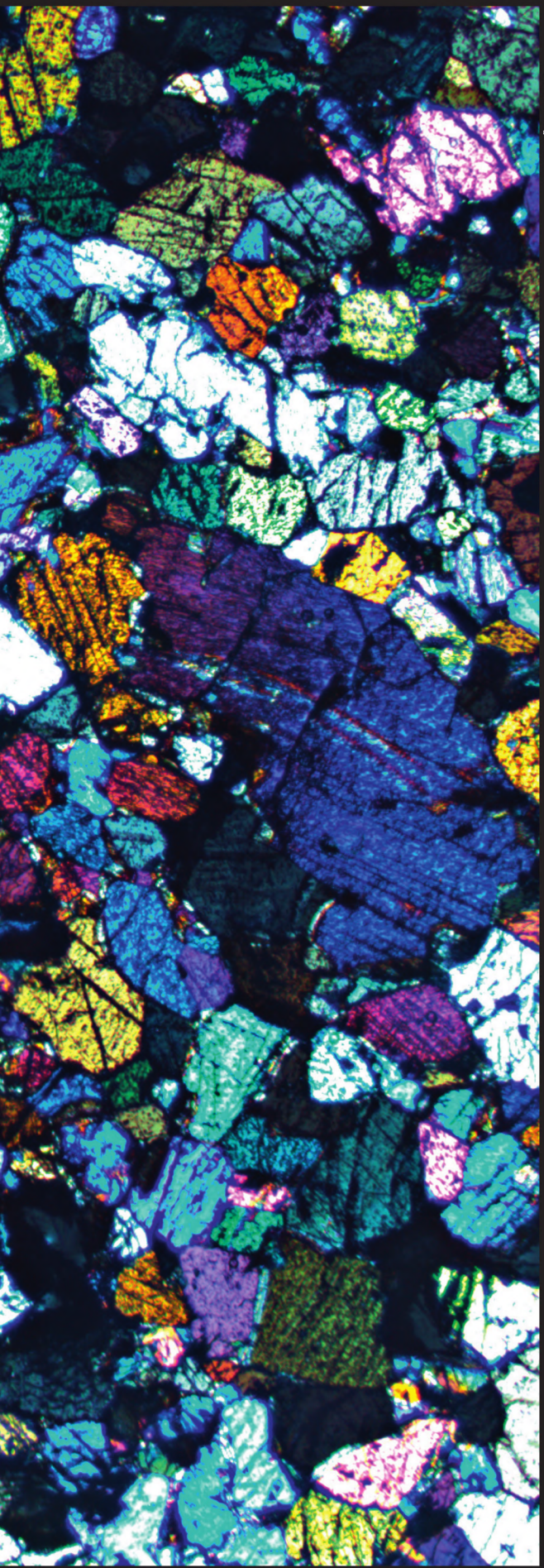


FOTO: TÕNU PANI

Tõnu Pani

Oliviinvebsteriidi õhik polarisatsioonimikroskoobis

Polarisatsioonimikroskoobi põhiline erinevus võrreldes teiste mikroskoopidega on see, et uuritavat õhikut vaadeldakse kahe polarisaatori vahel. Neist ülemine on analüsaator ja alumine polarisaator. Läbi polarisaatori pääseb vaid ühes tasandis võnkuv ehk polariseeritud valgus. Kui asetada kaks polarisaatorit teineteise suhtes risti, siis valgust läbi nende ei näe ning vaateväli on must.

Polarisaatoreid nimetatakse tihti ka niikoliteks või Nicoli prismadeks. Šoti geoloog William Nicol valmistas esimese sellise 1828. aastal läbipaistvast kaltsiidist (islandi pagu). Kuigi nüüdisajal on kasutusel hoopis teistsugusest materjalist polarisaatoreid, nimetatakse neidki sageli traditsiooniliselt niikoliteks.

Kui polarisaatorite vahele asetada anisotroopne (st mitte kuubilise süngooniaga) kristalliline aine, siis tänu sellele, et see jagab valguskiire kaheks polariseeritud ja teineteise suhtes risti võnkuvaks valguskiireks, võib vastavalt uuritava õhiku asendi muutusele 360 kraadi pööratava mikroskoobi aluslaual läbi polarisaatori pääseda kas osa ühest või teisest kiirest. Valguskiirte interferents annab seejuures erinevad värvused või hoopis mitte midagi – uuritav mineraalitera on kustunud asendis ehk must.

Polariseeritud valguses käituvad erinevate mineraalide kristallid erinevalt ja tänu sellele saab neid eristada. Mikroskoobis paistvad optilised efektid sõltuvad uuritava materjali optilistest ja muudest omadustest. Nendeks mineraalide määramisel iseloomulikeks tunnusteks on näiteks kristallide kuju, suurus, kaksistumine, värvus, suletised, lõhenevus, pinna reljeef, murdumisnäitaja, kaksikmurdumine, optiliste telgede ja kristallograafiliste telgede asend ja kustumissuund.

Õhik on 0,03 mm paksune klaasile liimitud kivist plaadike, mida kasutatakse põhiliselt kivimite määramiseks ja uurimiseks. Õhiku valmistamiseks lihvitakse sobiva suurusega kivimitükk siledaks ning siis liimitakse see spetsiaalse liimiga (varem kasutati selleks nuluvaiku ehk kanada palsamit) klaasile. Seejärel lõigatakse kivimitükk õhukeseks ja lihvitakse-poleeritakse, kuni on saavutatud vajalik paksus. Suurem osa mineraale on 0,03 mm paksuse juures läbipaistvad. Opaaksed ehk läbipaistmatud on näiteks mitmed maakmineraalid, nagu püriit, magnetiit, kromiit ja kalkopüriit.

Kõrvaloleval fotol näha olev oliviinvebsteriit on ultraaluseline kivim, mis koosneb oliviinist, klinopürokseenist ja ortopürokseenist. Oliviini kristallid on puhtamad ja läbipaistvamad, pürokseenil on sageli näha korrapärasem lõhenevus. Vebsteriit on nime saanud USA Põhja-Carolina osariigis asuva Websteri linnakese järgi.

Piltidel olev õhik on valmistatud Tartu ülikooli loodusmuuseumi ekspositsioonis olevast käsipalast (TUG 884-1). •

TÕNU TUNNEL

FÜÜSIK, KES KIIRENDAB KEELEÕPET

Füüsikuharidusega iduettevõtja Mait Müntel on olnud pea neljandiku oma elust seotud Euroopa tuumauuringute keskusega (CERN), kus ta andis 2012. aastal oma panuse Higgsi osakese avastamisse. Aasta hiljem jättis ta osakeste kiirendi aga sinnapaika, et pühenduda enda loodud keeleõppekiirendi arendamisele. Sündis iduettevõte Lingvist, mis seadis sihiks muuta keeleõpe andmetöötluse ja tehisintellekti abil nii kiireks, kui see teoreetiliselt võimalik on. Lingvisti tekkeloost, sealse tehnoloogia eripäradest ning tulevikuväljavaadetest vestles MAIT MÜNTELIGA Horisondi toimetaja HELEN ROHTMETS-AASA.

Kui Sinust meedias juttu tehakse, tõstavad ajakirjanikud alati esile, et oled töötanud CERN-is ja osalenud Higgsi bosoni avastamises. Kuidas Sa CERN-i sattusid ja mis rolli Sa selle suure avastuse juures täitsid?

Tegelikult tegin Tartu ülikoolis oma bakalaureuse- ja magistritöö hoopis astronoomias, minu juhendaja oli Ene Ergma. Kui Ergma poliitikasse läks, oli mul valida, kas jätkan astronoomiaga või vahetan suunda. Võtsin ühendust Martti Raidaliga, kes juhtis toona CERN-is Eesti tiimi, ning liitusin sellega esmalt suvetudengite programmi raames ja hiljem juba teadlasena. Sellest kasvas välja minu doktoritöö. Kaitsmise järel töötasin CERN-is veel kolm aastat ja analüüsisin kiirendis tekkinud signaali. Kui ma tudengina sinna läksin, siis ei olnud kiirendi veel valmis, aga tarkvaraarendus oli juba mitu sammu eespool – meil oli programm, mis simuleeris detektori tööd. Esimesed paar aastat toimuski teadustöö ainult simulatsiooniga, mis oli vajalik selleks, et detektorit osataks selle valmimise järel õigesti kasutada.

Detektor on see osa eksperimendist, mille sees toimuvad tuumade kokkupõrked. See peab registreerima kõigi miljonite tekkinud osakeste teekonnad, et panna kokku pilt, mis kokkupõrke hetkel täpsemalt toimus. Kuna detektoris tekib osakesi väga-väga palju, aga teadlasi huvitavad neist tõeliselt vaid üksikud, siis on vaja äärmiselt keerulist andmeanalüüsi, et neid kõige põnevamaid osakesi üles leida. Sellise andmeanalüüsiga ma CERN-is tegelesingi. Aga ma ei olnud seal ainus eestlane. Lisaks Martti Raidalile on Horisondi lugejaile ilmselt hästi tuttavad ka sellised suurepärased teadlased nagu Mario Kadastik, Andi Hektor, Kristjan Kannike ja Joosep Pata, kellel oli Higgsi bosoni avastamisloos samuti oluline roll.

CERN-is töötamise ajal hakkasid tegelema keeleõppemetoodika loomisega. Kuidas Sa füüsikast keeleõppe juurde jõudsid?

Elu on näed kummaline. Ühel hetkel oled astronoom ja teisel tuled kõige suuremate tähtede juurest järsku mikromaailma, kõige väiksemate osakeste juurde, ja siis hüppad reaalteadusest hoopis humanitaarteadusesse. Tegelikult juhtus see kogemata, mul ei olnud sellist muutust üldse plaanis, aga kuna ma elasin Šveitsis prantsuskeelses piirkonnas, siis tekkis mul tahtmine osata prantsuse keelt. Ja ma ei tahtnud seda raamatute abil õppida, sest see oleks võtnud tohutult palju aega. Proovisin erinevaid arvutiprogramme, aga pettusin ka neis, sest need osutusid pigem mängudeks. Nagu kogu minu generatsioon, olen õppinud 11–12 aastat vene keelt ja sarnaselt paljude minu põlvkonnakaaslastega ei ole ma võimeline seda rääkima. Ja nii mul tekkiski teoreetiline huvi, kui palju üldse on ühes keeles infot ja kui kiiresti seda on võimalik endasse imeda. Ehk teisisõnu, kui kiiresti on võimalik üht uut keelt selgeks saada.

Kuna ma tahtsin prantsuse keelt õppida selleks, et inimestega rääkida, oli mul esmalt vaja statistilist ülevaadet inimestevahelisest vestlusest. Et sellist vestlust kohtab filmides, siis kirjutasin roboti, mis tõmbas alla kõik filmisubtiitrid, mis olid kunagi nii prantsuse kui ka inglise keeles tehtud. Neist sain kätte keelestatistika ja lisaks oli neid võimalik omavahel sekund sekundi haaval kokku panna. Kokku tuli subtiitreid päris palju – arvutasin, et kõigi nende filmide vaatamiseks kuluks 3000 aastat. 3000 aastat otsekõnet on aga juba piisav hulk, et selle pealt analüüsi teha. CERN-is oli selleks olemas ka suurepärane arvutivõrk – võrreldes füüsikaandmetega, mida seal igapäevaselt analüüsiti, oli see andmekorpus nagu piisk meres. Ja nii ma hakkasingi endale nädalavahetuseti hobi korras programmi kirjutama, sest mulle tundus, et õppimist on võimalik statistika ja algoritmide abil väga palju kiiremaks muuta.

Kuidas prantsuse keele õppimine õnnestus?

Mind huvitas isegi rohkem, kuidas luua programmi, mis suudaks mõõta minu mäluprotsesse ja minu õppimist optimeerida. Keele omandamine oli justkui boonuseks – tõestuseks, et asi, mille ma teinud olen, tõepoolest töötab. Katsetasin ja mängisin programmiga kuskil pool aastat või isegi rohkem ja vältisin seejuures otsest õppimist. Seda selleks, et saaksin hiljem ise kontrollida, kui kiiresti ma selle abil õppida saan. Prantsuse keele võtsin ette alles siis, kui programm oli piisavalt valmis ja see kogemus oli täiesti fantastiline. Mäletan, et kui läksin pärast keskkooli Ameerikasse – olin inglise keelt selleks ajaks ikkagi juba päris kaua õppinud –, siis ma ei saanud raadiot lahti keerates midagi aru. Kui olin aga enda programmiga paar nädalat õppinud, siis tundus mulle raadiot mängima pannes, et ma mõistan kõike. Tõsi, kuulasin uudiseid, mille sisu oli lihtsam taibata, sest olin sellega juba kursis, aga see tunne, et ma saan järsku prantsuse keelest aru, oli tohutult motiveeriv.

Mul tekkis teoreetiline huvi, kui palju üldse on ühes keeles infot ja kui kiiresti seda on võimalik endasse imeda. Ehk teisisõnu, kui kiiresti on võimalik üht uut keelt selgeks saada.

Kuna ma saan arvutitega suhteliselt hästi läbi, siis laadisin järgmisena alla kirjanduse põhjal koostatud keelekorpusi ja sain valida 10 000 raamatu seast välja sellise, mis minu oskustele kõige paremini vastas – kuna programm teadis, millised sõnad ma olen juba selgeks saanud, siis valis see välja raamatu, kus neid esines kõige rohkem. See tähendas, et ma võisin kahekolme nädala pärast juba prantsuskeelset kirjandust lugeda, mis oli jällegi väga motiveeriv.

Kahe kuu pärast tegin naljapärast läbi Eesti keskkoolide prantsuse keele lõpueksami (seda küll mitteametlikult). See oli mul tegelikult algusest peale kavas – õpin 200 tundi ja teen siis eksami, et näha, mis tulemuse ma saan. Sain üle 60 punkti ehk siis keskkoolilõpetajate keskmise, mis on kahekuulise õppimise järel minu arvates päris hea tulemus.

Kuidas sai enda tarbeks loodud programmist edukas iduettevõte?

Teatud mõttes oli see üks suur juhuste jada. Öeldakse, et uusi ideid ja algatusi toetab kõige paremini see, kui sinu sõpruskonnas on inimesi erinevatest valdkondadest, mitte üksnes su enda erialalt. Rääkisin oma hobist ükskord kohvitassi taga ettevõtja Andres Koernile, kes on väga hea ärivaistuga inimene. Tema viis mind kokku Ott Jalakaga, keda ma juba teadsin, aga ei osanud arvatagi, et ta võiks sellest mõttest kohe kinni haarata. Ott oli see, kes ettevõtte ära registreeris ja ütles, et hakkame nüüd *start-up*'i tegema. Ega me kumbki teadnud, kuidas ettevõtet teha. Hakkasime lihtsalt pihta ja head inimesed hakkasid meiega liituma. Tegelikult sõltubki ju kõik neist inimestest, kes su ideega kaasa tulevad. Meie arendustiim tuli Skype'ist ja meie esimeseks investoriks sai Skype'i kaasasutaja Jaan Tallinn. Huvitav on seejuures, et temagi oli hakanud endale hobikorras keeletarkvara kirjutama, et õppida jaapani keelt. Kuna meil oli mõlemal oma hobiprogramm, siis saime ükskord ka kokku ja veetsime pool päeva teineteise programmidega tutvudes – et milliseid algoritme kumbki on kasutatud, milline on õppimismeetrika jne. Hiljem, kui meil oli ettevõte juba olemas, ütles ta mulle, et oli selle kohtumise järel oma programmi arendamise pooleli jätnud, sest minu tarkvara tundus talle paljutõotavam. Ta oligi lootnud, et me teeme *start-up*'i ära, ja kui me seda tegime, tuli ta kohe investorina pardale.

Tegelikult on *start-up*'i tegemine üks ääretult põnev asi ja Eesti selles mõttes ikka väga äge maa. Mul endal on olnud tohutult inspireeriv vaadata näiteks

Tegelikult on *start-up*'i tegemine üks ääretult põnev asi ja Eesti selles mõttes ikka väga äge maa. Mul endal on olnud tohutult inspireeriv vaadata näiteks Taxify edulugu.

Taxify edulugu – me alustasime nendega enam-vähem samal ajal ja nemad on nüüd juba *unicorn*'i staatuses (*unicorn tähendab idufirmat, mille väärtus on investorite hinnangul vähemalt miljard dollarit – H. R-A.*). Kaks noort kogemusteta meest võtsid asja kätte ja tegid selle ära paremini kui maailma suured ettevõtted. Ja selliseid *start-up*'e on Eestis praegu päris palju, mis võiks kõigile motivatsiooni anda – et näete, kõik on võimalik! Võtke ainult kätte ja tehke ära!

Mis teid teistest arvutipõhistest keeleõppevahenditest eristab? Kas Lingvistil on tõsiseid konkurente?

Tõsiseltvõetavaid konkurente on meil ikka, aga mitte sellise tehnoloogiaga, mille eesmärk on õppimist kiiremaks teha. Üldjuhul on meie konkurentidel eesmärk inimesi võimalikult kaua õppimise juures hoida ja sellepärast nad ongi teinud õppimisest mängu. Minu eesmärk oli risti vastupidine ja selles mõttes on Lingvist täiesti unikaalne. Sest kui ma tahan mängida mängu, siis ma eelistan palju põnevamaid mänge mängida. (*Muigab.*)

Arvan et suudame täna kõigist olemasolevatest keeleõppetarkvaradest kõige täpsemini mõõta, kuidas iga konkreetse kasutaja mälu töötab. Näeme, et iga sõna meeldejätmine allub erinevatele reeglitele – osa neist jääb meelde 3 korraga, mõned 20 korraga, ja see on iga inimese puhul erinev. Esiteks on inimeste mälud erinevad, teiseks on erinev see, mida igaüks neist juba eelnevalt teab, ja seoste kaudu on asju kergem meelde jätta. Me nimetame oma arendatavat tehnoloogiat teadmiste kaardistamise (*knowledge mapping*) tehnoloogiaks, sest see tõepoolest kaardistab iga konkreetse kasutaja teadmisi. Kui inimene on näiteks alustanud õppimist ja saanud selgeks 50 sõna, siis me suudame masinõppemeetodite abil ennustada veel 2000–3000 sõna, mida ta teab või ei tea, ehkki me ei ole seda kunagi kontrollinud. Traditsiooniliselt töötab teadmiste hindamine nii, et sa õpid aasta aega ja teed siis eksami, kus kontrollitakse sinu teadmistest umbes 2%. Saadud tulemuste põhjal võetakse omakorda keskmine ja eeldatakse, et sa tead ka kogu ülejäänud õppematerjalist sama palju. Aga see on hästi suure veaga hinnang, sest eksamitulemus sõltub näiteks sellest, kas sulle satuvad küsimused, mida sa juba tead või mitte. Pealegi ei ole sellel, et sa näiteks tead õppematerjalist poolt, kuigi suurt kasutusväärtust. Väärtuslik on vaid see, mis on sulle tegelikult meelde jäänud, ja meie püüame seda hulka iga inimese jaoks suurendada. Kuna meie programm teab, kui palju sa oled juba selgeks saanud, ja oskab ennustada, millal sa midagi ära unustad, siis suudab see ka kohanduda iga üksiku õppija oskustega, et anda talle

WIKIPEDIA

Mait Müntel on tutvustanud Lingvisti arvukatel üritustel, sh eelmise aasta suvel Eesti EL-i eesistumise raames Tallinnasse kogunenud EL-i innovatsiooni- ja teadusministritele. Pildil peab Müntel loengut mullu Eestis korraldatud esimese Euroopa füüsikaolümpiaadi karjääripäeval

ette kõige sobivamaid materjale. Selles mõttes sarnaneb selline tehnoloogia paljuski CERN-i eksperimentidega – kui CERN-is saadakse andmeid elementaarosakestest, mis detektoris miljardite kaupa kokku põrkavad, siis keeleõppeks ehitatud süsteemi tulevad kokku miljonid kasutajad, kellelt saadud andmetest me õpime, kuidas nende mälu töötab, ja saame selle info alusel süsteemi neist igaühe jaoks paremaks muuta. Ja kui inimene suudab õppida kasvõi kaks korda kiiremini, siis on sellel juba väga suur väärtus. Meie eesmärk on võimaldada inimestel 10 korda kiiremini õppida.

Andmete analüüs ongi see uus dimensioon, mille me oleme keeleõppele lisanud – füüsikast saadud kogemus on õpetanud meid erinevaid nähtusi väga täpselt mõõtma. On üks hea ütlus, et sa ei saa parandada seda, mida sa ei suuda mõõta.

SAM TSAI

Lingvisti lansseerimine Taiwanis. Keskel Mait Müntel, vasakult esimene Lingvisti kaasasutaja Ott Jalakas

MAIT MÜNTEL

- Mait Müntel on sündinud 20. märtsil 1977. aastal Tartus.
- Lõpetanud Miina Härma gümnaasiumi (1995) ja Tartu ülikooli (2000) füüsika-keemiateaduskonna teoreetilise füüsika erialal.
- 2002. aastal kaitses Tartu ülikoolis magistrikraadi teoreetilises astrofüüsikas teemal „Termotuumaplahvatuste modelleerimine akretseeriva neutrontähe pinnal".
- 2008. aastal kaitses Tartu ülikoolis filosoofiadoktori kraadi teoreetilises füüsikas teemal "Topeltlaetud Higgsi bosoni detekteerimine CMS-i detektoril".
- Töötanud füüsikaõpetajana Rannu keskkoolis (1998–2000) ja Lähte ühisgümnaasiumis (2001–2003) ning õppeülesande täitjana Tartu ülikooli teoreetilise füüsika instituudis (2003–2004).
- 2004–2013 töötas keemilise ja bioloogilise füüsika instituudis (KBFI) ning osales CERN-i CMS (*Compact Muon Solenoid*) eksperimendis.
- 2009. aastal pälvis Vabariigi Presidendi kultuurirahastu noore teadlase preemia.
- 2013. aastal asutas koos Ott Jalaka ja Andres Koerniga iduettevõtte Lingvist.
- 2015. aastal valiti Müntel saja kõige mõjukama haridustehnoloogia liidri hulka maailmas.

Nii et Su töö CERN-is oli küllaltki sarnane sellele, mida Lingvistis tehakse?

Jah, sest algoritme kirjutades ei ole suurt vahet, kas need leiavad tundmatuid osakesi või avastavad, kuidas inimene õpib. Kokkuvõttes on ikkagi tegu ühe masinaga, kuhu tuleb sisse hästi palju andmeid. Nende andmete analüüs ongi see uus dimensioon, mille me oleme keeleõppele lisanud – füüsikast saadud kogemus on õpetanud meid erinevaid nähtusi väga täpselt mõõtma. On üks hea ütlus, et sa ei saa parandada seda, mida sa ei suuda mõõta. Sellepärast polegi suudetud õppimistehnoloogiat seni paremaks teha, et õppimist kui pikaajalist protsessi on väga keeruline mõõta. Sa ei saa panna 50 inimest ühte saali ja sama palju teise ning jälgida siis kaks aastat, kuidas nad õpivad. Ilma internetipõhist õppeplatvormi ehitamata oleks taoline eksperiment täiesti võimatu. Arvutiprogrammi abil saame me aga miljonite inimeste õpitulemused kokku koondada ja analüüsida, milline programmi tehtud muudatus on andnud pikas perspektiivis kõige parema tulemuse. See on üks meie suuri eeliseid.

Milliseid keeli saab Lingvisti abil õppida?

Eesti keele baasil saab praegu õppida vaid prantsuse ja inglise keelt. Meie põhiturg on Ameerikas ja Aasias, seetõttu teeme eelkõige keelepaare, mis on olulised neile turgudele. Õppida saab suuremaid Euroopa

keeli – inglise, prantsuse, hispaania, saksa ja vene keelt. Kõik need keeled ei ole siiski paaridena ühendatud, sest suurim vajadus on tänapäeval ikkagi inglise keele järele, mis hõivab 2/3 keeleõppeturust. Kõik ühendused tulevad seega lõpuks inglise keelde ja sealt edasi teistesse suurematesse Euroopa keeltesse. Minu kõige esimene mudel – eesti-prantsuse – on küll tootesse alles jäänud, aga me ei arenda seda aktiivselt edasi. Midagi pole teha, Eesti turg on lihtsalt niivõrd palju väiksem, et selleks ei ole võimalik leida piisavalt erainvesteeringuid. Kui meil on Eestis näiteks üks kasutaja, siis on Hiinas neid selle kohta tuhat ning nii on ka motivatsioon Hiina jaoks tarkvara arendada tuhat korda suurem. Alguses meil küll oli plaan Eesti keeleressursse parandada, teha neli põhilist keelemoodulit, mida Eestis vaja läheb – eesti-inglise ja inglise-eesti ning eesti-vene ja vene-eesti. Otsisime tükk aega võimalusi, et teha neid koostöös riigiga, ning ministrid ja ametnikud olid kahe käega selle poolt, aga kahjuks jäid need võimalused lõpuks ikkagi leidmata. Vahetevahel oli tunne, et raha oli isegi olemas, aga siis kaasnesid sellega sellised tingimused, mida ükski *start-up* ei saa aktsepteerida – näiteks, et tarkvara peab kuuluma riigile. Kui intellektuaalne omand kuulub riigile, siis ei ole aga ükski investor huvitatud sinna investeerimast ja tehnoloogiat ei ole võimalik edasi arendada.

Mitu keelt Sul endal Lingvisti abil juba suus on?

Olen ikka üht-teist katsetanud. Kui käivitasime keeleprogrammi Taiwanis, siis õppisin meile endile testimiseks tehtud mooduliga paar nädalat hiina keelt ja pidasin siis hiinakeelse kõne. Tundus, et läks päris hästi, sest inimesed naersid õigete kohtade peal ja isegi tõlk pani mu jutu õigesti inglise keelde tagasi.

Mida huvitavat Lingvisti kasutamise andmed inimeste õppimisvõime kohta näitavad?

Andmeid tuleb meile muidugi tohutult palju. Üks huvitav asi on seotud näiteks ajastatud kordamise (*spaced repetition*) meetodiga, mida kasutavad ka teised tarkvarad – kui sa midagi kordad, siis see jääb sulle meelde. On tehtud igasuguseid algoritme, mis lähtuvad eeldusest, et kõike, mida sa õpid, võib käsitleda ühesuguste ühikutena, mida kindla intervalli järel korrata. Lingvisti andmed näitavad, et asi pole sugugi nii lihtne. Nagu juba öeldud, sõltub inimese meeldejätmise võime paljuski sellest, mida ta parajasti õpib ja mida juba eelnevalt teab. Ja on veel igasuguseid huvitavaid asju, millest me saame kunagi teadusartikleid kirjutada. Tegelikult saaksime juba praegu, aga hoiame ennast veel tagasi. Esialgu oleme keskendunud väärtustloova ettevõtte tegemisele.

Mis saab tulevikus? Reaalajas toimivad tõlkeprogrammid on vist juba olemas. Võib-olla polegi tänu tehisintellektile enam varsti vaja võõrkeeli õppida?

Reaalajas toimivad tõlkeprogrammid on tõesti olemas. Need ei tööta küll veel eriti hästi, aga kindlasti need paranevad. Ja kindlasti muudab see ka keeleõppevajadust ja -turgu. Kui sul on näiteks plaanis nädalane reis Jaapanisse, siis selleks pole mõtet ära õppida jaapani keelt, vaid sind aitab kohapeal tõlkeprogramm. Kui sa aga lähed näiteks ülikooli õppima, siis pole tõlkeprogrammist kasu. Kui loeng kestab poolteist tundi, siis see tähendab, et programm peab poolteist tundi kuulama ja seejärel teist samapalju tõlkima, aga sul ei ole loengus kaks korda rohkem aega. Nii et hariduse omandamiseks on vaja ise keelt osata. Sama lugu on välismaale tööleminekuga, mis muutub tänapäeval järjest levinumaks. Töökeskkonnas ei saa igapäevaseid asju ajada tõlkeprogrammiga isegi siis, kui see töötaks erakordselt hästi. Kõige olulisem on inimlik kontakt – kui lähed võõrale maale ja räägid kohalikku keelt, siis sind võetakse omaks. Selline kontakt tekib aga vaid juhul, kui sa näitad, et oled ise sellesse panustanud. Tõlkemasinaga ei saavuta seda kunagi.

Üks oluline asi, mis inimesi üksteisest eristab, on nende õppimisvõime. Need, kes õpivad kiiremini, on edukamad, kes aeglasemalt, vähemedukad. See tähendab, et arendada tuleb tehnoloogiaid, mis aitavad kiiremini õppida.

Kui rääkida meie arendatava tehnoloogia tulevikust, siis ei ole see sugugi mõeldud vaid keeleõppe jaoks. Sellist teadmiste kaardistamise tehnoloogiat on edaspidi võimalik kasutada kõigis valdkondades, kus inimestel on vaja midagi kiiresti õppida. Tehisintellekt muudab kindlasti oluliselt meid ümbritsevat maailma, paljud töökohad kaovad, inimestel tuleb õppida uusi asju. Tehnoloogia, mis võimaldab neid asju kiiremini õppida, aitab muutustega paremini kohaneda ja annab olulise konkurentsieelise. Üks oluline asi, mis inimesi üksteisest eristab, on nende õppimisvõime. Need, kes õpivad kiiremini, on edukamad, kes aeglasemalt, vähemedukad.

Kui praegu moodustab hariduse osakaal umbes 10% maailma sisemajanduse kogutoodangust, mis on päris suur number, siis arvatakse, et tulevikus suureneb see veelgi. Mõtleme selle peale, et me käisime ise koolis kauem kui meie vanemad, kes käisid omakorda koolis kauem kui nende vanemad, ning meie lapsed käivad koolis kauem kui meie ise. Õpitavate asjade hulk järjest kasvab, aga aeg on meil kõigil limiteeritud. See tähendab, et arendada tuleb tehnoloogiaid, mis aitavad kiiremini õppida. •

Lugemiselamus lk 60

MART KULDKEPP

EESTI VÄLISPOLIITIKA SÜND

Eesti Vabariigi sajandal sünniaastal on sobiv meenutada neid valikuid, mis iseseisvuse väljakuulutamise 1918. aasta kevadel võimalikuks tegid. Mitmed neist ulatuvad märksa varasemasse ajalukku, kuid paari üliolulise eelduseni jõuti vaid loetud kuud varem. Üks selline oli iseseisva välispoliitika sünd: põhimõtteline otsus muuta „Eesti küsimus" Venemaa siseasjast rahvusvahelise poliitika objektiks.

Kui Saksa väed hõivasid 3. septembril 1917. aastal* Riia, tuli alles mõni kuu varem Venemaa ajutiselt valitsuselt autonoomia välja kaubelnud Eesti poliitikutel tõsiselt arvestada okupatsiooniohuga. Eesti ajutine maanõukogu (maapäev) oli tööd alustanud juba juuli keskel. 7. septembril tegi maapäeva liige Jaan Tõnisson selle kinnisel istungil esimese ametliku ettepaneku rahvuslikest huvidest lähtuva Eesti välispoliitika loomiseks, mille eesmärk pidi olema Eesti eraldumine Venemaast ning ühtlasi hoidumine sattumast Saksamaa võimu alla. Läänemereäärsetel väikerahvastel tuli selleks ühiselt ära kasutada suurvõimude vastuolusid ning kujundada oma regioonist Entente'i riikide ja Saksamaa huvisfääride vaheline puhvertsoon, mille kõik liikmed saaksid poliitilise iseseisvuseni jõuda. Taolise programmi teostamine nõudis aga „aktiivseks hakkamist" ja „välispoliitika tegemist" teiste rahvaste ja riikide juures.

Tõnissoni välja pakutud iseseisvuse saavutamise strateegia maanõukogus erilist toetust ei leidnud: Balti-Skandinaavia liidu asemel peeti tõenäolisemaks demokraatliku Vene föderatsiooni teket. Samas polnud maapäeva liikmed otseselt välisesinduse loomise vastu. Hääletusele pandud ettepanek nimetada ametisse isikud, „kelle ülesandeks on väljapool kodumaad meie rahvusliste huvide kaitseks välja astuda", võeti vastu ainult ühe vastuhäälega. Põhimõtteline otsus välisdelegatsiooni moodustamiseks oli sellega langetatud.

FOTOD: RAHVUSARHIIV

Eesti välisdelegatsiooni liikmed. Vasakult Ants Piip, Mihkel Martna, Karl Robert Pusta, Jaan Tõnisson, Karl Menning ja Eduard Virgo. Pildilt on puudu Ferdinand Kull

"Kui meie kui rahvus omariiklise ideaali täideviimiseks mitte ei suuda nüüdset momenti kasulikult tarvitada, siis ei tea, millal võiks veel parem silmapilk tulla."
Jaan Tõnisson 7. septembril 1917

Ehkki polnud lõpuni selge, milles need „rahvuslised huvid" täpsemalt seisnesid, põhines Tõnissoni kavatsus Eesti küsimust maailmaareenile viia igal juhul otseselt ja üheselt eesti rahva huvidel ja sellest tuleneval välispoliitilisel aktivismil, mitte aga plaanil kasutada kuidagi ära Veebruarirevolutsioonijärgse Venemaa välissuhtlust. Tegemist oli seega tõepoolest iseseisva välispoliitikaga, mille taga seisid autoriteetidena Eesti maanõukogu ja maavalitsus, ning nende taga omakorda Eesti rahvas. Lisaks oli tegutsemisega kiire, mis ei lubanud oodata olude selginemist. Sest nagu ütles Tõnisson: „kui meie kui rahvus omariiklise ideaali täideviimiseks mitte ei suuda nüüdset momenti kasulikult tarvitada, siis ei tea, millal võiks veel parem silmapilk tulla."

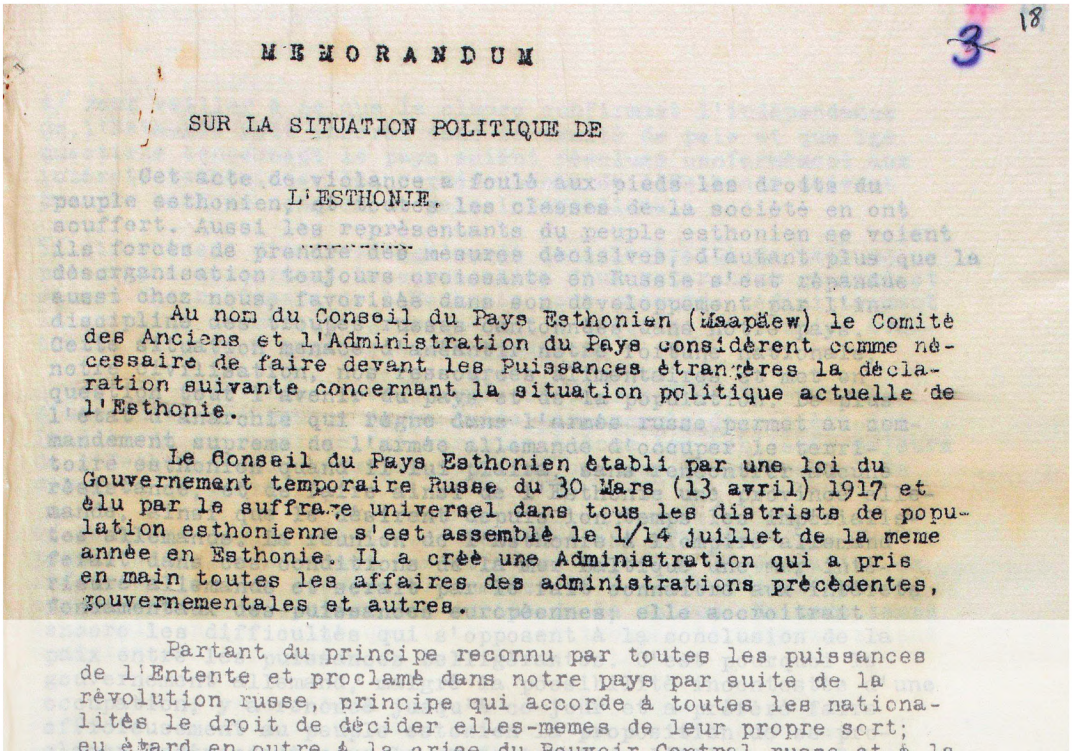
Esimesed välispoliitilised sammud

Saksa okupatsiooni ei tulnud kaua oodata: juba 12. oktoobril alustasid sakslased Eesti saarte hõivamiseks dessantoperatsiooni „Albion". Kuna maanõukogu tundis endal nüüd õiguse olevat „kaasa rääkida Vene sõjalistes küsimustes meie maal", astuti ka esimesed välispoliitilised sammud. 20. oktoobril loodi Ants Piibu ettepanekul okupeeritud saartega ühenduse pidamise komitee, mille esimees oli Piip ise, ning 24. oktoobril võttis maanõukogu vastu Piibu ambitsioonika, kuid teostamata jäänud plaani luua Petrogradis, Tallinnas, Stockholmis, Kopenhaagenis (ja vajadusel mujalgi) viieliikmelised Eesti komiteed, kusjuures Petrogradi komitee ülesandeks pidi olema ka autonoomsete Eesti omavalitsusasutuste esindamine keskvõimu juures. Päev hiljem valiti Tallinna komitee esimeheks Jaan Tõnisson ning Petrogradi komitee esimeheks Ants Piip. Juba 29. oktoobril leidis aset ka esimene diplomaatiline demarš: Ants Piip esitas maanõukogu liikmena ning selle esimehe suulisel volitusel Briti, Prantsuse, Ameerika ja Belgia saadikutele Petrogradis protestinoodi Vene sõjaväe laastava tegevuse kohta Eestis.

4. novembril asutati Tallinnas Petrogradi võimuhaaramise eeskujul sõja-revolutsioonikomitee, mis võttis viis päeva hiljem kubermangukomissar Jaan Poskalt võimu üle, ning 26. novembril teatasid enamlased, et maapäev saadetakse kahe päeva pärast laiali. Nii tehtigi, kuid sama päeva hommikul, 28. novembril, jõudis maapäev kuulutada end Eestis kõrgeimaks võimuks, laiendada maapäeva juhatuse ja vanematekogu võimupiire ning teha otsuse kutsuda kokku asutav kogu.

Ohtlikus olukorras muutus senisest prioriteetsemaks ka välispoliitiline tegevus. Vanematekogu 30. novembri otsusega tuli okupeeritud saarte komitee esindajad saata Stockholmi, et esindada seal sunniviisil tegevuse lõpetanud maanõukogu vastuseisu nii Saksa okupatsioonile kui ka enamlaste võimuvõtmisele. Selleks anti Ants Piibule maanõukogu asjuri (*chargé d'affaires plénipotentiaire*) volitused ning samalaadne otsus tehti ka maanõukogu laialisaatmise ajal enamlaste kätte langenud Jaan Tõnissoni kohta, kes oli andnud vabakspääsemise tingimusena nõusoleku Eestist lahkuda. Tõnisson vabanes 8. detsembril ja siirduski seejärel kohe Helsingisse, kus ta jõudis aastavahetuse paiku läbirääkimisi pidada äsja iseseisvunud Soome Vabariigi juhi Pehr Evind Svinhufvudiga. Pahempoolsete ringkondadega suhtlesid Helsingis sotsiaaldemokraat Mihkel Martna ja esseeridega ühinenud Gustav Suits.

Ants Piibu sulest ilmus samal ajal Petrogradi ajalehes „Eesti" artikkel pealkirjaga „Eesti välispoliitika". Artiklis, mis trükiti ära 30. detsembril, rõhutas Piip, et välispoliitika pole mitte „diplomatide või üksikute äravalitute asi", vaid „puudutab igat kodanikku", ja peab kõigi eestlaste hulgas tulema "sarnaselt päevakorrale, kui teised põlevad päevaküsimused". Petrogradi ülikooli rahvusvahelise õiguse eradotsendi Piibu seisukohalt oli Eesti keskvõimu poolt sanktsioneerimata välispoliitiline tegevus seega igati õiguspärane, sest välispoliitika pidi samaväärselt teiste poliitilise elu valdkondadega kuuluma rahvale.



MEMORANDUM

SUR LA SITUATION POLITIQUE DE

L'ESTHONIE.

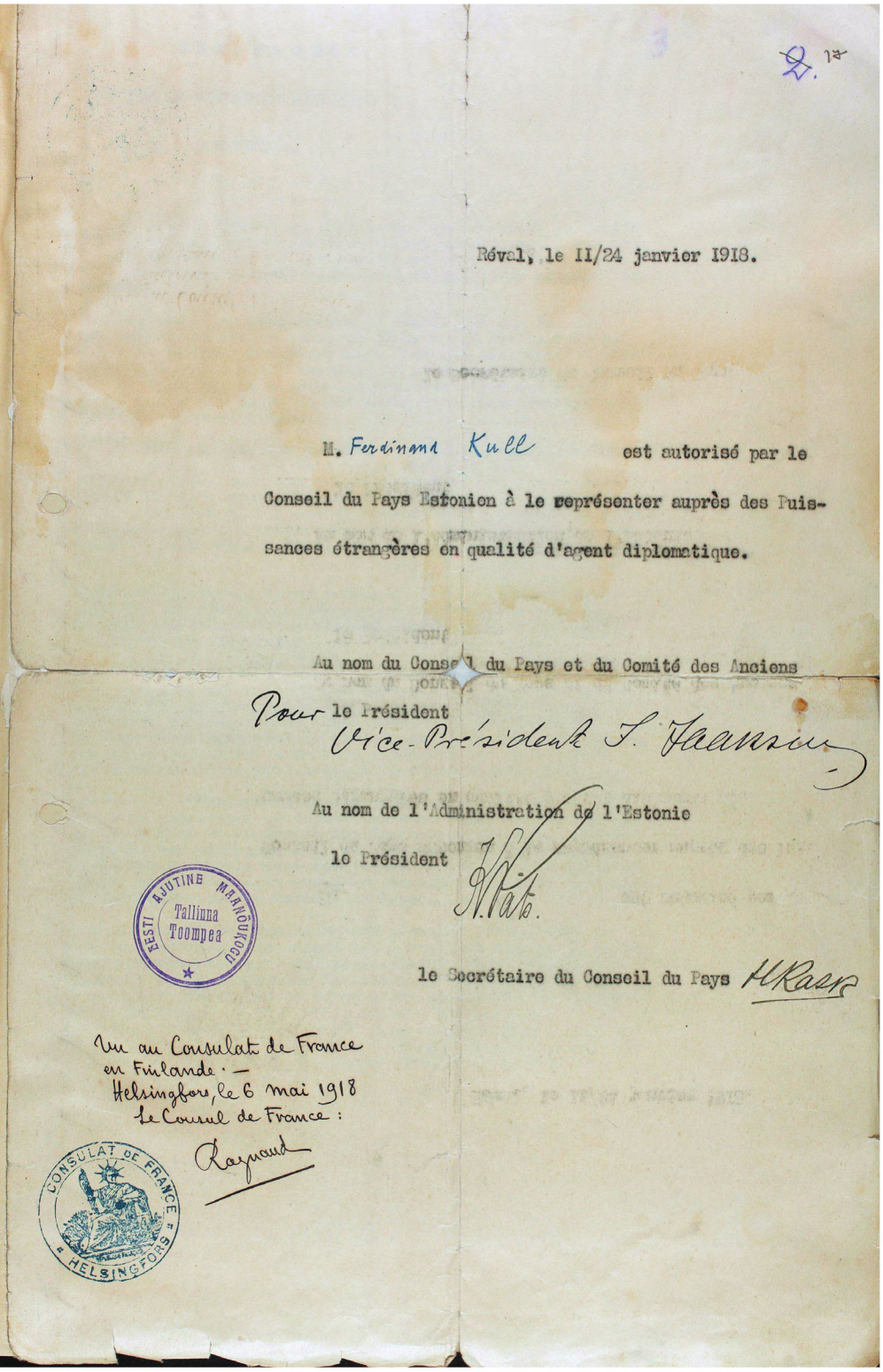
Au nom du Conseil du Pays Esthonien (Maapäew) le Comité des Anciens et l'Administration du Pays considèrent comme nécessaire de faire devant les Puissances étrangères la déclaration suivante concernant la situation politique actuelle de l'Esthonie.

Le Conseil du Pays Esthonien établi par une loi du Gouvernement temporaire Russe du 30 Mars (13 avril) 1917 et élu par le suffrage universel dans tous les districts de population esthonienne s'est assemblé le 1/14 juillet de la meme année en Esthonie. Il a créé une Administration qui a pris en main toutes les affaires des administrations précédentes, gouvernementales et autres.

Partant du principe reconnu par toutes les puissances de l'Entente et proclamé dans notre pays par suite de la révolution russe, principe qui accorde à toutes les nationalités le droit de décider elles-memes de leur propre sort;

„Memorandum Eesti poliitilise seisukorra üle" taotles välisriikidelt Eesti iseseisvuspüüdluste toetamist. Memorandumi levitamine anti ülesandeks 1918. aasta jaanuaris loodud välisdelegatsiooni liikmetele

Välisdelegatsiooni liikmetele anti volitused 24. jaanuaril 1918. Delegaadid pidid valmistama välisriikide juures ette pinda Eesti iseseisvuse tunnustamiseks, milleks tuli esmalt siirduda neutraalsesse Skandinaaviasse, kus oli võimalik kõigi riikidega suhelda.



Réval, le 11/24 janvier 1918.

M. Ferdinand Kull est autorisé par le Conseil du Pays Estonien à le représenter auprès des Puissances étrangères en qualité d'agent diplomatique.

Au nom du Conseil du Pays et du Comité des Anciens

Pour le Président
Vice-Président J. Jaanuse

Au nom de l'Administration de l'Estonie
le Président K. Pats.

le Secrétaire du Conseil du Pays H. Kaasik

Vu au Consulat de France en Finlande. — Helsingfors, le 6 mai 1918
Le Consul de France :
Raynaud

EESTI AJUTINE MAANÕUKOGU Tallinna Toompea

CONSULAT DE FRANCE HELSINGFORS

Maanõukogu väljastatud volikiri välisdelegatsiooni liikmele Ferdinand Kullile. Kull kavatseti lähetada Pariisi

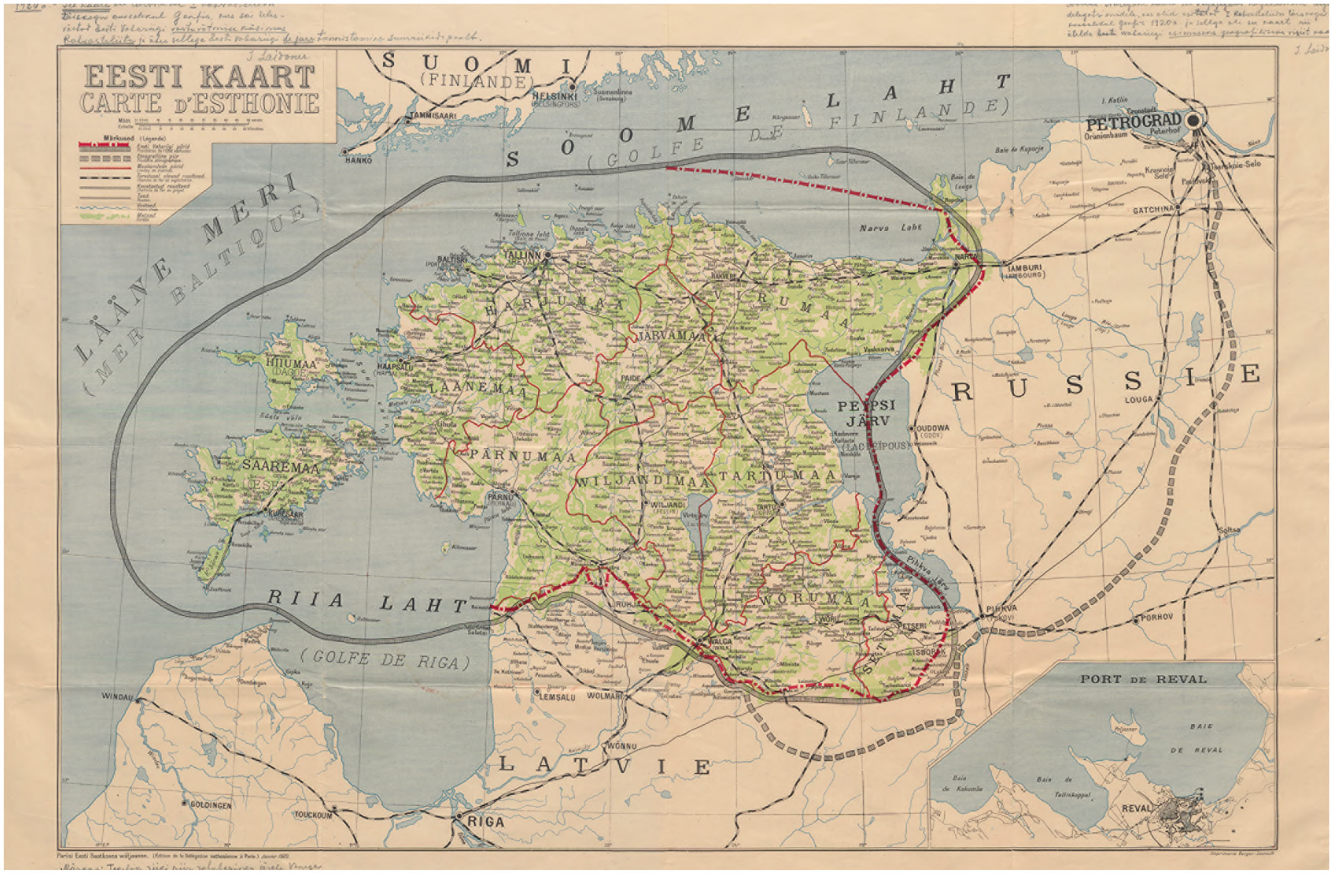
Eesti erakonnad jäid kuni 1917. aasta detsembri lõpuni üldiselt truuks Venemaa föderaalriigi ideele, arvates, et enamlaste võim ei kesta kuigi kaua. Iseseisvuse taotlemises leppisid maanõukogu vanematekogu ja erakondade esindajad kokku alles 13. ja 14. jaanuaril 1918. aastal (vana kalendri järgi 31. detsembrist 1. jaanuarini toimunud nn aastavahetusnõupidamisel) ning sellekohane märgukiri ilmus ajalehes „Eesti“ 24. jaanuaril. Sama kuupäevaga on dateeritud „Memorandum Eesti poliitilise seisukorra üle“, mille koostasid Jaan Poska näpunäidete järgi Ferdinand Kull ja Karl Robert Pusta. Memorandum taotles välisriikidelt Eesti iseseisvuspüüdluste toetamist ja selle levitamine anti ülesandeks peatselt loodava välisdelegatsiooni liikmetele.

Välisdelegatsiooni loomine

Välisdelegatsiooni liikmetele anti volitused 24. jaanuaril 1918. Juba varem välisesindajateks värvatud Piibu ja Tõnissoni kõrval kuulusid delegatsiooni koosseisu Ferdinand Kull, Karl Menning, Mihkel Martna, Karl Robert Pusta ja Eduard Virgo. Volitustele kirjutasid maanõukogu nimel alla Jüri Jaakson ning maavalitsuse esimehena Konstantin Päts. Välja jagati ka sihtkohad: Martna ja Menning määrati Saksamaale, Tõnisson Skandinaaviasse, Pusta ja Kull lähetati Pariisi, Piip Londonisse ning Virgo pidi jääma delegatsiooni liikmete vahel sidemeheks.

Oma raamatu „Tormine aasta“ trükivariandis kirjutab Piip, et saadikutele ei antud kaasa mingeid erilisi juhtnööre: nende ülesanne oli memorandum ära anda ja saadud vastustega tagasi tulla. Käsikirjalises mustandis lisab ta siiski, et delegaadid pidid välisriikide juures ette valmistama pinda Eesti iseseisvuse tunnustamiseks, milleks tuli esmalt siirduda neutraalsesse Skandinaaviasse, kus oli võimalik kõigi riikidega suhelda. Asutava kogu kokkutuleku ootuses vormilist iseseisvuse tunnustamist esialgu nõuda ei tulnud.

Tegevust alustati kiiresti. Pärast Venemaa asutava kogu laialisaatmist käisid selle eestlastest liikmed Jaan Poska, Jüri Vilms ja Julius Seljamaa 23.–26. jaanuaril Petrogradis Inglise, Ameerika ja Prantsuse saatkondades eraviisiliselt uurimas, kuidas suhtuvad Entente'i riigid baltisakslastelt saadud ettepanekusse Eesti iseseis-



Pariisis trükitud kaart, mida Eesti delegatsioon kasutas 1920. aasta hilissügisel Rahvasteliidu I täiskogul, kus oli muuhulgas päevakorras Eesti Vabariigi liitumise küsimus. Nagu delegatsiooni liige Johan Laidoner on kaardi ülemisele servale kirjutanud, jagati see Genfis välja 40 riigi delegatsioonidele ja oli seeläbi justkui „Eesti Vabariigi esimeseks geograafiliseks visiit kaartiks". „Laidoneri-kaart" on valitud ka 2019. aastal ilmuvasse Eesti esimesesse rahvusatlasesse (vt selles Horisondis lk 40–43)

vumiseks Saksamaa kaitse all, ning rõhutasid seejuures, et eestlased ise eelistavad jääda Venemaa rahvaste föderatsiooni koosseisu. Kaks nädalat hiljem külastasid koos Seljamaaga samu saatkondi Piip ja Virgo, kes avaldasid muret, et Saksamaa intriigid ja bolševike vägivallateod võivad eesti rahva sümpaatiat Saksamaa poole kallutada. Saadud julgustavad vastused ja eriti Suurbritannia esindajalt saadud lubadus Eesti iseseisvuspüüdlusi tulevasel rahukonverentsil toetada, andsid julgust astuda resoluutsemaid samme iseseisvuse väljakuulutamiseks.

Välisdelegatsiooni tegevus Saksa okupatsiooni ajal

Stockholmi jõudis välisdelegatsiooni liikmetest esimesena Jaan Tõnisson, kes jäi sinna üksi järgnevaks pooleteiseks kuuks (Tõnissoni tegevuse kohta Stockholmis ning tema vahendusel Suurbritannialt ja Prantsusmaalt saadud esimeste ajutiste *de facto* tunnustuste kohta Eesti asutavale kogule vt täpsemalt M. Kuldkepp, „Teekond Eesti riikluse tunnustamiseni", Horisont 2/2017, lk 14–15).

12. märtsil jõudsid Soomest Stockholmi ka Piip, Pusta, Virgo, Martna ja Menning, kellest kolm esimest umbes nädala pärast mujale edasi sõitsid. Tänu neile õnnestus maikuus saada Suurbritannialt ja Prantsusmaalt uued ajutised *de facto* tunnustused maanõukogule, mis olid seda olulisemad, et asutav kogu, millele varem tunnustust nõutati, oli jäänud kokku tulemata. 29. mail järgnes ka Itaalia tunnustus. Martnale ja Menningule seevastu luba Saksamaale sissesõitmiseks ei antud ning nad jäid koos Tõnissoniga Skandinaaviasse.

1918. aasta kevadel ja suvel välisdelegatsiooni Entente'i-orientatsioon pigem süvenes. 22. aprillil teatati Suurbritannia välisministeeriumile saadetud märgukirjas, et orienteeritus Saksamaale või saksasõbralikule Soomele on eestlaste jaoks välistatud ning rahva enamus soovib täielikku suveräänsust. Samas kinnitas Tõnisson aga veel aprilli alguses Saksa saadikule Kopenhaagenis, et ta pole mingil juhul britisõbralikult meelestatud – vastupidi, Saksamaa tähtsust mõistetavat Eestis väga hästi.

Oli selge, et taoline ambivalentne poliitika lõputult jätkuda ei saa, ning augusti alguses peeti Kopenhaagenis välisdelegatsiooni koosolekul maha pikad orientatsioonivaidlused, mille käigus jäi peale lääneliitlaste võiduga arvestav suundumus. Sellegipoolest jätkusid välisdelegatsiooni liikmete seas vaidlused küsimuses, kuivõrd ettevaatlikuks tuleks neil oma orientatsioonivalikus jääda. Lõplikult sai asi otsustatud alles Compiègne'i vaherahuga 11. novembril ning sellele järgnenud Entente'i sõjavõiduga, mis igasuguse toetumise Saksamaale perspektiivituks muutis.

Pariisi rahukonverentsil ja selle järel

Lääneliitlased olid Eesti omavalitsusorganite iseseisvust tunnustanud ainult *de facto* ja tingimuslikult: lõp-

Kümmekonna aastaga olid 1918. aastal iseseisvunud Balti riigid saanud vähemalt vormiliselt võrdväärseteks liikmeteks Euroopa riikide peres. Pildil Eesti Vabariigi riigivanem Jaan Tõnisson visiidil Rootsi kuningas Gustav V juures Stockholmis 4.–5. septembril 1928

JAAN POSKA

Jaan Poska (1866–1920), Eesti esimene välisminister ja Eesti delegatsiooni juht Pariisi rahukonverentsil

Kõigist sellest, mis rahukongressi kohta kuulda ja teada, võib oletada, et seal on töötamas kaks tõukejõudu: rusikavõim ja omakasu. Kõik kõrged inimkonna ideaalid on unustatud ja kolikambri visatud, kust nad ainult vahetevahel välja tassitakse sõjariistana, mis hulkadele enam imponeerib, kui need võitlusabinõud, mida rahukongressist osavõtjad eneste keskel tarvitavad. Mina usun kindlasti, et „rahvaste enesemääramise õigusest" rahukonverentsil enam ei räägita või kui seda tehakse, siis ainult pilkavalt. […]

Meie, väiksed rahvad, ei taha aga sellest lipust lahkuda ja tõmbame ta igal pool, kus vähegi võimalik, taskust välja, et teda vaataja silme ees lehvitada. Poliitikamehi teeb see lipp tuimaks; meeleheitlikult vahivad nad tema peale ja ei tea, mis öelda.

Harilikult on nad nõus, aga kõik rippuvat rahukongressist. •

Jaan Poska päevaraamat, 23.03.1919

likult pidi Venemaa tuleviku küsimus ära otsustatama eelseisnud rahukonverentsil. Üksmeelt liitlastel selles osas aga saavutada ei õnnestunudki ning 1919. aastal tööd alustanud Pariisi rahukonverentsi kompromissprogrammiks jäi nn *cordon sanitaire*'i – Venemaad Saksamaast eraldava „karantiinivööndi" – loomine, mille osaks pidi saama ka Eesti.

Maailmasõja lõppedes olid Eesti poliitikud alustanud läänеliitlaste, eriti Suurbritannia esindajatega kiiresti läbirääkimisi, et leida toetust iseseisvuse tunnustamispüüdlustele ning saada sõjalist abi, et riiki pealetungiva Punaarmee eest kaitsta. Kuuldes taas, et igasugune abi sõltub rahukonverentsil tehtavatest otsustest, sai Eesti välispoliitiliste püüdluste loomulikuks jätkuks mitteametliku (st mitte ametlikult osalema kutsutud) Eesti delegatsiooni osalemine Pariisi rahukonverentsil. Delegatsiooni juhtis Eesti

Maailmasõja lõppedes oli Eesti välispoliitiliste püüdluste loomulikuks jätkuks Eesti delegatsiooni osalemine Pariisi rahukonverentsil. Ehkki läänеliitlastelt õnnestus saada mõningast sõjalist ja moraalset abi, jäid konverentsile pandud lootused enamjaolt täitumata.

ajutise valitsuse välisminister Jaan Poska ning lisaks varasema välisdelegatsiooni liikmetele Tõnissonile, Pustale, Piibule, Martnale ja Virgole kuulusid sinna ka kaubandusminister Nikolai Köstner ning kaubandusekspердina Joakim Puhk.

Ehkki mõningast sõjalist ja moraalset abi lääneliitlastelt tõepoolest saadi ning Eesti esindajatel õnnestus rahukonverentsil osalemist ära kasutada välisriikide esindajatega kohtumisteks ja info kogumiseks, jäid konverentsile pandud lootused siiski enamjaolt täitumata. Põhjused polnud seejuures Eesti delegatsioonis, vaid suurriikide endi vastuoludes. Näiteks küsimuses, kuivõrd kitsalt või laialt tulnuks tõlgendada rahvaste enesemääramise printsiipi ning kuivõrd mõttekaks võinuks pidada laiaulatuslikumat interventsiooni Vene kodusõtta. Suurriikide suutmatus järjekindlamas Venemaa-poliitikas kokku leppida välistas ka valiku langetamise kas siis Venemaa ühtsuse või piirirahvaste separatismi kasuks. Neist esimese äralangemine oli Eestile mõistagi soodne, kuid täielikult realiseerumata jäi teinegi variant.

Nii saigi Eesti Vabariik oma esimese rahvusvahelise *de jure* tunnustuse 2. veebruaril 1920. aastal hoopis Nõukogude Venemaalt, mida Eesti Vabariik Tartu rahulepingu sõlmimisega omakorda esimesena vastu tunnustas. Lääneliitlaste *de jure* tunnustusteni jõuti alles 26. jaanuaril 1921. aastal ning USA-lt saadi see veelgi hiljem, 28. juulil 1922. Sõdadevahelise perioodi rahvusvahelisse süsteemi lõimiti Balti riigid siiski juba veidi varem, 22. septembril 1921, kui Eestist, Lätist ja Leedust said Pariisi rahukonverentsil loodud Rahvasteliidu liikmed.

Kokkuvõtteks

Eesti varase välispoliitika ja välisesinduse tegevuse legitiimsus tulenes kahest asjaolust. Esiteks põhimõttelisest seisukohast, mida Ants Piip 1917. aasta lõpul avaldatud artiklis väljendas – välispoliitika on kogu rahva, mitte ainult „diplomatide või üksikute äravalitute asi.“ Teiseks tulenes see volitustest, mis maapäev ja maavalitsus eesti rahva tahet esindavate institutsioonidena maanõukogu 7. septembri ja 30. novembri otsustest lähtuvalt välisesindajatele väljastasid. Kõik see leidis aset veel enne iseseisvuse väljakuulutamist, nii et iseseisev Eesti välispoliitika on Eesti riiklusest mõnevõrra vanem.

Ehkki näib tõenäoline, et välisdelegatsioon asetas Saksa okupatsiooni perioodil suuremaid lootusi Entente'i riikidele, arvestati samas kindlasti ka Saksamaa jätkuva suurvõimurolliga. Laveerimine kahe sõdiva bloki vahel jätkus kuni sõja lõpuni. Konkreetsest orientatsioonist tähtsamgi oli aga välispoliitiliste sihtide seadmine ja välisesinduse olemasolu üleüldse, mis andis okupatsiooni ajal maha surutud Eesti rahvuslikule poliitikale mingitki hingamisruumi ning võimaldas valmistada ette pinnast sõjajärgse välissuhtluse jaoks.

Ehkki Pariisi rahukonverentsil osalemine ei osutunud eestlastele kuigivõrd edukas, aitas see ometi Eesti küsimust maailmaareenile viia ning lõi vähemalt teoreetilise võimaluse selleks, et Eesti ja teiste Balti riikide välissuhtlus saaks lääneliitlaste poliitika muutumise järel normaliseeruda, mis 1920–1921. aasta vahetuse paiku ka tõepoolest teoks sai. Rahvasteliidu liikmelisuse sümboolset tähtsust on seetõttu raske üle hinnata – ehkki iseseisvusdeklaratsioone loeti Esimese maailmasõja lõpujärgul ja sõjale järgnenud aastatel Kesk- ja Ida-Euroopas ette palju ja mitmesuguseid, suutsid vaid vähesed loodud riigihakatistest end rahvusvaheliselt kehtestada. Eesti Vabariigil õnnestus olla üks selliste seast. •

1917	
7. IX	Iseseisva välispoliitika sünnipäev: maapäev arutab välispoliitilisi perspektiive
12. X	Saksa väed alustavad saarte hõivamist
29. X	Esimene välispoliitiline samm: protest lahkuvate Vene vägede laastamise vastu
28. XI	Maanõukogu kuulutab end ainsaks kõrgema võimu kandjaks Eestis
30. XI	Algab välisesinduse loomine: diplomaatilise esindaja volitused antakse A. Piibule ja J. Tõnissonile
1918	
14. I	Eesti erakonnad pooldavad iseseisvuse kiiret väljakuulutamist
24. I	Moodustatakse välisdelegatsioon
25. I	Delegatsiooni esimese liikmena jõuab Stockholmi J. Tõnisson
24. II	Kuulutatakse välja Eesti Vabariik. Välisministriks saab J. Poska
01. III	Esimene *de facto* tunnustus: Prantsusmaa tunnustab Eesti asutavat kogu
20. III	Suurbritannia tunnustab *de facto* Eesti asutavat kogu
03. V	Suurbritannia tunnustab *de facto* Eesti maanõukogu
13. V	Prantsusmaa tunnustab *de facto* Eesti maanõukogu
29. V	Itaalia tunnustab *de facto* Eesti maanõukogu
11. XI	Lõpeb Esimene maailmasõda
1919	
18. I	Algab Pariisi rahukonverents
1920	
02. II	Nõukogude Venemaa tunnustab Eesti Vabariiki *de jure*
1921	
26. I	Lääneliitlased tunnustavad Eesti Vabariiki *de jure*
22. IX	Eestist saab Rahvasteliidu liige
1922	
28. VII	Ameerika Ühendriigid tunnustavad Eesti Vabariiki *de jure*

* Artiklis on kasutatud läbivalt uut ajaarvamist, st 14. veebruarist 1918. aastal kehtima hakanud Gregoriuse kalendrit.

Mart Kuldkepp (1983) on ajaloolane ja skandinavist, kes töötab Skandinaavia ajaloo lektorina University College Londonis. Tema peamine uurimisvaldkond on Balti-Skandinaavia suhete ajalugu 20. sajandil.

Erakordselt võimas äike 2013. aasta 9. augustil Kohilas
FOTO: RAIGO SUSI

JÜRI KAMENIK

OHTLIK ÄIKE

Kuna juuli on Eestis suvesüda ja reeglina kõige äikeselisem kuu, siis räägime äikesest ja selle mõjust inimestele. Uurime lähemalt „leebete“ ja „kurjade“ äikeste olemust, et paremini mõista pikse põhjustatud traumade ja surmade tagamaid.

Kõigepealt – mis on äike?

Tavapärase arusaama järgi on tegu välgu ja müristamisega. Ka veebiallikates ja entsüklopeediates defineeritakse äikest harilikult vaid välkude ja müristamise kaudu. Äikese olemusse süüvides osutub, et välk ja mürin on juba toimunud protsesside tagajärg, vaid ühed äikese välistunnused. Seetõttu on huvitav mõelda, kas äike saab ilmneda ka välkudeta. Paraku ei meenu ühtki allikat, kus oleks äikese määratluses mainitud, et välk ei ole äikese tingimatu tunnus. Ometi võib lugeda juhtumite kohta, kus näiteks startiv lennuk on vallandanud välgu, ehkki enne seda äikesenähtusi ei täheldatud. Kas seda võiks siis samuti pidada äikeseks?

Kuna tegu on keeruka nähtuste kogumiga, peaks äikese definitsioon olema täpsem ja hõlmama rohkem aspekte. Äikest võib pidada elektriliseks atmosfäärinähtuseks, mis tekib tavaliselt tõusvate õhuvoolude ja konvektsioonipilvede intensiivse arengu käigus ning sellega kaasnevad rünksajupilved, sajualad, õhuvoolud, elektrilaengud, välgud, müristamine jne.

Senistes äikese määratlustes on

välgu kõrval esile toodud rünksajupilvede (*Cumulonimbus*) olemasolu. Samas on teada juhtumeid, kus välgud sähvivad vahel ka lumetormiga, aga rünksajupilvi pole kuskil. Näiteks olid sellised 2008. aasta novembri lumetorm Irmela ja 2010. aasta lumetorm Monika. Viimase puhul kinnitasid pealtnägijad, et tol 10. detsembri ööl võis Virumaal välgutamist näha kolme tunni kestel. Võrreldes suviste äikestega pakkus see palju võimsama elamuse.

Samuti tekib välk tornaadode lehterpilvedes, tuumaplahvatuspilvedes ja vulkaanide tuhasambais, millest vähemalt kaks viimast on otseselt konvektsiooninähtused. Neid võib pidada äikese erijuhtudeks, sest esinevad rünksajupilved (millest sajab raskeid elemente, tuhka, tuhasegust vihma vms).

Üks või mitu võimsat pilverünka

Tavaliselt saame äikese puhul rääkida mitmest pilveelemendist ehk rünksajupilvede organiseerumisest (rünksajupilv või nende kogum omandab teatud iseärasused). Sellises pilvede kogumis on erinevas arengujärgus elemente: mõned on alles rünkpilvestaadiumis, aga teised maksimaalse arengu või hoopiski hajumisstaadiumis. See selgitabki, miks äike võib kesta üle tunni aja, ja lisaks sedagi, miks mõni äike on inimesele ohtlikum kui teine või milliseid hädasid võib üks või teine äikeseliik endaga kaasa tuua.

Kui äike on kujunenud vaid ühes võimsas pilverüngas või -sambas, on tegemist üksnes ühe elemendiga, mida nimetatakse lihtrünksajupilveks. Sel juhul pole atmosfääris märgatavat tuulenihet ja rünksajupilved ei pruugi organiseeruda, vaid võivad jääda üksikuteks. Lihtrünksajupilv on tavaliselt väikese ulatusega ja äike kestab selles lühikest aega – kuni tund. Vaid ühest pilveelemendist koosnevaid rünksajupilvi tekib harva, tavaliselt näiteks termilise konvektsiooni korral ühe ja sama õhumassi sees. Need on harva ohtlikud, ent kui õhumass on energiarikas, võivad rünksajupilved siiski põhjustada lühiajalise pagi või paduvihma ning vahel võib tekkida isegi nõrk tornaado. Põhiline oht selle äikeseliigi puhul on välgutabamus.

Eestis registreeriti viimane surmaga lõppenud välgutabamus 2001. aastal Virumaal. Samas hukkub maailmas igal aastal välgu tõttu kümneid tuhandeid inimesi (erinevatel hinnangutel 10 000–50 000 inimest). Enamik välgutabamusi juhtub troopikas, kus mõnes piirkonnas on üle 100 äikesepäeva aastas. Eestis on tavaliselt 10–25 äikesepäeva aastas. Siiski võib öelda, et välgu põhjustatud surmajuhtumid on haruldased – aastas hukkub miljoni inimese kohta keskmiselt üks-kaks. Enamik inimesi jääb välgutabamust saades siiski ellu. Selle üheks põhjuseks on asjaolu, et enamasti on välgutabamus kaudne – läbi maa või muu objekti –, mistõttu kandub ohvritele vaid pisike osa välguenergiast. Või siis tabab inimest mõni välgu külgharu, mis on samuti vähem ohtlikum.

Näiteks jõudis 2017. aasta augustis Põhja-Eesti regionaalhaiglasse välgutabamuse saanu, mis oli eelneva viie aasta (2012–2017) teine selline juhtum. Too patsient sai välgutabamuse 2017. aasta 12. augusti erakordselt võimsa äikese ajal järve ujuma minnes. Kuna ta ei mäletanud sündmusest midagi, kaotas ta saadud löögist ilmselt teadvuse. Haiglast pääses ta omal jalal koju juba nädal hiljem.

Eestis registreeriti viimane surmaga lõppenud välgutabamus 2001. aastal Virumaal. Samas hukkub maailmas igal aastal välgu tõttu kümneid tuhandeid inimesi.

Välgutabamuse saanu võib saada kunstilise üllatuse osaliseks, sest nahapinnale tekib tavaliselt nn Lichtenbergi kujund – põõsjalt hargnev ning puu juurestikku meenutav sakkjoonte kogum. See tekib, kui elektrilaeng liigub mööda isolaatori pinda, milleks võib olla ka inimese nahk. Seda tüüpi vigastust on peetud isegi kauniks, mistõttu leidub neid, kes on tekitanud kunstlikult enda kehale elektrilaenguid ja sellega ka uusi Lichtenbergi mustreid. Südame-veresoonkonna haigusi põde-

TIINA KALLAS

Äikest sünnitavate rünksajupilvedega võivad kaasneda tornaadod. Pildil on üks kahest 2015. aasta 16. juuli õhtul Väikesel väinal nähtud samaaegsest vesipüksist

VAATLE ÄIKEST JA ANNA TEADA

Äikese ja teiste ohtlike ilmanähtuste ning nende tekitatud kahjustuste kohta kogub Eesti territooriumil infot Eesti äikese- ja tormivaatlejate võrk. Vaatlusvõrguga on oodatud liituma kõik huvilised, sõltumata vanusest ja tegevusalast, ning eelnev ilmavaatluste kogemus pole oluline. Andmeid ohtlike nähtuste ja nende kahjustuste kohta on oodatud saatma kõik, kes midagi huvitavat näevad. Lähem info vaatlusvõrgu ja sellega liitumise kohta on leida internetiaadressilt eav.meteo.net.ee/. •

MIKK PAAS

Eesti üks tõsisemaid äikesega kaasnenud rahetorme möllas 12. augustil 2015 Tartumaal. Lähtele, Varale ja Saadjärvele langenud hiidraheterade läbimõõt oli kohati üle 5 cm, suurimad lausa 7–10 cm. Pildil on näha Lähtel sadanud raheteri

des on selline tegevus eluohtlik, nii et elektriga mängimist tuleb vältida!

Üks ekstreemsemaid välgutabamusega seotud juhtumeid, millest autor on kuulnud, on pärit 1950. aastatest Lääne-Virumaalt. Toona poisikeseeas olnud mehe kirjelduse järgi vaadelnud ta siis üht naist, kes hakkas äikese lähenedes heinamaalt koju tulema. Ootamatult tabas välk naist pähe, nii et tolle pea suitses. Hiljem selgus, et osa naise koljust oli sulanud. See pole ka mingi ime, sest temperatuur välgukanalis on umbes 30 000 °C ja voolutugevus kümneid tuhandeid ampreid.

Siinkohal võib esitada ühe maiuspala keelegurmaanidele ja terminoloogia austajatele. Nimelt tegeleb välgukahjustuste uurimise ja ravimisega inimestel keraunomeditsiin (äikeseteadlast nimetatakse keraunoloogiks ja isokeraunid ühendavad samasuguse äikeselisusega punkte).

Temperatuur välgukanalis on umbes 30 000 °C ja voolutugevus kümneid tuhandeid ampreid.

Tugevad pagituuled

Kõige sagedamini kujuneb äike mitmest pilveelemendist koosnevas kogumis: liitrünksajupilves. Selle tekkeks peab atmosfääris olema märgatav tuulenihe. Niisuguse äikese puhul on rünksajupilved koondunud kogumitesse (lihtne liitrünksajupilv) või paiknevad lineaarselt pika reana (joonpagi), mida saab eriti hästi jälgida radaril või satelliitpildil. Sageli on liitrünksajupilved seotud mõne frondiga, sest seal on tuulenihe suurem. Ühtlasi viitavad liitrünksajupilved märksa ohtlikematele nähtustele: äikesega võib kaasneda tugev pagi, rahe või paduvihm, mis põhjustab äkküleujutuse. Samas on võimalikud ka tornaadod, mis enamasti ei ole siiski kuigi tugevad.

Sellises äikeses on lisaks välgutabamustele inimesele peamiseks ohuks pagituuled. Pagist tulenevat ohtu illustreerib kurioosne juhtum, mis toimus 2017. aasta 22. aprillil Põlvas. Sel päeval müristas seal korralikult ja esines ka tugevaid hoogsadusid. Üks 35-aastane mees sai pagituule tõttu vigastada ja oli sunnitud seepärast esmaabipunkti minema. Nimelt oli vali tuul lükanud ta pikali täpselt sellel hetkel, kui talle lähenes auto ning see sõitis üle tema jala. Kõnealune õnnetus fikseeriti erakordse meditsiinilise kurioosumina isegi Euroopa ohtlike nähtuste andmebaasis, kuna tervisekahjustuse põhjustas suhteliselt harvaesinevate sündmuste kombinatsioon.

Esmapilgul veel üks uskumatuna tunduv juhtum leidis aset 2016. aasta 3. juulil, mil üle Eesti tuiskas erakordselt võimas joonpagi. Raju algas Lätist, tormas üle Valga- ja Tartumaa kuni Virumaani. Raju oli nii võimas (kuigi selle mõõdetud tuulepuhangute kiirus ei ületanud 30 m/s), et see laastas ulatuslikult surnuaedu, suutes koos puudega isegi surnuid „välja juurida“. Ka 1998. aasta 15. juunil murdis trombikeeris Kodavere surnuaial maha suurel hulgal puid, mille juurepallidega ilmus nähtavale mitu kirstu.

OHTLIK KUUMUS

Inimese tervisele võib kuum suvi ohtlikuks osutuda. Eestis peetakse hädaolukorraks (kuumalaineks) sellist erakordselt kuuma ilma, kui õhutemperatuur on kõrgem kui 30 °C kauem kui kaks päeva. Seda on Eestis juhtunud perioodil 1961–2010 kokku 32 korral, neist 20 viimasel aastakümnel. Inimese tervisele peetakse eriti ohtlikuks ilma, kus ööpäeva maksimaalne õhutemperatuur on vähemalt 30 °C viie ja enama päeva vältel, mida on Eestis tulnud ette kokku viiel korral aastatel 2003, 2006 ja 2010. Lisaks on veel olulised kuumapäevad, kui õhutemperatuur on 30 °C üksikul või kahel järjestikul päeval (Tarand jt, 2013).

Miks on see terviserisk? Äärmuslikult kõrge õhutemperatuur suurendab suremust ja haigestumist, laiendab teatud nakkushaiguste leviala ning halvendab elutingimusi ja heaolu. Uuringud on näidanud, et ööpäevase maksimaalse õhutemperatuuri tõustes 1 °C võrra jääb suremuse tõus 1% ja 3% vahele olenevalt regioonist, ja kuuma suve tervisemõju on kuumalainete tervisemõjust veelgi suurem. Nii näiteks põhjustas 2003. aasta erakordselt kuum suvi 16 Euroopa riigis kokku 70 000 lisasurmajuhtu. Lõpetuseks: aastail 1996–2013 tehtud uuringu järgi suureneb üldsuremus aasta keskmise õhutemperatuuri suurenemisel Eestis 1° C võrra ehk 1,68% (aluseks on võetud aastate 2010–2014 keskmine suremus, muud tegurid peale õhutemperatuuri jäeti konstantseks) (Rekker, 2013). •

2016. aasta juuli joonpagi tekitas veel mitmel pool, eriti aga Tartus, äkküleujutusi, mõnel pool sadas lausa kuni 3-sentimeetrise läbimõõduga hiidrahet, mis on inimesele väga ohtlik.

Loo autor otsustas seda äikeseraju jahtima minna, jõudes õigeks ajaks mööda Võrtsjärve idakallast Valgamaale. Äike tormas üle Ida-Eesti niisuguse kiirusega (kuni 90 km/h), et sellele oli võimatu järele jõuda.

Eriti ohtlikud ülirünksajupilved

Kuigi mistahes pikse ajal tasub olla ettevaatlik, saab eristada ka ohtlikke äikeseid. Määratlusi on mitu, kuid enamasti on aluseks võetud tuule tugevus ja kaasnähud, harvem välkude arv. Äikest peetakse ohtlikuks, kui sellega kaasneb vähemalt 26 m/s puhuv pagituul või tornaado (olgu need siis meso- või mittemesotsüklonaalsed, näiteks vesi- ja maapüksid) või rahe, mille terade läbimõõt on vähemalt 2,5 cm või korraga mitu eelnimetatud nähtust. Samas võib äike kätkeda inimesele ohtu ka siis, kui rahetükid on väiksemad kui 2,5 cm, aga neist tekib maapinnale teatud paksusega kiht. Suured rahehanged tekkisid näiteks 21. mail 2009 Kirde-Eestis, viimati aga tänavu 5. juulil, kui koos tugeva äikesevihmaga jõudis Valgamaale Puka ümbruskonda suur rahesadu, mille terade läbimõõt oli kohati 2–2,5 cm. Kui pagituulte kiirus on alla 26 m/s, ent puhangud on tugevamad või rahe läbimõõt on vähemalt 2,5 cm, peetakse äikest keskmiselt ohtlikuks.

Kõige ohtlikumat rünksajupilvede liiki nimetatakse ülirünksajupilveks. Niisugune pilv on seotud mesotsüklonigа: pikka aega püsiva pöörleva tõusva õhu sambaga, millega käib kaasas ohtlikult tugevate tornaadode teke. Seejuures on oluline asjaolu, et ülirünksajupilvedes asub tõusva õhu vool laskuvatest õhuvooludest eraldi. See tagab sellisele pilvele pika, tavaliselt mitmetunnise eluea.

Ülirünksajupilved saavad tekkida ainult sellises õhumassis, kus on korraga märkimisväärne tuulenihe (muutub nii õhukihtide liikumise suund kui ka tugevus), samuti palju energiat – palju niiskust ja kõrge temperatuur. Eestis on need haruldased, kuid mujal maailmas on enamjagu tornaadodest – peaaegu kõik tugevad või väga tugevad tornaadod – seotud just ülirünksajupilvega.

Ülirünksajupilvel eristatakse nelja vormi ehk tüüpi. Esimene neist on sademevaene ehk kuiv ülirünksajupilv, mis tekib, kui õhumass on väga kuiv. Kuiva ülirünksajupilvega kaasneb küll vähe sademeid, kuid see-eest on need kurikuulsad hiidrahe poolest. Tornaadode jälgimiseks peetakse kõige sobivamaks klassikalist ülirünksajupilve. Näiteks 2001. aasta 16. ja 17. juulil Kirde-Eestis tekkinud tornaadosid seostatakse just klassikaliste suuremõõtmeliste ülirünksajupilvedega. Sademerikas ehk märg ülirünksajupilv tekib omakorda väga niiskes õhumassis ja see on ohtlik rikkalike sademete tõttu. Juba mainitud kolmest tüübist tavalisemad on Eestis madalatipulised ülirünksajupilved, mis avastati ja defineeriti alles 1990. aastal.

Tornaadod ja hiidrahe on mõlemad Eesti oludes haruldased. Selle kohta, et hiidrahe oleks Eestis inimesi tapnud, andmed puuduvad. Küll aga on teada, et näiteks Võrumaal Sännas 1934. aasta 18. mail alla sadanud rahekamakas kaalus ligi 300 g. Selline rahe lõi ühel naisel pea lõhki, nii et too minestas. Samuti lõi rahekamakas tookord uimaseks Sänna metsniku.

Eesti ametlikult registreeritud raherekord on pärit 2000. aasta 29. maist, mil Kirde-Tartumaal ja Jõgevamaal sadas 70-millimeetrise läbimõõduga raheteri. Samas on andmeid, et 26. märtsil 1936 leiti Saaremaal Laimjalas rahetormi järel koguni üle 0,5 kg kaalunud rahekamakas.

Tornaadod on Eestis harvaesinevad, v.a nende mittemesotsüklonaalne tüüp – vesipüks, mida esineb veekogude kohal konvektsiooni korral igal aastal. Tornaadode kohta on siinmail teada, et need on sajandi jooksul tapnud vähemalt neli inimest. Täpsemad andmed on näiteks 2000. aasta 15. juulil Rakveres aset leidnud juhtumi kohta, mil ühele mehele sai saatuslikuks tornaado pöörises lendu paiskunud pruss. Teiste hukkumisjuhtumite põhjuseks on olnud tuules murdunud puud või purunenud liinide tõttu saadud elektrilöögid. •

Jüri Kamenik (1988) on atmosfääriteadlane, Tartu ülikooli doktorant. On uurinud äärmuslikke ilmaolusid Eestis. Korraldanud äikesehuvilistele äikesejahte, alates 2018. aastast töötab M-Spordis Fordi meeskonna sünoptikuna.

UURIGEM NELJANDAT PLANEETI!

PIXABAY

Seekord kaardistame Marsi satelliitpiltidelt tolmulaike, aidates sel moel uurida neljanda planeedi kliimat.

Marsi atmosfäär koosneb peamiselt süsinikdioksiidist. Talvisel ajal, kui temperatuur langeb alla –78 kraadi, katab suure osa planeedi polaaraladest ligikaudu meetri paksune jäätunud süsinikdioksiidi kiht. Kevadel, ilma soojenedes, on eriti lõunapooluse ümbruses näha erineva kujuga tolmulaike, mis suveks jällegi kaovad (joonis 1).

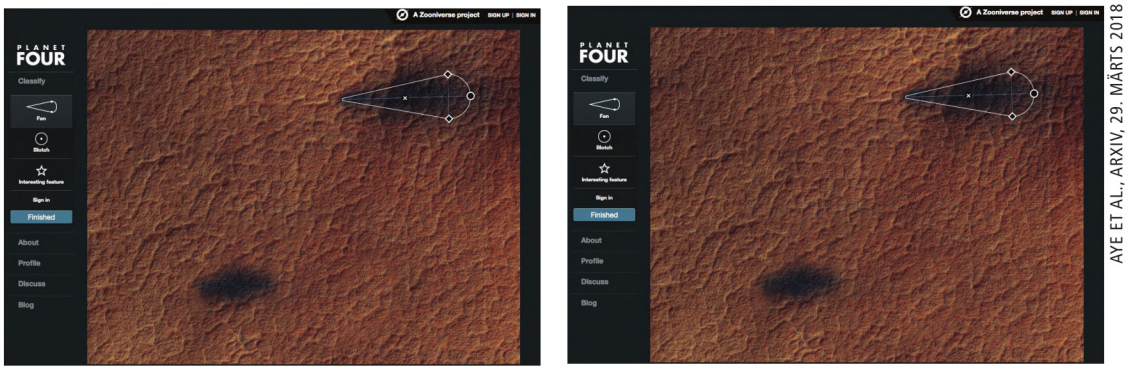
Tolmulaikude teket ja kadumist kirjeldab nn Kiefferi mudel. Enamik kevadisest päikesevalgusest läbib talvel kogunenud süsinikdioksiidist jääkihi, soojendades selle all asuvat pinnast. Seeläbi soojeneb ka Marsi pinnasele lähedasem, jääkihi alumine pool. Soojenemise tulemusena koguneb jääkihi alla gaasilises olekus süsinikdioksiidi, mis purskub varem või hiljem „geisrina“ läbi jääkihi, haarates endaga ka osa jääkihi all olevast lahtisest pinnasest. Tugeva tuule korral jätab kaasahaaratud pinnas jääkihi peale langedes lehvikukujulise, tuulevaikse ilma korral laigu- (ellipsi)kujulise jälje (joonis 1).

Kosmosesondi Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) kõrglahutusega kaamera (HiRISE, High Resolution Imaging Science Experiment) on mitme aasta jooksul Marsi lõunapoolusest tehtud piltidele jäädvustanud sadu tuhandeid tolmulaike. Tolmulaikude kuju ja asukoht võimaldavad hinnata tuuleolusid pursete hetkel. Suuremahuline tolmulaikude kataloog pakub suurt huvi Marsi atmosfääri uurijatele, võimaldades teoreetilisi mudeleid Marsi pinnal oleva tegelikkusega võrrelda.

Igameheteaduse rubriigile kohaselt saab veebilehel „Planet Four” tolmulaike otsida igaüks. Külastajale näidatakse väikest kaadrit HiRISE andmestikust ning lastakse „lehvikud“ ja „laigud“ eraldi tähistada. Igat kaadrit näidatakse 30–100 külastajale, hiljutises koondanalüüsis pandi automaatse klasterdamisega 2,8 miljonist lehvikumärgistusest kokku 160 000 lehvikut ning 3,5 miljonist laigumärgistusest 250 000 laiku (vt joonis 2).

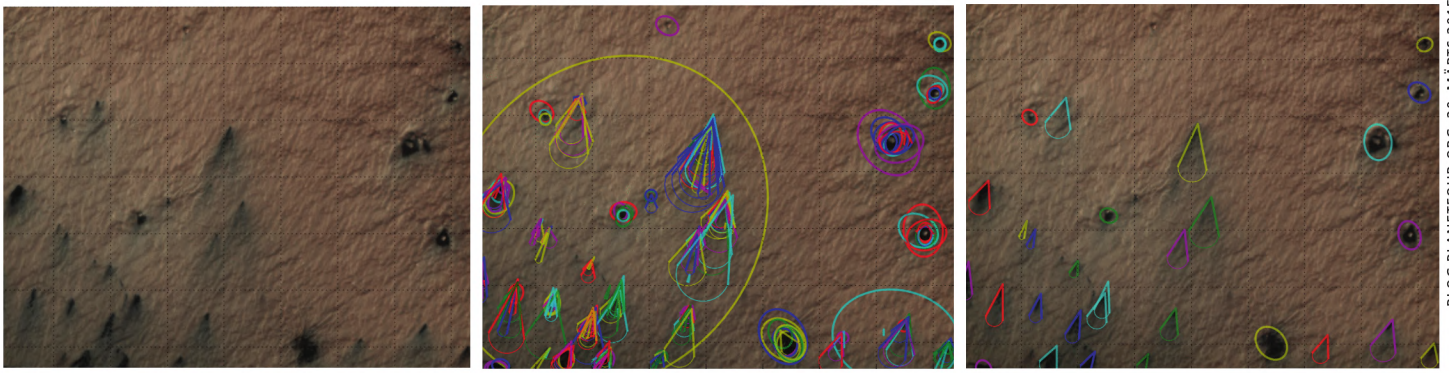
„Lehviku“ ja „laigu“ tähistamiseks mõeldud nuppude all leiab veebilehel veel kolmanda nupu. See viimane, teatud mõttes kõige olulisem nupp, on ette nähtud ükskõik millise huvitava või silmapaistva nähtuse üles märkimiseks. „Planet Four” serveerib ju ikkagi värskeid kaadreid läbiuurimata planeedi pinnalt, mistõttu tasub silmad lahti hoida! •

https://www.planetfour.org



AYE ET AL., ARXIV, 29. MÄRTS 2018

Joonis 1. Näited lehvikukujulisest (*fan*, vasakul) ja laigukujulisest (*blotch*, paremal) tolmujäljest Marsi pinnal veebilehel „Planet four”



BLOG.PLANETFOUR.ORG, 20. MÄRTS 2015

Joonis 2. Vasakult paremale: (a) näidiskaader veebilehe „Planet four” andmestikust, (b) erinevate külastajate tehtud tolmujälgede märgistused, (c) üksikute märgistuste klasterdamise põhjal leitud tolmujälgede piirid

Jürgen Jänes (1984) on arvutusbioloogia järeldoktorant Cambridge'i ülikoolis.

ERAKOGU

RAO HEIDMETS

FILMILAVASTAJA

Mõnikord satuvad inimesed teadusesse läbi pika juhuste ahela ja nii juhtus ka minuga. Nõukogude armee eest läksin ma varjule Tallinna polütehnilisse instituuti. Seal selgus, et üks päev nädalas on pühendatud sõjalisele õpetusele. Minu hämminguks toimus see vene keeles. Mina seda keelt ei osanud. Lisaks tuli välja, et ka sõjalises tehti eksameid nagu teistes ainetes – tervet seina kattis hiiglaslik raadiojaama skeem, millel tuli kaardikepiga näidata, kuidas raadiolainetest tekib hääl. Kuna õpetus oli vene keeles, ei saanudki ma teada, kuidas raadio töötab. Eksamil sain kahe.

Vahepeal oli aga puhkenud Afganistani sõda ja kõik koolist välja visatud poisid läksid reeglina sõjaväkke. Eriti need, kes olid põrunud sõjalises. Nii oli mullegi koht Afganistani vabastajate ridades käegakatsutav. Meeleolu oli kehv.

Järeleksamit ma isegi ei julgenud enam tegema minna. Kasutusele tuli võtta viimane õlekõrs – „jäin haigeks“ ja võtsin akadeemilise puhkuse. See tähendas, et mulle langes ootamatult sülle terve vaba aasta. Tuli minna tööle ja tänu tädipojale sattusin tööle teadusasutusse – ühel üleliidulisel instituudil, mis tegeles bioloogiliste taimekaitsemeetodite väljatöötamisega, oli Sakus filiaal, kuhu otsiti inseneritaustaga inimest n-ö teadusaparatuuri väljatöötamiseks. Mina sobisin ja sain ametinimetuseks „konstruktor“. Kuna instituudi peakontor asus Moldaavias, istusid kõik meie ülemused Kišinjovis.

Esimesel tööpäeval tutvustas üks sportliku olemisega kõhn ja energiline mees mulle keldris pikutavat aparaati, mis tuli tööle panna. Ta andis mulle ka trükitud manuaali. Rohkem ma seda meest ei näinud. Aparaat aga oli huvitav. See oli hästi suur ja koosnes paljudest hammasratastest, jalgrattakettidest, lampidest ja lülititest. Mulle sellised asjad tegelikult väga meeldisid – olin lapsena ehitanud palju jalgrattaid, võrre ja igasugu muid tuule ja kütuse jõul liikuvaid agregaate.

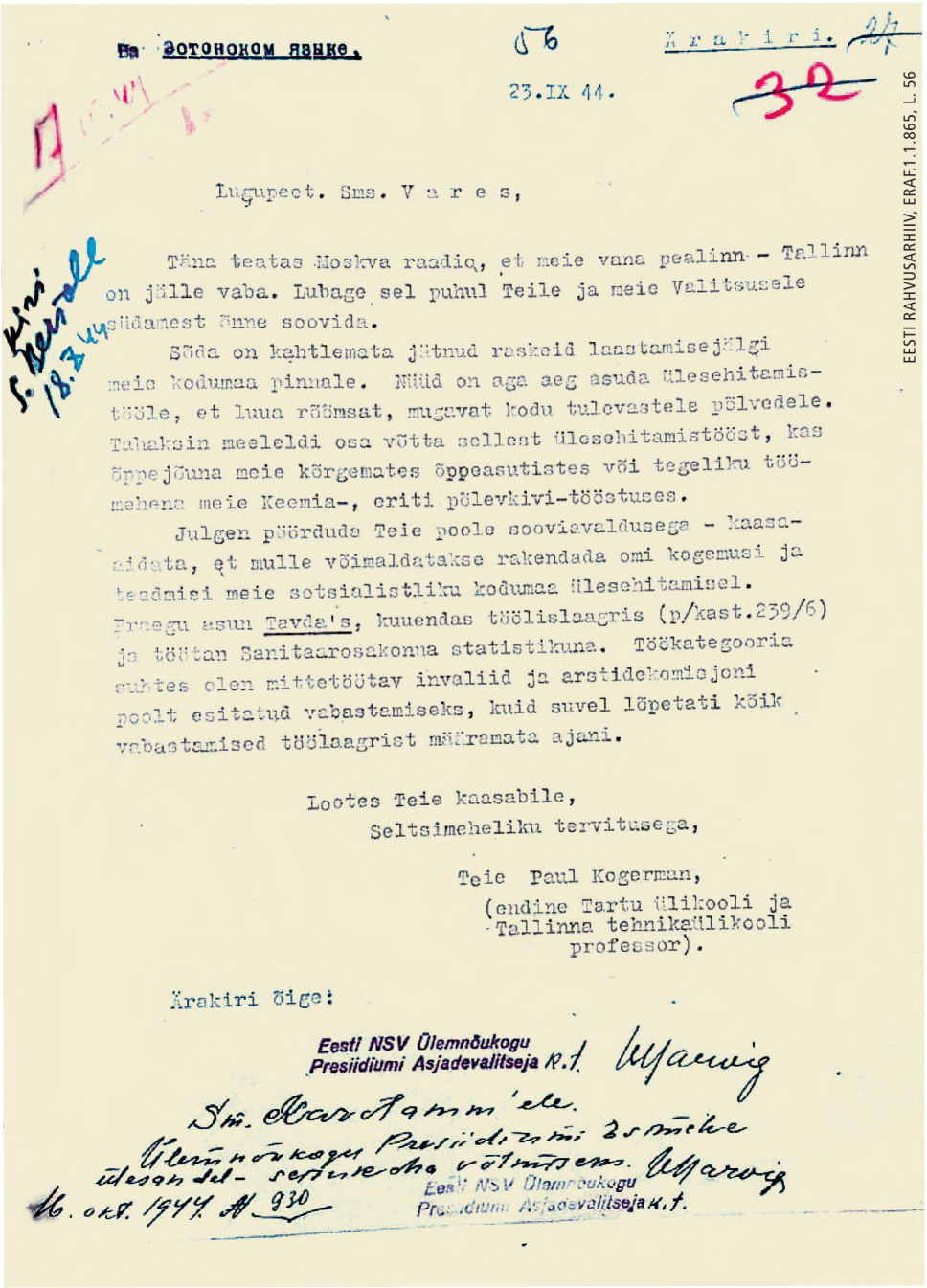
Hakkasingi iga päev tööl käima. Manuaal oli muide venekeelne. Lehitsesin seda ja püüdsin piltide järgi mõistatada, millega tegu ja kuidas selline asi töötada võiks. Uurisin ka kolleegidelt, mida nemad selle masina kohta kuulnud on. Räägiti, et tegu olevat kellegi kandidaaditööga, mis on konstrueeritud selleks, et kasvatada kiilassilmi – putukaid, kelle vastsed õgivad lehetäisid, aidates sel moel kasvuhoonetes ilma keemiata kahjureid tõrjuda. Kiilassilmad pidanuks tegema masinas sugu ja munema seejärel oma munad aparaadilindile pikkade varte otsa. Siis tulnuks lihtsalt nupule vajutada, et masin need varred läbi lõikaks ja munad alla kogumiskasti kukuksid. Neist munadest pidanuks seejärel sirguma uued kiilassilmad. Tundus huvitav. Aga ma ei olnud üldse kindel, et olin asjast õigesti aru saanud. Paar korda sai masinat ka sisse lülitatud – see ragises kõrvulukustavalt ja jäi siis kohe seisma.

Kuna ülemused olid kaugel, tööülesanne segane ja masin kellelegi teisele eriti korda ei läinud, tekkisid mul peagi uued huvid. Peamine neist oli küsimus, mida pakutakse lõunasöögiks, sest instituudis oli väga hea söökla. Algas täiesti jabur töölkäimise periood, mille eest maksti rohkem palka, kui mu isa ja ema kahepeale kokku teenisid. Tööle läksin täpselt nii hilja, et kolleegide ees piinlik poleks. Seejärel hakkasime lõunat ootama ja arutama, mida me võiksime süüa. Põhiliselt lõime aega surnuks aga sahtlis malet mängides. Sahtlis seetõttu, et meil polnud oma kabinetti ja kuidagi imelik oli teiste nähes töö ajal malet mängida. Lõunasöögi järel oli oluline panna paika plaan, mis kellase bussiga Tallinnasse tagasi sõita, nii et kolleegidele ei jääks muljet, nagu me lahkuksime liiga vara.

Kaua mu teadustöötaja karjäär siiski ei kestnud, vahest kokku nii paar-kolm kuud. Ühel päeval leidsin ajalehest kuulutuse, et Nukufilm korraldab animaatorite kursuse. Panin end kirja ning kursuse lõppedes tehti mulle kohe ettepanek Nukufilmi tööle asuda. Olin nõus. Ehkki palk oli poole väiksem. •

„Kogerman on meile praegu äärmiselt vajalik põlevkivitööstuse taastamisel…“

Paul Kogerman oli üks möödunud sajandi silmapaistvamaid teadlasi, keda tuntakse eelkõige kui Eesti põlevkivikeemia rajajat. Tunnustatud teadlasena ei peljanud ta siiski ka administratiivseid kohustusi, olles Eesti viimase sõjaeelse valitsuse haridusminister. Küllap see amet määraski ära tema elu edasised keerdkäigud.



Ärakiri.

32

Ва Эстоноком Янике,

23.IX 44.

Lugupeet. Sms. V a r e s,

Täna teatas Moskva raadio, et meie vana pealinn – Tallinn on jälle vaba. Lubage sel puhul Teile ja meie Valitsusele südamest õnne soovida.

Sõda on kahtlemata jätnud raskeid laastamisejälgi meie kodumaa pinnale. Nüüd on aga aeg asuda ülesehitamistööle, et luua rõõmsat, mugavat kodu tulevastele põlvedele. Tahaksin meeleldi osa võtta sellest ülesehitamistööst, kas õppejõuna meie kõrgemates õppeasutistes või tegeliku töömehena meie Keemia-, eriti põlevkivi-tööstuses.

Julgen pöörduda Teie poole sooviavaldusega – kaasaaidata, et mulle võimaldatakse rakendada omi kogemusi ja teadmisi meie sotsialistliku kodumaa ülesehitamisel. Praegu asun Tavda's, kuuendas töölislaagris (p/kast.239/6) ja töötan Sanitaarosakonna statistikuna. Töökategooria suhtes olen mittetöötav invaliid ja arstidekomisjoni poolt esitatud vabastamiseks, kuid suvel lõpetati kõik vabastamised töölaagrist määramata ajani.

Lootes Teie kaasabile,
Seltsimeheliku tervitusega,

Teie Paul Kogerman,
(endine Tartu Ülikooli ja Tallinna tehnikaülikooli professor).

Ärakiri õige:

Eesti NSV Ülemnõukogu Presiidiumi Asjadevalitseja K.t.

Sm. Karl Ammi'ele.
Ülemnõukogu Presiidiumi Esimehe ülesandel- sertifeeka võtmisem.
Eesti NSV Ülemnõukogu Presiidiumi Asjadevalitseja K.t.
16. okt. 1944 A 930

EESTI RAHVUSARHIIV, ERAF.1.1.865, L. 56

Paul Kogerman kütiditati 1941. aasta juunis Siberisse. NSV Liidu erinõupidamise* 4. märtsi 1942. aasta otsusega määrati talle karistuseks viis aastat kinnipidamist parandusliku töö laagris, mida tal tuli perekonnast eraldatuna kanda Sverdlovski oblastis Turiiski ja Tavda laagrites. Sarnane saatus tabas 1940. aasta riigikaotuse järel tuhandeid teisi poliitikuid, teadlasi, ühiskonnategelasi, aga ka tavalisi inimesi, kes jäid erineval moel Nõukogude režiimi repressiivaparaadi hammasrataste vahele. Kogermani juhtum on aga erandlik seetõttu, et ta oli üks väheseid, kellel õnnestus ennetähtaegselt vabaneda, koju tagasi tulla ja tõusta „Nõukogude teaduse“ edendajate esiritta – ta oli ainuke teadlane, kes valiti nii Eesti Vabariigi kui ka Eesti NSV teaduste akadeemia liikmeks. Kogermani vangilaagrist vabastamise tagamaid aitabki käesolev dokumendikommentaar avada ja veidi lähemalt selgitada.

„Endiste“ rakendamine ülesehitustöös

Eesti NSV juhtkond oli Eesti taasannekteerimise järel 1944. aasta sügisel üsna keerulises olukorras. Mitmetahulise sovetiseerimisprotsessi käivitamine ühiskonnas ei saanud teostuda ilma repressioonideta ning need vallandusid kohe, kui Punaarmee Eesti territooriumi vallutas. Enim arreteerimisi toimuski Eestis just 1944. aasta lõpukuudel ja 1945. aastal, kokku vangistati üle 17 000 inimese. Teisalt vajas tollane liiduvabariigi juhtkond „sotsialistliku ülesehitustöö“ edukaks teostamiseks pädevaid inimesi. Neid, Nõukogude režiimile vajalikke spetsialiste, ei olnud aga kusagilt võtta, sest paljud olid Läände pagenud või esimesel punasel aastal represseeritud ning kandsid „õiglast“ karistust erinevates kinnipidamiskohtades.

Teatud tingimustel võis kõne alla tulla karistusaluste kasutamine sove-

Paul Kogermani kiri Eesti NSV ülemnõukogu presiidiumi esimehele Johannes Vares-Barbarusele 23. septembrist 1944

tirežiimi hüvanguks ning seejuures ei peetud silmas üksnes praktilisi vajadusi majanduse, teaduse või mõne muu valdkonna edendamiseks. „Endiste" (sh Eestisse jäänud ühiskonna- ja kultuuritegelaste) kaasamine uue võimu teenistusse täitis ka propagandistlikku eesmärki – nii hoiti vormilist sidet sõjaeelse Eesti Vabariigiga ning loodeti sovetirežiimi rahvale vastuvõetavamaks teha. Paul Kogermani ennetähtaegselt vabastamine ja tagasitoomine Eestisse ning tema rakendamine uue võimu teenistusse on hea näide, mis ülalöeldut kinnitab.

Taotlused Kogermani vabastamiseks

23. septembril 1944. aastal, päev pärast Punaarmee jõudmist Tallinna, saatis Paul Kogerman Eesti NSV ülemnõukogu presiidiumi esimehele Johannes Vares-Barbarusele kirja, kus palus tema kaasabi, et laagrist pääseda. Kogerman kirjutas: „Julgen pöörduda Teie poole sooviavaldusega – kaasa aidata, et mulle võimaldatakse rakendada omi kogemusi ja teadmisi meie sotsialistliku kodumaa ülesehitamisel", pidades silmas rakendust „õppejõuna meie kõrgemates õppeasutistes või tegeliku töömehena meie Keemia-, eriti põlevkivitööstuses". Vares saatis Kogermani kirja edasi parteijuht Nikolai Karotammele „seisukoha võtmiseks", mis mõistagi oli positiivne.

Kuigi ametlikult sai kõik alguse Kogermani pöördumisest Eesti NSV juhtkonna poole, on siiski ilmne, et tollane liiduvabariigi ladvik oli juba isekeskis selle peale mõelnud, keda Eesti Vabariigi aegsetest spetsialistidest uue võimu teenistusesse kaasata. Kuna esmatähtis oli majanduse ülesehitamine, mille üheks prioriteediks kuulutati põlevkivi tootmine, siis oli valiku langemine Kogermanile igati loogiline ning kohe hakatigi taotlema tema töölaagrist vabastamist.

18. oktoobril 1944. aastal pöördus Eestimaa kommunistliku (bolševike) partei I sekretär Nikolai Karotamm vastava palvega NSV Liidu siseasjade rahvakomissari Lavrenti Beria poole. Karotamm tõdes, et „Kogerman on meile praegu äärmiselt vajalik põlevkivitööstuse taastamisel ja edasisel arendamisel" ning kinnitas ühtlasi, et Kogerman ei kujuta riigile mingit ohtu, kuid „tööga oma erialal ja põlevkivitööstuses toob ta rahvamajandusele palju kasu". Huvitav on Karotamme kirjas ka 1941. aasta küüditamise tõlgendamine, mida ta nimetab sunniviisiliseks evakueerimiseks ning lisab: „Välja saadeti ta ilmselt selle eest, et oli ühel ajal kodanlikus Eestis haridusministriks". Mõni aeg hiljem pöördus sama palvega Beria poole Eesti NSV rahvakomissaride nõukogu esimees Arnold Veimer ning pöördumisega koos saadeti Moskvasse ka kaks Kogermani kohta koostatud iseloomustust.

Veimeri tollase asetäitja Nigol Andreseni allkirjastatud dokumendis iseloomustatakse Kogermani järgmiselt: „Prof. Paul Kogermani ma ei tunne isiklikult. Küll tunnen tema teaduslikke teoseid keemia, eriti põlevkivikeemia alalt, ning tean, et teda üldiselt peeti väljapaistvaks õpetlaseks. Prof. Paul Kogerman suudeti Pätsi režiimiajal kaasa tõmmata haridusministri kohale ja nimelt siis, kui pärast abistamispakti sõlmimist NSVL ja Eesti vahel oli Pätsi reaktsioonilisel režiimil sobiv demonstreerida valitsuse progressiivset iseloomu. Minu arusaamise järgi oli Paul Kogerman üldiselt apoliitiline isik, ja Pätsi valitsevasse klikki ta sisuliselt ei kuulunud. Silmas pidades ta suuri teadlasevõimeid ja mõeldavat kasulikkust ka nõukogude korrale, pean vajalikuks ta amnesteerimist ja õiguste taastamist."

Hariduse rahvakomissar Jüri Nuut, kes oli Tartu ülikooli ja Tallinna polütehnilise instituudi päevil Kogermaniga koos töötanud, hindas endist kolleegi teadlasena väga kõrgelt, kuid pidas teda „poliitilises mõttes kodanlikku tüüpi oportunistiks", kes on siiski „oma isikliku karjääri nimel" nõus teenima Nõukogude võimu „unustades oma varasema anglofiilsuse". Nuut oli kokkuvõttes seisukohal, et piisava kontrolli korral on Kogermani rakendamine teaduslik-tehnilisel tööl põlevkivitootmises NSV Liidule märkimisväärselt kasulik.

Professor lahkub laagrist

Eesti NSV juhtkonna palvele tuldi Moskvas vastu. 1944. aasta lõpus võeti Kogermani küsimus NSV Liidu riikliku julgeoleku rahvakomissariaadis arutlusele ning 17. veebruaril 1945. aastal langetas erinõupidamine otsuse ta ennetähtaegselt laagrist vabastada. Kogermani vabastamise kinnitas 3. märtsil NSV Liidu riikliku julgeoleku rahvakomissar Vsevolod Merkulov ja vastavalt NSV Liidu siseasjade rahvakomissariaadi 1. eriosakonna otsusele vabastati ta „õigusega elada Eesti NSV-s".

Seejärel toimetati ta kohe kiirkorras Eestisse. Tähelepanuväärne on seejuures, et laagrisse tuli talle vastu Eesti NSV rahvakomissaride nõukogu esimehe Arnold Veimeri vend Bernhard Veimer – tollane julgeolekuohvitser ja hilisem TPI majandusõppejõud. Laagrikaaslane Arnold Paluteder on hiljem meenutanud Kogermani lahkumist: „Sunnitööline professor Paul Kogerman lahkus laagrist. See oli omaette sündmus [...]. Professor pandi otse härrasmehelikult riidesse. Korralik ülikond seljas, kaabu peas, lips ees – nii ta jättis igaühe meiega kättpidi hüvasti".

Kogerman jõudis Tallinnasse tagasi 1945. aasta aprilli alguses (perekond septembris) ja rakendati suure koormusega tööle professori, kateedrijuhataja, hiljem ka akadeemiku jt ametites. Sama aasta mai alguses komandeeris valitsusjuht Veimer ta Moskvas toimunud nõupidamisele, mis valmistas ette 10. juunil langetatud otsust ehitada uuesti üles Eesti NSV ja Leningradi oblasti põlevkivitööstused. Kogermani sõjajärgsed tegemised on aga eraldi teema, nii nagu ka tema elu lõpuperiood, kui tal tuli EKP keskkomitee 1950. aasta pleenumiga tipnenud paljastuskampaaniates taluda rünnakuid ja süüdistusi „kodanlikus natsionalismis".

Kogermani vabastamine jäi sovetirežiimi toimimispraktikas siiski küllaltki erandlikuks. Samaaegselt Kogermaniga esitas Eesti NSV juhtkond taotluse ka eesti rahva muuseumi ja riikliku kunstimuuseumi endiste direktorite – Ferdinand Linnuse ja Villem Raami – ennetähtaegseks vabastamiseks, kuid need taotlused jäid Moskvas rahuldamata. Pealegi oli Linnus tegelikult juba 1942. aastal vangilaagris surnud, mis näitab, et liiduvabariigi juhtkonnal puudus represseeritute kohta adekvaatne info. Raam jäi seevastu vangilaagrisse kuni 1951. aastani, viibis seejärel asumisel ning pääses Eestisse tagasi alles 1956. aastal.

Ehkki Kogermani vabastamise taga oli eelkõige vajadus rakendada teda kui kompetentset spetsialisti Moskva silmis prioriteetse põlevkivitööstuse edendamisel, pidasid Nõukogude julgeolekuorganid ilmselt temaga seoses muidki plaane, lootes teda ära kasutada piiritaguses luuretöös. Kogerman andis koostööks küll allkirja (agendinimi „Tavdinski"), ent 1950. aastaks oli julgeolek minetanud lootuse akadeemikut sisulise kaastöölisena kasutada. Paul Kogerman suri 27. juulil 1951. aastal. •

* NSV Liidu siseasjade rahvakomissariaadi alluvuses tegutsenud kohtuväline karistusorgan

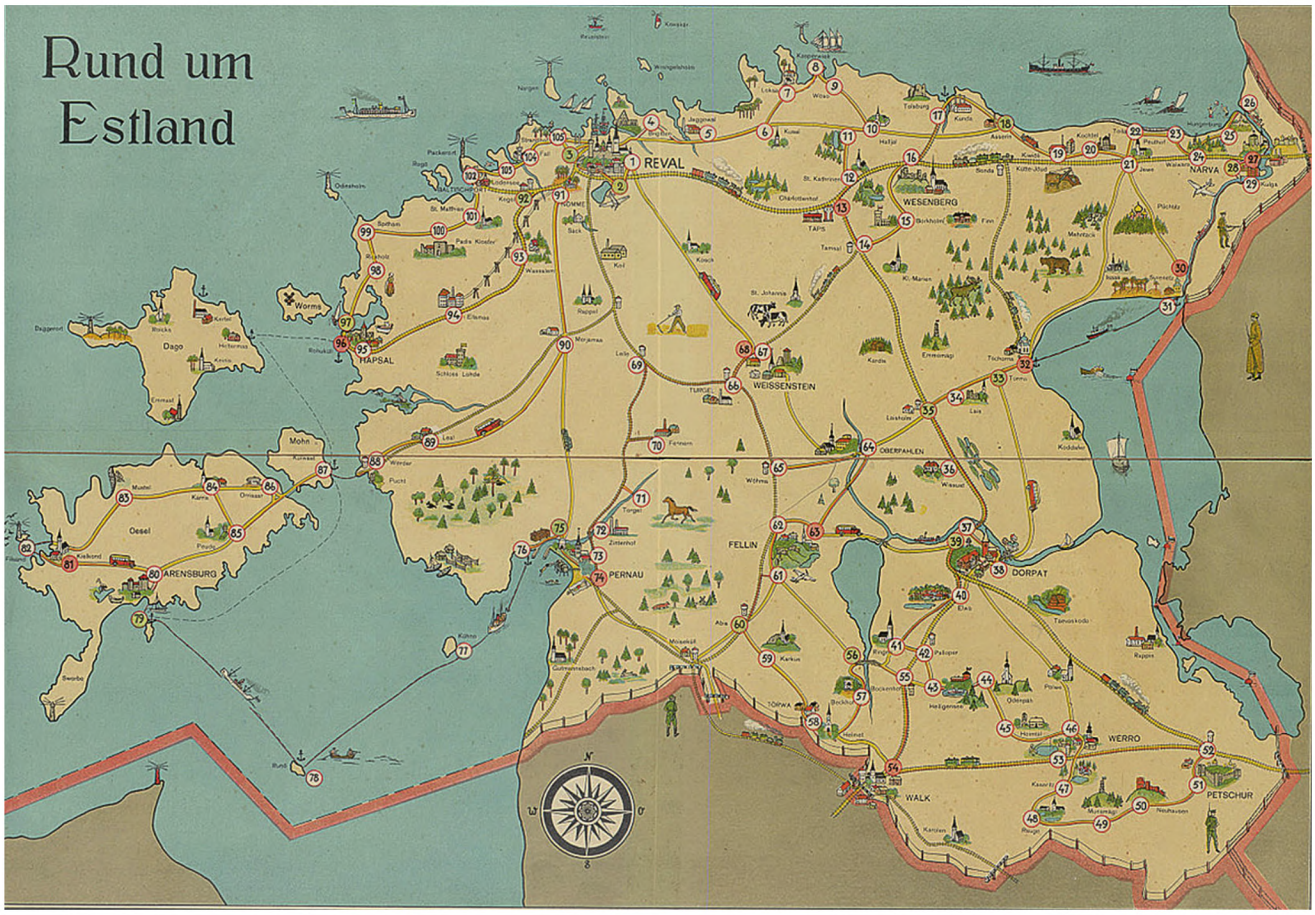
Tõnu Tannberg, akadeemik, Tartu ülikooli Eesti ajaloo professor

HELEN ROHTMETS-AASA

KAS TUNNED MAAD?

Järgmise aasta detsembris möödub sada aastat Tartu ülikooli geograafia osakonna ja ka rahvusülikooli enda asutamisest. Lähenev juubel pani geograafide seas juba mõne aasta eest idanema mõtte anda sel puhul Eestis esmakordselt välja rahvusatlas. Geograafia osakonna ja kartograafiaettevõtte Regio koostöös valmivasse atlasesse on kaardid välja valinud ja neile kommentaarid kirjutanud Tartu ülikooli Eesti geograafia dotsent TAAVI PAE, kes on vanade kaartide vastu huvi tundnud lapsepõlvest peale. „Eks sel huvil oli oma osa, miks läksin just geograafiat õppima – teadust, millele on omane mõelda asjadest ruumis, uurida, kuidas üks või teine nähtus ruumis avaldub. Ruumi parim kirjeldaja on aga kahtlemata kaart," selgitab ta.

FOTOD: LAURI KULPSOO



TÜ GEOGRAAFIA OSAKOND

Saksakeelne lauamäng, mis ilmus 1935. aasta kevadel – ajal, kui võõrkeelsete kohanimede kasutamine trükistes ja avalikus ruumis oli Eestis keelatud. Lauamängu andis välja Saksa kultuuromavalitsus, nii et tegemist oli omamoodi protestiga uue keelepoliitika vastu. Huvitav on selle kaardi puhul seegi, milliseid paiku pidasid baltisakslased oluliseks lauamängul esile tõsta – nt Mäetaguse (Mehntack) kalmistu, kuhu oli maetud Vabadussõjas osalenud Balti rügemendi võitlejaid, või siis Vinni (Finn) mõis Lääne-Virumaal, kus tegutses kuni Esimese maailmasõjani aadlipreilide kasvatusasutus ja seejärel 1939. aastani saksakeelne tütarlaste kodunduskool

Eesti esimene rahvusatlas

Rahvusatlase ettevalmistamisega on Taavi Pae tegelenud juba ligemale neli aastat. „Idee ise pärineb soomlastelt, kelle eeskujul taheti Eestis rahvusatlast juba enne Teist maailmasõda välja anda, ainult et toona sai valmis vaid üks kaart. Kui rahvusatlase teema nüüd uuesti esile kerkis, oli esimene asi välja mõelda, kuidas seda üles ehitada, sest atlast saab teha väga erinevat moodi. Meie aruteludest koorus välja idee anda ülevaade nii Eesti kartograafia ajaloost kui ka sellest, kuidas me aastal 2018 kaarte teha oskame. Ehk teisisõnu, näidata, kuidas erinevaid teemasid, nagu näiteks Eesti aluspõhja geoloogilist jaotust, Eesti murrete piire või teedevõrku, on läbi sajandite kaartidel kujutatud, ning lisada kõige lõppu näide sellest, kuidas me seda täna teeme," selgitab ta. Teemasid, mille kohta saab esitada ajaliselt esindusliku kartograafilise rea, on Pae sõnul välja koorunud juba üle 30. Lisaks tuleb atlasesse eraldi rubriigina „Varia", kuhu on paigutatud põnevad „üksikjuhtumid", mis ühegi laiema teema alla ei mahu. Näiteks esimene eestikeelne taevakaart, Eesti eliidi sünnikohtade kaart või siis küüditamise tõmbekeskuste kaart. „Kuna sõelale on jäänud kokku juba ligemale 400 kaarti, siis mõtled küll, et tõmbame joone alla. Kui aga kusagilt jälle mõni põneva looga kaart välja ilmub, on seda raske välja jätta. Näiteks sain hiljuti healt koostööpartnerilt rahvusraamatukogus, Tiina Kruubilt, 1950. aastatel siidile trükitud Eesti kaardi, mis näeb välja nagu taskurätik ja oli tehtud Briti luurelendurite jaoks, et nad langevarjuga Eesti territooriumile sattudes siin hakkama saaksid. Siidist seepärast, et paber oleks märjaga lagunenud," räägib Pae, kelle sõnul püütakse kaardivaliku kaudu lugejale tutvustada sedagi, kui avar ja mitmekülgne on kartograafia. „Näiteks on mitmeid kordi kaardile pandud Kalevipoja tegevuspaiku, olemas on kaardid, mis näitavad, millistes paikades elas Eestis 20. sajandi hakul enim karusid või milliseid mustreid Eesti erinevates nurkades kinnastesse ja sokkidesse kooti. Mitmed neist kaartidest on ilmunud vanades raamatutes, mis ei pruugi laiemale üldsusele tuttavad olla, aga saavad pärast atlase väljaandmist Eesti mäluasutuste kaardiserverite vahendusel kõigile huvilistele vabalt kättesaadavaks."

Märgid ja piirid maastikul

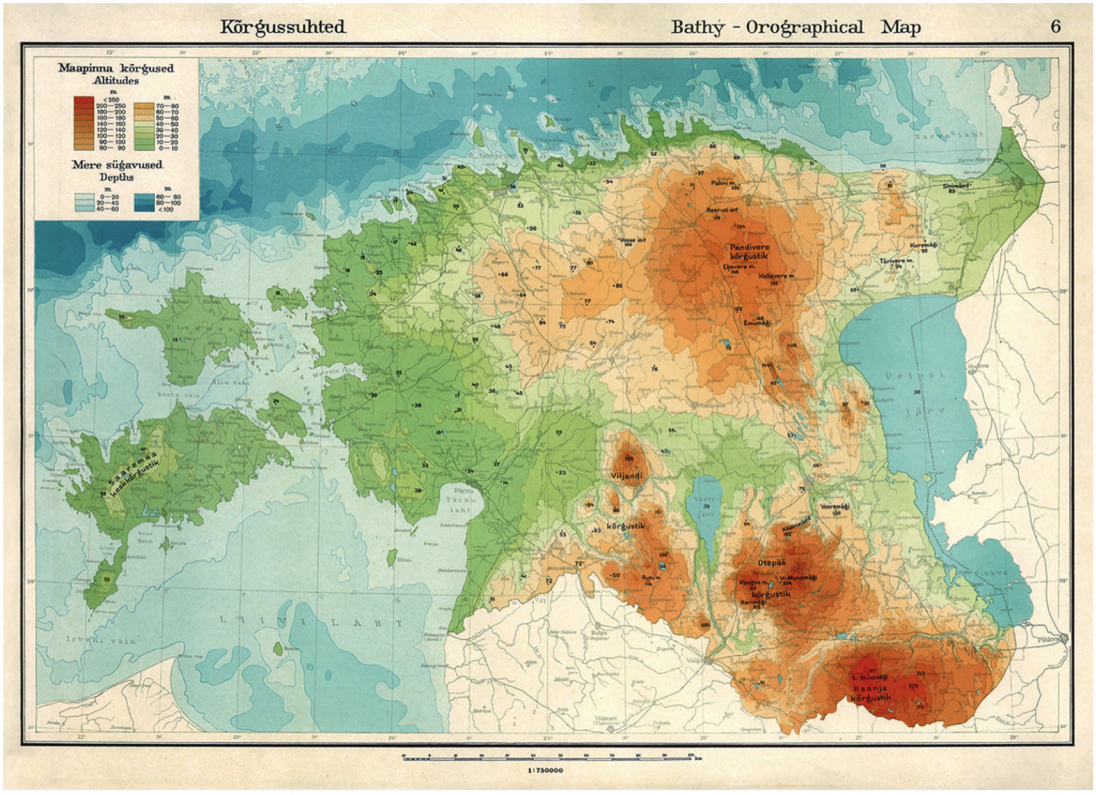
Omaette põneva atlase saaks välja anda ka nendest kaartidest, mis kajastavad Taavi Pae enda teadustööd. Erilist tähelepanu on ta selles pööranud Eesti piirkondlike erinevuste avaldumisele. Millised on need maastikumärgid, mis aitavad kaarti vaatamata aru saada, millisesse Eestimaa paika

me sattunud oleme? Nagu Pae selgitab, on meie maastikupilti jätnud jälje koguni kaks ida-läänesuunalist piiri. „Kesk-Eestisse paigutub nii geoloogiline liiva- ja lubjakivi- kui ka ajalooline kubermangupiir, mis Eestimaad Liivimaast kuni 1917. aastani eraldas. See tähendab, et ümberringi saviehitisi nähes oled suure tõenäosusega Lõuna-Eestis, ning kui hooned on paekivist, siis Põhja-Eestis, mis tuleneb otseselt geoloogilistest iseärasustest. Kultuurilistest märkidest, mis meie maastikus tänaseni kunagist kubermangupiiri peegeldavad, võib nimetada aga näiteks kukke kirikutornis. Üldjuhul on see märk, et oled ajaloolisel Liivimaal, sest Eestimaal oli tavaks panna tornidesse pigem riste. Või võtame näiteks kalmistud kirikaias, mida kohtab reeglina just Põhja-Eestis. Seda põhjusel, et Lõuna-Eestis järgiti Katariina II antud ukaasi, mis keelas surnuid kirikaedadesse matta. Kalmistud rajatigi kohe kirikutest eemale ja sestap ümbritseb Lõuna-Eesti kirikuid tänaseks valdavalt muru. Uusi surnuaedu rajati küll ka Põhja-Eestis, aga seal maeti paralleelselt edasi ka kirikaedadesse," räägib Pae.

Mõned endisaegset haldusjaotust peegeldavatest märkidest on meie maastikust aga aja jooksul kaduma läinud. „Vanasti oli ka punase lehma nägemine märk, et oled ajaloolisel Liivimaal. Seda põhjusel, et lehmade tõuaretus läks kummaski kubermangus eri rada. Kui Lõuna-Eestis ehitas Alexander Theodor von Middendorff Hellenurme mõisas tõuaretuse üles punast värvi lehmadele, kust need teistesse Liivimaa mõisatesse levisid, keskendusid Keyserlingid Raikkülas mustakirjule karjale. Hiljem hakkasid piirid tasapisi hajuma ning tänaseks on mustakirju tõug Eestis valdav, sest see annab paremini piima. Seetõttu tasub nüüd veel vaid vanematelt inimestelt küsida, mis värvi on lehm, et saada vastuse järgi aru, kust kandist nad pärit on," selgitab ta ja lisab muiates, et nooremate inimeste puhul hakkab juba tekkima küsimus, kas nad üldse lehma kunagi oma ihusilmaga näinud on.

Tunne oma kodumaad

Tudengitele Eesti loodusgeograafiat ja kultuurigeograafiat õpetava Taavi Pae kohta võib kõhklusteta öelda, et ta tunneb Eestimaad läbi ja lõhki ning pole pidanud paljuks neid teadmisi arvukate ettekannete ja artiklite vahendusel ka laiema auditooriumiga jagada. „Minu jaoks on väga oluline, et me oskaksime hinnata seda, mis meil siin Eestis on," rõhutab ta ja tõstab tänuväärse ettevõtmisena selles vallas esile ka näiteks Eesti looduskaitse seltsi algatatud rahvusmaastike valimise. „Äsja ilmus nende maastike kohta, kus meie kultuuri- ja looduslugu omavahel tihedasti põimuvad, ka raamat, mis võiks innustada inimesi neid kohti oma silmaga vaatama minema," räägib Pae. Eestimaal ringisõitmine võib pealegi kujuneda seda huvitavamaks, et meie ettekujutused erinevate piirkondade kohta ei pruugigi enam tegelikkusele vastata. „Näiteks on Saaremaast levinud ettekujutus kui tuulikute maast. Sada aastat tagasi oli Saaremaal tõepoolest üle tuhande tuuliku, iga suurema talu juures, aga tänapäeval pole neid seal enam kuigi palju alles. Kuvand on aga äärmiselt elujõuline ning kindlasti toidab seda turismimarsruut, kus külalised viiakse kõigepealt Angla tuulikumäele, siis Eemu tuulikusse suveniire ostma ja õhtul Kuressaares veskisse sööma ka, nii et tõesti jääb mulje, nagu oleks tegemist tõelise tuulikute maaga. Pealegi on tuuliku pilt ka Saaremaa leiva



1936. aasta lõpus loodi Eesti loodusuurijate seltsi juurde kartograafiakomisjon, mille esimeheks sai geograafiaprofessor August Tammekann. Komisjoni eesmärk oli alustada Eesti Vabariigi läheneva 20. sünnipäeva tähistamiseks Eesti kaardistiku koostamist. Tollal kavandati (rahvus)atlast, milles pidi ilmuma kokku 400 kaarti ja kartogrammi. Ehkki mõned neist järgnenud aastatel teadaolevalt ka valmisid, suudeti proovitrükina 1940. aastal välja anda vaid August Tammekannu koostatud kõrgussuhete kaart

ja viina peal," selgitab ta. Saja aasta tagusest perioodist on Pae sõnul pärit ka kuvand Saaremaast kui suurest kadakasest karjamaast. „Toona meenutas Saaremaa tõesti, nagu Aino Kallas on kirjutanud, üht suurt pügatud põõsastega barokk-parki. Kui sealt täna läbi sõita, palistab maanteid aga pigem mets ja võsa," räägib Pae, kes on ka ise juurtelt saarlane. „Võib-olla pakkus just seetõttu mulle kunagi suurt huvi hiidlase Theodor Kaljo 1920. aastatel koostatud Saaremaa kaart, millele ta oli märkinud õ ja ö-tähe piiri. Ehk teisisõnu, eristanud ala, kus Otto Wilhelm Masingu väljamõeldud tähemärki hääldatakse samamoodi kui mandril, ning piirkonna, kus selle hääldus pigem ö-tähte meenutab. Mõne aasta eest sai see piir Regio atlasesse märgitud ja nüüd tuleks see ka maastikul ära märkida. Minu arvates oleks tore, kui mandrilt tulles jõuaksid külalised viidani, kus giid saaks sellele omalaadsele piirile tähelepanu juhtida."

Üks omalaadne rajajoon on Eestimaal seegi, millega eristatakse ajaloolist mulkide asuala. „Mulgimaa piiride määratlemine on omaette huvitav uurimisküsimus, sest ega see viiest kihelkonnast – Halliste, Karksi, Helme, Paistu ja Tarvastu – koosnev Mulgimaa muud ole, kui üks 20. sajandi alguses levima hakanud konstruktsioon, mis on tänaseks Mulgi kultuuri instituudi ja teedele asetatud siltide kaudu kinnistatud ja omaks võetud," räägib Pae. Oma teadustöös on ta mulkidega seonduvale viimastel aastatel omajagu tähelepanu pühendanud. Just hiljaaegu lükkas ta koos ajaloolase Kersti Lustiga ümber levinud ettekujutuse, nagu oleks sõna mulk tuletatud lätikeelsest sõnast loll. „Tegelikult pole sellel etnonüümil läti keelega mingisugust pistmist. Mulkide nimi pärineb hoopis Halliste kihelkonnas asunud Mulgi talu(-de)st, kust jõudsid Tartumaale ühed esimesed taluostjad. Eks nad nägid oma pikkades kuubedes teistsugused välja ja ega see tartlastele meeldinud, et rikkamad mehed, kes end Mulgi Jaaniks ja Mulgi Jüriks nimetasid, neilt maad nina eest ära ostsid." •

AIN KALLIS

ILM JA KIRJANDUS

Hukutav maru, kangestav pakane, hingemattev udu on paratamatus, mille vastu ei maksa protestidagi. **Friedebert Tuglas**

Oli pime ja tormine öö. Kas on tuttav lause? See olevat kõige enam kasutatud ja parodeeritud avalause, kasutusel arvatavasti juba 1809. aastast.

Paljud kirjandusteosed algavad loodus- ja ilmakirjeldusega – see loob edasiseks lugemiseks õige meeleolu. Meie vahvakirjaniku Andrus Kivirähki „Rehepapp“ algab näiteks selliselt: „Enne keskpäeva tuli korraks päike välja. Mitu nädalat polnud seda imet näha saanud, juba oktoobri algusest saadik oli ilm püsinud hall ja vihmane“. Hea hakatus üle-eelmise sajandi Eesti hallikarva külaelu kujutamisele. Sama täheldas tollal ka Friedrich Reinhold Kreutzwald. „Ilmastiku peaaegu katkematu raskemeelsus teeb päevad ja meeled süngeks“ (Das Inland, 1842).

Ilm ja kliima

„Ilmaga on iseäralik lugu: ilmaga on ilmast-ilma midagi korrast ära. Ilm kaldub ühtelugu küll ühte, küll teise äärmusse,“ kirjutas „Aedniku aastas“ Karel Čapek. Aastal 1929 ei olnud veel juttu suurtest kliimamuutustest. Ilmagagi oli sellal palju tegemist...

Muidugi on maamunal paiku, kus ilmastik eriti ei muutu. „Olen elanud heas kliimas, kuid see tüütab mind põrgulikult. Ma armastan ilma rohkem kui kliimat,“ tõdes John Steinbeck raamatus „Teekond Charley'ga. Ameerikat otsimas“.

Aga mis on ilm? Mark Twainilt pärineb järgmine definitsioon: kliima on see, mis on kogu aeg, ilm aga see, mis püsib paar päeva. Lisaks üks määratlus meteoroloog Edward Lorenzilt: kliima on see, mida ootame, ilm see, mida saame.

Muidugi muutub ka kliima. Arutlused, kes või mis on muutustes süüdi, kestavad aastakümneid. Üks varasemaid teateid kliimakatastroofist, tohutust uputusest, pärineb piiblist. Põhjuseks oli inimkonna madal moraal, tagajärjeks aga „puhkesid kõik suure sügavuse allikad ja taeva luugid lahti“. Vihmaveest poleks kuidagi piisanud – isegi siis, kui kogu atmosfääris veeauruna sisalduv 13 500 kuupkilomeetrit vett langeks korraga maapinnale, oleks veekihi paksus kõigest paar sentimeetrit.

Erakordsed ilmanähtused äratavad aastatuhandeid hiljemgi tähelepanu:

WIKIPEDIA

Üleujutus Peterburis 1924. aastal

„Sadas, sadas ja sadas, ja Notsu arutas endamisi, et kogu oma eluea jooksul – aastaid oli tal juba taevas teab kui palju; kas kolm või koguni neli – polnud ta iialgi nii palju vihma näinud“ (Alan Alexander Milne, „Karupoeg Puhh”).

Üldtuntud on Peterburi ajalugu, mis on lahutamatult seotud linna läbiva Neeva kapriisidega. Jõe madalasse deltasse ehitatud suurlinn on juba kolm sajandit pidanud värisema isegi poolteisemeetriste veepinnatõusude korral. Ja seda koguni rohkem kui 270 korral. Katastroofilisi üleujutusi, mil vesi oli kõrgemal kui kolm meetrit üle ordinaari (paljuaastane keskmine veetase Neevas), on esinenud vähemalt kolmel korral: 1777., 1824. ja 1924. aasta sügisel. Kõige hullem oli Peetrilinna olukord 1824. aasta 18. novembril. Siis tõusis vesi üle ordinaari 420 sentimeetrit. Pooled majadest said kahjustatud, 569 elanikku hukkus.

„Nüüd päästku, kes end suudab päästa! / Õel vesi kedagi ei säästa, / lööb kõikjal sisse uksesuust, / latv ainult paistab raagus puust, [–] hein, pakuotsad, voodid, vaibad, / puuristid, hauast kistud laibad – / kõik ujub tänaval kesk saasta!“. Nii kirjeldas tollast loodusstiihiat Aleksander Puškin poeemis „Vaskratsanik“ (Betti Alveri tõlge).

Uputuses, mis tabas linna täpselt sada aastat hiljem, olevat hukkunuid loetud juba kahe tuhande ümber. Täpne arv jäigi riiklikuks saladuseks. Järgmine katastroof kollitavat Neevalinna 2024. aasta paiku...

Tuuline rand

Aadu Hindi samanimelist romaani on Eestis lugenud tuhanded inimesed, Shakespeare'i näidendit „Torm“ (1611) vaadanud aga kaugelt enam. Teine kuulus inglise kirjanik, Daniel Defoe („Robinson Crusoe“ autor) elas 1703. aasta novembris läbi tugevaima tormi Briti saartel. Defoed võib lugeda vast esimeseks teaduskirjanikuks – ta tuli ideele koguda kokku orkaani üleelanute kirjeldused ning neid analüüsida. Traktaat „Torm“ ilmus 1704. aastal. Sellest selgub, et tormis hukkunuid oli ligi 8000. Kahjustuste vööndi laius ulatus ligi 500 kilomeetrini, purunes umbes 400 tuulikut (osa neist süttis, sest tiivad vehkisid nii kiiresti ringi).

Analoogiliseks kogumikuks Eestis võiks lugeda Enno Tammeri 2005. aastal koostatud „Tsunami. Elu pärast katastroofi“.

WIKIPEDIA

Vesipüks Kuivastus 13. juulil 2011

Põnevaimad tormid on muidugi tornaadod-trombid-tuulispasad. Ameeriklase Lyman Frank Baumi jutustuse „Võlur Oz“ järgi said miljonid lugejad teada, mis tunne on lennata pööristormis. Teatavasti lendas Kansase tüdruk Dorothy oma koeraga koguni teise riiki!

Vähemalt selles osas pole Läänemeremaadel midagi häbeneda: 1848. aastal lendas üks karjapoiss Kuramaal tuulispasaga versta kaugusele. Eesti rekord on 58 meetrit, selle sooritas 1920. aastal Vana-Otepää mõisa teenijatüdruk. Pea sama kaugele kandis 1997. aasta tornaado Rõuges Jaan Allase (hilisema ilmatarga). Kokku on vähemalt 10-meetrise õhulennu teinud ligi 25 inimest, neist hukkus neli („Eesti tornaadod”, 2017).

Eestis on keeristormide kirjeldusi leida õige mitmeid, alates Marie Underi ballaadist „Ebajalg“ (1927) kuni Kivirähki „Rehepapini“: „Otse ukse ees möllas vägev tuulispea, murdis puudelt oksi, tõstis õhku koerakuudi koos koeraga ja väntsutas vaest looma nagu alles elavast nahast kasukat“.

Ebajalg, tuulepüks, tuulesaabas, vihelik – need on vaid mõned siinmail kasutusel olnud vähemalt kolmekümne viiest tornaado sünonüümist.

„Sajab! Lõpmata sajab!“

Nii alustas Anton Hansen Tammsaare 1915. aastal artiklit „Sõjamõtted“. „Imelik! Mineval aastal võttis põud, tänavu tüütab sadu. Ilm on arust ära. [–] Ja looduse tujud hakkavad inimestesse. Nad saavad närvlikuks, näevad igal pool ainult vaenlasi, hävitajaid“.

Vihma latse naerava, kuiva latse ikeva – selle Nõo kandi vanasõna kohaselt on põud hullem liigniiskusest. Aastal 1920. kirjeldas Friedebert Tuglas novellis „Jumala saar“ põuailminguid selliselt: “Kuus nädalat ei tulnud vihma. Päike tõusis, põletas ja läks looja. [–] Ei olnud varju kui ta paistis, ei säranud hommikuti kastepisarad rohuvartel. Kuiv põuaudu loor rippus maa kohal. Mudaloikude põhjad lõhkesid kuumusest ning konnad surid jannu“.

Paarkümmend aastat pärast Tuglase novelli ilmumist kirjutas John Steinbeck kuulsa romaani „Vihakobarad“. See algab neljaleheküljelise mõjuva kirjeldusega pikaajalisest põuast USA-s, ühest suure depressiooni põhjustajast. Tollastest kliimanähtustest oli „suurim tegija“ tolm: „Hommikul rippus tolm otsekui udu õhus ja päike oli punane nagu värske veri. Öösel oli tolmu ja õhku võrdselt, oli ühtlane segu tolmust ja õhust“.

Lõpetuseks midagi õpetlikku. Tšehhi kirjanik Miroslav Skála soovitab äikese lähenedes „panna varbad-kontsad kokku, põlvitada maha, suruda pea käsivarte vahele, käed aga sirutada enda ette maha, et tekiks maaühendus. Ja suhu tuleb torgata okaspuu oksake, et see koguks atmosfääri elektri endasse” („Pulmareis Jiljisse”).

Alati see ei aita... „On olemas lugematult palju suurpäraseid juhtnööre enda kaitsmiseks välgu eest, ja on lihtsalt arusaamatu, kuidas mõned inimesed siiski oskavad välgust tabatud saada,” nagu kokkuvõtvalt kirjutas Mark Twain. •

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

Eesti teaduse pikaks veninud salenemiskuur perestroikast tänaseni

Perestroika ja glasnost muutsid pöördumatult Nõukogude süsteemi ning üks maailma üliriikidest vajus igavikku. Eestist sai jälle iseseisev riik. Esimesed iseseisvusaastad näitasid, kui olulist rolli oli teaduse rahastamisel seni mänginud Nõukogude Liidust tulnud raha. Idast lähtunud rahavoo peatumine asetas Eesti teadussüsteemi äärmiselt keerulisse olukorda.

Nõukogude Liidus alanud avalikustamine tõstis Eesti ühiskonnas 1980. aastate lõpul esiplaanile humanitaarteadlased, kellele oli vahepeal lisandunud omajagu sotsiaalteadlasi. Nii nagu esimesel omariiklusperioodil, oli nüüdki võimalik Eesti ajalugu ja ühiskonda analüüsida rahvuslikelt positsioonidelt. Sellise vaatenurga järele valitses ühiskonnas suur nõudlus. Sõjaeelsest Eesti Vabariigist kujunes uue arengu ideaal ning ajalooharidusega poliitikud püüdsid seda valitsuste tasemel ka järjekindlalt ellu viia. Teed kommunismist otse kapitalismi polnud varem maailmas keegi veel läbi teinud. See tee tuli eestlastel endil avastada ning iga välismaiste sidemete ja kogemustega majandusteadlane või jurist kulus riigi ülesehitamisel hädasti ära. Samas muutis õigus- ja majandusteaduse politiseeritus Nõukogude perioodil nende erialade esindajad sageli poliitiliste rünnakute objektiks.

Humanitaar- ja sotsiaalteadlastega võrreldes olid loodus-, tehnika- ja täppisteadlased ühiskonna radaril vähemnähtavad. See-eest kohanesid nad kiiremini 1986. aastal NSV Liidu teaduste akadeemia presiidiumi survel kehtestatud grandisüsteemiga, mis jõudis meile 1988. aastal loodud Eesti teadusfondi kaudu. Lisaks astuti samme selleks, et Nõukogude perioodil loodud ja jõudsalt arenenud teadussuunad (materjaliteadused, infotehnoloogia, geenitehnoloogia jmt) jääksid edaspidigi Eesti teaduse prioriteetseteks valdkondadeks ja saaksid seeläbi kindla riigipoolse rahastuse. Sellegipoolest ei toiminud 1989. aastal Eesti teaduste akadeemiaks ümbernimetatud kolossaalne „teadusministeerium" oma instituutide süsteemiga enam nii ladusalt kui varem ja koostööd asutust rahastanud NSV Liidu teaduste akadeemia presiidiumi üleliidulise koordineerimisnõukoguga peeti akadeemias seetõttu vajalikuks jätkata.

Lisaks akadeemiale tegutses 1980. aastate lõpul Eestis 6 ülikooli, 23 harukondlikku teadusasutust, 44 iseseisvat teadusliku teenindamise asutust, 60 üleliiduliste ettevõtete teaduslik-tehnilist allüksust ja 8 ehitustehnilist instituuti. Ainuüksi konstrueerimis- ja tehnoloogiabüroosid oli üle 600.

Eesti iseseisvuse taastamine 20. augustil 1991. aastal ja sellele järgnenud poliitilised sündmused ei tulnud Eesti teadussüsteemile kasuks. Rahavool Venemaalt peatus ja uues reaalsuses polnud pääsu süsteemi järsust kokkutõmbamisest. Rootsi teaduste akadeemialt 1992. aastal tellitud hindamisraport viitas sarnaselt varasematele nõukogudeaegsetele raportitele, et Eesti teadussüsteemis publitseeritakse vähe, selles on tugevad järelkasvuprobleemid, mis ei võimalda tagada teadustöö jätkusuutlikkust ning akadeemia ja ülikoolide koostöö jätab soovida. Lisaks idealiseeriti Eestis ennesõjaaegset teaduskorraldust, kus teaduste akadeemia moodustasid akadeemikud, mitte teadusinstituudid. Uues poliitilises ja

Eesti teaduste akadeemia zooloogia ja botaanika instituudi (ZBI) hoone (1983) sümboliseerib ilmekalt Eesti teaduse kuldaastaid Nõukogude perioodil. Praegu on see möödanik. Mõne aasta eest müüdi hoone Tartu Lõunakeskusele, sest see jäi ette Nõukogude ajal nii tagaigatsetud tarbimisühiskonna arengule

MÄRT RAHI

SCANPIX

Endel Lippmaa (1930–2015) oli üks väheseid täppisteadlasi, kes osales alates 1980. aastate lõpust aktiivselt Eesti poliitilises elus. Nii tema poliitiline kui ka teaduslik pärand on jätnud Eesti uusima aja arengule märgatava jälje

majanduslikus olukorras kasutasid ülikoolid „Nõukogude teadusmonstrumi" vastu tuntud vaenulikkust edukalt ära, et oma positsioone akadeemia arvelt kindlustada. Tugev argument oli seejuures paljudes maailma juhtivates teadusülikoolides valitsev õppe- ja teadustöö ühtsus. Akadeemiat ei aidanud lammutamisest päästa seegi kaval samm, kui 1994. aastal valiti selle tegevliikmeteks Tartu ülikooli rektor ja Eesti teadusnõukogu aseesimees Peeter Tulviste ning ülikooli prorektor Jaak Aaviksoo. 15. detsembril 1994. aastal vastu võetud Eesti teaduskorralduse seadusega muudeti akadeemia instituudid iseseisvateks institutsioonideks, millest enamik ühendati ajavahemikul 1996–1998 eelkõige Tartu ülikooli, Tallinna tehnikaülikooli (kuni 1989 Tallinna polütehniline instituut) ja Eesti põllumajandusülikooli (kuni 1991 Eesti põllumajanduse akadeemia), aga ka Tallinna pedagoogikaülikooliga (kuni 1992 Tallinna pedagoogiline instituut, alates 2005 Tallinna ülikool). See pikk ning valuline protsess võimaldas Tartu ülikoolil ja Tallinna tehnikaülikoolil taastada oma juhtivad kohad Eesti teadus- ja kõrgharidusmaastikul.

Riikliku iseseisvuse taastamine muutis kardinaalselt Eesti teaduse toimimise mehhanisme. Rootsist tellitud raportist alates hakkas Eesti teaduses järjest süvenema kõrge koteeringuga artiklite kirjutamise nõue, mis seoti omakorda rahastamisega. Selline teaduse rahastamise poliitika sobis hästi Nõukogude perioodil loodud ja vahepealsel perioodil maailmas esirinda tõusnud teadlasgruppidele ning realiseerus 2001. aastal vastu võetud Eesti teadus- ja arendustegevuse strateegias „Teadmistepõhine Eesti" – infotehnoloogiat, geenitehnoloogiat ja materjaliteadusi nimetati strateegias Eesti teaduse võtmevaldkondadeks.

Humanitaarteadlased, juristid ja majandusteadlased ei suutnud seevastu teadusrahastuse konkurentsis püsida, sest pidid algatuseks pühenduma nõukogudeaegsete õppekavade muutmisele ja uue aja nõuetele vastavate õppematerjalide koostamisele. Loodus- ja täppisteadlastel selline vajadus puudus. Kui humanitaarteadlased lõpuks kõrgelt koteeritud artiklite kirjutamiseni jõudsid, tõsteti kitsaskohana esile nende artiklite vähest mõjukust oma uurimisvaldkonnas. Järjest projektipõhisem rahastamine vähendas uuel iseseisvusperioodil nii Eestis viljeldavate teadusteemade arvu kui ka erialalist mitmekesisust. Teadusartiklite eelistamine õppetööle tõi kaasa Eesti teadlaste kirjutatud artiklite hüppelise kasvu tsiteerimisindeksites ja olulise tõusu maailma edetabelites. Teadustulemuste rakendatavuse osas pole Eestis aga suurt arenguhüpet tehtud. Nii nagu Nõukogude perioodil, käivad tööstus ja teadlased Eestis nüüdki valdavalt oma rada ja seda isegi sellisel Eestiga seotud rakenduslikul erialal nagu põlevkivikeemiatööstus.

Viimastel kümnenditel on oma mõjukust Euroopa edukate teadusülikoolide peres kasvatanud Tartu ülikool. Et ülikooli maailmas nähtavaks muuta, orienteeruti 1990. aastate alguses kiiresti ümber läände ning pingutati, et artiklitega rahvusvahelistesse andmebaasidesse jõuda. Et viia Eestis tehtavat teadust absoluutsesse tippu, pandi nii riigi kui ka ülikoolide tasandil paika prioriteetsed uurimisvaldkonnad ning korraldati suurema sünergia saavutamiseks ümber vanu teaduskondi. Sarnast teed käis veel enne Tartu ülikooli Eesti maaülikool ning viimastel aastatel on end Eesti teadusmaastikul üha enam kehtestamas ka järjest ambitsioonikam Tallinna tehnikaülikool.

Kui keerulistel 1990. aastatel aitasid Nõukogude Liidust tulnud rahade lõppemist tasakaalustada mitmetelt Lääne-Euroopa ülikoolidelt, teadusasutustelt ning erafondidelt (näiteks Avatud Eesti Fond) saadud toetused, siis täidavad seda rolli nüüdsel ajal mitmed erinevad Euroopa Liidu teaduse rahastamise instrumendid. Euroopa Liidu vahenditest on toetatud teadustööd, ehitatud või kaasajastatud Eesti ülikoolide hooneid ja varustatud need moodsa uurimisaparatuuriga. See tähendab, et Eesti teadus on jätkuvalt tugevas sõltuvuses välisrahastusest, mille vähenemine mõjutab kogu Eesti teadussüsteemi, suurendades konkurentsi niigi nappidele riigieelarvelistele eraldistele, millest tuleb enamasti teadlaste palgaraha. Samal ajal jätkub Eesti kõrgharidus- ja teadussüsteemis juba Nõukogude perioodist tuntud erialade dubleerimine, mida ülikoolid peavad tänapäeval vajalikuks, et „tekitada konkurentsi". Seejuures on dubleerimine suuresti tingitud ülikoolide omapärasest finantseerimiskorrast, mille järgi kaasneb iga tudengi või doktorandiga kindel pearaha, mis võimaldab ülikoolidel oma teadus- ja õppetegevust rahastada. Tugeva kriitika alla langes seetõttu ka Gunnar Oki raport (2015), mis seadis eesmärgiks ülikoolide ja erialade dubleerimist vähendada. Selline samm eeldanuks rahastuspõhimõtete muutmist poliitilisel tasandil, kuid valutum oli vanaviisi jätkata.

Kokkuvõttes on Rootsi teaduste akadeemias 1992. aastal Eesti teaduse arengu kohta koostatud raport tänaseni aktuaalne: publitseerimine on küll kordades paranenud, teadus- ja õppetöö ühendatud ning tänu Euroopa Liidule on meil ka kaasaegsed hooned ja teadusaparatuur, kuid kulud teadlastele ja nende järelkasvule tuleb suuresti katta Eestil endal, millega ei saada süsteemi suurust arvestades hakkama. Seega sõltub Eesti teadussüsteemi toimetulek nähtavas tulevikus juhtivate teadlaste võimest leida uurimistööks raha ikkagi Eestist väljapoolt. •

Erki Tammiksaar, teadusloolane

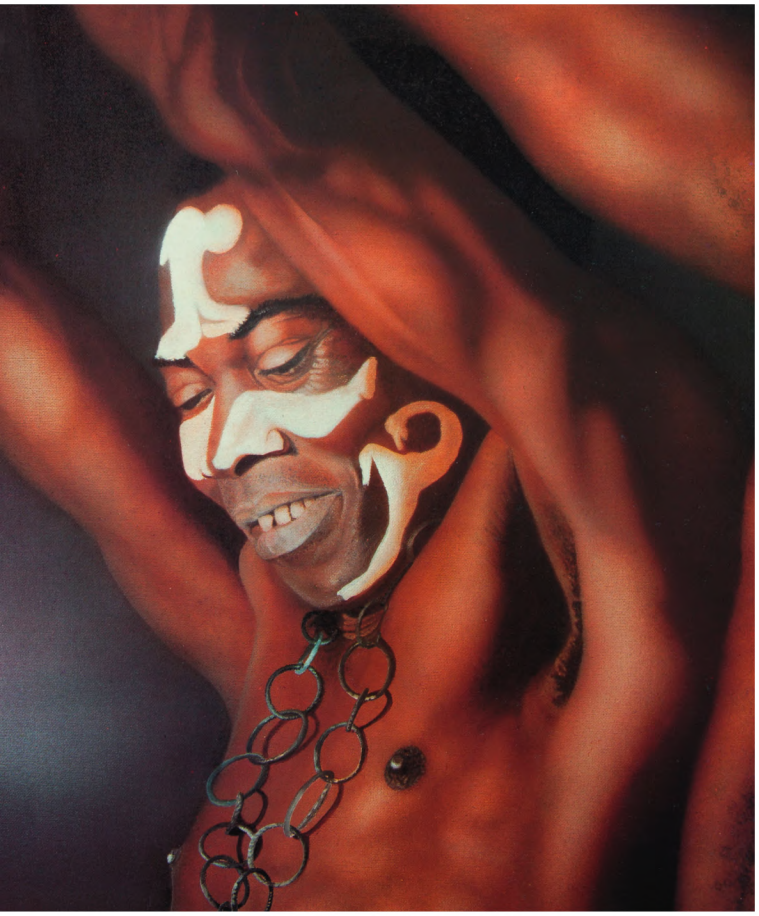
AAFRIKA

Kolonialismi pitser

Suuremale osale Aafrikast lõppes koloniaalaeg juba enam kui pool sajandit tagasi. Vaatamata sellele ei ole arutelud, kui palju on koloniaalne kogemus mõjutanud kontinendi lähiajalugu, kaugeltki lõppenud. Aafriklaste jaoks on tegu keerulise ja tihtipeale valulise teemaga.

Ehkki Aafrika ajaloos moodustab koloniaalperiood vaid lühikese episoodi, kiputakse selle kontinendi möödanikku pahatihti käsitlema vaid koloniaalajastu kontekstis ja seda isegi terminoloogiliselt (nt eelkoloniaalne, postkoloniaalne). Taolise lääneliku ajalookäsitlusega ei pruugi aafriklased, kes ei taha, et neid kuulutatakse ajaloovälisteks nähtuseks, aga sugugi nõustuda – ajalugu leidis Aafrikas aset ka enne eurooplaste saabumist.

Samuti ei ole kogu kontinendi kontekstis täpne piiritleda koloniaalajastut seda traditsiooniliselt tähistava ajavahemikuga 1884–1960. Koloniaalset ülemvõimu ei kehtestatud Aafrikas üheaegselt. Ehkki eurooplaste järkjärguline sissetung kulmineerus 19. sajandi kahel viimasel kümnendil, tekkis näiteks Lõuna-Aafrikas valgete püsiasundus juba 17. sajandi keskel ja nende ülemvõim kestis piirkonnas kuni 1994. aastani.



ALAMY / VIDA PRESS

Nigeeria muusik ja inimõiguste aktivist Fela Kuti (1938–1997)

Aafrika vallutamist võib pidada omalaadseks Euroopa tööstusrevolutsiooni manifestatsiooniks – kiire majandusareng tekitas nõudluse Aafrika tooraine järele ja muutis piirkonna ühtlasi atraktiivseks turuks Euroopa tööstustoodangule. Lisaks võttis kolonialism kui „domineerimise süsteem" – kui kasutada saksa ajaloolase Jürgen Osterhammeli sõnastust – Aafrikas erinevaid vorme. Kui klimaatiliselt sobivamates piirkondades (Alžeeria, Keenia, Lõuna-Aafrika Vabariik jm) kujunesid valgete asunike kolooniad suhteliselt suurteks, siis paljudes troopilistes asumaades koloniste praktiliselt polnudki.

Ehkki moraalselt ei saa kolonialismi õigustada, uskusid 19. sajandil Euroopas paljud, et „metslasrahvad" vajavad „tsiviliseerimist" ja koloniaalpoliitika on seega kantud õilsatest ideedest. Sellist suhtumist on tänapäeval kirjeldatud ka kui filantroopilist rassismi, mille olemus avaldub ilmekalt Briti impeeriumi õuelauliku Rudyard Kiplingi poeemis „Valge mehe koorem". Imperialistlikust ideoloogiast kantud luuleteos rõhutab valge mehe kohustust (*noblesse oblige*) kaitsta, harida ja valitseda lapsemeelseid loodusrahvaid.

Postkolonialismi uurija Robert Youngi hinnangul oli lääneliku hariduse ja maailmapildi juurutamine koloniseerimisprotsessi alguses siiski tagaplaanil, pigem oli tegemist protsessi juhusliku kõrvalsaadusega. Euroopa koloniaalriikide peamine eesmärk oli ikkagi kaubandus, majanduslik ekspluateerimine ja võimalusel ka piirkonna asustamine. Niinimetatud tsiviliseerimine tõi tihtipeale kaasa võõrandumise juurtest ning kolonisaatorite jäljendamise kõiges, sealhulgas kommetes ja riietuses, mistõttu peaks eestlastele tuttav kadakasaksluse probleem oma olemuselt ka aafriklastele mõistetav olema. Näiteks on tuntud Nigeeria muusik ja *afrobeat*'i muusikastiili rajaja Fela Kuti (1938–1997) kirjutanud Nigeeria pidžin-inglise keeles iroonilise laulu „Härrasmees" (*Gentleman*), milles ta naeruvääristab aafriklasi, kes eurooplasi narruseni imiteerivad, kandes troopilises kliimas sobimatuid läänelikke rõivaid.

Veel tänapäevalgi kiputakse koloniaalperioodist rääkides maha vaikima võimu kuritarvitusi ja genotsiidijuhtumeid, mis on endiste Euroopa koloniaalriikide jaoks kahtlemata ebamugav teema. Kuvand koloniaalajastust kui rahumeelsest perioodist, mil kristlikud misjonärid tegid ennastohverdavalt oma rasket tööd ja koloniaalvõimud hoolitsesid isalikult aafriklaste eest, on petlik. Osaliselt on selle loomises ilmselt süüdi ka niisugused Hollywoodi „klantsfilmid" nagu „Minu Aafrika" (*Out of Africa*), kus põliselanikud on jäetud

On arvatud, et genotsiidi tulemusena vähenes Kongo (tänapäeval Kongo DV) elanikkond pea poole võrra.

vaikiva statisti rolli, ainsa ülesandega luua euroopalastest asunike suhtedraamale kaunis ja idülliline taust.

Aafrika koloniaalajaloo üks süngemaid lehekülgi pärineb kahtlemata Belgia kuninga Leopold II (võimul aastatel 1865–1909) Aafrika eravaldusest – 1885. aastal Kesk-Aafrikas laiuval hiiglaslikul territooriumil välja kuulutatud Kongo Vabast Riigist, mida Belgia valitseja kuni 1908. aastani eraarmee abil enda kontrolli all hoidis. Nimele vaatamata ei olnud sel asumaal vabadusega mingisugust pistmist, sisuliselt oli tegu orjandusliku riigiga. Koloonia üheks tulutoovamaks kaubaartikliks kujunes kautšuk, mis moodustas tollasest Kongo ekspordist ligikaudu 80%. Saadud tohutud kasumid ei kulunud Belgia kuningal aga paraku investeeringutele Kongosse, vaid hoopis uhkete paleede, parkide ja avenüüde rajamisele kodumaal ning privaatparadiisile Cap Ferrat's Prantsuse Rivieral. Rahvusvahelise tähelepanu keskmesse sattus Kongo 19. sajandi lõpukümnendil, kui piirkonnas puhkesid ülestõusud. Kongos toimunud genotsiidi paljastamises mängis olulist rolli Briti konsul Roger Casement, kelle 1903. aastal ilmunud raport tõi avalikkuse ette sealsete kautšukikogujate töötingimused. Tema kirjeldustele lisandusid fotod köndistatud aafriklastest, keda oli sel moel karistatud kogumisnormide täitmatajätmise eest. Kuid see oli vaid kaduvväike osa tegelikult toimunud julmast vägivallast – on arvatud, et genotsiidi tulemusena vähenes Kongo (tänapäeval Kongo DV) elanikkond pea poole võrra. Juhtunu avalikustamine tõi kaasa vastutavate ametnike arreteerimise ja sundis Leopold II andma Kongo üle Belgia valitsusele.

Aafrika iseseisvusperioodil on palju räägitud ka neokolonialismist ehk välisriikide jätkuvast majanduslikust ja poliitilisest kohalolekust ning varjatud ülemvõimust. 21. sajandil on aafriklased hakanud järjest suuremat tähelepanu pöörama aga veel ühele kolonialismi teisenenud vormile, nagu seda kohapeal nähakse – ideoloogilisele neokolonialismile. Näiteks kirjutab sellest oma äsjailmunud raamatus „Sihtmärk Aafrika" (*Target Africa*) Nigeeria päritolu teadlane ja inimõiguste aktivist Obianuju Ekeocha. Julge naine, kes on kaitsnud oma seisukohti nii meedias kui ka ÜRO-s, heidab majanduslikult ja kultuuriliselt domineerivatele lääneriikidele ette mõjuvõimu liigset kasutamist. Nii surutakse tema sõnul arenguabi andmise varjus aafriklastele peale kultuurilisi ja sotsiaalseid käitumisnorme (sh individualistliku maailmapildi juurutamine, läänes levinud hedonistliku elustiili tutvustamine), mis on vastuolus kohalike kommete ja väärtushinnangutega ning mõjub hävitavalt traditsioonilisele peremudelile. Muuhulgas kritiseerib ta teravalt Sahara-tagusele Aafrikale

ALAMY / VIDA PRESS

Köndistatud aafriklased, keda on karistatud kautšuki kogumisnormide täitmatajätmise eest. Karistada said tihtipeale mitte kogujad ise, sest töökäsi oli hädasti vaja, vaid nende pereliikmed: naised ja lapsed, kellel raiuti üldjuhul maha parem käsi

suunatud sündivuse kontrolliga tegelevaid nn pereplaneerimise programme, mis teenivad oma pealiskaudsuses pigem lääne, mitte Aafrika huvisid, ning on tema hinnangul filantroopilise rassismi 21. sajandi versioon. Rahvastiku suurenemise tõttu kiputakse Aafrikat pidama järjest enam „koormaks" doonorriikidele, ehkki kontinendi elanikkonna arv on tegelikult võrdväärne temast territoriaalselt oluliselt pisema Hiina või Indiaga. Nii sobib siinkohal lõpetada Obianuju Ekeocha nukra tõdemusega: „Vahel mõtlen ma Aafrikast kui vaeslapsest, kes elab nappidest annetustest ja ei tea paraku midagi oma suurest pärandusest." •

Karin Veski, Tartu ülikooli uusima aja lektor

INDREK KOLKA

GAIA KOSMOSETELESKOOP PÜSTITAB REKORDEID

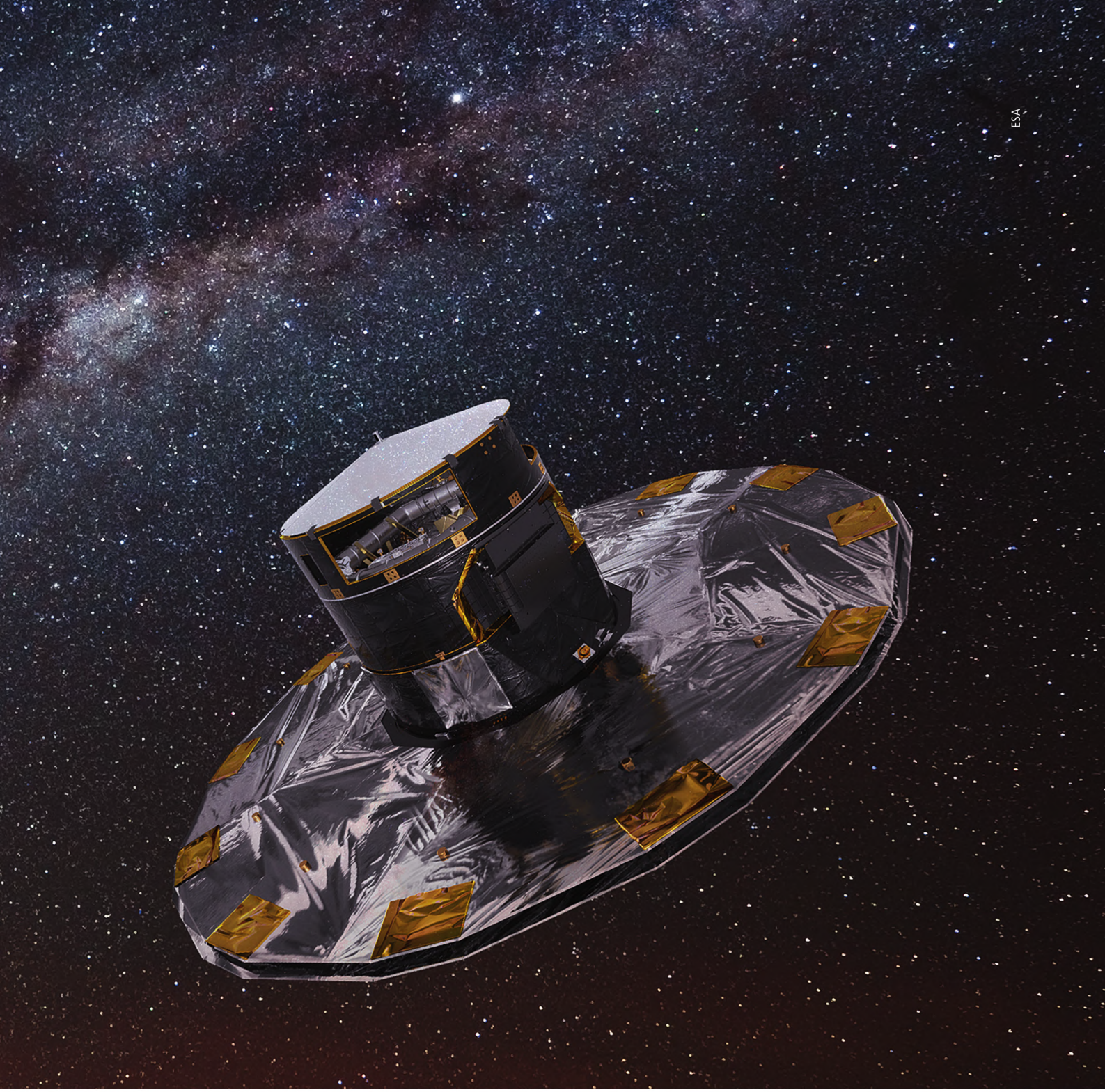
Teadusuuringutes pole rekordite püstitamine ju omaette eesmärk. Mõnel juhul on aga ettevõtmine piisavalt uuenduslik, et võrdlus senitehtuga võimaldab kasutada spordisõnavara. Järgnevas selgub, milliseid astronoomia-ülesandeid aitab lahendada kosmoseteleskoop Gaia ja kas seejuures saab ka rekorditest rääkida.

Missioonile Gaia seatud eesmärke on hea iseloomustada, võttes abiks maapealsed sotsioloogilised uuringud. Viimaste puhul on katsetes selgunud, et kui vaatlusalusest kogukonnast on küsitlustega hõlmatud vähemalt üks (juhuslikult valitud) protsent, siis on saadud tulemused usaldusväärsed. Gaia teeb piltlikult öeldes sedasama meie koduses Linnutee galaktikas – mõõdab väga suure täpsusega ära umbes 1% tähtede asukohad (koordinaadid) taevasfääril ning lisaks nende näiva heleduse ja värvuse.

Umbes ühel kümnendikul vaadeldavatest objektidest (heledamad tähed) määratakse nn Doppleri nihet kasutades nende vaatekiire sihile projekteeruv liikumiskiiruse komponent, mida nimetatakse radiaalkiiruseks.

Kolm mõõtvat instrumenti

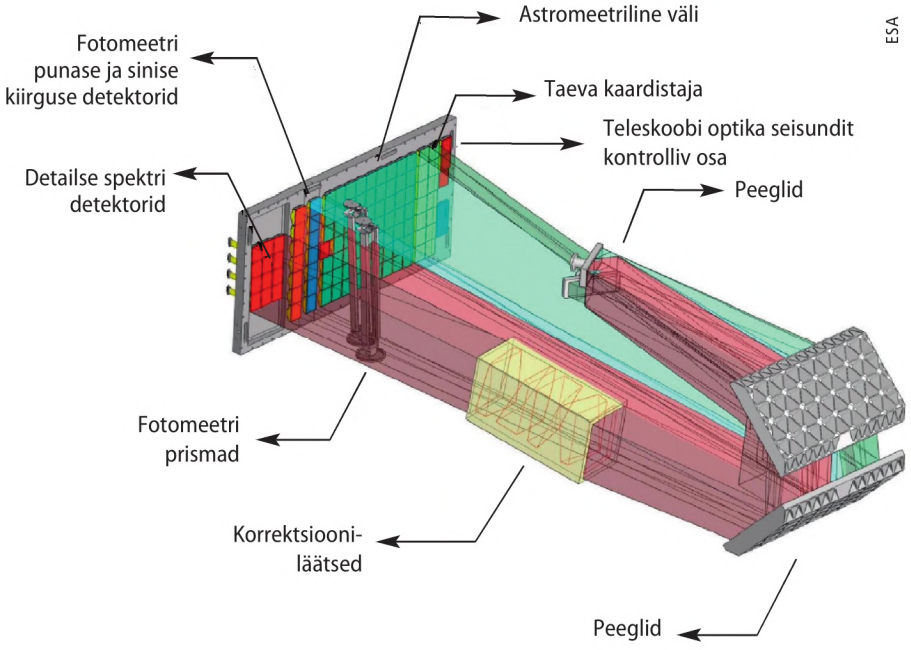
Teleskoop viidi kosmosesse ümber Päikese tiirlema 2013. aasta 19. detsembril ja rutiinseid vaatlusi alustas see 25. juulil 2014, et töötada vähemalt 2020. aastani. Just pikaajaline vaatlusseeria, mille jooksul igat mõõdetavat tähte pildistatakse keskmiselt 70 korda, kindlustab teadlastele andmed, mis võimaldavad registreeritud asukohtade põhjal määrata ka tähtede



kaugused ja nende väikese nihkumise (nn omaliikumise vaatekiirega ristisuunas) paigalseisva taustsüsteemi suhtes. Kirjeldatud mõõtmiste tegemiseks on kosmoseteleskoobiga seotud kolm instrumenti. Üks fikseerib tähtede positsioonid ja heledused, teine kiirgusspektri eri piirkondade heleduse põhjal nende värvuse ning kolmas registreerib kindla lõigu spektrist, milles avalduv neeldumisjoonte Doppleri nihe esindab otsitavat radiaalkiirust. Kõik kolme tüüpi kujutised salvestab umbes miljardipiksline mosaiikne digikaamera (joonis 1).

Praegu on Gaia töö veel pooleli, kuid siiski on juba avalikustatud kaks esialgset andmeväljastust (2016. aasta septembris ja tänavu aprillis), mille põhjal saab hinnata selle võimekust. Seni mõõdetud objektide arv on tõesti rekordiline – 1,7 miljardi tähe kohta

Seni mõõdetud objektide arv on tõesti rekordiline – 1,7 miljardil tähe kohta on teada asukohad ning 1,3 miljardi kohta heledused, kaugused ja omaliikumised.



1 **Skeemil on kujutatud kolm Gaia instrumenti koos neisse peeglite abil suunatud valguskiirtekimbuga, mis kiirgusdetektorile jõudes on kas terav tähekujutis täpseks asendimõõtmiseks või prismade abil „siniseks" ja „punaseks" kiirguseks jagatud spektri kujutis või kolmandana difraktsioonivõret ja korrektsiooniläätsi läbinud detailne spekter Doppleri nihke mõõtmiseks. Detektoril on lisaks veel teleskoobi optika seisundit kontrolliv osa ja nn „taevakaardistaja" piirkond, mille abil juhitakse instrumentidega kujutiste registreerimist**

on teada asukohad ning 1,3 miljardi kohta heledused, kaugused ja omaliikumised. Kuna hinnangute järgi on meie galaktikas umbes 200 miljardit tähte, siis objektide arvu mõttes ongi jõutud peaaegu 1% esindatuse eesmärgini. Kõnealuseks teiseks andmeväljastuseks on suudetud analüüsida siiski vaid esimese 22 kuu jooksul (kuni 2016. aasta maini) kogutud vaatlusandmeid, nii et veel võib oodata registreeritud tähtede arvu kasvu, aga eriti mõõtmistäpsuse pidevat suurenemist ja üksikobjekti kohta saadaval oleva info mitmekesistumist. Näiteks radiaalkiirusi on hetkel määratud vaid seitsmele miljonile tähele plaanitud 150 miljonist.

Mõõtmiste täpsuse paranemist iseloomustab hästi koordinaatide määramise viga. Kui enne Gaia missiooni oli tüüpiline parim määrang veaga 0,001 kaare- ehk nurgasekundit, siis praegune tase on vaid 0,00002–0,00004 kaaresekundit. Näiteks kui 1-eurone münt asetada endast nelja kilomeetri kaugusele, siis tekib selle diameetri otste vahele 1-kaaresekundiline vaatenurk, täiskuu diameeter paistab taevas aga umbes 0,5-kaarekraadise ehk 1800-kaaresekundilise nurga all. Seega on Gaia saavutatud mõõtmistäpsus rekordiväärline.

Gaia kolmas jooksvate andmete avalikustamine on plaanis 2020. aasta lõpus ning täielik viie aasta pikkust missiooni kokkuvõttev kataloog peaks valmima 2022. aastal. Lõplikku andmebaasi pannakse kirja kõik Gaia tähevaatlused. Heledusmõõtmiste korral on seeläbi võimalik hinnata objektide muutlikkust ligi kahe miljardi tähe põhjal. 2018. aasta arhiivi alusel saab sama hinnangut teha ainult poole miljoni muutliku tähe näitel – siiski, hinnanguliselt on neist umbes pooled uusavastused.

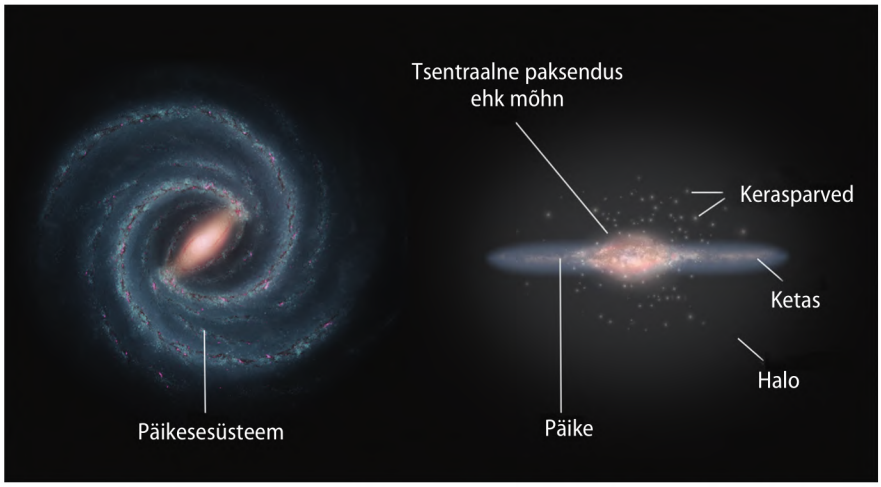
Kuna Gaia pildistab kogu taevast rutiinse plaani järgi, siis jäävad kaadrisse ka Päikesesüsteemi väikekehad, eristuvad tähed teistest Lokaalsesse Gruppi kuuluvatest galaktikatest (M31 ehk Andromeda galaktika, Suur ja Väike Magalhaesi Pilv jt) ning ka väga kauged kvasarid (universumi sügavuses asuvad aktiivsete galaktikate suure heleduskontrastiga tuumad). Näiteks Päikesesüsteemi asteroide on praeguses arhiivis umbes 14 000 ja kvasareid umbes 0,5 miljonit. Viimastel on täita eriline roll – just nemad moodustavad (tänu oma ekstreemsele kaugusele meist) mõõtmistäpsuse piirides liikumatu taustsüsteemi, mille suhtes saab mõõta teiste (lähemate) objektide asukohta ning omaliikumist. Siinkohal on sobiv lisada, et kahte liiki andmeid avaldatakse vastavalt Gaia avastustele pidevalt. Kõik järsud heledusmuutused mõne objekti vaatlusreas kajastuvad välkuudisena vastaval veebilehel (alates augustist 2014 on olnud umbes 5000 sellist juhtumit). Gaia vaateväljas ootamatult kiiresti liikuvad sihtmärgid on tõenäoliselt Päikesesüsteemi väikekehad ja ka neist teatatakse võimalikult kiiresti (alates detsembrist 2016 ligi 1800 korral).

Kuna Gaia pildistab kogu taevast rutiinse plaani järgi, siis jäävad kaadrisse ka Päikesesüsteemi väikekehad, eristuvad tähed teistest Lokaalsesse Gruppi kuuluvatest galaktikatest ning ka väga kauged kvasarid.

Enneolematu andmehulk

Nii senist kui ka lõplikku Gaia andmepanka iseloomustavad erisugused rekordid. Mida astronoomid koguneva enneolematult suure ja täpse andmehulgaga peale hakkavad? Alustama peab sellest, et peaaegu kogu maailmaruumi uuriv teadus on uudishimuteadus. Kui inimestel kaoks mingil põhjusel võimalus olla uudishimulik, siis kaoksid ka seda tüüpi teadused. Teisalt, usaldusväärsed vastused inimkonda huvitavatele küsimustele Päikese käitumisest ja elueast või terve Maa elustikku ohustavatest meteoriitidest sõltuvad otseselt astronoomia abiga kogutud tarkusest. Millises suunas laiendavad siis Gaia andmetel põhinevad uued teadmised meie uudishimuhorisonti? Kas täpsustavad need ka meie igapäevaelu puudutavat tulevikku?

Eelkõige teeb Gaia „täheloendust" Linnutee galaktikas ja tänu sellele paraneb märkimisväärselt meie ettekujutus suurest spiraalsest tähesüsteemist, kuhu kuulume koos Päikesega (joonis 2). Eesmärk on selgem arusaam Linnutee praegusest ehitusest, selle tekkimisest ja edaspidisest arengust. Siinjuures on tähtis mõista, et 1% täheesindus, mis pärineb kõigist



ESA

2 **Skemaatiline pilt praegusaegsest ettekujutusest meie spiraalse kodugalaktika, Linnutee ehitusest. Päikesesüsteem asub galaktika tsentrist ligikaudu 25 000 valgusaasta kaugusel**

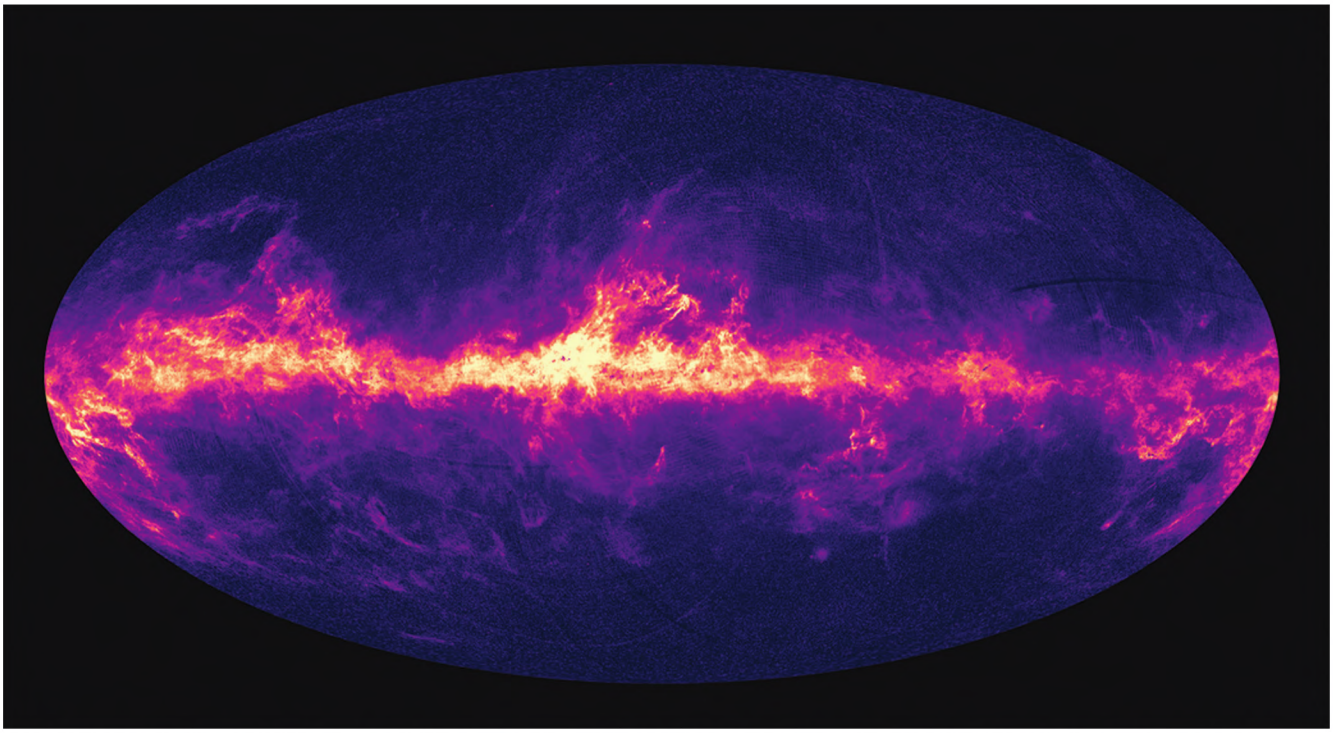
Gaia andmestikust ilmneb üllatav info, et Linnutee halos eksisteerib tähepopulatsioon, mille tiirlemise suund on enamiku tähtedega võrreldes vastupidine. Tõenäoliselt pärinevad need „vastuvoolu" liikuvad tähed ühest teisest, väiksemast galaktikast, mille meie massiivsem kodugalaktika kunagi endasse neelas.

võimalikest vaatlussuundadest, kirjeldab tegelikult üsna ulatuslikku osa süsteemi ruumalast. See on saavutatav tänu loomu poolest suure heledusega (kiirgusvõimsusega) tähtedele, mida nimetatakse hiidudeks või ülihiidudeks. Tugevam kiirgus lubab selliseid objekte tuvastada palju kaugemalt kui Päikese-sarnaseid kääbustähti.

Lisaks kaugusele takistab Linnutee süvavaatlusi ka tähtedevahelises ruumis paiknev gaas ja tolm, mille tekitatud „kardin" muutub Päikesest eemaldumisel järjest paksemaks ning varjab tähti. Just Galaktika keskme suunas on läbipaistvus kõige piiratum ja kitsendab seetõttu Gaia uuritavat ruumala. Siiski hõlmab Gaia andmestik piisavalt erinevaid galaktilisi allstruktuure (nt hajusparved, kerasparved, spiraalharud, halo jne), mille käsitlemine loobki lõpuks pildi süsteemi ehitusest ja evolutsioonist.

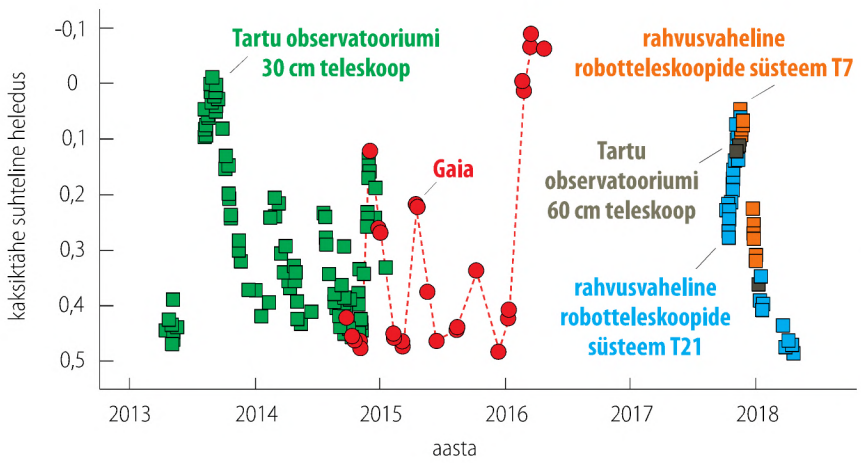
Teine andmeväljastus on alles väga värske ja ilmunud on eelkõige seda iseloomustavad ülevaateartiklid. Tehes valikut nii neist kui ka varemavaldatust, saab näiteks osutada üllatavale tulemusele, et Linnutee halos eksisteerib tähepopulatsioon, mille tiirlemise suund on enamiku tähtedega võrreldes vastupidine. Tõenäoliselt pärinevad need „vastuvoolu" liikuvad tähed ühest teisest, väiksemast galaktikast, mille meie massiivsem kodugalaktika kunagi endasse neelas.

Gaia missiooni erakordne koordinaaditäpsus ulatub Linnutee galaktikast väljapoole, andes näiteks tulemuseks, et esimest korda on näha Suure Magalhaesi Pilve pöörlemist



ESA / GAIA / DPAC

Gaia 2014. aasta juulist kuni 2016. aasta maini kogutud vaatlusandmete põhjal koostatud taevapilt, mis näitab tähtedevahelise tolmu (pildil heledama värviga) jaotumist meie Linnutee galaktikas



ALLIKAS: TARTU OBSERVATOORIUM

3 **Käesoleva loo autor on koos kolleegidega asunud Luige tähtkujus uurima üht huvitavat kaksiktähte MT91 213, mille heledus pulseerub üsna ebakorrapäraselt, muutudes ajuti miinimumiga võrreldes kuni 1,7 korda heledamaks. Joonis kirjeldab heleduse muutlikkust viimase viie aasta jooksul. Heledust on mõõdetud kindla konstantse võrdlustähe suhtes (vertikaalteljel on väärtused nn tähesuuruste skaalas, kus väiksem arv tähendab suuremat heledust). Vaatlusi on tehtud viie erineva teleskoobiga, kusjuures Gaialt saadud mõõtmised täidavad edukalt vahepealsetel aastatel tekkinud tühimikku**

otsepildis ning et on võimalik määrata meie kaaslasgalaktikate orbiite Lokaalse Grupi piires.

Võimalike „komeedisadude“ prognoosid

Päikesesüsteemi tuleviku kirjeldamiseks on tähtis teada, kas mõni naabertähtedest satub meile piisavalt lähedale, et häirida neid komeete, mille „kodu” on nn Öpik-Oorti pilves Päikesest kuni 100 000 korda kaugemal kui Maa (võrdluseks – vahemaa praeguse lähima täheni on sellest rohkem kui kaks korda suurem). Niisugune häiritus võib saada põhjuseks, et tekib „komeedisadu” süsteemi tsentri ehk planeetide suunas ja suureneb ka kokkupõrke tõenäosus Maaga. Olemasolevad Gaia andmed näitavad, et tugevaimat mõju on oodata ligikaudu 1,3 miljoni aasta pärast suhteliselt jahedalt (pinnatemperatuur 4000 K) kääbustähelt nimega Gl 710, mis liigub lausa komeedipilve sisse. Väiksema mõjuga lähenemisi juhtub ka varem, aga mitte enne paarisaja aastatuhande möödumist. Need hinnangud pole siiski lõplikud, sest arvutuste üheks oluliseks aluseks olevaid radiaalkiiruste mõõtmisi on arhiivis veel suhteliselt vähe.

Tartu observatooriumi tähefüüsikud on olnud Gaia missiooniga seotud alates aastast 2001, kui ettevalmistustööd olid veel algusjärgus. Eestimaine panus on toetunud siinsele uurimistraditsioonile ning pidanud arvestama olemasoleva inimressursi ja piiratud rahastusega. Sellest lähtuvalt valiti tegevussuunaks niisuguste meetodite leidmine ja vastavate analüüsialgoritmide koostamine, mis suudaksid Gaia tohutust objektihulgast automaatselt eristada ja võimalusel klassifitseerida tähetüüpe, mille uurimisel on Eestis pikaaegne kogemus. Kõige tundlikum info nimetatud ülesande lahendamiseks sisaldub kaadrites, mida salvestab tähtede värvust mõõtev spektraalinstrument. Gaia esimese 22 vaatluskuuga kogutud spektraalandmete täpsus pole veel nõutaval tasemel, seetõttu on praegu kataloogis kirjas vaid kaks summaarset kiirgusvoogu. Üks neist iseloomustab jämedalt objekti optilise spektri lühilainelist, teine pikalainelist poolt. Andmetöötluse praegusel etapil ei kasutata seega veel neid spektri detailidest sõltuvaid meetodeid ja algoritme, mille väljatöötamise juures on olnud Eesti astronoomid. Tõele otsa vaadates peab lisama, et 2014. aastal puudunud rahastus ja 2015. aastast alates toimiv miinimumrahastus pole võimaldanud tähefüüsikutel enam andmeanalüüsi etappide viimistlemisel kaasa lüüa, mistõttu ei pruugi nende panus olla lõpuks märgatavgi.

Optimistlikuma poole pealt vaadates saab aga tuua näite, kuidas Gaia praegusest avalikust arhiivist leitud heledusmõõtmised täiendavad oluliselt üht pikka vaatlusrida, mis on käesoleva loo autoril alusmaterjaliks ühe väga huvitava kaksiktähe, MT91 213 jätkuval uurimisel (joonis 3).

Astronoomid on tuttavad nii tähistaeva ilu kui ka selle uurimiseks ja mõistmiseks vajaliku töö rutiiniga. Ilmselgelt annab kosmoseteleskoop Gaia põhjust ikka ja jälle neisse mõlemasse süveneda. •

GAIA KOSMOSETELESKOOP NUMBRITES

Kosmosesse lennutamise aeg: 19. detsember 2013
Vaatluste algus: 25. juuli 2014
Kaugus Maast: 1 500 000 km
Tiirlemisperiood: 180 päeva
Mõõtmed: läbimõõt 10 m, kõrgus 3 meetrit
Kaal: 1392 kg
Päikesepaneelide võimsus: 1910 W
Digikaamera tundlikkus: 1 miljard pikslit (võimeline registreerima tähti, mille heledus on inimsilmale nähtavast 400 000 korda väiksem)
Andmeedastuskiirus: 5 Mbit/s
Kogutud andmete maht (seisuga 29. juuni 2018): 54 454 GB
Teostatud astromeetriliste mõõtmiste hulk (seisuga 29. juuni 2018): 1,032 triljonit
Teostatud fotomeetriliste mõõtmiste hulk (seisuga 29. juuni 2018): 208,6 miljardit
Teostatud spektromeetriliste mõõtmiste hulk (seisuga 29. juuni 2018): 19,9 miljardit
Oodatav tööiga: 5 aastat (kuni aastani 2020)

ALLIKAS: ESA

Indrek Kolka (1948) on astronoom, Tartu observatooriumi tähefüüsika osakonna vanemteadur. Teadustöös on keskendunud peamiselt kuumade üliheledate tähtede spektroskoopiale ja fotomeetriale ning neid tähti kirjeldavatele mudelitele. On teinud kindlaks kuumade üliheledate muutlike tähtede prototüübi P Cygni spektrimuutlikkuse iseloomu.

TELESKOOP.EE

BRESSER®

Bresser Messier
NT-130 EXOS-1
ø130 mm, F=1000 mm
Eesti populaarseim
esimene teleskoop
469 €

Bresser Messier
NT-150L/1200
ø 150 mm; F=1200 mm; F/8
6×30 otsija, 26 mm okulaar (46×)
Exos-1 - 499 €
Exos-2 - 599 €
Exos-2 Goto (pildil) **- 949 €**

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

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

Bresser Messier AR-102
ø 102 mm, F=1000 mm
Exos-2 - 599 €
Exos-2 GOTO - 949 €

Võta julgelt ühendust!
Ostueelne ja -järgne
nõustamine
eesti keeles.

Stereomikroskoop
Researcher ICD LED
Suurendus 20–80×
Reguleeritav pealt- ja
altvalgustus
Toimib ka õues (akutoide)
239 €

Mikroskoop Biolux NV
Suurendus 20–1280×.
Kohver ja vajalikud tööriistad,
PC okulaar (1280×720 px),
pealt- ja altvalgustus,
peennihikuga slaidihoidik
Sobilik lapsele ja koolile!
129 €

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

Päikeseteleskoop LUNT
ø alates 50 mm
Põnev astronoomia
keset päeva!
alates 1480 €

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

Hobusepea udukogu, NASA/ESA/STScI

MAI-JUUNI KOSMOSES: SIHIKUL ON MARSS, KUU TAGAKÜLG JA ASTEROID RYUGU

• Maandur Marsi poole:
5. mail startis Vandenbergi õhujõudude baasist Californias kanderakett Atlas V, pardal maandur InSight, mille sihtmärk on meie naaberplaneet Marss. 993 miljonit dollarit maksma läinud projekti eesmärk on saada uusi teadmisi Marsi sisemuses valitsevate tingimuste kohta, anda uusi andmeid kavatsuste jaoks lennutada sinna mehitatud ekspeditsioon ning selgitada täpsemalt, kuidas Maa-tüüpi planeedid formeerusid miljardeid aastaid tagasi. Plaanis on ka puurida 3–5 meetrine puurauk – viisteist korda sügavam, kui seni suudetud. Lend Marsile peaks kestma 6 kuud ning maandumine on planeeritud 26. novembrile.

• Teaduslik materjal ISS-ilt tagasi:
5. mail eraldus kosmosejaamast ISS firma SpaceX-i mehitamata veolaev Dragon, et tuua Maale tagasi umbes 1,8 tonni põhiliselt teadukseksperimentide tulemusi, sh laborihiired, kelle luustiku muutusi kaaluta olekus hakatakse uurima, aga ka külmutatud taimede, putukate ja inimese koerakke. Mõne tunni möödudes maandus veolaeva kapsel edukalt Vaiksesse ookeani. Dragon saabus ISS-i 4. aprillil ja oli SpaceX-i 14. selline missioon.

• Space X-i täiustatud kanderakett:
11. mail startis NASA Kennedy kosmodroomilt SpaceX-i täiustatud kanderakett Falcon 9, viies orbiidile Bangladeshi esimese tehiskaaslase Bangabandhu-1. Uue Falcon 9 esimene aste on loodud enam kui kümneks korduvaks stardiks, sh ka korduvstardiks ööpäeva jooksul. Maandumine toimus pargasele Atlandi ookeanis.

NASA/ JPL

Kunstniku nägemus InSightist Marsil

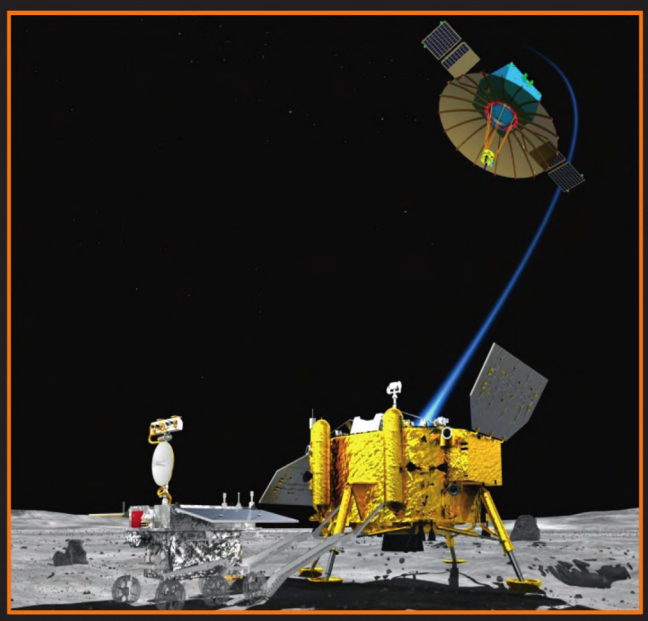
• Kosmosekõnd ISS-il:
16. mail väljusid rahvusvahelisest kosmosejaamast ISS avakosmosesse NASA astronaudid Richard Arnold ja Andrew Feustel, et vahetada välja ja kontrollida üle kaks välist jahutussead-et hüüdnimedega „Lekkiv" ja „Härmas". Seadmete ülesanne on hoida külmas kosmosejaama akupatareid. Töö väljaspool ISS-i kestis 6 tundi ja 31 minutit.

• Uued eksperimendid ISS-ile:
20. mail startis USA Virginia osariigis asuval Wallopsi saarel paiknevalt stardiseadmelt Orbital ATK kanderakett Antares koos mehitamata veolaevaga Cygnus, et viia kosmosejaama ISS 3,5 tonni lasti. See oli Orbital ATK üheksas niisugune missioon. Pardal olid vahendid 43 uueks teadukseksperimendiks, sh seade, mille abil saab saavutada kõige madalama inimtekkelise temperatuuri universumis – 10 miljardit korda külmema kui kosmilise vaakumi temperatuur. Selle käigus aeglustatakse aatomeid, kuni nad on peaaegu liikumatud. Cygnus jäi ISS-iga põkatuks kuni 15. juulini, veolaev lastiti jäätmetega ning lasti taassisenemisel Maa atmosfääri ära põleda.

• Hiinlaste plaanid Kuul:
21. mail startis Hiinas Xichangi stardikeskusest kanderakett Long March-4C, viies kosmosesse relee-sidesatelliidi Queqiao. Satelliidil on võtmetähtsusega roll Hiina plaanis maandada selle aasta lõpu poole pehmelt Kuu tagaküljele sond Chang'e 4 ja opereerida seal kulguriga. Seni on Kuu tagakülge vaid fotografeeritud, ühtki sondi sinna maandunud pole. Relee-satelliit hakkakski vahendama sidet Maal asuva juhtimiskeskuse ning Kuu tagaküljel asuva maanduri ja kulguri vahel.

SPACEX

Falcon 9 start, millega viidi orbiidile Bangladeshi esimene satelliit



HIINA TEADUSTE AKADEEMIA

Kunstniku nägemus Chang'e 4 ja sidesatelliidi Queqiao tööst Kuul

NASA

(Ees vasakult) Sergei Prokopjev, Alexander Gerst ja Serena Auñón-Chancellor on jõudnud ISS-i. Neid tulid tervitama (taga vasakult) Oleg Artemjev, Andrew Feustel ja Richard Arnold

- **Uued satelliidid:**
22. mail startis Californias Vandenbergi õhujõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile kaks USA-Saksamaa teadussatelliiti ja viis kommertssidesatelliiti. Falcon 9 esimene aste oli esimest korda kasutuses juba jaanuaris Floridas toimunud stardil. Seekord seda maandada ei üritatud. Teadussatelliitidega täpsustatakse gravitatsioonimõõtmiste abil muudatusi Maa jääkattes ning järvede ja merede veetasemetes.

- **Kosmoselennuki testlend:**
31. mail sooritas oma teise iseseisva testlennu firma Virgin Galactic kosmoselennuk VSS Unity. Startinud kandelennukil VMS Eve, eraldus VSS Unity sellest ettenähtud kõrgusel, käivitas oma mootori, seiskas selle ning viis seejärel oma sabatüürid maandumisasendisse ja maandus edukalt, lõpetades sellega testlennu. Enne kosmoseturistide pardalevõtmist on vaja sooritada veel vähemalt üks täiemõõtmeline testlend.

- **Mehed ISS-ilt tagasi:**
3. juunil maandus Kasahstani stepis Vene kosmoselaeva Sojuz maandumiskapsel, tuues kosmosejaamast ISS Maale tagasi Vene kosmonaudi Anton Škaplerovi, ameeriklase Scott Tingle'i ja jaapanlase Norishige Kanai, lõpetades nende 168 päeva kestnud missiooni.

- **Uus sidesatelliit:**
4. juunil startis Canaverali neeme õhujõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile 5,4 tonni kaaluva Luksemburgi sidefirma satelliidi SES. Satelliidiga luuakse andmesidekaetus üle Aasia, Vaikse ookeani regiooni ja Lähis-Ida. Kuna kanderaketi kiirendi oli juba korra kasutuses olnud (septembris 2017) ja et SpaceX võtab kasutusele uut tüüpi kanderaketi, siis seekord ei üritatudki kanderaketi esimest astet maandada.

- **Uued inimesed ISS-i:**
6. juunil startis Kasahstanis Baikonuri kosmodroomilt Vene kanderakett Sojuz FG koos kosmoselaevaga Sojuz MS-09, et viia kosmosejaama ISS kolm uut meeskonnaliiget – NASA astronaudi Serena Auñón-Chancellori, ESA astronaudi Alexander Gersti ja Sergei Prokopjevi Roskosmosest. Nende kuuekuuline missioon sisaldab umbes 250 eksperimenti bioloogias, maateadustes, füüsikas ja teistes teadusharudes. Kosmoselaev põkkus ISS-iga 8. juunil.

- **Kosmosekõnd ISS-il:**
14. juunil väljusid astronaudid Andrew Feustel ja Richard Arnold rahvusvahelisest kosmosejaamast ISS peaaegu seitsmeks tunniks avakosmosesse ning seadsid üles televisioonikaamerad lähitulevikus saabuvate uute kosmoselaevade põkkumiste jälgimiseks.

NASA

Andrew Feustel 14. juuni kosmosekõnnil

- **Naisastronaut erru:**
15. juunil teatas oma errumineku st 58-aastane USA biokeemikuharidusega astronaut Peggy Whitson. Tema nimel on mitu Ameerika rekordit: kõige kauem kosmoses viibinud ameeriklane (665 ööpäeva kolme ISS-i missiooni jooksul) ning kõige rohkem (10 tundi) avakosmoses viibinud naine. Ta oli esimene (ja kahekordne) ISS-i naiskomandör ning vanim kosmoses käinud naine. Samuti oli ta ainuke naine, kes on juhtinud NASA astronautide korpust.

- **Jaapani sond uurib asteroidi:**
27. juunil jõudis Jaapani kosmoseagentuuri JAXA kosmosesond Hayabusa2 oma sihtmärgini, seades end vaatlusposit-sioonile sisse umbes 20 kilomeetri kaugusel asteroidist Ryugu – umbes 300 miljoni kilomeetri kaugusel Maast. Kuna asteroid sisaldab arvatavalt suhteliselt palju orgaanilist ainet ja vett, siis loodetakse sealt saada uut infot elu tekkimise kohta Maal. Uurimisperiood kestab 18 kuud ja järgmise etapina on ees proovivõtmiseks sobivate kohtade valik.

JAXA

Kunstniku nägemus Hayabusa2 lähenemisest asteroidile Ryugu

- **Varustust ISS-ile:**
29. juunil startis Canaverali neeme kosmodroomi stardikompleksilt nr 40 SpaceX-i taaskasutatud kanderakett Falcon 9 koos veolaevaga Dragon, viies rahvusvahelisse kosmosejaama ISS 2,7 tonni varustust, sh tehisintellektiga roboti ja geneetiliselt identsed hiired. Ka veolaev Dragon oli taaskasutuses.

Jüri Ivask
Horisondi kosmosekroonik

F
FÜÜSIKA

OLEG KOŠIK

RICHARD LUHTARU TOPELTVÕIT

Aprill-mai oli tavakohaselt tihe periood füüsikavõistluste rindel. Aprilli keskel peeti Tartus füüsikaolümpiaadi lõppvoor, aprilli lõpus toimus Tallinnas traditsiooniline Põhja-Balti füüsikaolümpiaad, mai lõpus osales Eesti võistkond 2. Euroopa füüsikaolümpiaadil Moskvas. Neist kahel viimasel saavutas üldvõidu Richard Luhtaru.

Füüsikalümpiaadi lõppvoor

Eesti 65. füüsikaolümpiaadi lõppvoor toimus 14.–15. aprillil, selleks tuli Tartusse kokku 108 noort füüsikahuvilist 8.–12. klassist üle terve Eesti. Füüsikaolümpiaadi lõppvoorus lahendatakse ülesandeid kahes vanuserühmas: gümnaasiumis ja põhikoolis. Kummaski rühmas pakutakse lahendamiseks kümme erineva raskusega teooria- ja kaks eksperimentaalülesannet, millest arvesse läheb viis parimat teooriaülesannet ning parim eksperimentaalülesanne. Kõik need tuleb lahendada ühel päeval viie tunni jooksul.

Ühes teooriaülesandes tuli näiteks uurida, kuidas muutub õhupalli tõstejõud selle üleskerkimisel. Eksperimendis oli vaja aga määrata töötava lambipirni hõõgniidi temperatuur ning teha kindlaks musta kasti sees olev elektriskeem.

Gümnaasiumide arvestuses tuli üldvõitjaks Narva keeltelütseumi 10. klassi õpilane Konstantin Dukatš, kellele järgnes Tallinna reaalkooli 10. klassi õpilane Kaarel Kivisalu ning kolmandale kohale tuli Richard Luhtaru (Hugo Treffneri gümnaasiumi 11. klass).

Kuivõrd samaaegselt füüsika lõppvooruga toimus Riias ka Balti keemiaolümpiaad, lahendas Miina Härma gümnaasiumi 11. klassi õpilane Karl Paul Parmakson ülesandeid Lätis. Vaatamata väga raskele väljakutsele (vahetult enne füüsikaolümpiaadi kallale asumist tuli viie tunni jooksul lahendada keemiaülesandeid), sai Karl Paul sellega suurepäraselt hakkama ning saavutas gümnaasiumi arvestuses 4. koha.

Ka põhikooli osas läks üldvõit seekord Narva, esikohale tuli Narva Pähklimäe gümnaasiumi 9. klassi õpilane German Lužin. Vaid poole punktiga kaotas talle Tallinna reaalkooli 9. klassi õpilane Martin Rahe. Väga tihedas konkurentsis jäid võitjast vaid kahe punktiga maha Martini klassivend Argo Merilo ning Miina Härma gümnaasiumi 8. klassi õpilane Liis Siigur.

Vabaaja üritustest oli võimalik osaleda füüsikalises mälumängus, elada ühiselt kaasa suurel ekraanil näidatud raketisaate järjekordsele osale, vaadata põnevaid füüsikakatseid Koit Timpmanni esituses ning kuulata professor Jaak Kikase huviloengut aegruumist.

Gümnaasiumi üldvõitja peaauhinna pani välja Tartu ülikooli füüsika instituut, stipendiumid parimatele andsid välja Tallinna tehnikaülikool ning Swedbanki juhatuse esimees Robert Kitt.

Põhja-Balti füüsikaolümpiaad

2003. aastal hakkasid Tallinna tehnikaülikooli (TTÜ) professori Jaan Kalda eestvedamisel Eesti ja Soome selgitama rahvusvahelise olümpiaadi võistkondi Tallinnas ühisel jõuproovil, mille nimeks sai Eesti-Soome maavõistlus füüsikas. Mõni aasta tagasi liitusid selle olümpiaadiga ka rootslased ja lätlased ning selle tulemusena kannab jõuproov nüüd Põhja-Balti olümpiaadi nime.

Tänavu toimus Põhja-Balti olümpiaad 24.–26. aprillil TTÜ ruumides, külalistena osalesid ka Saudi-Araabia õpilased. Kokku osales võistlusel rekordiliselt 82 noort füüsikahuvilist, neist paarkümmend olid eestlased. Peamine osalemiskriteerium oli gümnaasiumi lõppvooru paremusjärjestus, kuid arvestati ka varasemate võistluste tulemusi.

Võistlusvoorud toimusid kahel päeval, kolmanda päeva hommikul apelleerisid õpilased tulemusi ning pärastlõunal toimus pidulik lõpetamine. Kummalgi võistluspäeval tuli lahendada 4–5 keerulist ülesannet, mille hulgas oli mõlemal päeval ka üks eksperimendiülesanne. Sel võistlusel lähevad arvesse kõigi ülesannete tulemused. Ülesandeid lahendades tuli näiteks teha kindlaks, kui kiiresti tungib vesi allveelaeva selle kokkupõrkel kaljuga, samuti pidid lahendajad proovima ilmaennustaja rolli ning määrama tuulekiirust ja -suunda, kui ette oli antud kaart isobaaridega (samarõhujoontega).

Nii suur osalejate hulk ning olümpiaadi lühike toimumisaeg panid tõsiselt proovile ka korraldajate võimed. Nii said mitmed kontrollijad parandamisega valmis alles mõni tund enne apellatsioonide esitamise algust, kusjuures üks kontrollija ei pääsenud üldse magama.

Olümpiaadi tulemuste kokkuvõttes jagas žürii 3 kuld-, 9 hõbe- ning 12 pronksdiplomit. Esikoha jättis koju Richard Luhtaru, ülejäänud kaks kulddiplomit pälvisid õpilased Soomest ja Rootsist. Hõbediplomi võitsid eestlastest Konstantin Dukatš, Kaarel Kivisalu ning väikse üllatusena Tallinna reaalkooli 11. klassi õpilane Robin Haljak. Pronksdiplomi pälvisid Karl Paul Parmakson, Tallinna reaalkooli 12. klassi õpilased Nikita Poljakov ja Adrian Kirikal, 10. klassi õpilane Kaarel Paal ning Miina Härma gümnaasiumi abiturient Krister Kasemaa.

Uurimisstipendiumi võitjale pani välja keemilise- ja bioloogilise füüsika instituut. Eestlastest hõbe- ja pronksdiplomi omanikud said ka stipendiumi Swedbanki juhatuse esimehelt Robert Kitilt.

Eesti füüsikaolümpiaadi ning Põhja-Balti olümpiaadi läbiviimist rahastas haridus- ja teadusministeerium ning korraldas Tartu ülikooli (TÜ) teaduskool koostöös TÜ füüsika instituudi ja TTÜ küberneetika instituudiga.

Euroopa füüsikaolümpiaad

Põhja-Balti olümpiaadi tulemuste põhjal nimetati Richard Luhtaru, Konstantin Dukatš, Kaarel Kivisalu, Robin Haljak ja Karl Paul Parmakson Eesti võistkonna liikmeteks 2. Euroopa füüsikaolümpiaadil Moskvas. Samuti esindavad nad Eestit tänavu juulis Portugalis Lissabonis toimuval 49. rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil.

Sarnaselt Põhja-Balti olümpiaadiga oli Euroopa füüsikaolümpiaadi üks peaalgatajaid Jaan Kalda. Seetõttu peetigi esimene füüsikaolümpiaad mullu maikuus Eestis. Tänavune 2. Euroopa füüsikaolümpiaad toimus Moskva füüsika-tehnika instituudis 28. maist kuni 1. juunini. Osales 115 õpilast 23 riigist – neist Euroopa riike oli 19, ülejäänud õpilased osalesid külalisvõistlejatena.

Eesti delegatsiooni juhendajana käis olümpiaadil käesolevate ridade autor, kes igapäevaelus töötab TÜ tehnoloogiainstituudi teadurina. Akadeemilise komitee esimehena osales lisaks olümpiaadil Jaan Kalda ning akadeemilise komitee liikmena füüsika õpikodade eestvedaja Eero Uustalu. Huvitav on märkida, et nii Jaan Kalda kui Eero Uustalu on Moskva füüsika-tehnika instituudi vilistlased.

Olümpiaadiülesannete lahendamine toimus kahel päeval. Esimesel päeval uuriti eksperimentaalülesandes poorse membraani optilisi ja mehaanilisi omadusi. Teisel päeval lahendati kolm teooriaülesannet: kolme kuulikese liikumisest kosmoses, solenoidi sees oleva vee keemaajamisest elektrivoolu mõjul ning kristalli energeetiliselt optimaalseimast kujust.

Kui rahvusvahelist füüsikaolümpiaadi iseloomustavad tihti pikad mitmeleheküljelised ülesannete tekstid ning rohked alaküsimused, siis Euroopa füüsikaolümpiaadi eripäraks on lühikesed ülesannete tekstid ning minimaalne alaküsimuste arv. Nii mahtusid ülesanded mõlemal päeval ühele leheküljele. Seda tüüpi ülesanded on lahendajatele raskemad ning nõuavad suuremat leidlikkust. Siiski pole sedalaadi ülesanded Eesti õpilastele võõrad, sest just selliseid lahendatakse meie enda olümpiaadidel (kuigi enamasti lihtsamaid). Olümpiaadi eel toimus võistkonnal Tartus ka kolmepäevane treeningsessioon, milles keskenduti just lühikeste tekstidega nutikust nõudvate keeruliste ülesannete lahendamisele.

Veel üks Euroopa füüsikaolümpiaadi eripära on asjaolu, et kui rahvusvahelisel olümpiaadil toimub modereerimine ainult juhendajate ja hindajate vahel, siis sellel olümpiaadil apelleerivad sarnaselt Eesti olümpiaadidele õpilased oma punkte ise ning juhendajatel on vaid nõuandev roll.

Ülesannete raskust peegeldab tõik, et üldvõitja tulemus oli sel aastal 31,1 punkti võimalikust 50-st. Richard Luhtaru hoolitses, et ka selle olümpiaadi esikoht tuli Eestisse. Üldvõiduga kaasnes mõistagi kuldmedal (kokku anti kuldmedaleid välja 8), ühtlasi sai Richard eriauhinna parima tulemuse eest eksperimendis. Ka teistel Eesti õpilastel läks hästi. Konstantin ning Karl Paul teenisid hõbemedalid, Kaarel pronksi ning Robin aukirja.

Tulemustest rääkides tuleks teha siiski mööndus, et kuivõrd Euroopa füüsikaolümpiaad on alles noor, siis mitmed Euroopa riigid selles veel ei osale. Samuti saatsid mõned maad võistlema mitte esinduskoondist, vaid nooremaid võistlejaid kogemusi hankima. Mitmed tugevad riigid osalesid siiski oma parima koosseisuga, nii et Richardi esikoht sellel võistlusel on kahtlemata suur saavutus, pidades silmas ka seda, et ta ise lõpetas alles 11. klassi. Soovime talle edu uute väljakutsetega!

Osalemist Euroopa füüsikaolümpiaadil haridus- ja teadusministeerium kahjuks ei toetanud, nii et rahastust tuli otsida muudest allikatest. Suureks abiks oli Euroopa tuumauuringute keskuselt (CERN) laekunud toetus eelmise Euroopa füüsikaolümpiaadi korraldamise eest, samuti toetasid oma õpilaste osalemist Tartu linn ning Narva keeltelütseum. Eesti osalemist koordineerisid Eesti füüsika selts ja TÜ teaduskool. Aasta pärast toimub Euroopa füüsikaolümpiaad Lätis Riias. •

Oleg Košik, Eesti delegatsiooni juhendaja Euroopa füüsikaolümpiaadil

MIHKEL KREE

Eesti füüsikaolümpiaadi lõppvooru vaidlustuste esitamise osas käis lahenduste üle elav arutelu

LUGESIN ÜHT RAAMATUT

Sajandiga teadusriigiks

EESTI TEADUSE 100 AASTAT
Jüri Engelbrecht ja Erki Tammiksaar
Post Factum, 2018, 192 lk

Selle Eesti juubelisarjas ilmunud raamatu kirjutajad on võtnud teadusel sarvest ja hakanud Eesti teadusest kirjutama sellise loomulikuna tunduva eeldusega, et sihuke asi nagu Eesti teadus on olemas olnud ja on siiamaani. Sest ajast peale, kui hakkasin oma arust teadlaseks, kas siis alul Moskvas instituute külastades või hiljem, kui tegelesin juba teadusajakirjanikuna ja nüüd teaduskirjanikuna Euroopa teaduskeskustes reisides, olen ikka ja jälle kokku puutunud jäiga arvamusega: Eestis ei saa teadust olla. See on ju nii väike riik.

Tõepoolest, mis on olnud Eesti teaduse käivitaja ja seejärel mootor? Kuidas on võimalik, et nõnda kesiste ja riuklike aegade ja naabrite keskel on sellises tillukeses ja vaeses riigis teadus ometi idanenud ja polegi mädanenud?

Oletame vastupidist, et ühel hetkel teadus Eestist kaob. Mis siis meie maaga juhtuks? Tore on korrutada lauseid, nagu on toodud Simon Peresi suust: „Ilma teaduseta pole võimalik lahti saada vaesusest ega saavutada rahu." Küsimärgid tekivad. (Kas teadusega siis on? Pole ju.) Eesti teaduse puhul oli selle tekke eeldus küllap baltisaksa teadlaste hulk ja mõju Peterburi teaduste akadeemias, aga ka meie haritlasteks pürginute tung õppida 20. sajandi alul mitte ainult Tartu, vaid ka Peterburi, Moskva, Riia ja Saksamaa ülikoolides. Nii näiteks sundis astronoomiks soovivat Ernst Öpikut Moskvas õppima vaesus: seal sai leida tun-

niandjana tööd, mis Tartus polnud võimalik. Tekkis mitte ainult Eesti teadus, vaid tõeliselt internatsionalistlik teaduskultuur – see tähendab aimdus teaduse globaalsusest.

Kui külastada Lundis asuvat ja ehitatavat sünkrotroni MAX IV ning Euroopa neutronite allikat ESS, maailma suurimat, siis leiab seal askeldamas ka Eesti teadlasi. Samamoodi on neil asja Genfi CERN-is Suure Hadronite Põrguti LHC juurde. Eesti on nende organisatsioonide täisliige, nii nagu ka Euroopa kosmoseagentuuris ESA (mis raamatus on märkimata jäänud, või ei märganud ma ise).

Vaadeldes teaduse kulgu kõrvalt, nagu Oskar Luts vaatles rändavaid pilvi, ei saa tõdemata, et see kulg on kohati siledam, inertsem kui ajaloo pöörised. Me võime muidugi kurta, et Eesti teadlaseks olemine ei tähenda muud kui peavoolust eemalejätmist. Nii nagu juhtus Ernst Öpiku, Jaan Einasto, Endel Lippmaa ja paljude teistega: sind võetakse tõsiselt, kui pärined mõnest maailma teaduskeskusest. Kuid mis sellest – maailma hiilgus on niikuinii kaduv, ent teadus, senikaua kuni lääne kultuur ei hääbu, on olemuselt kestlik.

Küllap seepärast on ka kõnealune raamat olemuselt optimistlik, nii optimistlik kui teadlase kirjutatuna ajalugu olla võib, päädides küll paradoksiga (mis on selletaolise juubelivälja-ande puhul küllap teistel rahvastel ebaharilik): „Poliitiline kultuur arenenud riikides arvestab teadusliku analüüsiga, meie nii kaugele veel arenenud ei ole ning poliitiline kokkulepe on meil analüüsist mõjusam.“ Eesti teadus, täpsemalt selle tase ongi paradoksaalne. Raamatus leiame peatükid: „Teadus on rahvusvaheline“ ja „Teadus ja ühiskond,“ mis kahtlasel kombel meenutavad Nõukogude ajal välja antud teaduse üldraamatute pealkirju. Olles täitnud selle uue sisuga. Mida vähem riik raha annab, seda tulemuslikum on Eesti teadus – kas nõnda tõlgendame Jüri Alliku visa tööd meie teaduse silmapaistvuse hindamisel rahvusvahelisel areenil?

Raamat käsitleb teadust valdkonniti. Ning seejärel annab üheteistkümne teerajajaks nimetatud teadlase tegevuse ülevaated erinevate kolleegide – teadlaste (ja teaduskirjaniku) käsitluses. Kuid sajandit võinuks jagada ka ajalõiguti: baltisaksajärgne, Eesti ajale üleminek, sõjaohus vaikimine, sõda oma okupantide tulemiste ja minemistega; koloniaalne teadus (ei suuda kirjutada „okupatsioon“ teaduse kohta); üleminekuaja vabinad; 21. sajandi imed.

Või siis teaduse arengu järgi, paradigmade muutumise, pöörete kaudu, nagu klassikaline maailm; relatiivsuse pealetung; kvantmaailma pööre; kosmoloogia pööre; antiantimarksismi koll; mikrobioloogiline silm; geneetika sissetung; digimaailma vallutused; kultuurimarksismi taassünd.

Mäletan aega, mil kõik tuli ise teha. 1970. aastatel tuli osaliselt ka rahapuudusel eksperimentaalseadmed ise oma käte ja peaga ehitada. 1961 ehitas Endel Lippmaa esimese TMR-spektromeetri, kümmekonna aasta pärast algatas ta personaalarvutite, sealhulgas eriotstarbeliste arvutite, nagu kiire korrelomeetri ehitamise. Kõnelemata mõõterakkudest ja mõõtepeadest. Tippeksperimentide tarbeks ongi vaja ehitada seadmeid ekstra nende jaoks, iseasi, kas teadlased peavad kõik treida ja freesida oskama. Ka Ernst Öpik leiutas oma võnkuva peegliga meteoriidimõõtja ise, seda küll Armagh' observatooriumis.

Ei oska arvata, kas see raamat kõnetab ka mitteteadlast. Teaduse ülesanne pole mitte niivõrd analüüs aste-astmelt, kui pakkuda pädevaid suurusjärke. Suurusjärke saab haritud teadlane pakkuda ka ilma pika ning kalli „ekspertiisita“. „Meil on tarvis omaenese kompetentsust,“ ütles akadeemik Lippmaa teaduse vajalikkuse kohta Eestis. Keegi välismaalt ei tule meile ütlema, kui on miskit uut ja kavalat välja mõtelnud. Peame ise oskama püüda maailmaõhus ringlevaid ideid. Ernst Öpik kõneles veel 1980. aastatel Iirimaal, et tal ei ole vaja arvutit, sest milleks talle pea. Öpik oli kuulus oma peastarvutuste poolest, mis ennustasid üsna täpselt Maa atmosfääris toimuvat, teiste planeetide ja Kuu atmosfääre ning pinnakatet, tähtede evolutsiooni ning kogunisti universumi vanust või naabergalaktika kaugust. Sellise suurusjärgu täpsusega, mis on astronoomias piisav senimaani.

Pole kahtlust, et selle raamatuga on tehtud tubli tükk vajalikku tööd. Huviline saab teada nii teaduse arengust saja aasta jooksul toimunud pöörete segadikus kui ka võimaluse kombata meie teaduse piire ning leida nende seest kõrguvaid tippe ja uurida huvi korral edasi. Selleks pakutakse asjakohase kirjanduse loetelu ning isikuregistrit. Tore on fotovalik, milles leidub nii mineviku kui tuleviku hõngu.

Tiit Kändler, teaduskirjanik

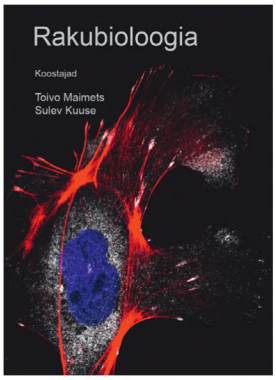
LUGEMISELAMUS

Mait Müntel

Kuna ma reisin palju Euroopa, Ameerika ja Aasia vahet, siis raamatute jaoks mul aega on – rongiga lennujaama sõites, seal lennuki peale minekut oodates, lennukis, kahe lennu vahelisel ajal, piirikontrolli sabas seistes jne. Kuna suurem osa sellest ajast möödub liikudes, siis ei ole neil rännakuil siiski kõige mugavam raamatuid lugeda. Appi tulevad audioraamatud – tänapäeval võivad lugemiselamused olla ühtlasi kuulamiselamused. Kes pole proovinud, siis igal juhul soovitan proovida! Minu eriline lemmik on Amazon'i rakendus Audible, mis võimaldab reisil iga hetke maksimaalselt ära kasutada. Iseäranis vahva on see, et audioraamatuid on võimalik kuulata ka pooleteise-, kahe- või koguni kolmekordse kiirendusega. Kui seda mõnda aega teha, harjub kõrv kiirendusega niimoodi ära, et ühel hetkel ei pane seda enam tähelegi. Eriti tasub seda proovida neil, kel on õppimisega väga kiire.

Üks lõbus lugemiselamus, mis mulle siinkohal meenub, pärineb aga raamatust „Who Moved My Cheese?“. See on päris õhukene raamat – paras mõnel puhkepausil läbi lugeda –, aga seejuures väga õpetlik ja muutustele vastu astuma julgustav. Lugu räägib kahest hiirest ja kahest väikesest inimesest, kes elavad juustulaos ning leiavad ühel kenal päeval, et ladu on tühjaks tehtud. Nende maailm on muutunud, ja nüüd tuleb leida viis, kuidas uues reaalsuses hakkama saada. Üks väikestest inimestest jõuab järeldusele, et „kui sa nüüd ka ise ei muutu, siis sa sured välja“. Sellest, mis järgneb, saate aga juba ise raamatust lugeda. •

Enneolematult mahukas eestikeelne õpik rakubioloogiast



RAKUBIOLOOGIA
Koostajad: Toivo Maimets, Sulev Kuuse
Autorid: Tiina Alamäe, Andres Arend, Joachim Matthias Gerhold, Sulev Ingerpuu, Kalle Kisand, Hannes Kollist, Sulev Kuuse, Kristiina Laanemets, Darja Lavõgina, Mart Loog, Dmitri Lubenets, Arnold Kristjuhan, Mardo Kõivumägi, Toivo Maimets, Aavo-Valdur Mikelsaar, Olga Mazina, Evi Padu, Heiti Paves, Pärt Peterson, Ago Rinken, Rein Sikut, Pille Säälik, Tanel Tenson, Tambet Tõnissoo, Raivo Uibo
Tartu ülikool, 2018

Kui rääkida eestikeelsete rakubioloogia kõrgooliõpikute ilmumisest, on olukord juba pikemat aega olnud väga nukker. Meenuvad Toivo Maimetsa 1999. aastal ilmunud „Molekulaarne rakubioloogia" ja 1975. aastal soome keelest Kalju Põldvere tõlgitud L. Kalevi Korhoneni ja Mikko Niemi „Rakubioloogia". Nüüd on asjade seis selles vallas õnneks paranenud, sest 11. juunil esitleti Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudis uut elektroonilist kõrgkooliõpikut „Rakubioloogia", mis on esimene nii laiahaardeline seda teemat käsitlev algupärane eestikeelne väljaanne.

Sulev Kuuse ja Toivo Maimetsa koostatud õpik on tõesti väga mahukas ning koondab 18 peatükis ja enam kui 1800 leheküljel 26 eesti teadlase mõtteid ja töid rakubioloogia põhiküsimustest ja ka uuematest saavutustest sel alal. Raamat katab kõiki peamiseid rakubioloogia valdkondi alates raku ehitusest ja biokeemilistest aspektidest kuni peamiste raku funktsioonideni. Eraldi peatükkides on kaetud tüvirakkude ja kasvajate temaatika ning histoloogia, arengubioloogia ja immunoloogia põhialused. Lõpuosas leiavad käsitlemist ka

JÜRI PARIK

„Rakubioloogia" üks koostaja, Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi vivaariumi juhataja Sulev Kuuse tänavu 11. juunil toimunud õpiku esitlusel

peamised rakubioloogilised meetodid ja mudelorganismid. Nii mahult kui ülesehituselt sarnaneb see teos maailma enimkasutatava Bruce Albertsi koostatud ingliskeelse rakubioloogia õpikuga „Molecular Biology of the Cell", mis iseenesest on väga hea eeskuju. Oma suunitluselt ja mahult on õpik sobilik kasutamiseks eelkõige kõrgkooliõpikuna geenitehnoloogia ja bioloogia üliõpilastele, ent leiab kindlasti rakendust ka arstiteaduskonna tudengite ja miks mitte ka bioloogiahuviliste gümnaasiumiõpilaste seas.

Kui nüüd küsida, miks peaks paljude suurepäraste ingliskeelsete õpikute kõrval olema ka eestikeelne, siis ilmselt kõige olulisem põhjus ongi just eestikeelse teadussõnavara loomine ja ühtlustamine. Tormiliselt areneva teadusharuna on raku- ja molekulaarbioloogia sõnavara areng olnud samuti väga kiire ning teatavasti on oskusterminoloogia olemasolu ükskõik millise keele püsimise ja täisväärtusliku arenemise üks põhieeldusi. Kuna raamatu autorite hulgas on nii biolooge, keemikuid kui ka arstiteadlasi, on põhjust arvata, et õpikus kasutatav terminoloogia saab ülikoolides aluseks bioloogide, geenitehnoloogide, arstide, õdede ja veterinaaride õpetamisel ning leiab loomulikult oma koha ka gümnaasiumiõpikutes. Tänuväärselt on õpikuga paralleelselt valmimas ka (veel pidevalt täienev) rakubioloogia sõnastik, mis on kasutatav nii arvutis (vt term.eki.ee/termbase/view/9054712/) kui eraldi nutiseadmes töötava rakendusena (vt play.google.com/store/apps/details?id=com.polarsnake.celldi&hl=et).

Tähelepanuväärne on ka õpiku autorkond. Nimelt on õpiku koostajatel õnnestunud veenda kirjutama 26 Eesti tippteadlast ja õppejõudu ehk sisuliselt võib seda õpikut vaadelda kogumikuna kogu valdkonna kompetentsist Eestis. Loomulikult toob suur autorite hulk kaasa ebaühtlust nii stilistikas kui rõhuasetustes, kuid õpiku läbiv joon on täpsus detailides ja kaasaegne käsitlus. Esile võib tõsta ka suurt hulka kvaliteetseid originaaljooniseid ja fotosid, mille autorid on samuti Eesti oma ala parimad.

Seega on suur tühimik eestikeelses õppekirjanduses täidetud ja „Rakubioloogia" kõigile võrgus kättesaadav (vt www.tyk.ee/rakubioloogia). Mõeldakse ka nende peale, kellel õpiku lehitsemine arvuti- või nutiseadme ekraanil ühel või teisel põhjusel ei sobi – nimelt on koostajatel plaanis see välja anda paberkujul. Seda siiski mitte enne kui järgmisel aastal. •

Martti Laan, Tartu ülikooli molekulaarimmunoloogia vanemteadur

Selle ruutkoodiga leiad „Rakubioloogia" e-versiooni!

Arvude esitamine oma numbrite abil

Iga rooma numbritega kirjutatud arvu saab esitada samas järjekorras olevate rooma numbrite abil, pannes nende numbrite ette ja vahele pluss- ja miinusmärke. Näiteks XLVI = –X + L + V + I. Araabia numbritest moodustatud arvudega on selliseid võrdusi moodustada raskem. Siin võib vaja minna nelja aritmeetikatehte märke (+; –; ×;/), sulge, kahe numbri ühendamist üheks arvuks ning astendamist. Paljude arvude puhul saab siiski selliseid võrdusi moodustada,
näiteks $127 = -1 + 2^7$ ja $125003 = 1 + 2 + (50 + 0)^3$.

Seekordsetes ülesannetes tuleb araabia numbritest koosnevad arvud esitada samas järjekorras kirja pandud araabia numbrite abil, kasutades vajaduse korral nelja aritmeetilise tehte märke, sulgusid, astendamisi ning kahe numbri ühendamist üheks arvuks.

Arvud, mis tuleb niiviisi oma numbrite abil esitada, on järgmised:
343, 736, 1285, 2502, 2592, 4096 ja 32768.
Triviaalseid lahendusi nagu 343 = 343 ei tasu pakkuda.

Kolmanda vooru ülesannete vastused

Selleks, et n autoga saaks ühes suunas liikudes läbida võimalikult pika vahemaa, asume teele n täispaagiga autoga. Esimese ümberpumpamise koha teeme $\frac{1}{n}$ paagitäie kaugusel. Seal jaotame esimeses autos oleva kütuse võrdselt ülejäänud $n - 1$ auto vahel ning jätame esimese auto tee äärde. Edasi sõidame $n - 1$ täispaagiga autoga. Teise ümberpumpamise koha teeme esimesest $\frac{1}{n-1}$ paagitäie kaugusel; seal jaotame teises autos oleva kütuse võrdselt ülejäänud $n - 2$ auto vahel ning jätame teise auto tee äärde. Niiviisi jätkates saame n autoga sõita

$\frac{1}{n} + \frac{1}{n-1} + \ldots + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1$ paagitäie kaugusele.

Ül 1. Et $\frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{11}{6}$, siis kolme autoga jõuab $\frac{11}{6}$ paagitäie kaugusele.

Ül 3. Et $\frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{25}{12} > 2$, siis kahe paagitäie kaugusele jõudmiseks piisab neljast autost ning viimasesse autosse jääks $\frac{1}{12}$ paagitäit kütust järgi. Kui eesmärgiks oleks kindla vahemaa läbimine võimalikult väikese kütusekuluga, siis tuleks lähtuda põhimõttest – mida vähem autosid iga teelõiku läbib, seda vähem kulub selle lõigu peale kütust. Teisel, kolmandal ja neljandal ülesandel on rohkem kui üks lahendus.

Ül 2. Piisab kolmest autost. Lahendus, mille puhul jõuame edasi-tagasi liikudes võimalikult kaugele, on järgmine. Esimese ümbepumpamise koha teeme $\frac{1}{4}$ paagitäie kaugusel. Seal jätame esimese auto paaki $\frac{1}{4}$ paagitäit kütust ning see auto jääb tagasõitu ootama. Teine ja kolmas auto saavad selles ümberpumpamise kohas oma paagid täis ning jätkavad teekonda. Teine pumpamise koht on esimesest $\frac{1}{3}$ paagitäie kaugusel. Seal jätame teise auto paaki $\frac{1}{3}$ paagitäit kütust ning see auto jääb tagasõitu ootama. Kolmas auto saab täispaagi, liigub sellega patsiendi juurde ning tuleb tagasi. Niiviisi suudame kolme auto abil edasi-tagasi liikudes läbida teekonna, mille kogupikkus on $2\left(\frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2}\right) = 2\frac{1}{6}$ paagitäit.

Ül 4. Selleks, et sõita ümber järve, piisab 7 autost. Üks võimalus on selline, et ühes suunas (näiteks päripäeva) hakkab ümber järve sõitma 4 autot ja teises suunas (vastupäeva) hakkab sõitma 3 autot. Koos päripäeva sõitjatega asub teele ka miljonär. Liigutakse nii nagu kolmandas ülesandes ja jõutakse sedasi $\frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{25}{12}$ paagitäie kaugusele. Vastusõitjad ja miljonäri tagasitoojad võivad toimida nii, nagu teises ülesandes. Nad saavad jõuda $\frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{13}{12}$ paagitäie kaugusele ja tulla tagasi. Et $\frac{25}{12} + \frac{13}{12} = 3\frac{1}{6}$, siis tee oleks võinud olla ka $\frac{1}{6}$ paagitäie võrra pikem.

Teine võimalus on selline, et päripäeva sõidab 5 autot ja neile sõidab vastu 2 autot. Nende viie auto abil võib jõuda $\frac{1}{5} + \frac{1}{4} + \frac{1}{3} + \frac{1}{2} + 1 = \frac{137}{60}$ paagitäie kaugusele. Vastupäeva sõitvad autod teevad esimese ümbervalamise punkti $\frac{1}{3}$ paagitäie kaugusel. Nende abil saab jõuda $\frac{1}{3} + \frac{1}{2} = \frac{5}{6}$ paagitäie kaugusele ja tulla tagasi. Et $\frac{137}{60} + \frac{5}{6} = 3\frac{7}{60}$, siis oleks tee võinud olla $\frac{7}{60}$ paagitäie võrra pikem.

Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. august 2018.

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

2018. aasta parimale nuputajale

auhinnaks 100 euro eest raamatuid Tallinna ülikooli kirjastuselt.

TALLINNA ÜLIKOOLI KIRJASTUS

Vooru võitja

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

Kolmanda vooru tulemused

Kolmanda vooru esimese ülesande eest sai ühe punkti, teine ja kolmas andsid kaks punkti, neljas kolm punkti. Teise, kolmanda ja neljanda ülesande puhul on vähima autode arvu puhul erinevaid kütuse ümbervalamise võimalusi rohkem. Mõni leidis niisugused ümbertankimise kohad, mille puhul kulutati ära kõige vähem kütust; mõni kohad, mille puhul sai läbida kõige pikema teekonna, mõni aga kohad, mille puhul oli kõige vähem ümbervalamisi. Et ülesannete püstituses ei olnud täiendavaid lisatingimusi sätestatud, siis teenisid kõik õige tulemuse ja toimiva ümbervalamiste kirjelduse teele saatnud maksimaalsed 8 punkti. Need olid Arne Hannus, Vladimir Jaanimägi, Kalle Kulbok, Marko Orav, Sirje Pilemann, Meelis Reimets, Kuldar Traks, Martiina Viil ja Heldur Väljamäe. Auhinna võitis **Martiina Viil**.

Vaata veebilehelt

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

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

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

LAURI 7636

Austria füüsik ja filosoof
Teisend-geen
Element nr. 65
Endine näitleja
Kuma
Kala
Järjest. tähed
Kuma
Kodu-tehnika-firma
Kreeka täht
Kuma
Pisitilluke tükike

Hollandi madruse-tants
Teivas-hüppe-legend
Tähtkuju

Hommi-kulaul
Küla Viljandi vallas
Ei miski ladina k.
Mehhiko keemik, (Nobel 1995)

Element nr. 17
Naise-nimi
Palgatud plaksu-tajad
End mõnusalt tundma
Lill

Kestev
Element nr. 76
Element nr. 33

Kuma
Kes on pildil?
Viljandi linnaosa

Omapead
Saksa k. asesõna
Kurg vene k.
Persoon
Indiviid

Kuma
Türkiis
Endine näitleja
Element nr. 10
Püüe
Paistetus
Kuma
Elu-olu
Kreeka täht
Järjest. tähed

Mehe-nimi
Selg-rootu
Küllalt!
Lüüriline luuletus
Nimme

Vaiko Eplik
Lõtvuma inglise k.
Tuula-missõel
Kõrgkool (lühend.)
Prantsuse kirjanik
Element nr. 63
Siin-poolne-
Näitleja
Dessant 17.-20.01 1919

Lõige (könek.)
Mitte kunagi
Mütsi kere
Küla Põhja-Pärnumaa vallas
Rõhu-tades (muus.)

Muusika-stiil
Jupiteri kaaslane

Üksik erineva ehitusega rakk teist laadi rakkudest koosnevais taimekudedes
Omaani rahaühik
Kalapüü-gilaev
Küla Pärnu linnas
Element nr. 31
Tööriist

Element nr. 50
Korv-palliliiga
Mehe-nimi
Ühes. tähed

Linn Pr.-maal
Kodu-tehnika-firma
Silmus
Loom

Papüü-ruslaev
Pürenee rahva liige
Element nr. 60
Mowgli sõber
Lühend kirjas

Vaimuliku pidulik ametirüü
Armulaud (murdes)

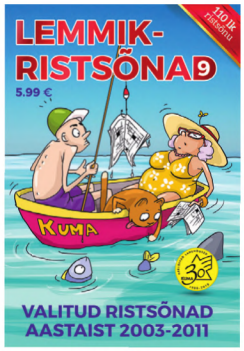
Äkki pähe tulnud mõte
Endine oma-valitsus Venem.-l

MAAILMA POPULAAR-SEIMAD MÕISTATUSED

Lahendajate vahel läheb loosi ristsõnaajakirja Lemmikristsõnad 9 aastatellimus.

Eelmise ristsõna õige vastus „Olen vist üks väheseid oma põlvkonnast, kel on säilinud või tekkinud harjumus kirjutada kõigi oma TEKSTIDE ALGVERSIOONID KÄSITSI" viitab 2018. aasta märtsi-aprilli Horisondis ilmunud kirjanik Anti Saare mõtisklusele endast ja teadusest.
Loosi tahtel sai Kuma Kange tellimuse MARINA TIRMAN

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



Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK
eelmises numbris:
„Kel tamasheq ja imushagh. Tuareegid – Aafrika riigita rändrahvas", autor Andrus Mölder. Pole lugenud? Osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

1 **Millises linnas** asub see aastail 1787–1823 ehitatud arhitektuuripärl? Seda ligi 300 000 elanikuga linna on nimetatud oma riigi kõige õnnelikumaks elupaigaks.

2 Fotol oleva Kattowitzis (Katowices) sündinud teadlase isa oli kuuendat põlve ülikooliprofessor. Ta ise omandas Göttingeni ülikoolis doktorikraadi teoreetilises füüsikas ning tema teooria leidis tänu laseri kasutuselevõtule kinnitust 31 aastat pärast kraadi kaitsmist. Tema nime kannab üks füüsikaühik ning temanimelist auhinda antakse välja noortele naisfüüsikutele. **Kellest on jutt?**

3 See vulkaan on üks maailma aktiivsemaid ja ohtlikumaid. Juba XI sajandil on fikseeritud suuremastaabiline purse, mida peetakse ühe tollase kuningriigi kokkuvarisemise põhjuseks. Seni viimane vulkaanipurse toimus 11. mail 2018. Juuresolev värvilitograafia on valminud aastail 1853–1854. **Mis vulkaan see on?**

FOTOD: WIKIPEDIA

4 **Kes on fotol?** 2015. aastal selgus, et tema ametist loobumisel asendab teda üks jaapani reklaamiärimees. Seejärel loobus ka jaapanlane ning järgmine pakkumine tehti ühele kreeka päritolu vene ärimehele. Kui ka tema loobus, siis järgmisena anti võimalus ühele kasahhile.

5 **Kes on selle 1838. aastal valminud maali autor?** Maalil on kujutatud suurvürstinnad Maria ja Olga Nikolajevna. Kunstnik oli prantslannast koduõpetaja vallaspoeg, kes sai professoriks oma tööde eest Sankt Peterburgis asuvas Iisaku kirikus ning ka aadlitiitli, millega seoses tema isanimeks pandi Andrei. Ta on ka Talvepalee sisemises kirikus asuvate maalide autor.

MÄLUSÄRU 3/2018 VASTUSED

1. John Fitzgerald Kennedy
2. Devoni saar
3. Vihara
4. August Strindberg
5. Paraguai brunfelsia (*Brunfelsia australis*)

● Mälusäru auhinnaraamatu „Loomade elu" võitsid Maire Tühis, Epp Härm ja Meelis Reimets.

Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

VASTA JA VÕIDA RAAMAT!
Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut – Jean-Christophe Grangè „Reisija" kirjastuselt KOOLIBRI.

Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmiklugu.

VASTUSEID
ootame 15. augustiks 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

Reginett

LÕUNAKESKUS
RINGTEE 75
TARTU 50105
TEL 734 1945
www.reginett.ee

Husqvarna®
TEGUDEKS LOODUD

OTSID KORSTNALE MÜTSI? TEEME ÄRA!

Korstnamütsid, sademekatused, läbiviigud, luugid, erikujulised vihmaveesüsteemide detailid, käsiplekitööd

25 aastat kogemusi

A&M Toode

VÕTMED KÄTTE PLEKITÖÖD

AS TOODE KATUSEABI:
TELEFON: 659 9400, 800 7000

www.toode.ee
e-kiri: toode@toode.ee

AS Toode meistrid valmistavad kõige keerulisemad plekitööde erilahendused ka nõudlikeimatele klientidele. Ajalooliste plekkdetailide taastamine või keeruliste katuseühenduste loomine - leiame lahendused ja teeme ära, sest see on meie igapäevatöö.
2018. aasta jooksul AS Toode paigaldatud katustele **TASUTA** 1-aastane lisagarantii!