MILLEKS KODUSTATI HUNT | VESINE KOSMOS | PARIMAD PILVEPILDID | ILM JA TERVIS

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

6 / 2017 ■ NOVEMBER-DETSEMBER ■ HIND 4.90 ■ 51. AASTAKÄIK

TULEVIKUENERGIA MAISELT PÄIKESELT

RADIOSÜSINIK – AKEN MINEVIKKU

BOLŠEVIKUD JA NAPOLEONI KOOK

ISSN 0134-2282
9 770134 228007

JAAK VILO BIOINFORMAATIKAST JA TEHISINTELLEKTIST

LASTEKIRJANIK JAANUS VAIKSOO ENDAST JA TEADUSEST

VÕTA ALLA KLAPID PEAST JA LASE RONG LÄBI

OPERATION LIFESAVER®
Estonia

www.ole.ee

EESTI RAUDTEE pidevas liikumises · EESTI RAUDTEE EVR Cargo · Edelaraudtee · GO Rail · Politsei- ja Piirivalveamet · PÄÄSTEAMET Estonian Rescue Board · Tehnilise Järelevalve Amet · Maanteeamet

© Operation Lifesaver Estonia / Since 2004 / Rail Safety Education In Estonia / Raudteeohutus Eestis.

Meie missiooniks on suurendada oluliselt elanikkonna teadlikkust raudteeliiklusega kaasnevatest võimalikest ohtudest ja õiguspärasest käitumisest raudteel; eesmärgiga vähendada raudteedel toimuvate liiklusõnnetuste ja selle tagajärjel hukkunute ning vigastatute arvu.

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

6/2017
november–detsember

SELLES NUMBRIS

Kaarel Piip, Peeter Paris
Katsumused energiat tootva maapealse päikese käivitamisega 10
2030. aastaks plaanitakse Prantsusmaal tööle panna maailma suurim tuumasünteesireaktor ehk tokamak – rahvusvaheline eksperimentaalne termotuuma-reaktor ITER.

Rein Vaikmäe
70 aastat radiosüsinikumeetodit 26
Radiosüsinikumeetodi avastamine muutis oluliselt meie maailma-pilti.

Urmas Saarma
Hundi kodustamise võimalikud põhjused. Kas ka toiduks? 32
Üks hundi kodustamise vähe-räägitud põhjusi võis olla nende tarvitamine toiduks, eriti nälja ajal.

Peeter Kaasik
Kuhu kadus kindral-leitnant Lembit Pärn? 38
ENSV relvastatud jõudude minister ja vabariiklik sõjakomissar Lembit Pärn kadus Eesti võimu-ladvikust 1948. aasta kevadel sisuliselt päevapealt.

Mihkel Kama
Vesi kosmoses 48
Universum on täis vett.

HORISONT KÜSIB

Intervjuu 18
Jaak Vilo. Informaatik, kes kaevab bioloogiaandmeid
Akadeemik Jaak Viloga vestles bioinformaatikast ja tehisintellektist Helen Rohtmets-Aasa.

Mina ja teadus 36
Lastekirjanik Jaanus Vaiksoo

SIIT- JA SEALTPOOLT HORISONTI

Piret Pappel. Füüsikud murravad pead prootoni suuruse üle 3

Eesti teadlaste päikeseenergiat tootev teekatend 5

Piret Pappel. Kas magada saab ajuta? 6

Sõna lugu 7
Udo Uibo. Põgus

Dokument kõneleb 8
Tartu tähetorni pöördkuppel – mälestusmärk professor Parroti mehaanikutalendile

Teine maailm 16
Rohevetikad

Muuseumipärl 25
Talutarest kasarmusse – vokijalgadega tool

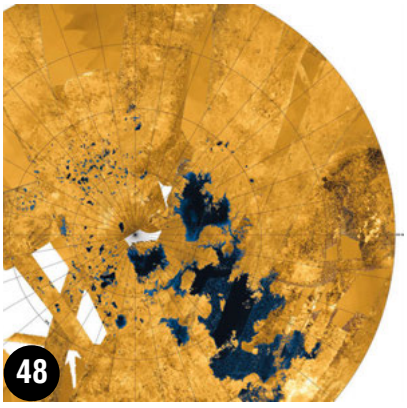
Ain Kallis. **Ilm ja tervis** 42

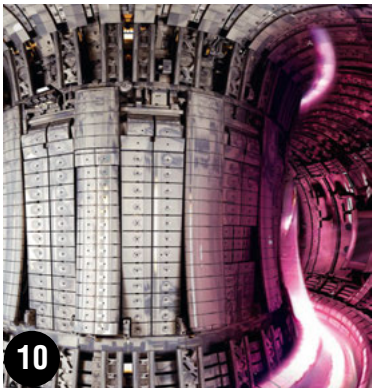
Pilvefotojahi „Pilvepiir 2017“ parimad fotod 44

Eesti teadus 100 46
Täppisteadus esirinda! Eesti teadus aastail 1944–1953

Kosmosekroonika 52

Huvitav Venemaa 54
Bolševike ümbernimetatud keisriaegsed tooted





OLÜMPIAAD

Neljas hõbe rahvusvaheliselt matemaatikaolümpiaadilt 56

Kümme aastat järjest igaühele medal rahvus-vahelisel keemiaolümpial 58

PRAKTILIST

Raamat
Indrek Rohtmets. Alexander von Humboldt 60

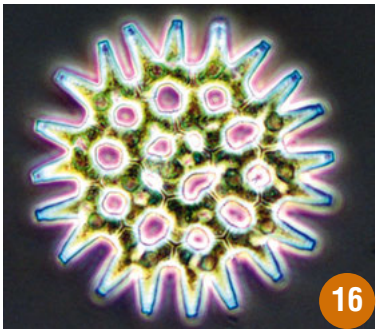
Infoteadused teoorias ja praktikas 61

Jaak Vilo
Lugemiselamus 61

Enigma 62
Leia kujundite pindalade suhe

Ristsõna 63

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



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

FOTO: TERJE LEPP

Ikka ja jälle imestan, kuivõrd suurte ja põnevate asjadega tegelevad meie teadlased. Sarnaselt mullusele viimasele Horisondile on ka seekord aastat lõpetavas numbris esiplaanil Tartu ülikooli füüsikute vägiteod. Kui eelmisel aastal saime lugeda nende edust 21. sajandi imematerjaliks tituleeritud grafeeni rakendusvõimaluste uurimisel, siis nüüd kirjeldavad nad lähemalt enda osa energeetikas uue epohhi algust tõotava megaprojekti – maailma suurima tuumasünteesireaktori ITER käivitamisel. Prantsusmaale rajatav ja maapealse päikesega võrreldav ulmelise tehnoloogiaga katsejõujaam peaks andma inimkonnale puhta ja pea ammendamatu energiaallika. Aukartustäratava sihiga ettevõtmine on üks kallemaid teaduseksperimente läbi aegade. Plaani järgi kulub aastal 2030 tööd alustava ITER-i rajamiseks üle 20 miljardi dollari. Sellest kulukam on olnud ainult ligi 150 miljardit dollarit neelanud rahvusvahelise kosmosejaama ehitus.

Juba 1980. aastatel idee tasemel idanema hakanud ITER-i käivitamisse on täna kaasatud ühtekokku 35 riiki, teiste hulgas ka Eesti. Kaarel Piibu ja Peeter Parise artiklist selgub, et eestlased uurivad võimalusi, kuidas saaks lihtsalt ja ohutult kontrollida 150 miljoni kraadist plasmat ohjeldava reaktori seinte korrasolekut. Piip ja Paris märgivad seejuures, et loodetavasti rahuldab kogu ettevõtmine ennekõike inimkonna nälga uute teadmiste järele.

Selle kohta, millised kõikvõimalikud uued avastused võivad ITER-iga seotud uuringutest välja kasvada, annab käesolevas numbris ilmekalt aimu Horisondi kauaaegne kaasautor Rein Vaikmäe. Tema loost ilmneb, et 20. sajandi üheks suurimaks avastuseks peetava radiosüsiniku dateerimismeetodini ei jõutud ühel kindlal momendil, vaid sellele lõid eelduse näiteks tuumapommi loomisega päädinud uuringud. Võimalus kõiges elavas talletuva radiosüsiniku abil aastatuhandete taha „piiluda“ on tänaseks meie maailmapilti märkimisväärselt muutnud. Oma osa on selles loomulikult ka Eesti teadlaste tööl.

Suurte tegudega paistavad rahvusvahelisel areenil silma ka meie IT-teadlased, kes panustavad omal moel petabaitide suurustest andmelasudest „kullatükikesi“ välja sõeludes nii vähk- kui Alzheimeri tõve uurimisse. Bioinformaatikust akadeemik Jaak Vilo viitab värskes intervjuus, et üks paljulubav valdkond, kus meie arvutiteadlased tahavad nii Eestile kui kogu maailmale uusi võimalusi pakkuda, on viimasel ajal üha aktuaalsemaks muutuv personaalmeditsiin.

Olge terved ja kohtumiseni uuel aastal! •

Ulvar Käärt

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

ESIKAANE FOTO: ITER ORGANIZATION

EESTI TEADUSTE AKADEEMIA

horisont

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

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

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

Tellimine: 610 4105,
loodusajakiri@loodusajakiri.ee

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

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

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

4041 0820
Trükitoode

HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

VIDA PRESS

Vesinikutuuma (prootoni) ja kõrge energiaga footoni kokkupõrge Stanfordi lineaarkiirendikeskuses

Füüsikud murravad pead prootoni suuruse üle

Universumi arvukaima osakese – kolmest kvargist koosneva prootoni – raadiuse mõõtmisel saadi järjekordselt tavatult väike tulemus, millele füüsikateoreetikud ei oska head lahendust pakkuda. Võimalik, et mõõtmised on ebatäpsed või on mängus mõni seni tundmatu osake.

Kui inimene suudab endale vaevu ette kujutada rakkude suurust, siis aatomisisene maailm jääb täiesti hoomamatuks. Prootonidki on inimese vaatenurgast lähtudes tibatillukesed. Ometi on ka sellel skaalal täpsed mõõtmised olulised, sest mõõtetulemused peaksid klappima kvantelektrodünaamika teooriaga.

Füüsikalisi konstante koondava teaduse ja tehnoloogia andmekomitee (*Committee on Data for Science and Technology* ehk CODATA) andmebaasi kinnitusel on prootoni raadius 0,87 femtomeetrit. Üks femtomeeter ehk üks fermi võrdub 10^{-15} meetriga ehk 0,000 000 000 001 millimeetriga.

Erinevatel mõõtmistel erinev tulemus

Et prootonil on lõplik suurus, tegi 1950. aastatel kindlaks USA füüsik Rudolf Hofstadter, kelle uurimusi pärjati 1961. aastal Nobeli füüsikaauhinnaga. Aastakümnete jooksul on prootoni suurust korduvalt katseliselt kontrollitud. Selleks on prootoneid pommitatud elektronkiirtega ja mõõdetud elektronide liikumisteekonna muutust. Teise uurimisviisi puhul kasutatakse vesiniku aatomeid (need koosnevad ühest prootonist ja selle ümber tiirlevast elektronist) ning üritatakse neid laseriga ergastada ja mõõdetakse selleks kulunud energiahulka.

2010. aastal avaldas ajakiri Nature artikli, mille eksperimentide põhjal on prooton ligi nelja protsendi ehk 0,03 femtomeetri võrra väiksem kui seni arvatud. Saksamaa Max Plancki kvantoptika instituudi teadlase Randolf Pohli juhitud uurimisrühma katseseerias kasutati vesinikku, milles elektronid on asendatud elektronisarnaste elementaarosakeste müüonitega. Elektronist raskem müüon mõjutab prootonit rohkem ja see lubab ka prootoni kohta rohkem teada saada. Müüonvesinikuga on katsetatud ka teistel energiatasemetel ning ka need eksperimendid on kinnitanud, et prootoni raadius on 0,84 femtomeetrit ehk pisem kui tavalise vesinikuga saadud katsetes.

Pilti ei muuda oluliselt selgemaks ka värskeim uurimus, mis ilmus oktoobris ajakirjas Science. Ka selle autorite hulgas on nüüdseks Mainzis Johannes Gutenbergi ülikoolis töötav Pohl. Seekord ergastasid uurijad vesiniku aatomeid kahe erineva laseriga ja mõõtsid energiat, mis vabanes aatomite tavaolekusse naasmisel. Analüüsiks kulus ligi kolm aastat. Andmete põhjal tehtud arvutused kinnitavad jälle, et prooton on tõenäoliselt väiksem kui seni arvatud: selle raadius on vastse uuringu põhjal 0,83 femtomeetrit.

Kui varem on oletatud, et erinevuse põhjuseks on mingi senitundmatu osake või jõud, mis mõjutab elektrone ja müüoneid erinevalt, siis värsked andmed tunduvad selle ümber lükkavat. Loogiline samm on see, et mõni teine labor peaks nüüd sama metoodika abil seda tulemust kordama.

Eksperimente tuleks korrata

Teemat kommenteerinud keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur Andi Hektori sõnul on prootoni suuruse anomaaliat hakatud kutsuma suisa prootoni suuruse mõistatuseks (ingl k *proton size puzzle*). „Üks seletus on, et eksisteerib mingi uus, üsna kerge skalaarne osake, mis mõjustub müüoni ja kvarkidega tugevamalt, aga elektroniga väga nõrgalt," osutab Hektor. „Üritasime keemilise ja bioloogilise füüsika instituudis oma mõtetes seda uut osakest ära kasutada ka mõne teise anomaalia mõistmiseks, näiteks, et selgitada müüoni anomaalset magnetmomenti ja mõnd anomaaliat tuumafüüsika katsetes."

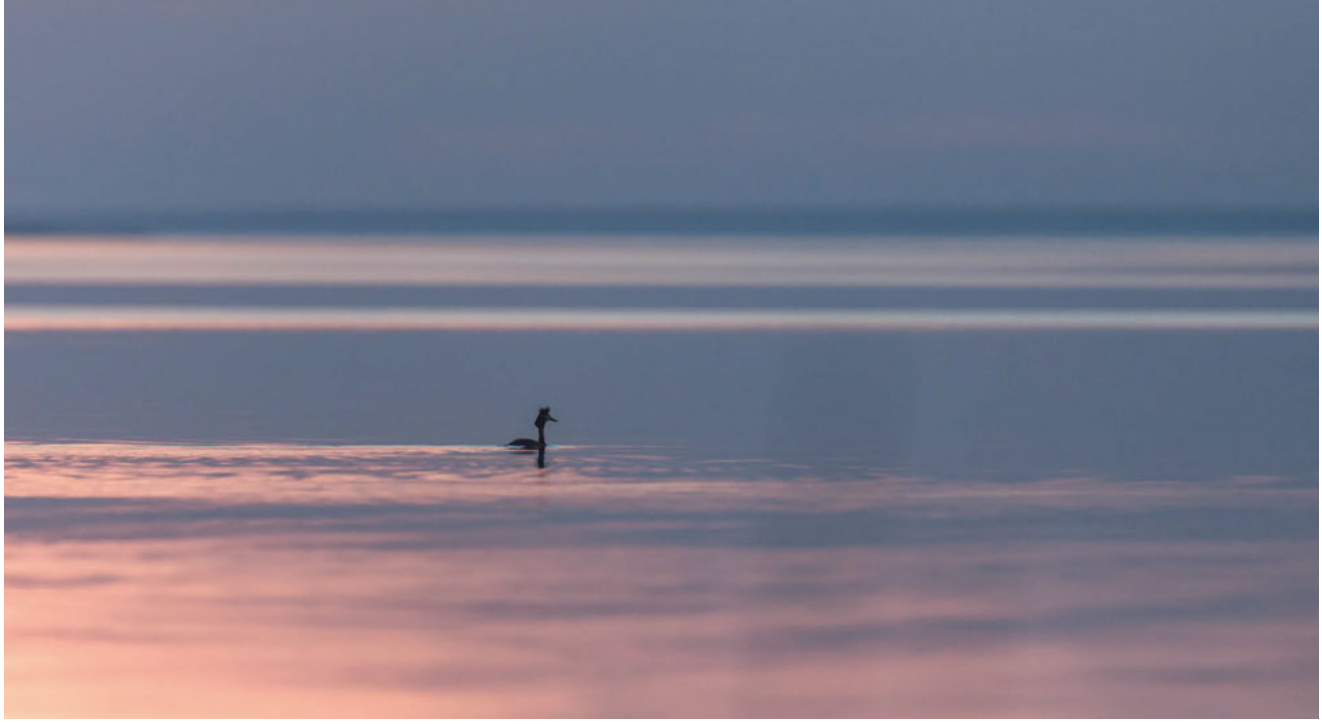
Science´is ilmunud artiklit lugedes jäi Hektorile tunne, et varasemad eksperimendid on midagi põhimõtteliselt valesti mõõtnud või siis on tegu mingi veel peenema efektiga. „Selguse saamiseks tuleks kindlasti sama metoodikaga seda eksperimenti korrata. Samuti tuleks uuesti ja täpsemalt korrata vanu mõõtmisi, et aru saada, kuidas nii suur erinevus sisse on lipsanud," märgib ta. •

Ametliku andmebaasi kinnitusel on prootoni raadius 0,87 femtomeetrit, vastse uuringu põhjal aga 0,83 femtomeetrit.

Piret Pappel

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ARGO ARGEL



Horisondi „Vereta jahi“ lemmikpilt. Tänavusel loodusfotovõistlusel „Vereta jaht“ sai ajakirja Horisont auhinna Argo Argeli tabamus tuttpütist. Autor kirjeldab foto olemust järgmiselt: „Värviline hommik. Tuttpütt tõmbamas triipe hommikuvärvides peegelsiledale veepinnale. Kunst on kõikjal.“
Seekordne „Vereta jaht“ peeti kevadel Põlvamaal ning ihaldatud „saakloom“ oli tänavune aasta loom metskits

40

päeva kestnud treeningperioodiga õppis ettevõtte DeepMind uus tehisintellekt selgeks ühe maailma kõige keerukama strateegiaga lauamängu go. Programm edestas inimestest maailmameistreid löönud eelkäijat tulemusega 100 : 0, kasutades selleks nippe, mida inimesed polnud suutnud leida paari tuhande aasta jooksul.

Aasta eest maailmas laineid löönud AlphaGo Master treenimiseks näitas Google'i tütarettevõte sellele kõigepealt kümneid tuhandeid mänge, mida olid mänginud maailma paremikku kuuluvad go-mängijad. AlphaGo Zero pidi aga alustama puhtalt lehelt. Tehisintellekt teadis vaid mängureegleid ja seda, kuidas mängulaud välja näeb. Kõik ülejäänu pidi see tegema endale selgeks mängu iseenda vastu mängides.

Miljonite mängudega kasvasid täiesti juhuslikud käiguseeriad strateegiateks ja mänguplaanideks, mille inimesed olid välja töötanud viimase 4000 aasta jooksul. Viimasel treeningpäeval leidis programm vastase edestamiseks juba täiesti uusi nippe. Kolme päeva järel mängis see sama hästi kui professionaalsed inimestest go-mängijad. Ligi 30 miljoni mängu ja 40 päeva kestnud treeningprotsessi järel suutis Zero oma eelkäijat järjepidevalt edestada. Eelnevalt oli AlpaGo Master seljatanud 2016. aasta märtsis go kokkuleppelise maailmameistri Lee Se-doli.

ERR Novaator / Horisont

WIKIPEDIA

Aasias ülipopulaarne lauamäng go

7.

ehk arvatavalt süsivesikutele iseloomuliku maitse jälile jõudsid hiljuti Austraalia Deakini ülikooli maitsemeele süvauuringute keskuse (CASS) teadlased. Seni oli teada kuus maitset: magus, soolane, hapu, mõru, umami ja rasvamekk. Deakini ülikooli teadlased näitasid ajakirjas The Journal of Nutrition avaldatud uurimuses, et süsivesiku-maitsetundlikkusel on ilmselt oma roll energiarikaste toiduainete tarbimisel ning inimeste tüsenemisel. Professor Russell Keasti töörühma uuring keskendus kahele süsivesikule – maltodekstriinile ja oligofruktoosile. Mõlemat leidub näiteks leivas, makaronitoodetes ja riisis. „Huvitav on, et kui rasvamaitse uurimisel selgus, et selle suhtes tundlikumad inimesed tarvitavad vähem rasvaseid toite, siis süsivesikumaitsetundlikkusega on hoopis vastupidi. See võib tähendada, et süsivesikute maitse suhtes tundlikel inimestel võib olla alateadlik kihk süüa rohkem süsivesiku- või tärkliserikkaid toite,“ viitas Keast oletusele, mille kinnitamiseks on vaja teha veel palju uurimistööd.

Delfi Forte / Horisont

ALAMY / VIDA PRESS

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

Klaasiseguga kombineeritud plastikust nutikas teekatend

Eesti teadlaste päikeseenergiat tootev teekatend

Sel sügisel paigaldati Tallinnas tehnikaülikooli ettevõtlus- ja innovatsioonikeskuse trepi ette lapike unikaalset nutikat teekatendit. Põhjamaade esimese omataolise päikesevalgusest elektrit tootva teekatte prototüübi töötasid välja tehnikaülikooli materjaliteadlased ja teedeinsenerid koostöös maanteeameti ekspertide ja Tallinna tehnikakõrgkooli uurijatega. Ruutmeetri kohta suudab selline katend toota kuni 50 W elektrienergiat. Asjaosaliste kinnitusel toodab selline lahendus elektrit ka pilvise ilmaga või isegi videvikus.

Katendil on ka LED-valgusribad, mida saab kasutada tee äärejoontel liiklusohutuse tõstmiseks.

Päikesevalgusest toodetavat elektrit saab salvestada ning kasutada näiteks valgusfooride, LED-tänavavalgustite või valgustatud liiklusmärkide töös hoidmiseks. Selline kate sobib paigaldamiseks kergliiklusteedele ning parklatesse.

Tallinna tehnikaülikool

UKU PETERSON

Uurimise alla võetud 2–4-aastase poisi muumia

2–4. sajandist eKr on pärit Tartu ülikoolis uuritud kaks ehtsaks osutunud Egiptuse poisslapse muumiat. Juba ligi 200 aastat tagasi ülikoolile kingitud muumiad võeti tänavu mitme valdkonna spetsialistide erilise tähelepanu alla, et selgitada kaasaegsete vahenditega välja nende vanus, päritolu ning kõik muu, mida analüüsid tuvastada suudavad. Varasemast oli teada vaid see, et korralikult mumifitseeritud poisid olid surres vastavalt 2–4- ning 9–14-aastased.

Tomograafuuringuga püüti välja selgitada muuhulgas ka laste surma põhjust, mis paraku jäi saladuseks. „Nendel muumiatel ei ole ühtegi väga selget märki, vähemasti luustikel või säilinud pehmekudedes, mis võimaldaks öelda, mille tagajärjel need lapsed surid," nentis Tartu ülikooli arheoloogia ja keemia vanemteadur Ester Oras analüüsi järel.

Poiste muumiad tõi oma reisidelt Eestisse kaasa Väimela mõisniku poeg Otto Friedrich von Richter. Noore orientalisti surma järel kinkis tema isa Otto Magnus 1819. aastal tulevaste uurijate innustamiseks 128 objektist koosneva kollektsiooni ülikoolile. Lisaks kahele poisile oli kogus ka koerlase ja iibise muumia ning suurel hulgal erinevaid amulette ja kujukesi.

Tartu ülikool / Horisont

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Karikloomade hulka kuuluv *Cassiopea andromeda*

RAIMOND SPEKKING/ WIKIPEDIA

Kas magada saab ajuta?

Inimene magab oma elust ligemale kolmandiku ning unepuudust peetakse tõsiste tõbede tekitajaks. Siiski pole täpselt selge, kuidas ja millal uni evolutsiooni käigus tekkis. Värskes uurimuses näitasid USA California tehnoloogiainstituudi teadlased, et isegi ilma ajuta loomadel esineb unelaadne seisund. Seega võis uni tekkida juba loomariigi väga kauges minevikus.

Une vajalikkust selgitatakse eri hüpoteesidega, millest levinumate põhjal vabaneb närvisüsteem une ajal jääkainetest ja parandab rakukahjustusi. Lisaks on arvatud, et uni aitab energiat kokku hoida, praavitab närvirakkude vahelisi ühendusi ja korrastab mälestusi.

Selge on see, et ilma uneta jääme hätta. Seda võib tunnistada iga inimene, kel kas või üks öö vahele on jäänud. Äärmuslikku magamatust lubavad endale vaid üksikud liigid ja unevõlast peab neile selgelt kasu olema. Näiteks on teada, et Põhja-Ameerikas ja Ida-Siberis elutseva kiripugu-rüdi (*Calidris melanotos*) isased suudavad pulmaajal paarkümmend päeva ülinapi unega hakkama saada. Loomulikult kulutavad isaslinnud ärkveloleku aja paaritumiseks ja kõige virgematel on rohkesti järeltulijaid.

Selgrootute unelaadne puhkeseisund

Millal uni evolutsioonis tekkis, on siiani selgusetu. Unelaadne puhkeseisund esineb paljudel selgrootutel. Näiteks selgroogsetest evolutsioonipuul väga kaugel paiknevas harus esinevast unelaadsest seisundist on putukad. Kui äädikakärbest (*Drosophila*) puhkefaasis häirida, üritab ta hiljem puhata. Putukate närvisüsteem on imetajate omast siiski erinev. See meenutab ülesehituselt redelit. Aju roll juhtimiskeskusena on putukatel vähem oluline kui inimesel ja muude närvisõlmede osa jälle suurem.

Kas und vajab ka veelgi lihtsama ehitusega närvisüsteem? Just sellele küsimusele üritab vastata ajakirjas Current Biology ilmunud uurimus, kus katseloomaks oli kõrveraksete karikloomade hulka kuuluv *Cassiopea*. Sellel loomal on kaks elujärku: veekogu põhja kinnitunud polüüp ja vabalt ringi ujuv meduus. Meduusi närvisüsteem on kõige lihtsamat tüüpi ehk hulgast närvirakkudest koosnev võrgustik, mis on suuteline infot kiiresti edasi andma. Liigile on iseloomulik, et meduus istub veekogu põhjal, suusagarad ülespoole ulatumas ja kummik pulseerimas. Loomi vaadeldi videokaamera ja erilise tarkvaraga, mis jälgis loomade keha tukslemist.

Autorid kinnitavad vaatluste põhjal, et *Cassiopea* puhul on täidetud kõik põhilised unele iseloomulikud tunnused. Esiteks pole loomad puhkeajal aktiivsed. Päeval pulseerib *Cassiopea* kummik umbes korra sekundis. Öösel on loomade keha liikumine palju aeglasem ja esineb kuni paarikümne sekundi pikkusi perioode, kus nad üldse ei tuksle. Kui uinunud olekus loom katse ajal põhjalt üles tõsteti ja hõljuma jäeti, kulus tal enda paika sättimiseks ja liikuma hakkamiseks kauem aega kui päeval. Täidetud oli ka teine une esinemise kriteerium ehk ärkamine: kui akvaariumisse visati toitu, muutusid loomad aktiivseks. Samuti tundub, et puhkeolek on sellele liigile eluliselt vajalik. Kui meduusidel öösel puhata ei lastud, tegutsesid nad järgmisel hommikul vähem kui tavaliselt.

Kunagi varem pole nii lihtsa närvisüsteemiga loomadel une olemasolu täheldatud. Kui *Cassiopea* tõesti magab, siis on uni evolutsioonilises plaanis ülivana nähtus: karikloomad ja teised ainuõõssed tekkisid ligemale 600 miljonit aastat tagasi.

Kui *Cassiopea* tõesti magab, siis on uni evolutsioonilises plaanis ülivana nähtus: karikloomad ja teised ainuõõssed tekkisid ligemale 600 miljonit aastat tagasi.

Kas võib olla nii, et uni tekkis väga lihtsatel loomadel ja osutus kasulikuks?

Sel teemal oli nõus kaasa mõtlema Tartu ülikooli selgrootute zooloogia dotsent Toomas Esperk.

„Osaliselt on see küsimus kindlasti semantiline: mis see uni on, kas igasugune puhkus või ainult kindlat liiki puhkus ja kui, siis milline? Selles, et enamik loomi mingitel hetkedel puhkab – ei ole aktiivselt tegev eluliselt oluliste tegevustega nagu söömine ja sigimine, ning langetab neil hetkedel oma aktiivsus- ja ka metabolismitaset – on selge. Siin millegi üle eriti vaielda vist pole. Aga millal puhkeseisundit uneks nimetada, jääb mulle (ja kohati ilmselt ka uneuurijatele endile) segaseks.

Näiteks väidetakse, et puhkeseisundis äädikakärbse närvisüsteemi töö sarnaneb aeglases unes oleva imetaja omaga. Imetajate ja lindude puhul pole vist väga kahtlust, et neil esineb uni (sealhulgas ka REM-uni ehk n-ö aktiivne uni). Teiste loomade puhul kiputakse kasutama une laiemat definitsiooni ja pea igasugust puhkeolekut võidakse käsitleda unena. Kas kitsamas mõttes uni selgrootutel esineb, tundub olevat veel suuresti lahtine küsimus. *Cassiopea* puhul ütleksin, et uuringus kasutatud une definitsioon on laiem kui selgroogsete puhul ja hõlmab pea igasugust puhkeseisundit.

Miks uni tekkis? Selles ei olda üksmeelele jõutud ja võimalusi on mitu. Puhkuse puhul piisab ilmselt ainult sellest, kui loom ei pea kogu aeg sööma või pole võimeline kogu aeg toituma. Näiteks saab mingil hetkel kõht täis ja tuleb seedima hakata, enne kui uuesti sööma saab hakata. Liblikaröövikute puhul on sellised puhkeseisundid selgelt märgatavad. Siis piisab sellest, et puhkeseisundis väheaktiivne loom jääb nii röövloomadele vähem märgatavaks või vähemalt ei suurene tema ärasöömise oht energiat kokkuhoidva puhkestaadiumi ajal, ja juba ongi puhkeseisundil põhjust evolutsioneeruma hakata.

Kas une puhul piisab sama vähestest faktoritest, ei oska ma öelda, aga kui uni peaks tõesti kisklust vähendama, siis on selline stsenaarium võimalik. Muidu tuuakse võimalike une põhjustena välja näiteks informatsiooni selekteerimine, närvikoe parandamine ja taastumine, aga ka selle kohta on eriti just selgrootute puhul vähe teada.“ •

Piret Pappel

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Põgus

Seletav sõnaraamat annab omadussõnale *põgus* kolm tähendust: 1) kiiresti toimuv, mööduv v. kaduv, lühiajaline; 2) lühike ja üksikasjadesse mitte süüviv, mitte põhjalik; pinnaline; 3) vähe märgatav v. tajutav, kerge; (une kohta:) erk. Sõnakasutust on ilmestatud rohkete näidetega: *Peatusime vaid põgusa veerandtunni. Neil oli põgus riid, mis lõppes mõne minuti pärast. Oleme vaid paaril põgusal korral juttu ajanud. Peast lendasid läbi põgusad mõtted. Naisel oli põgusaid suhteid teiste meestega. Põgusalgi lugemisel võib märgata, et kirjutis on täis kiidusõnu. Tal on vanainimese põgus uni*. Jne.

Sõna on tänapäeva eesti keeles enesestmõistetav, võib-olla mitte kõige sagedasem ja õige kerge kirjakeelse varjundiga, aga igatahes ka mitte vähetuntud ja haruldane, mida tunneksid üksnes õpetatud filoloogid. Seetõttu on huvitav täheldada, et see sõna puudub vanematest sõnaraamatutest, sealhulgas mahukast F. J. Wiedemanni eesti-saksa sõnaraamatust, ja teda ei leidu ka meie XX sajandi murdekogudes. Sõna *põgus* on teadliku keelerikastamise saadus ja tema vanus eesti keeles ületab vaevalt ühe sajandi piiri.

Selle on loonud keeleteadlane ja luuletaja Villem Grünthal-Ridala (1885–1942), kes on eesti kirjakeelde toonud õige hea hulga uusi sõnu. Suurem osa neist on soome keelest laenatud või pärineb eesti murretest, sageli Grünthal-Ridala kodukandi saarte murdest, väiksem osa on omalooming. Uusi sõnu kasutas ta muu hulgas oma luuletustes ja neid oli seal nõnda palju, et need kippusid kaasaegsete vastuvõtuläve taha takerduma, ehkki kirjanik need luulekogudele lisatud sõnastikes kõik kenasti ära seletas.

Lööme lahti Villem Grünthal-Ridala luulekogu „Kauged rannad“ (1914) leheküljelt 49, kus algab sonett „Suve öö“, ja loeme:

Päev laskub, ehama jääb õhtu süli
ja tüünes lebav meri, rand ja roog
kui unes lailatelev öine voog,
to viimne ulgumainingite lüli.

Jo varjud tõusvad rannal metsa üli,
kus sahiseb veel põgus tuule hoog,
ja hõrnalt õõtsuv kirjav lille loog.
Ja taevas algab hõbe pisarküli.

Kõik on nii ihar, hõrn: mets, puhmad, puud
ja rohu ladvad, lille sarjad teel,
kõik, kõik, mis ümbruses on hõitsvat muud!

Ja lõhn ja roheline valgus eel,
mis tõuseb vastu ülenevat kuud,
see hurmab südame, sest sulab meel!

Teises stroofis esinev väljend *põgus tuule hoog* on tänapäeval üldarusaadav, aga 1914. aastal on seda tulnud lugejale lahti mõtestada: *põgus*, *sa* (*Nlg.*) – *kergesti põgenev*. Lühend *Nlg.* tähendab siin neologismi ehk luulekogu autori loodud uudissõna. Näeme, et sõna *põgus* on seletatud verbi *põgenema* abil, millest võib järeldada, et esimene on teisest moodustatud. See teeb ühtlasi selgeks, et sõna loomisel on eeskujuks olnud saksa keel, kus omadussõna *flüchtig* ‘põgenev; põgus’ on tuletatud verbist *flüchten* ‘põgenema, pagema’. Ainuüksi eesti keele loogika põhjal olekski raske niisuguse tuletise sündi eeldada ning sõnade põgenema ja põgus seost hoomata. •

Udo Uibo, keelemees

HORISONT KIRJUTAS

50 aastat tagasi

HORISONT 12/1967, LK 50

Esimese aastakäigu viimases Horisondis esitab aja- ja koduloolane Heino Gustavson huvitavaid killukesi tollase nääripuu, kuuse kohta:

„Kuuse ehtimine ja sellel küünalde süütamise kommet tunti enne meie ajaarvamise algust, kuid tollal ei „tapetud“ puud ega temas elutsevat „haldjat“, vaid kaunistati kuusk metsas. Esimesed teadaolevad andmed kuuse kasutamisest „jõulupuuna“ pärinevad alles aastast 1604 Strassburgist, kus seda kommet lapsikuseks peeti ja selle vastu protesti tõsteti. Pisut hiljem hakati kristlikke jõulupühi tähistama hoopis 4. detsembril, püha Barbara päeval. Tuppa toodi papli-, kastani-, pärna-, ja teiste lehtpuude oksi ja lasti need soojuses lehte minna.“

40 aastat tagasi

HORISONT 12/1977, LK 18

Moskvas toimunud rahvusvahelisel näitusel „Keemia 77“ esitletud Nõukogude Liidu keemiatööstuse uuemad saavutused löövad laineid ka Horisondi veergudel. Uudse traktori taha käiva vihmutusseadme kõrval, mis jõuab tunnis 8,5 hektarit põldu niisutada, märgitakse ära ka koostöös „kapitalimaadega“ sündinud saavutusi:

„Meie väljapanekute hulgas paistis koos prantsuse eriteadlastega loodud originaalne seadmestik lämmastikhappe tootmiseks. Niisuguse skeemi järgi töötavas tehases annab üks agregaat kuni 2000 tonni toodangut päevas. Toodud näitu võib pidada rekordiliseks. Hape ise on aga tooraineks kõige mitmekesisematele lämmastikväetistele.“

30 aastat tagasi

HORISONT 12/1987, LK 9

Kardioloogia instituudi direktor Peeter Laane kirjutab „Murelikult südamest“ ehk südame-veresoonkonnahaigustest, mis on tänaseni varase surma või töövõime kadumise peapõhjus:

„Ideaalne oleks, kui iga mees, kel juba 40. juubel seljataga, käiks igal aastal mõõtmas vererõhku ja vere kolesteroolisisaldust ning tegeleks tervisespordiga (näiteks jookseks 15 kilomeetrit nädalas). Tervis pole taeva and, mis isiku tahtest sõltumatult püsib või kaob! Ilmselt kuulub niisugune väide pidevat korrutamist vajavate tõdede hulka.“

Südame-veresoonkonnahaiguste tõttu sureb igal aastal üle ilma ligikaudu 17 miljonit inimest.

20 aastat tagasi

HORISONT 8/1997, LK 26

Arheobotaanik Ülle Sillasoo vaatleb saksa mõjusid eesti köögis ja meie rahvuslikeks peetud toitudes:

„Keskaegse saksa köögiga seondub ka kapsaste hautamine. Kapsas oli lihtsa inimese igapäevase toidu koostisosa. Kui Eesti taludes säilitati kapsaid kupatatuna jahedas kohas veel möödunud sajandil (so 19. sajandil – toim.) ja kapsaid hakati hapendama möödunud sajandi lõpul, siis saksa aladel valmistati hapukapsaid juba keskajal. /---/ Kapsahautisi valmistati sageli koos purustatud teraviljaga, nii nagu keedetakse meil mulgikapsaid.“

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Tartu tähetorni pöördkuppel – mälestusmärk professor Parroti mehaanikutalendile

Tartu tähetorni pöördkuppel pole paljude teiste teadussaavutuste kõrval seni suuremat tähelepanu pälvinud. Ometi on tegu oma aja mehaanilise kunstiteosega, mis sai pealegi järgmisel poolel sajandil eeskujuks mitmetele uutele observatooriumidele – sama tüüpi konstruktsiooni kasutati Helsingis, Pulkovos ja viimase eeskujul juba nii mujal Vene impeeriumis kui ka Lääne-Euroopas. Pöördkupli projekti autor oli keiserliku Tartu ülikooli esimene rektor ja hilisem Venemaa teaduste akadeemia akadeemik, ülikooli füüsikakabineti rajaja Georg Friedrich Parrot, kelle sünnist möödus käesoleva aasta juulis 250 aastat.

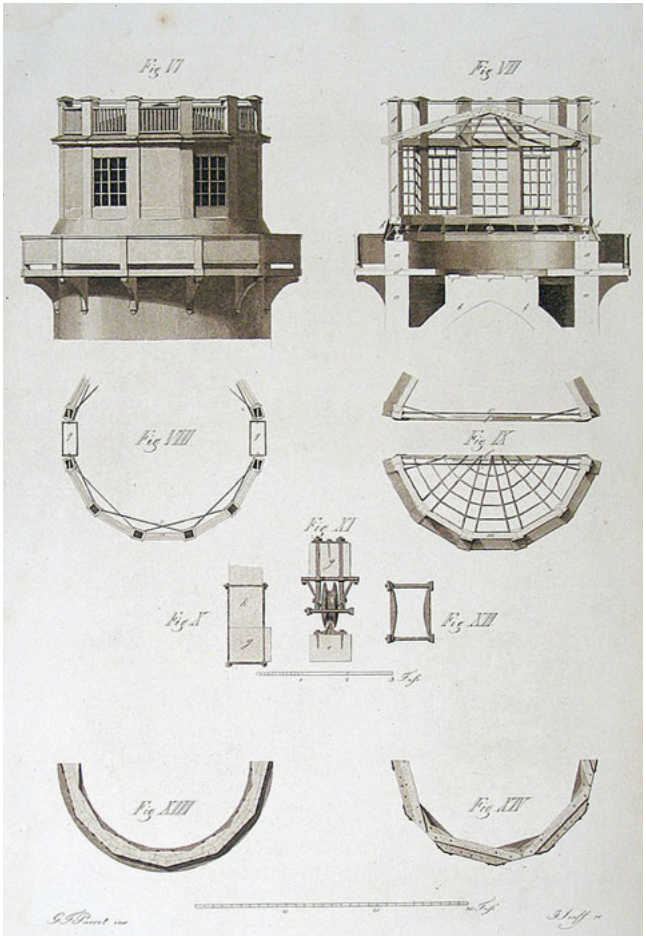
Nii suurt ekvatoriaalse monteeringuga läätsteleskoopi, nagu oli 1824. aasta sügisel Münchenist Tartusse jõudnud Fraunhoferi refraktor, polnud tol ajal kellelgi. Järelikult puudus ka igasugune kogemus, kuidas seda teleskoobitorni paigutada ning millisel viisil tuleks ehitada tornile katus või avada katuseluuke, et see vaatlusi toetaks, mitte ei takistaks. Tähetorni direktor Friedrich Georg Wilhelm Struve pani teleskoobi õhinal kokku läänesaalis, kuid kohe oli selge, et sinna see jääda ei saa. Järgmise, 1825. aasta alguses saadi haridusministeeriumilt luba torni ümberehitamiseks. Kulud tuli katta ülikooli reservidest.

1825. aasta sügisel, kui torn oli äsja valmis saanud, tõi see aga nii Parrotile kui Struvele paksu pahandust. Mure seisnes nimelt selles, et ülikool oli järjekordselt omavoliliselt ületanud varem kinnitatud eelarvet ja seda tervelt kolmandiku võrra. Kalkulatsioonid olid lõhki läinud ka mõned aastad varem tähetorni astronoomile ametikorteri ehitamisel ja samuti uhke teleskoobi muretsemisel. Arusaadav, et rahaasjade eest vastutanud kuraator pidi professoreid pideva finantsdistsipliini rikkumise pärast korrale kutsuma, sest kogu oma autonoomia juures oli ülikool siiski Vene riigiasutus. Isegi ülikooli enda kogutud reservide puhul tuli iga kopikat projekti, eelarve ja hilisema aruandega selgelt põhjendada.

Niisiis kutsuti selgi korral kokku komisjon, kes revideeris arveid ja vaatas ehitise üle. Härradelt professoritelt Parrotilt ja Struvelt nõuti aga seletuskirju, tänu millele on ehitus üsna detailselt dokumenteeritud – pahanduseta teaksime sellest hoopis vähem.

18.–19. sajandi vahetusel hakkasid paljud loodusteadused rääkima matemaatika keeles. Nii õpiti ka mehaanikas täpselt välja arvutama mitmesuguste mehhanismide liikumiseks vajaliku töö hulka, mis võimaldas omakorda erinevad ülekanded parajaks timmida. Just seda tegi ka füüsikaprofessor Parrot Tartu torniga.

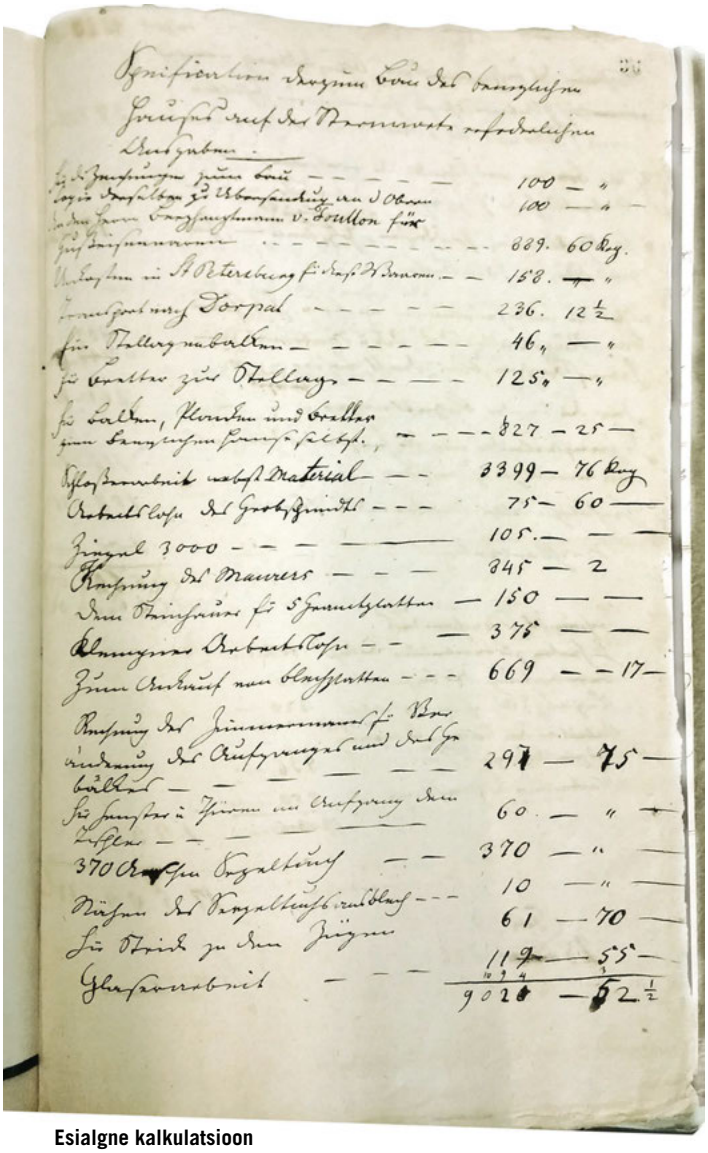
Teleskoobi mõõtmed tundusid sedavõrd aukartustäratavad, et esialgu püüti torn projekteerida nii kerge kui võimalik. Katus pidi tulema plekist ja purjeriidest. Lõpuks aga valati ringikujuline rööbas (Parrot ei usaldanud kohalikke meistreid ja lasi isiklikult järele vaadates metallosad valada Peterburis). Kaheksakandiline torn tõsteti 16 rattale, mis veeresid mööda rööbast (põhimõtteliselt justkui ühe rööpaga raudteel). Selgus,



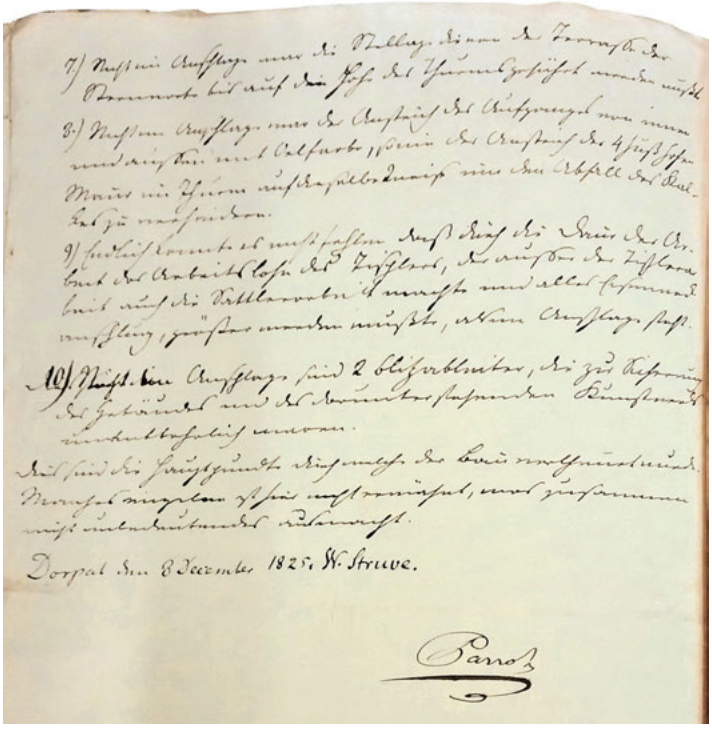
Torni projekt, mille Struve avaldas 1825. aastal Tartus välja antud trükises „Beschreibung des auf der Sternwarte der Kaiserlichen Universität zu Dorpat befindlichen grossen Refractors von Fraunhofer“

et torn liigub ratastel kergemini, kui oli julgetud loota, ja seepärast otsustati esialgu kavandatud plekist ja purjeriidest katus asendada laudadest ja plekist katusega, et talvine lumi seda ei kahjustaks. Tornikupli liigutamiseks töötati välja lihtne süsteem

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Esialgne kalkulatsioon



Struve ja Parroti aruande lõpplehekülg allkirjadega

EESTI RAHVUSARHIIV

Torni ehitamist revideerima määratud Tartu ülikooli sündiku Ungern-Sternbergi, Tartu linna politseimeistri Gessinsky ning professorite õuenõunik von Aderkasi ja riiginõunik dr Bartelsi 2. detsembril 1825. aastal koostatud aruandest võib lugeda:
„Meie, allakirjutanud, ametlikult määratud revidendid, tunnistame pärast põhjalikku tutvumist tähetorni liikuva kupliga, mis ehitati härrade professorite riiginõunik Parroti ja õuenõunik Struve juhtimisel, olles tulemust võrrelnud eelnevalt kinnitatud kavaga: nimetatud liikuv torn mitte lihtsalt ei vasta kavadele ja kirjeldustele, vaid tänu ülimalt hoolikale teostusele isegi ületab oma leiutaja professor Parroti poolt lubatut. Nimelt näitas meie juuresolekul tehtud katse, et enamasti piisab juba 7 naela suurusest jõust, et seda 20 000 naela kaaluvat ehitist liigutada, kusjuures ilma suurema pingutuseta võib 5 sekundiga torni liigutada kolm ja pool jalga. Ülikalli instrumendi kaitsmiseks väga oluline luukide avamise ja sulgemise mehhanism on samuti suurepäraselt õnnestunud ja vastab igati oma otstarbele.
Meile esitatud arvete järgi kulus kõigile töödele kolm korda rohkem rauda kui algul umbkaudu arvestati, ka polnud kalkulatsioonis rauda ja messingit 8 klapitõmbaja ja 16 suure ratta jaoks, samuti katuselaudu ega kahekordset puitpõrandat. Puudu olid kulud [teenijakorteri] korstna paigutamiseks 3 sülda eemale, 5 graniitplaati suure teleskoobi alla, kaks piksekaitset ja tellingute ehitamine terrassilt torni kõrguseni; lõpuks olid puudu ka kulud värvimisele seest ja väljast, ning torni sisemüüri ehituseks. Kõik need detailid on teostatud eelarvet ületades, kuid aitavad terviku täiuslikkusele igati kaasa. Nii metallikui puutööd on tehtud väga hästi ja suurima hoolega.“

vändast, plokkidest ja trossidest. Et teleskoop oleks stabiilsem, tehti põrand kahekordne ja laudade alla paigutati graniitplaadid, mis toetuvad võlvile.

Oma seletuskirjas rõhutasid Struve ja Parrot, et ehitis oli täiesti originaalne ja eeskuju polnud kusagilt võtta. Metallosad tuli pärast valamist käsitsi üle töödelda ja ülikooli mehaanik tegi seda ülima hoolega – nii tõusis ka tema arve 600 asemel 1936 rublale. Torni pööramise kerguse kirjutasidki professorid just mehaaniku hoolikuse arvele. Uhkusega võisid tegijad öelda: „Torn pidi esialgu kaaluma 17 000 naela ja arvati, et selle saab liikuma 10-naelase jõuga. Lõpuks kaalub torn 21 000 naela, kuid selle liikuma panekuks piisab 7-naelasest jõust.“

Suure konstruktsiooni liigutamise kergus pidi tõesti olema muljetavaldav. Karlova mõisas elanud kirjanik Faddei Bulgarin on sellest näiteks kirjutanud nii: „Mehhanism on viidud täiuseni: ühe käega ratast keerates liigub kogu tähetorni ülaosa sellise kergusega, et käsi ei tunnegi vastupanu. Optiline pete tekitab tunde, nagu liiguks hoopis torni kivist alumine osa, aga puidust ülaosa oleks liikumatu.“ Kõige selle keskel paistis kirjanikule, justkui juhiks Struve, kes 3500 naela kaaluva refraktori oma toolil istudes ühe sõrmega liikumisse viis, ise tähtede liikumist.

Torni ehitamise kulud kasvasid 17 504 rublale ja 32,5 kopikale, mis tähendab, et ülekulu oli kalkulatsiooniga võrreldes tervelt 6183 rubla ja 77,5 kopikat. Kuna selgitused tundusid asjakohased, lubati haridusministri loal maksta seegi summa ülikooli säästudest, kuid professoritele pandi südamele, et nad edaspidi selliseid poolikuid kalkulatsioone ei esitaks.

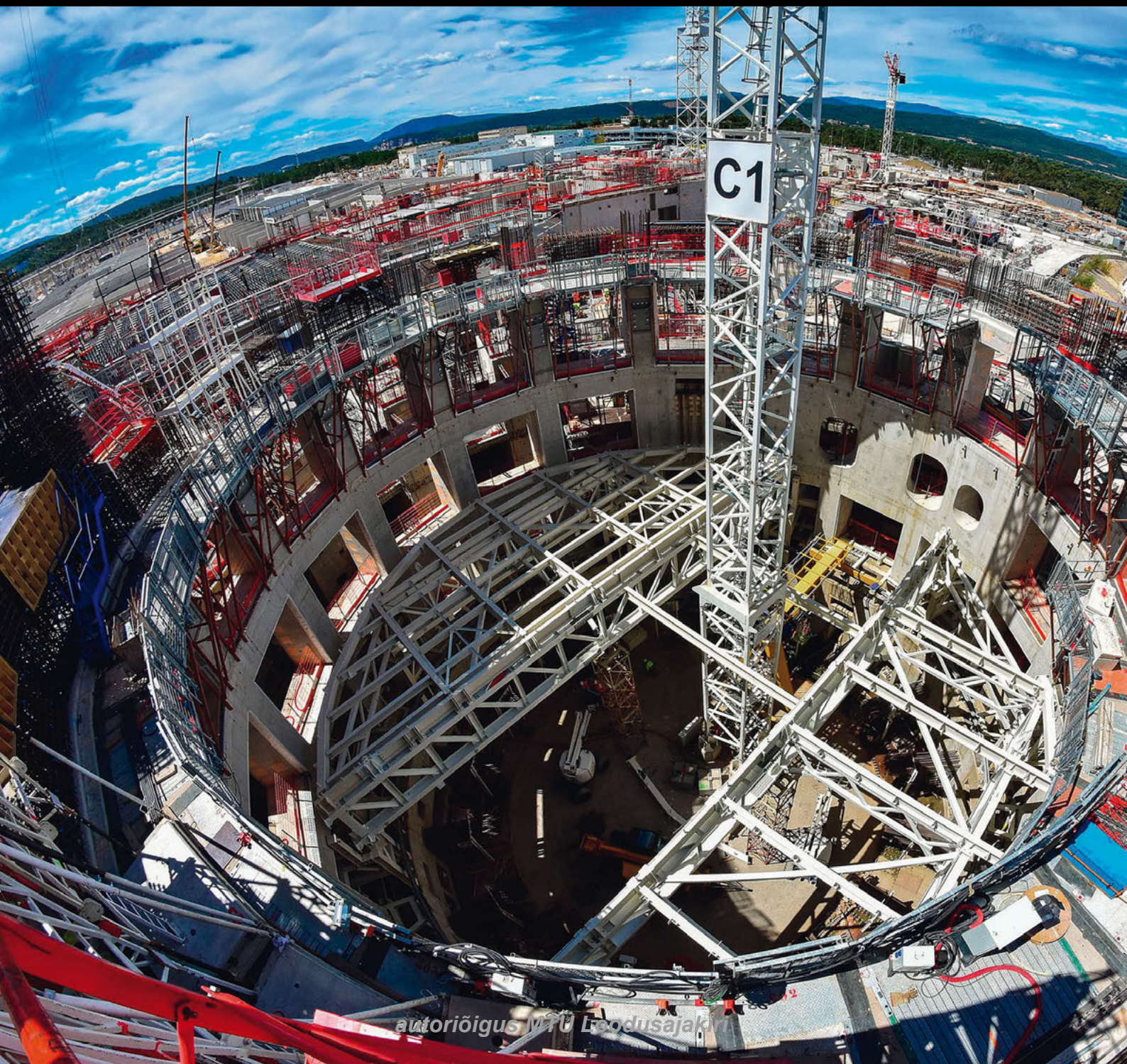
Tartu tähetorni pöördkuppel liigub endiselt samal konstruktsioonil, seda pole ümber ehitatud ega elektriga tööle pandud, nagu paljudes teistes maailma tähetornides. Elegantne kergus on küll krigisema hakanud, kuid torni liigutamine on siiski jõukohane. Suurepärane monument füüsikaprofessor Parrotile. •

Lea Leppik, Tartu ülikooli muuseumi teadusdirektor

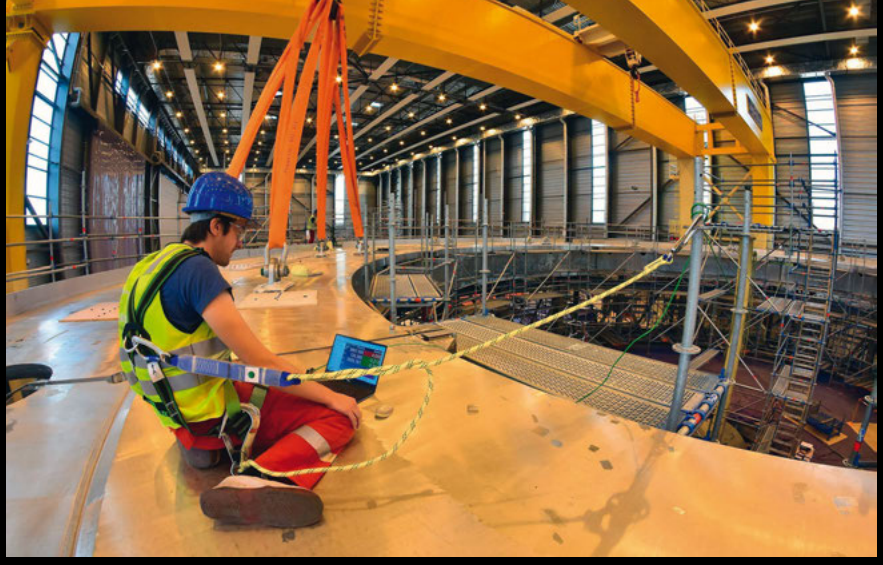
autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

KAAREL PIIP, PEETER PARIS

KATSUMUSED ENERGIAT TOOTVA MAAPEALSE PÄIKESE KÄIVITAMISEGA

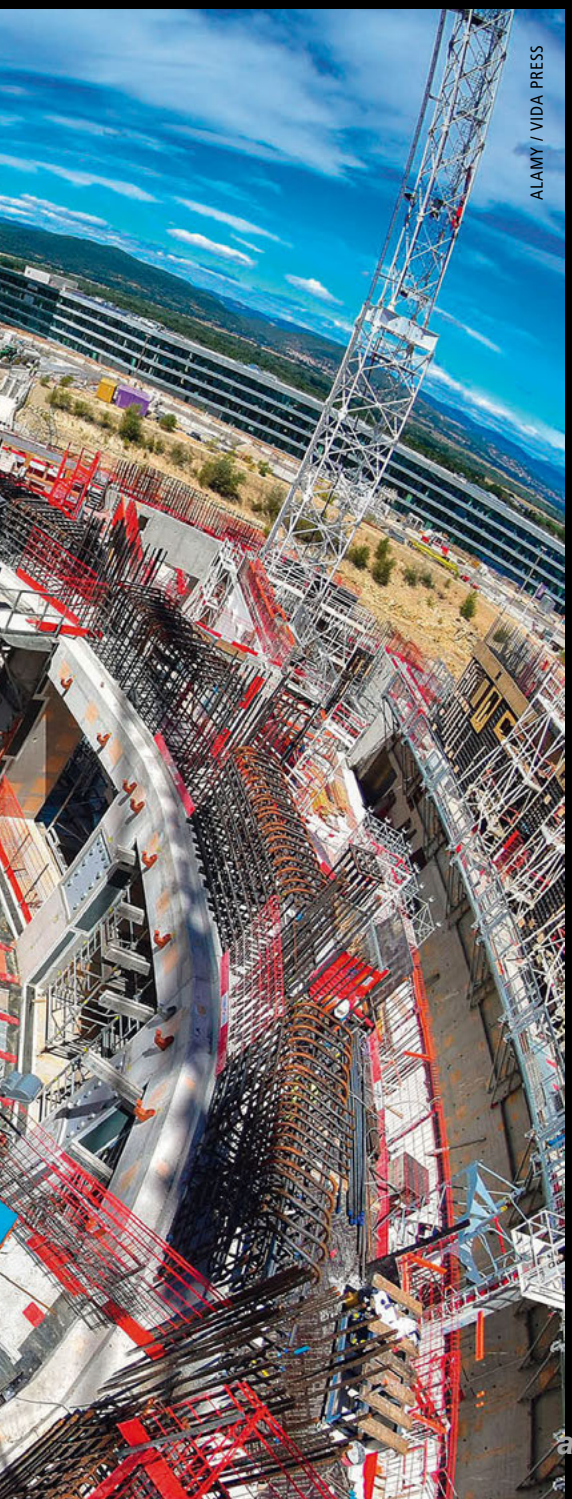


autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



FOTOD: ITER ORGANIZATION

ITER-i ehitusööd
2017. aasta augustis



ALAMY / VIDA PRESS

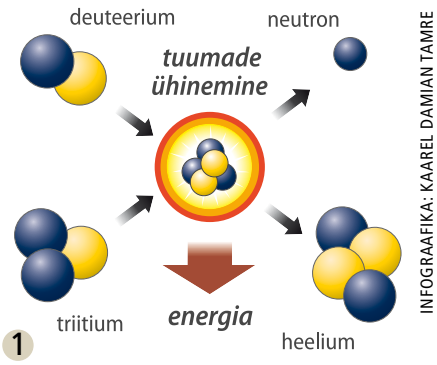
Ülemaailmse kasvava energiavajaduse ja fossiilkütuste põletamisest johtuvate probleemide tõttu on suurenenud inimkonna vajadus puhta ja säästliku energiaallika järele. Lahendus võiks peituda tuumasünteesis, mis tagaks peaaegu ammendamatu ja seejuures puhta energiaallika. Tuumasünteesireaktorit on tihti võrreldud maapealse päikesega, sest tähti toidavadki tuumasünteesireaktsioonid. Kuidas siis tekitada selline päike, panna ta „purki“, tootmaks inimkonnale nii vajalikku energiat? Päikesel, mille südames ulatub temperatuur umbes 15 miljoni kraadini, käivad asjad lihtsamalt kui maapealses reaktoris, sest ruumala, kus reaktsioon toimub, on väga suur ja tunduvalt suurem gravitatsioonirõhk hõlbustab tuumade ühinemist. Maa peal tuleb hakkama saada palju kitsamates tingimustes ja see tõstab reaktsiooni toimumiseks vajaliku temperatuuri kümnekordseks. Selleks, et tuumasünteesireaktor meil efektiivselt tööle saada, on vaja temperatuuri umbes 150 miljonit kraadi. Vaatamata sellele plaanitakse Lõuna-Prantsusmaal Cadarache'is 2030. aastaks tööle panna maailma suurim tuumasünteesireaktor ehk tokamak – rahvusvaheline eksperimentaalne termotuumareaktor ITER (ingl k *International Thermonuclear Experimental Reactor*).

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

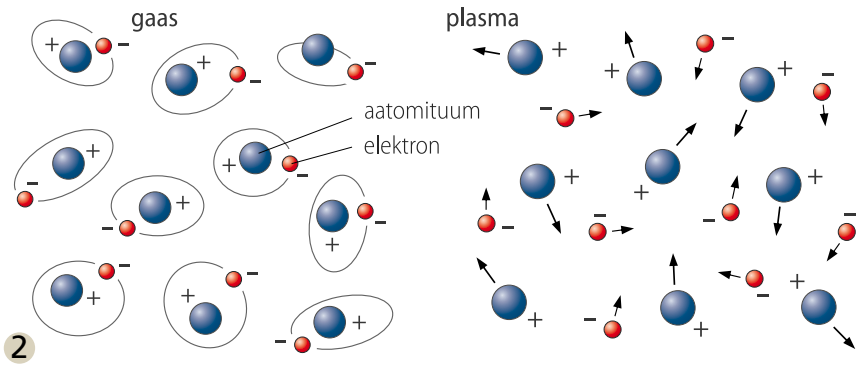
Heidame nüüd pilgu sellele, kuidas peaks tööle hakkama tuumasünteesireaktor, kus saavutatakse ulmelisena näivad temperatuurid. Nagu nimi ütleb, sünteesitakse selles reaktoris aatomituumasid. Uraani ja plutooniumi raskete tuumade lõhustamisel vabanevat energiat kasutatakse tuumajaamades juba pikka aega. Tuumasünteesireaktoris aga vabaneb energia kahe kerge tuuma ühinemisel üheks raskemaks tuumaks. ITER-i jaoks on hinnatud parimaks vesiniku isotoopide deuteeriumi (raske vesiniku) ja triitiumi (üliraske vesiniku) tuumade ühinemist heeliumi tuumaks; lisaks tekib reaktsioonis ka üks vaba neutron (joonis 1). Iga sellise kahe tuuma ühinemise kohta vabaneb 17,6 MeV energiat. Olgu öeldud, et kuigi uraani tuuma lagunemisel vabaneb umbes 180 MeV energiat, siis tuumasünteesil saadakse ühe kilogrammi kütuse kohta võrratult rohkem energiat. Tuumasünteesi teine suur eelis on see, et ei teki radioaktiivseid jäätmeid. Tõsi, eralduvad neutronid aktiveerivad ümbritseva reaktori materjali, kuid see kiirgus kaob võrreldes hariliku tuumareaktori jääkproduktidega suhteliselt kiiresti.

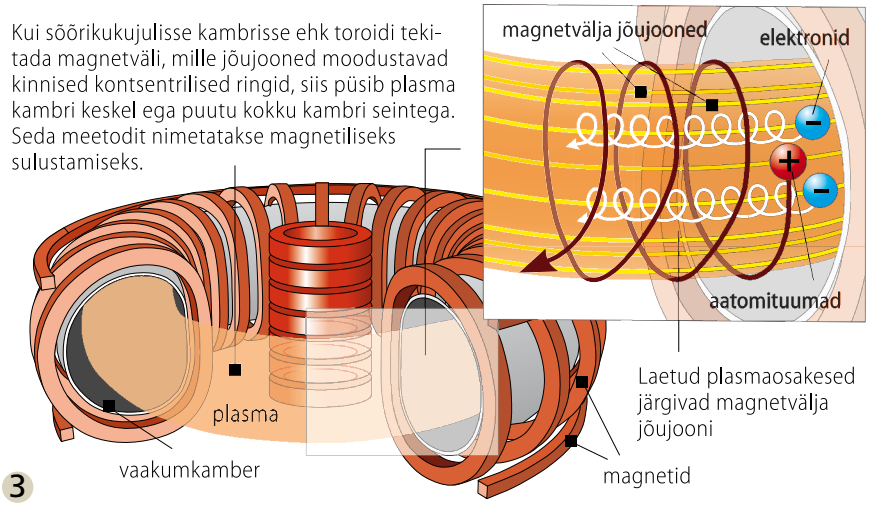
Tuumasünteesiks tuleb tuumad viia teineteisele piisavalt lähedale, et hakkaks mõjuma tuumadevaheline tugev vastasmõju. Positiivselt laetud deuteeriumi ja triitiumi tuumade vahel mõjub elektrostaatiline tõukejõud, mille ületamiseks tuleb tuumadele anda piisav energia, teisisõnu tuleb tõsta nende temperatuur ülikõrgeks. Arvutused näitavad, et deuteeriumi ja triitiumi segu tuumasünteesiks on parim temperatuur umbes 150 miljonit kraadi. Sellise temperatuuri juures ei ole vesinik enam gaas, vaid aine neljandas olekus ehk plasma. Lihtsustatult on plasma ioniseeritud gaas, kus elektronid ei tiirle enam tuumade ümber, vaid on tekkinud segu aatomituumadest ja elektronidest (joonis 2). On selge, et ei leidu materjali, millest valmistatud anum suudaks sellist ülikuuma plasmat kinni hoida – anuma seinad sulaksid või lausa aurustuksid. Kuidas siis toimida? Kuna plasma koosneb elektriliselt laetud osakestest, saab seda mõjutada nii elektri- kui ka magnetväljaga. Laetud osakesed liiguvad magnetväljas piki selle jõujooni, samal ajal nende ümber tiireldes, ning osakeste trajektoor moodustab kruvijoone. Kui toroidi- ehk maakeeli sõõrikukujulisse kambrisse tekitada magnetväli, mille jõujooned moodustavad kinnised kontsentrilised ringid (joonis 3), siis peaks plasma püsima kambri keskel jõujoonte ümber ega puutuks kokku kambri seintega. Sellist meetodit nimetatakse magnetiliseks sulustamiseks. Enne vesinikuplasma tekitamist on kamber mõistagi õhust tühjaks pumbatud ning täidetud reaktsiooni efektiivseks toimumiseks vajaliku kütuse, deuteeriumi-triitiumiseguga, mille tihedus on palju väiksem õhu tihedusest. Seadet, kus selline magnetiline sulustamine toimub, nimetatakse tokamakiks. Tokamak on lühend venekeelsest fraasist *тороидальная камера с магнитными катушками* ehk lihtsalt „toroidaalne kamber magnetpoolidega“. Kontseptsioon pärineb 1950. aastatest, kui alustati uurimist Kurtšatovi instituudis Moskvas. Sisuliselt on sama mudeli juurde jäädud ka ITER-i disainimisel, vaid tehnoloogia on edasi arenenud ja plasma sulustamiseks kasutatakse ülijuhtivast materjalist mähistega elektromagneteid, mille tugev magnetväli võimaldaks hoida plasmat piisavalt pikka aega stabiilsena reaktoris hõljumas.

Tuumasünteesi suur eelis on see, et ei teki radioaktiivseid jäätmeid.



INFOGRAAFIKA: KAAREL DAMIAN TAMRE





Kui sõõrikukujulisse kambrisse ehk toroidi tekitada magnetväli, mille jõujooned moodustavad kinnised kontsentrilised ringid, siis püsib plasma kambri keskel ega puutu kokku kambri seintega. Seda meetodit nimetatakse magnetiliseks sulustamiseks.

Probleemid kadude ja ebastabiilsusega

Kuna rohkem kui poole sajandi jooksul pole jõutud toimiva tuumasünteesireaktorini, siis on selge, et tokamakis

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ei ole kõik siiski nii lihtne, kui eespool olevast kirjeldusest tunduda võis. Põhilised reaktori käivitamist takistavad tegurid on kaod ja plasma ebastabiilsus. Alustame kadudest: selleks, et reaktsioon tööle hakkaks, tuleb täita kriteerium, mis on saanud nime plasmafüüsiku John D. Lawsoni järgi. Lawsoni kriteerium ütleb, et plasma peab olema piisavalt tihe, piisavalt kuum ja püsima koos piisavalt kaua. Lihtsustatult võib öelda, et soojuskaod on seda suuremad, mida suurem on reaktori pindala ja ruumala suhe. Kuna pindala kasvab võrdeliselt reaktori raadiuse ruuduga ja ruumala võrdeliselt raadiuse kuubiga, siis on kadude lubatavates piirides hoidmiseks vaja ehitada piisavalt suur reaktor.

Piisavalt suur on aga tegelikult hiigelsuur. ITER-i toroidi raadius 6,2 m ei pruugi esmapilgul erilist muljet avaldada, kuid mõõtmetest annab aimu joonis 4, kus reaktori kõrval on näha ka inimene. Kogu seade kaalub kokku umbes 23 000 tonni. Eiffeli torn kaalub „vaid“ 7300 tonni. Loomulikult on teel ITER-i poole tokamakke juba ka ehitatud – suurim neist on Ühendkuningriigis, Oxfordi lähedal Culhamis asuv Joint European Torus (JET), mille toroidi raadius on veidi alla kolme meetri. Neis väiksemates seadmetes saab küll tekitada vesinikisotoopide plasmat ja seda magnetväljas paigal hoida, kuid Lawsoni kriteeriumi täitmisest ollakse veel kaugel.

Näeme, et ITER-i ehitus on seotud mitmete tehniliste keerukustega, millest paljud on lahendatud, kuid mõnedki alles ootavad väljaselgitamist. Euroopas tegeleb tuumasünteesi probleemidega Euratomi programmi rahastatav konsortsium EUROfusion, mille liige on ka Tartu ülikool. Tihedas koostöös kolleegidega Soomest, Hollandist, Lätist, Slovakkiast, Sloveeniast ja mitmest teisest riigist uurime plasma ning tahkise vastastikmõju. Üritame välja selgitada, mis juhtub, kui plasma tabab reaktori seina. Millised on erosiooniprotsessid, kuidas muudavad plasmavood materjali pinnastruktuuri, kui palju deuteeriumi ja triitiumi salvestub reaktori seinas?

Plasma ebastabiilsust põhjustavad mitmed mehhanismid, mis sarnaselt keeristega veevoolus ei lase plasmal magnetvälja jõujoonte ümber püsida. Osa plasmat pääseb minema ja tabab reaktori seinu. Kui ka vaid väike osa plasmat seinu tabab, on kindel, et plasmaga pihta saanud materjal aurustub või vähemalt sulab. Reaktori seinad kuluvad paratamatult, küsimus on vaid selles, milline on sellise kulumise ulatus. Reaktori seinte kulumise ehk erosiooni vähendamiseks valmistatakse need kõige vastupidavamatest materjalidest: volframist ja berülliumist. Lisaks kõrgele temperatuurile peavad reaktori seinad taluma ka tuumareaktsioonil tekkivat neutronite voogu.

Plasmafüüsika labori panus: LIBS

EUROfusioni kuulub ka Tartu ülikooli füüsika instituudi plasmafüüsika labor, kus arendatakse reaktoriseinte seiretehnoloogiat – laserindutseeritud plasma spektroskoopiat ehk LIBS-i, mis võimaldab jälgida reaktoriseinte olukorda distantsilt. Tartu ülikooli teadlased katsetavad seda nii koduses laboris kui Hollandi energiaalaste fundamentaaluuringute instituudis (DIFFER). Esimene LIBS-i alane bakalaureusetöö kaitsti Tartu ülikoolis 2009. aastal, kuid plasma ning laseritega on tegeletud palju kauem. Juba 1974. aastal asutatud gaaslahenduse laboris, mis on praeguse plasmafüüsika labori otsene eelkäija, kasutati spektroskoopilisi meetodeid plasmas toimuvate protsesside uurimiseks. Need kogemused on rakendatavad ka ITER-i probleemide lahendamisel. Samuti tehakse ITER-i heaks uurimistööd Tartu ülikooli füüsika instituudi ioonkristallide füüsika laboris, kus tegeletakse kõrge kiirgustaluvusega optiliste materjalide loomisega.

LIBS-i nimetus võib kõlada keeruliselt, kuid meetodi idee on iseenesest lihtne. Seda aitab selgitada joonisel 5 kujutatu. Uuritavale objektile fookustatakse lühike laservälge, kestusega vaid nano- või isegi pikosekundeid, meie laboris umbes kaheksa nanosekundit. Intensiivne valgusimpulss kuumutab väikse osa proovist paarikümne tuhande kraadini, tekitades plasma. Plasma jahtub ja kiirgab selle käigus valgust. Osa sellest kiirgusest on laia ja pideva spektriga elektronide pidurdumisel tekkiv pärsskiirgus ja elektronide ning ioonide ühinemisel tekkiv rekombinatsioonikiirgus, kus valgust kiiratakse laias lainepikkuste vahemikus. Lisaks on aga kiirgusspektris ka kitsad spektrijooned, mida tekitavad mingi kindla keemilise elemendi aatomid ja ioonid üleminekul ergastatud olekust põhiolekusse. Spektrijoonte kogumik on justkui keemilise elemendi sõrmejälg, mille abil saab kiirgava elemendi üheselt määrata. Nende joonte lainepikkuste ja intensiivsuse järgi on võimalik öelda, milline on proovi koostis: milliseid keemilisi elemente ja kui palju proov sisaldab.

LIBS-i idee on peaaegu sama vana kui laser, mille leiutajaks 1960. aastal loetakse Theodore Maimani. Reaalsete LIBS-i rakendusteni jõuti aga mitukümmend aastat hiljem. Nagu ikka, tuli enne lahendada mitmeid tehnilisi probleeme. Üks selline oli spektri registreerimise ajastamine. Nimelt kiirgab laserindutseeritud plasma valgust vaid mõned mikrosekundid. Kohe pärast laservälget, kuni 100 nanosekundi jooksul, kiirgab tekitatud kuum plasma peamiselt pidevat kiirgust, mille järgi proovi koostist määrata ei saa. Järgneb vahemik, kus spektrijooned on tugevad ja selgesti eristuvad. Just selles ajaaknas tulebki mõõtmised teha. Hiljem on jooned nõrgad ning saadav tulemus taas ebatäpne.

Miks kasutada just LIBS-i?

Esiteks ei nõua LIBS-i meetod prooviidele füüsilist ligipääsu. Piisab optilisest ligipääsust – uuritavat objekti on tarvis vaid näha. Lisaks on meetod kiire: mõõtmine võtab aega mõne sekundi ning reeglina pole vaja proove ega uuritavaid objekte mitte mingil viisil ette valmistada. Läbi katsekambri akna saab suunata laserkiire proovini ja läbi sellesama akna ära mõõta ka kiirgusspektri. Selliseid proovimõõtmisi on Ühendkuningriigis asuvas JET-is juba tehtud. Sarnane plaan oli ka ITER-is, kuid nüüd plaanitakse selle seinte LIBS-diagnostikat teha hoolduseks avatud reaktoris spetsiaalse robotkäe abil.

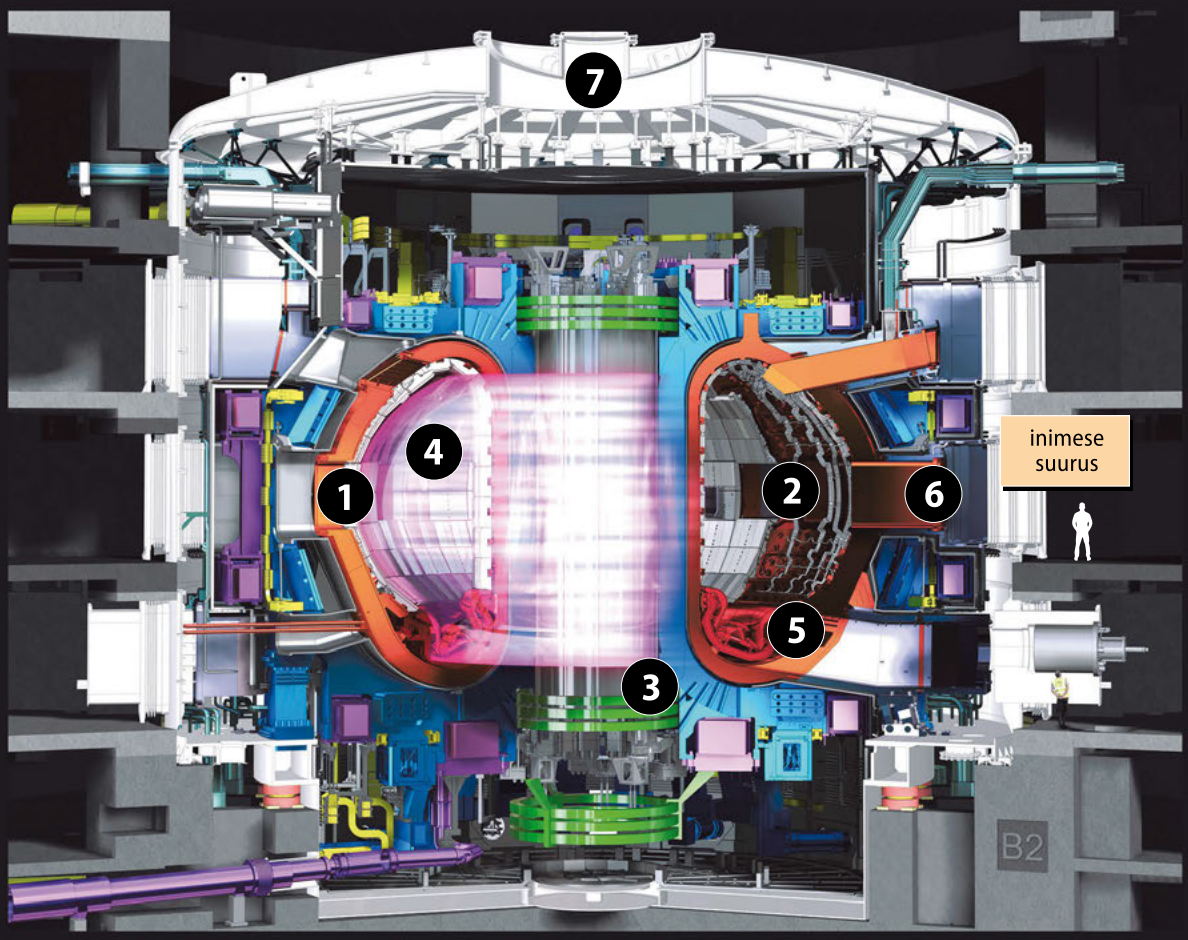
LIBS võimaldab mõõta ka elemendilisi sügavusprofiile: iga laserimpulss koorib, aurustab ja tekitab plasmat sõltuvalt materjalist umbes 100–500 nanomeetri paksusest proovikihist. Mõõdetav spekter iseloomustabki just seda kihti ja nii kiht kihi järel koorides saab kätte elementide sügavusjaotuse mitme mikromeetri paksuses kihis. Sügavusprofiilide mõõtmist saab kasutada ka ITER-is. Nimelt on üks probleem ITER-i käivitamisel triitiumi ladestumine reaktoriseintesse: kuna triitium on radioaktiivne, poolestusajaga veidi üle 12 aasta, siis Prantsusmaa tervisekaitsenõuete järgi on suurim reaktoriseintesse koguneda lubatav triitiumi kogus 1 kg. LIBS-meetodit saakski kasutada selleks, et teada saada, kui palju, kuhu ja kui sügavale

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ITER – maailma suurim tuumasünteesireaktor

Prantsusmaal Cadarache'is on 35 riigi koostööna valmimas maailma suurim tuumasünteesireaktor ITER. Tegu on eksperimentaalreaktoriga, mille peamine ülesanne on uute tehnoloogiate katsetamine ja arendamine. Tööstuslikus koguses energiat reaktor tootma ei hakka, küll aga loodetakse ajaloos esimest korda toota tuumasünteesi abil rohkem energiat, kui selle energia tootmiseks kulutatakse. Esimesed eksperimendid peaksid algama 2025. aastal

KAAREL DAMIAN TAMRE



ITER Organization

1. VAAKUMKAMBER
Hiiglaslik roostevabast terasest anum, milles tekitatakse plasma, kus toimub tuumade ühinemine. Vältimaks vaakumkambri otsest kontakti plasmaga, kaitseb teda kattevarjestus (4) ja allosas divertor (5).

2. KUUMUTAMINE
Neutraalsete aatomite suunatud voo ja raadiosageduslike elektromagnetlainetega kuumutatakse plasma 150 000 000 kraadini.

3. MAGNETID
Kümme tuhat tonni kaaluvad ülijuhtivad magnetid tekitavad magnetvälja, mis on Maa magnetväljast 200 000 korda tugevam. See väli hoiab plasma paigal ja annab talle sobiva kuju.

4. KATTEVARJESTUS
Kuni neli tonni kaaluvad paneelid kaitsevad vaakumkambrit ja magneteid kuumuse ja tuumasünteesil tekkivate neutronite voo eest.

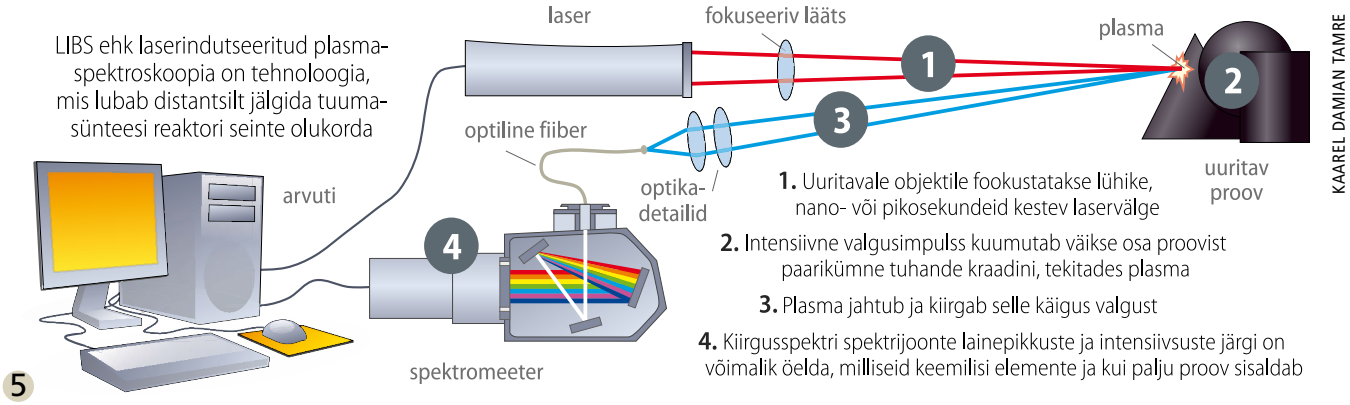
5. DIVERTOR
Divertori ülesanne on kõrvaldada plasmast tuumasünteesi käigus tekkivaid reaktsioonisaadusi ja sinna sattunud lisandeid ning kaitsta kambri seinu liigse kuumuse ja neutronite voo eest. Suurendamaks vaakumkambri põhjas asetseva divertori vastupidavust kambris valitsevatele rasketele tingimustele, on ta kaetud kõrgeima sulamistemperatuuriga metalli, volframiga.

6. DIAGNOSTIKASEADMED
Peamised eksperimentaalsed vahendid (sealhulgas rõhumõõtjad ja neutronkaamerad), mis on vajalikud plasma füüsikaliste parameetrite mõõtmiseks.

7. KRÜOSTAAT
Vaakumkambrit ümbritsev hiiglaslik külmkapp, mille peamine ülesanne on hoida ülijuhtivad magnetid madalal temperatuuril.

4

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



seintesse on radioaktiivne triitium ladestunud.

Nagu ikka ja paratamatult, on meetodil eeliste kõrval ka puudusi. LIBS töötab hästi, kui uurida proove, mille koostis on enam-vähem teada ja kindlates piirides varieeruv. Nii on see näiteks metallurgias. Sellisel juhul on võimalik mõõtmisvahendeid eelnevalt kalibreerida, kus võrdluseks kasutatakse mõnda täpsemat, kuid aeglasemat meetodit. Proovidega, mis võivad reaktori erinevates piirkondades üksteisest oluliselt erineda ja mille koostis on üpris umbkaudselt etteaimatav, on asi keerulisem. Taolisel juhul esinevad niinimetatud maatriksefektid, mis tähendab, et mingi keemilise elemendi spektrijoonte tugevus sõltub seda ümbritsevatest elementidest. Selle nähtusega tegelemiseks pole üheseid ja lihtsaid meetodeid. Vähe sellest, signaali tugevust mõjutab lisaks ka see, kas uuritav objekt on kõva või pehme, tihe või poorse struktuuriga.

Puudustest hoolimata on LIBS levinud diagnostikavahend näiteks terasetööstuses ning seda meetodit rakendavaid seadmeid on proovide kiireks analüüsiks kasutatud isegi marsikulguril.

Tartu ülikooli füüsika instituudi plasmafüüsika laboris uuritaksegi seda, kuidas kasutada LIBS-i kõige efektiivsemalt ITER-i seinte diagnostikaks. Meetod sobib selleks oma kiiruse ja suhtelise lihtsuse tõttu. Uuritavate proovide keemiline koostis on üldjoontes teada, ITER-is esinevad peamised keemilised elemendid on volfram, berüllium, vesiniku isotoobid deuteerium ja triitium ning tuumasünteesil tekkiv heelium. Saastena satub reaktorisse ka muid elemente, näiteks vesinikku, hapnikku jne. Nagu juba öeldud, seisab teadlaste ees kaks peamist küsimust: kui palju ja kuidas kulutab plasma reaktori seinu ning kui palju salvestub seintesse triitiumi. Viimastel aastatel on neist huvipakkuvamaks uurimissuunaks kujunenud just viimane. Peatume sellel pisut pikemalt.

Deuteeriumi ja triitiumi koguste määramine

LIBS võimaldab niisiis suuremate probleemideta eristada proovis keemilisi elemente. Ent kuidas on lood vesiniku isotoopidega, deuteeriumi ja triitiumiga? Siin jõuame juba LIBS-i traditsiooniliselt mängumaalt kaugemale. Probleem on nimelt selles, et isotoopide spektrijooned asuvad üksteisele väga lähedal. Nende lainepikkuste erinevuse põhjustab isotoopide masskeskme nihkumine – mida raskem on aatom, seda lähemal on see tuuma keskkohale. Vesiniku kõige tugevama spektrijoone lainepikkus on 656,3, deuteeriumi (deuteeriumi tuum on vesiniku tuumast kaks korda raskem) samale kiirguslikule üleminekule vastaval joonel on see 656,1 ja triitiumil (triitiumi tuum on vesiniku tuumast kolm korda raskem) 656,0 nanomeetrit. Kuidas nendesse numbritesse suhtuda? Kas suudame spektris eristada deuteeriumit ja triitiumit?

Viimaste aastate mõõtmised meil ja mujal näitavad, et vesiniku ja deuteeriumi spektrijooned LIBS-i spektris küll osaliselt kattuvad, kuid on õigesti valitud katseparameetrite puhul kenasti eristatavad. Praegu töötame selle kallal, et spektrijoonte intensiivsuse põhjal välja rehkendada proovis oleva deuteeriumi kogus. Plaanis on nii fundamentaalsemad mõõtmised kodulaboris Tartus kui ka rakenduslikud kontrollkatsed Hollandi energiaalaste fundamentaaluuringute instituudis DIFFER, kus saab uuritavaid materjale mõjutada plasmageneraatori Magnum-PSI võimsate plasmavoogudega, tekitades ITER-iga võrreldavad tingimused. Seejuures on mõõtmisteks vaja leida katseparameetrid, mis on uuritavate proovide jaoks sobivaimad. Selliseid parameetreid, mida saab varieerida, on aga palju: laservälke lainepikkus, energia, salvestuse algushetk ja ajaline kestus ning ümbritseva gaasi rõhk ja koostis.

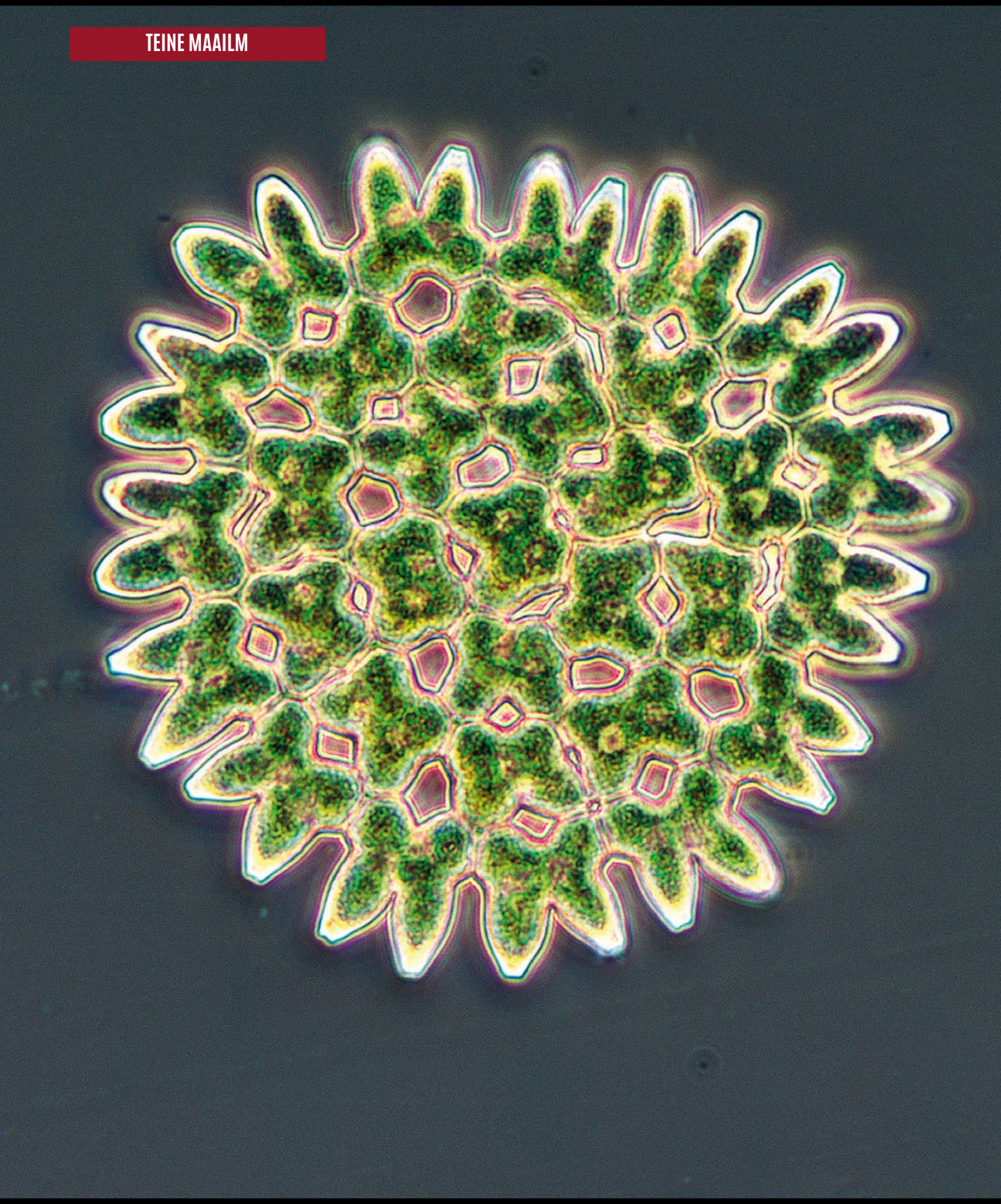
Uurimise järgmises etapis tuleb mõõtmisi teha juba triitiumit sisaldavate proovidega. Triitiumi koguse määramiseks tuleb sel juhul lahendada mõned tehnilised, kuid ka põhimõttelisemad probleemid. Kuivõrd triitium on radioaktiivne, on seda sisaldavate proovidega tegutsemiseks vaja eritingimusi. Ka parim aparatuur ei päästa vajadusest välja selgitada katseparameetrid, mis on triitiumi signaali registreerimiseks kõige sobivamad. Lähtuda tuleb üldistest füüsikalistest kaalutlustest ja senistest kogemustest ning paratamatult katsetada, katsetada ja veelkord katsetada. Väärib märkimist, et seni pole keegi LIBS-mõõtmistega nii kaugele jõudnud.

Siiski tundub hetkel, et põhimõttelisi takistusi LIBS-i rakendamiseks ITER-is ei ole. On vaid eksperimentaalsed keerukused, mille ületamiseks tuleb kasutada sobivaid seadmeid ning nutikat mõõtmisskeemi. Uurimustöö jätkub ning samal ajal ootame põnevusega hiiglasliku reaktori valmimist. Loodetavasti leevendab ITER inimkonna energianälga, kuid ennekõike nälga uute teadmiste järele. •

KAAREL PIIP (1987) on füüsik, Tartu ülikooli füüsika instituudi spetsialist. Eelmisel aastal kaitstud doktoritöös käsitles ta laserindutseeritud plasma spektroskoopia ehk LIBS-i rakendamist ITER-is kasutatavate materjalide uurimiseks. Töötab kaitseväe ühendatud õppeasutuste (KVÜÕA) lektorina.

PEETER PARIS (1953) on füüsik, Tartu ülikooli füüsika instituudi plasmafüüsika labori optika ja gaaslahenduse vanemteadur. Tema peamised uurimisvaldkonnad on gaaslahenduse füüsika, plasmaspektroskoopia, laserkiirguse ja aine vahelised mõjud ja LIBS-i rakendused.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

FOTOD: RIINA KLAIS

Riina Klais

Rohevetikad

Need kunstipärase geomeetriaga organismid kuuluvad mikroskoopiliste rohevetikate hulka ning on üsna sagedased suvised elemendid meie järvede toiduahelais. Palja silmaga neid küll ei näe, sest vetika läbimõõt ei ole enamasti rohkem kui 0,1 millimeetrit.

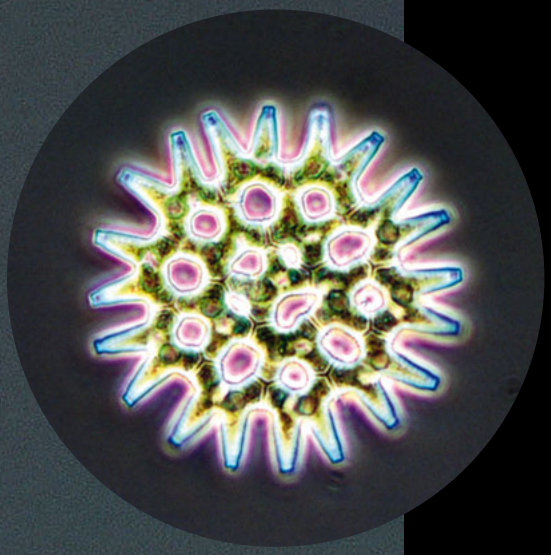
Mikroskoopilised vetikad esinevad peamiselt kolmes eluvormis: üksikute vabalt elavate rakkudena, kolooniatena või siis tsönoobiumitena. Tsönoobium on kindla rakkude arvuga koloonia, mis on tekkinud raku üheaegse jagunemise tulemusena. Nii koloonia kui tsönoobium tähistavad üksteise küljes olevate rakkude kogumeid ühe olulise erinevusega – tsönoobiumis rakud suhtlevad omavahel ega saa üksteiseta hakkama.

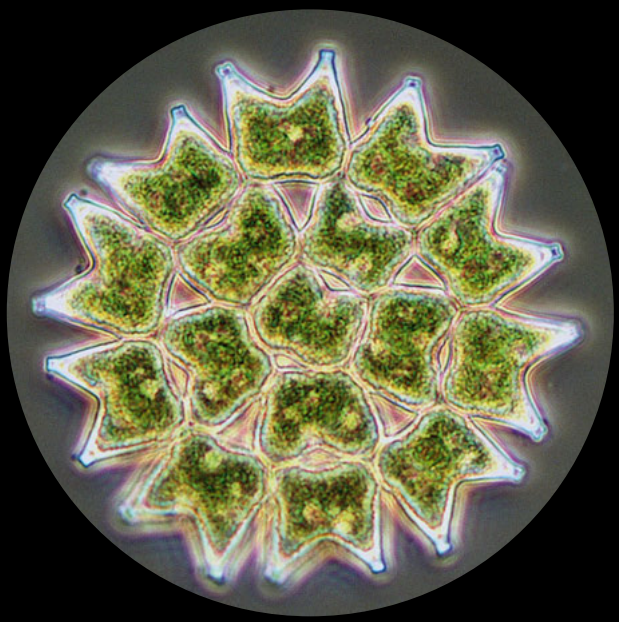
Kõige omapärasem vaatepilt pildil oleva ikkesvetikate perekonna (*Pediastrum*'i) esindaja juures avaneb vahetult pärast paljunemist. Kui enamik vetikaid paljuneb nii, et iga rakk pooldub kaheks uueks rakuks, siis tsönoobiumi puhul hüppab igast väikesest hambakesest välja tibatilluke, kuid juba täiuslik koopia kogu tsönoobiumist. Rohevetikate liigirikkus magevees on väga suur. Osa neist on kõige eutroofsemate veekogude indikaatorliigid. Piltidel olevaid planktoni hulka kuuluvaid mikroskoopilisi rohevetikaid leiabki peamiselt mageveest, kust liike on teada paari tuhande kanti. Mereveest on rohevetika liike teada väga vähe.

Evolutsioonilises plaanis teeb rohevetikad huvitavaks fakt, et neist on arenenud kõik maismaataimed, ning maismaataimedega ühendab neid siiamaani sarnane värv ja valgustpüüdvad pigmendid (klorofüll).

Kõik kolm piltidel nähtavat tsönoobiumit on sisuliselt vegetatiivsed koopiad ühest ainsast isendist, millega laboris kultuurile aluse panime. Katseklaasiefektina hakkavad ajapikku tekkima mutatsioonid ning muidu väga sümmeetrilised ja pea identsed tsönoobiumid on muutunud üksteisest järjest erinevamaks – nii rakkude arvu kui nende kuju poolest.

Foto on tehtud Nikon E200 püstise mikroskoobi ning 40 x Plan Achromati objektiiviga faaskontrasttehnikas 5MP mikroskoopkaameraga (DS-Fi1). •





autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

FOTOD: ALDO LUUD

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

JAAK VILO INFORMAATIK, KES KAEVAB BIOLOOGIAANDMEID

SELLES NUMBRIS: JAAK VILO

Oktoobri viimastel päevadel rõõmustas Tartu ülikooli (TÜ) arvutiteadlasi uudis, et nende koduülikool on tõusnud ajakirja Times Higher Education koostatud mainekas edetabelis arvutiteaduse erialal maailma 250 parima ülikooli sekka – Ida- ja Kesk-Euroopast on selle veerandsaja sisse mahtunud Tartu ülikooli kõrval veel vaid Varssavi ülikool. Lisaks valiti TÜ arvuteaduse instituudi juhataja, bioinformaatika professor ja akadeemik Jaak Vilo neilsamul päevil enam kui 120 Euroopa ülikooli ühendava informaatikaühenduse Informatics Europe juhatusse. Informaatikutele osaks saanud kõrgest tunnustusest, bioinformaatika vallas toimuvast, IT-õppe olulisusest ning tehisintellekti uurimisest tegi professor Viloga juttu HELEN ROHTMETS-AASA.

Esiteks palju õnne suure tunnustuse puhul! Mida tabelitõus Sinu jaoks tähendab ning mida uus positsioon Informatics Europe'i juhatuses kaasa toob?

Jah, on suur tunnustus olla erialases edetabelis nii kõrgel kohal, isegi kõrgemal kui TÜ tervikuna. Eks see ole enam kui kümne viimase aasta töö tulemus nii krüptograafia, programmeerimiskeelte, bioinformaatika, andmeteaduse, arvutitehnika, tarkvaratehnika, hajusarvutuste, keeletehnoloogia kui viimasel ajal üha enam ka õpetamise didaktika alal. Meil on *ca* 15–20 sõltumatut uurimisrühma, meie instituut (kuhu ei kuulu küll arvutitehnika) on kasvanud seitsme professorini ja meil töötab järgmisest aastast kolm juhtivteadurit. Kui assistendid ja doktorandid välja arvata, on meil *ca* 40 akadeemilist töötajat (pooled neist välismaalased) ja üle 1000 tudengi. See tähendab, et IT-erialasid õppivate üliõpilaste osakaal on tõusnud aegamööda ülikoolis üheks suuremaks, lähenedes juba 10%-le kogu TÜ tudengkonnast; raskem on olnud kasvatada õppejõudude arvu. Seejuures on mõlema kasvu puhul oluline, et samaaegselt paraneks ka kvaliteet. Meie kvaliteet on teaduse ja hariduse alal kindlasti kõrge ja jätkuvalt kasvukõvera peal.

Kui Informatics Europe'ist (IE) rääkida, siis on tegemist arvutiteaduse (informaatika, info- ja kommunikatsioonitehnoloogia jne – *Euroopas informatics*, USA-s *computer science*) valdkondade teaduskondade, instituutide, osakondade ühendusega, mille eesmärk on

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Bioloogiaeksperiment on täna suuresti andmekogumise eksperiment. Kui me mõõdame näiteks miniatuursete mõõteseadmetega valkude või RNA tasemeid, tekivad sellest tohutud andmefailid. Samuti on sekveneerimine otseselt suure hulga andmete kogumine.

edendada kõrgekvaliteedilist õpet, teadust ja teadmussiiret. Informaatika areng mõjutab tänaseks ju peaaegu kogu maailma majandust, teadust ja isegi ühiskonna sotsiaalseid aspekte. Informaatika alused, mis konstrueerivad automatiseeritavaid lahenduskäike, on tõusmas fundamentaalseks metodoloogiaks, mida tuleks seetõttu õpetada senisest märksa laiemale ringile, ideaalis kõigile tudengitele. Tehnikaülikoolides (ka TTÜ on IE liige) on see kindlasti lihtsam kui klassikalises ülikoolis – võib ju tunduda, et juristid ja arstid selliseid teadmisi ei vaja, kuid ometi peaks neilgi olema mingisugune ettekujutus, kuidas arvutid tegelikult töötavad. IE juhatuses saame olemasolevaid seise võrrelda ja edendada teemasid, mis on tähtsad nii meile kui kogu regioonile laiemalt. Euroopa mahajäämus USA-st nii tähtsas valdkonnas on kahjuks tõsiasi, probleemid eri Euroopa riikides aga paljuski samad – me peame mõistma, kui oluline see valdkond maailmamajanduse kontekstis tegelikult on.

Sinu teadustöö on seotud bioinformaatikaga. Milles seisneb bioloogide ja informaatikute koostöö?

Bioloogiaeksperiment on täna suuresti andmekogumise eksperiment. Kui me mõõdame näiteks miniatuursete mõõteseadmetega valkude või RNA tasemeid, tekivad sellest tohutud andmefailid. Samuti on sekveneerimine otseselt suure hulga andmete kogumine. Kui bioloog laborikatse järel andmed kätte saab, siis on tema edasine töö valdavalt seotud just nende andmete töötlemise, analüüsi ja tõlgendamisega, nii et meie koostöö seisnebki eelkõige bioloogiliste andmete haldamises, kokkuühendamises ja analüüsimises.

Keeruliseks teeb selliste andmete haldamise ja analüüsimise aga esiteks nende väga suur maht: bioloogiaandmeid kogutakse paljudes tuhandetes laborites üle kogu maailma, kust nad peavad lõpuks jõudma kokku suurtesse ülemaailmsetesse andmebaasidesse. Teine keerukus on seotud andmete endi erinevustega. Erinevad uurimisrühmad teevad eksperimente veidike erineval moel, mis tähendab, et eri kohtadest või seadmetelt pärit andmed pole otseselt ühildatavad ja võrreldavad. Kui nüüd tahta oma kohalikke andmeid suurtesse andmebaasidesse koondatud andmetega võrrelda, siis ei piisa enam tavaoskustest. Vaja on programme ja IT-tööriistu, ja siin peab bioinformaatika appi tulema.

Suurandmetest rääkides räägitakse enamasti ka andmekaevest. Mida andmete kaevandamine endast kujutab?

Eks see üks suurest kuhjast väikeste kullatükikeste, faktide ja seoste otsimine ole. Andmed tuleb n-ö läbi hekseldada ja vaadata, mida nad meile räägivad. Seetõttu on andmekaevandusliku lähenemise puhul hüpotees veidi teistsugune kui traditsioonilise analüüsi puhul. Kui viimasel juhul püstitatakse hüpotees, et näiteks geen või molekul teeb seda või teist, ning analüüsi käigus kontrollitakse, kas teeb või ei, siis andmekaevandusliku lähenemise puhul vaadeldakse andmeid tervikuna – mõõdetakse justkui kõike, sh kindlasti ka palju „ebaolulist", et vaadata, kas ja kuidas me leiame üles need geenid, mis käituvad kuidagi protsessile või haigusele spetsiifiliselt.

Suures plaanis on tegemist efektiivse statistilise andmetöötlusega, mille käigus uuritakse, kas andmetest välja loetud tulemused annavad olulist uut teadmust. Statistika tähendab selles kontekstis, et midagi on vaja kokku lugeda, mõõta ja võrrelda: kas kuskil on seosed või erinevused või on tegemist lihtsalt juhusliku müraga.

Tegelik eesmärk on kõige selle juures aga mõista, kas me saame kaudsete mõõtmiste (bioloogiliste eksperimentide) kaudu jälile, mismoodi bioloogia seal päris „all" töötab. Andmed näitavad vaid bioloogilise protsessi väljundit, kuid me peame püüdma aru saada, mis selle protsessi käivitas. Nii et siin tuleb mängu ka bioloogiliste protsesside tundmine. Pigem on see terve süsteemi bioloogia.

Milliste teemadega Sinu uurimisrühm praegu tegeleb?

Meie uurimisrühm töötab peamiselt tervise- ja bioloogiaandmetega ning teeb selles osas tihedat koostööd erinevate bioloogide ja arstiteaduse rühmadega, olgu nendeks siis TÜ immunoloogid, geenivaramu teadlased või rahvusvahelised vähi- ja Alzheimeri uurijad.

Üks oluline teema, mis meil praegu käsil on, seondub personaalmeditsiiniga – tahame selgitada, kuidas pidevalt lisanduvat terviseinfot paremini analüüsida ja varasema andmestiku konteksti asetada, ehk teisisõnu, kuidas saaks tuua andmeid arsti töölauale nii, et ta saaks vajalikku infot hoomata ja selle põhjal kõige paremini otsuseid langetada.

Uus suund on seotud piltide analüüsiga – kui varem loeti näiteks rakke mikroskoobi all kokku käsitsi või pildilt spetsiifiliselt kirjutatud programmidega, siis meie eesmärk oli seda protsessi masinõppe vahenditega automatiseerida. Süvaõppemeetodeid rakendades oleme teinud selge arenguhüppe, nii et tulemusteni saab jõuda nüüd tunduvalt kiiremini.

Huvitav on seegi, kui paljusid oskusi saab informaatikast mujale üle kanda – bioinformaatika aitab lahendada keeletehnoloogia probleeme ja luua masinõppe lahendusi; oleme panustanud ka sotsiaalvõrku-

Andmed näitavad vaid bioloogilise protsessi väljundit, kuid me peame püüdma aru saada, mis selle protsessi käivitas.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

de analüüsi jne. Ehk teisisõnu, informaatika pakub metoodikaid, mida saab rakendada väga erinevates kontekstides.

Üks intrigeeriv teema, millega arvutiteaduse instituudis tegeldakse, on tehisintellekt, mis võib nii mõnelegi inimesele tunduda veel kauge ja isegi ulmelisena. Kus me tehisintellektiga kokku puutume?

Tehisintellektist hakati rääkima kohe, kui arvutid tulid. Arvati, et nüüd, kus arvutivõimsused kasvavad, suudame kohe tegema hakata igasuguseid imeasju. Selliseid lubadusi, mida me kohe tegema hakkame, on olnud väga palju. Üks, mida täna reaalselt tehakse ja mis praegu tehisintellekti paljuski defineerib, on masinõpe, kus arvuti ise õpib näidete alusel üldistusi tegema. Me ei ütle enam ette, mida täpselt teha (näiteks millise kujuga on number 8 auto registrimärgil), vaid seda, kuidas näidete põhjal õppida (andes ette palju pilte, millel on 8 peal).

Teiseks seostub tehisintellektiga klassikaliselt optimeerimine ja planeerimine – milliseid samme tuleb astuda, et jõuda lõppeesmärgini võimalikult efektiivselt. Kui tuua näiteks malemäng, siis mida tuleb teha selleks, et võita. Ehk teisisõnu, kuidas lahendada suur ülesanne võimalikult efektiivselt.

Tehisintellektist räägitakse mõnikord ka kui mõistuslikust masinast. Kuidas arvuti mõtleb?

Müstifitseerimist on selle teema ümber palju. IT-inimestena teame, et kui kirjutame programmi, siis täpselt selle järgi arvuti „mõtlebki". Näiteks käsime arvutil läbi käia paljusid võimalikke variante, aga kuna kõikide kombinatsioonide läbiarvutamine ei ole võimalik, siis püüame sõnastada reeglid, mis võimaldavad arvutil õiges suunas vaadata. Tõenäoliselt peitub optimaalne lahendus kusagil seal ja arvuti otsib selle „ise" üles.

Arvutid võivad küll muutuda miljon korda kiiremaks *ca* 30 aastaga, aga see ei tähenda, et saame lahendada miljon korda suuremaid ülesandeid, eriti juhul, kui lahenduse keerukus kasvab eksponentsiaalselt. Arvutiteaduse ülesanne ongi aru saada, millised ülesanded on lahendatavad, ja kui saadakse aru, et kõike ei jõua läbi arvutada, otsitakse reegleid, mis annavad piisavalt paljudel juhtudel piisavalt kiiresti piisavalt häid lahendusi.

Erinevad arvamusliidrid on hoiatanud, et tehisintellekt võib inimkonnale peagi ohtlikuks saada. Kas konflikti arvutite ja inimeste vahel on võimalik ära hoida?

Huvitav on see, et needsamad hoiatajad tihtipeale ise investeerivad nendesse tehnoloogiatesse, et nende arengut võimalikult kiirendada. Loomulikult on tehisintellekti võimalik juba täna sõjanduses ära kasutada. Kui me suudame teha programmi, mis laseriga meie ümber tiirlevaid sääski maha laseb, siis loomulikult suudame teha ka programmi, mis teeb sedasama inimestega. Aga see ei tähenda, et robot tuleb ja võtab nüüd mõistuslikult kogu maailma üle. On suur vahe, kas robotid teevad globaalse plaani või on tegemist juhusega, kus mingi tehnoloogia läheb lihtsalt rivist välja.

Tõsi on see, et arvutid lähevad järjest kiiremaks ja võimsamaks ning masinõpe astub seitsmepenikoormasaabastega edasi, aga ma ei usu, et IT-ga tegelevate inimeste seas mõtleks keegi, et me oleksime ligilähedalgi sellele, et tehisintellekt meid kuidagi teadlikult ohustaks. Või hakkaks planeerima, kuidas inimkonda ära hävitada. See kõlab selgelt ulmena.

On suur vahe, kas robotid teevad globaalse plaani või on tegemist juhusega, kus mingi tehnoloogia läheb lihtsalt rivist välja.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Ma ei usu, et IT-ga tegelevate inimeste seas mõtleks keegi, et me oleksime ligilähedalgi sellele, et tehisintellekt meid kuidagi teadlikult ohustaks. Või hakkaks planeerima, kuidas inimkonda ära hävitada. See kõlab selgelt ulmena.

Pigem võib näha ohtu selles, kui mingi inimese tehtud asi hakkab oma ülesannet optimeerima ja inimene selle optimumi juurde ei kuulu, nii et me satume kogemata ohvriteks. Aga ma arvan, et ei tasuks seda võimekust ülehinnata, nagu see kõik oleks kohe-kohe tulemas.

Tehisintellekt töötab meie nutiseadmetes ka häälassistendina – vastab küsimustele, teeb nalja, loeb uudiseid või ilmateadet ette. Täna on selline tarkvara küll veel ingliskeelne. Millal assistent eesti keele selgeks saab?
Tegelikult on eesti keelele sobituvad tehnoloogiad olemas. Eestis on loodud juba mitu masintõlkesüsteemi, küll peamiselt eesti keelest inglise keelde, nii et tõlketekstiga töötades ei ole põhjust vaid Google'ilt abi küsida. Samuti on meil olemas võimalused teha kõne tekstiks ja tekst jälle heliks tagasi, ning loodud on ka kõnesünteesi prototüüpe. Seega on häälassistendi jaoks komponendid justkui olemas, kuid see ei ole täistoode – sellele taristu loomine on mõõtmatult suurem ülesanne. Omaette küsimus on, kas eesti keeleruumis oleks sellisel tarkvaral piisavalt palju kasutajaid, et nendelt saadav rahasumma kataks toote valmistamise. Eesti puhul käiks jutt ju mitte miljonitest, vaid ehk viiest kuni kümnest tuhandest huvilisest. Nii et probleem on siinkohal Eesti väiksus, mis mõnes teises kontekstis on hoopis meie tugevuseks osutunud – näiteks Eesti idufirmade edu aluseks on paljuski mõistmine, et asju ei tasu teha Eesti, vaid kohe rahvusvahelisele turule, ja et tegutsema peab globaalselt, mitte lokaalselt.

Mõni aeg tagasi käis meediast läbi mõte, et Eesti võiks teha endale maailmas nime uute tehnoloogiate katsetajana. Mida sellest ideest arvad?
Kui me räägime maailmas juhtohjade võtmisest, siis tasub mõelda sellele, et meil on vaid paar rahvusvahelist ülikooli – kuivõrd dominantseks tehnoloogiariigiks võiksime end pidada? Kui rääkida katseplatvormiks olemisest, siis ei tuleks meil muidugi kogu tehnoloogiat ise välja käia, vaid see toodaks mujalt sisse. Kui ülikooli poolt vaadata, siis eelistaksime mõistagi panustamist ennekõike meie oma inimeste intellektuaalsesse kapitali. Eestis elab nii vähe inimesi, et me ei suuda töötajate arvult mitte ühelgi alal globaalselt konkureerida, seega peame suunama kogu tähelepanu efektiivsusele. See tähendab, et inimesed peavad olema võimalikult hea haridusega ja tegema tööd võimalikult nutikalt, mis omakorda eeldab ülikooliharidust ja ülikoolides tehtava teaduse tähtsustamist. Me ei tohiks olla selline vaene riik, mis ütleb, et tulge siia, tehke siin mingi katsetus ära ja viige siis oma teadmine minema. Ehk teisisõnu ainult platvormiriik, kus saab odavalt asju korraks katsetada. Sellest ei saaks riik kuigi palju kasu. Jah, hetkeks oleksid hotellid täis, aga intellektuaalne kasu jääks saamata. Palju mõttekam on teha ise kõrgtasemel uurimistööd ja teistega sellelt baasilt koostööd teha; ise väärtust luua ja sellest vahetumalt osa saada. Nagu näiteks personaalmeditsiinis, kus me tahame teha midagi sellist, mis on väärtuslik nii Eestile kui kogu maailmale. Edendame ikka oma tugevaid külgi, milleks on tehnoloogia poole pealt eelkõige meie üldine e-riigi arhitektuur, ja kasutame ära oma eeliseid, nagu väike ja sidus ühiskond, loodusressursid jne.

Üks nutiseadmete arengu varjukülgi on meie süvenev interneti- ja arvutisõltuvus, millega kaasnevad skeptikute hinnangul tõsised tähelepanu- ja süvenemishäired. „Kas Google muudab meid lolliks?", nagu on küsinud tehnoloogiaajakirjanik Nicholas Carr?
See, et inimesed „zombistuvad", mängivad ainult arvutimänge või istuvad päev läbi sotsiaalmeedias, on üks kitsas sotsiaalne mõju. Ma olen tegelikult üllatunud, kui hilja sotsiaalteadlased ärkasid ja netisuhtluse fenomeni uurima hakkasid. Internet, uudisevood, jututoad ja meilid ei ole ju midagi päris uut. Need olid olemas juba 1980. aastatel, Eestis alates 1990. aastate

Eesti idufirmade edu aluseks on paljuski mõistmine, et asju ei tasu teha Eesti, vaid kohe rahvusvahelisele turule, ja et tegutsema peab globaalselt, mitte lokaalselt.

JAAK VILO

- Jaak Vilo on sündinud 14. novembril 1966 Tallinnas.
- Lõpetanud Tallinna reaalkooli (1984) ja Tartu ülikooli (1991) rakendusmatemaatika erialal.
- 2002. aastal kaitses Helsingi ülikoolis filosoofiadoktori kraadi arvutiteaduses teemal „Pattern Discovery from Biosequences" (Mustrite otsimine bioloogilistest sekventsidest).
- Töötanud Helsingi ülikooli arvutiteaduse instituudis, Euroopa bioinformaatika instituudis (1999–2002), rahvusvahelises ettevõttes EGeen, Eesti biokeskuses; alates 2004. aastast Tartu ülikooli arvutiteaduse instituudis.
- 2007. aastast Tartu ülikooli bioinformaatika professor.
- 2011. aastast Tartu ülikooli arvutiteaduse instituudi juhataja.
- 2012. aastast Eesti teaduste akadeemia liige.
- Valgetähe III klassi teenetemärgi kavaler.
- Abielus, kaks tütart ja kaks poega.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

algusest. Nüüd, kus Facebook on juba üle kümne aasta vana, on sotsiaalmeedia mõjusid tõsisemalt uurima hakatud, aga seda oleks võinud teha juba palju varem. Küllap ei kujutatud ette, kui kiiresti selline suhtlus massidesse jõuab.

Internetis oleva info kättesaadavus võib aga tõesti tekitada võltsmulje, et ma ei peagi midagi ise teadma, sest saan kõike kohe järele vaadata. Ja sealt tekib küsimus, miks ma üldse ülikoolis pean õppima. Aga kui mõni tõsisem Wikipedia artikkel lahti võtta, siis kui palju sealt ilma õppimata, ilma laiemat plaani tundmata ja konteksti mõistmata aru saab?

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Informaatika on erialana selgelt matemaatika ja füüsika kõrvale tõusmas, nii et mingi aimdus peaks sellest olema. Seda enam, et sellest oskusest võib tänapäeval igal erialal – kindlasti ka humanitaarias – kasu olla.

Oled propageerinud mõtet, et kõigile lastele tuleks koolist kaasa anda programmeerimise algteadmised. Pakkusid välja, et selline kursus võiks toimuda elektrooniliselt ja seda võiksid läbi viia arvutiteaduse instituudi õppejõud. Kuhu see idee tänaseks jõudnud on?

Jah, programmeerimise protsessi mingilgi tasemel mõistmine oleks kasulik enamikule inimestest. Ja jutt ei käi sellest, et kõik peaksid hakkama programmeerima, vaid elementaarsetest oskustest – arusaamisest, kuidas see asi käib ja mida need inimesed teevad, kes sellel alal töötavad. Informaatika on erialana selgelt matemaatika ja füüsika kõrvale tõusmas, nii et mingi aimdus peaks sellest olema. Seda enam, et sellest oskusest võib tänapäeval igal erialal – kindlasti ka humanitaarias – kasu olla.

Huvitav on see, et kui välismeedias on meist loodud kuvand kui riigist, kus kõiki lapsi õpetatakse juba esimeses klassis programmeerima, siis tegelikult ei saa programmeerimist õppida täna mitte üheski Eesti põhikoolis ning gümnaasiume, kus seda teha saab, võib heal juhul kahe käe sõrmedel kokku lugeda. Seda on hästi näha olümpiaadidele tulevate laste järgi, kes on üldjuhul programmeerimist vaid ise õppinud. Kui kõigisse Eesti koolidesse, mida on mitusada, ei ole võimalik vastava ala õpetajaid koolitada, siis mis on lahendus? Üks võimalus on teha kursusi hästi korraldatud e-õppe vormis (vt MOOC), aga ka selleks on vaja meeskonda. Meie instituudis on olemas õppejõud, kes oleksid selleks valmis. Nad on koolitanud juba üle 10 000 inimese, nii et kogemus on olemas. Küsimus on, kas nad peaksid tegema seda riigile vajalikku koolitust tasuta ja õhtuti oma isiklikust vabast ajast või ülikoolile eraldatud tudengite tasemeõppe ressursside arvelt. Riigi jaoks oleks kasulikum võimaldada programmeerimise õpet koolidele vähemalt vabatahtlikkuse alusel ja leida mingi viis seda ka stabiilselt rahastada.

Oled öelnud, et selline algkursus poleks kasulik üksnes konkreetsete oskuste omandamiseks, vaid üldise loogilise mõtlemise harjutusena, mis aitab meil moodsas maailmas toimuvast paremini aru saada.

Küünikud võivad tõesti küsida, miks meil seda vaja on, nii nagu küsitakse matemaatika puhul, palju mul on elus vaja teada pii väärtust või siis siinuse või kolmnurga pindala valemit. Informaatika on oma olemuselt väga loogiline – arvutile antakse ette protsessikirjeldus, et teed seda ja seda, võrdled väärtusi ja otsustad, kas teha nii või naa, vajadusel neid tegevusi tsüklitena korrates. Programmi kirjeldus peab olema täpne, sest muidu jääb tulemus saamata. Selles mõttes on programmeerimine kõigile väga kasulik mõtteharjutus. Inimene jätab rääkides tihtipeale palju asju ütlemata. Ta ütleb küll, mida tuleb teha, aga ei ütle, kuidas seda teha tuleb. Arvutile tuleb kõike väga täpselt ette öelda ja see ei ole sugugi lihtne.

Kust Sinu enda arvutihuvi alguse sai?

Mul on sellega seoses kaks mälupilti. Kooli ajal matemaatika-füüsika olümpiaadidel käies oli ühe teise kooli õpilasel kord kaasas taskukalkulaator, mida sai veidike programmeerida, ja see oli tõsiselt põnev.

Teine suunanäitaja oli meie matemaatikaõpetaja, kelle abikaasa töötas küberneetika instituudis suurte arvutite peal. Õpetaja julgustusel läksime väikese kambaga sinna kohale ja saime juba keskkooli ajal instituudi arvutite peal programmeerida. Sealt tekkiski huvi programmeerimist õppima minna, mida sai toona teha Tartus rakendusmatemaatika või majandusküberneetika erialal. Valisin esimese, sest seal oli programmeerimist rohkem, ja sealt edasi läks kõik juba loomulikku teed pidi. Nii et huvi oli mul tõesti juba varakult olemas, ehkki rakendusmatemaatika ei olnud tol ajal erialana kuigi suur ega popp, sest arvuteid veel õieti polnudki. Aga millal matemaatika üldse väga popp on olnud?

Tänapäeval on IT-eriala seevastu väga populaarne, ehkki vist eelkõige poiste seas?

Tahaksime tõesti väga näha, et rohkem tüdrukuid tuleks IT-d õppima. Loodan, et kuvand kusagil keldris asuvast IT-osakonnast, kus pika patsiga poiss klõbistab midagi, millest keegi aru ei saa, hakkab kaduma. IT ei ole sugugi vaid kitsas tehniline valdkond, mis tüdrukutele ei sobi, vaid äärmiselt laia spektriga eriala, kus leidub kümneid ja sadu suundi, milles nii mõneski võivad naistel olla tuntavad eelised. Lõpetajatele on töökohad olemas, nii et igal juhul on see väga hea karjäärivalik.

Aga kui populaarne on doktorantuur?

Doktorantuuri puhul on tõsine probleem doktorantide ja doktorikraadide väärtustamine. Ehk pigem näiline mitteväärtustamine – kui stipendium pole seni kaugelt üle kümne aasta kasvanud, siis see on probleem. Järgmine aasta küll veidi kasvab, aga mitte ligilähedaseltki tasemele, mida saab IT-ettevõttes töötav tavaline programmeerija. Kui pärast lõpetamist on võimalik valida, kas teha karjääri ettevõttes või akadeemilises maailmas, ja viimast ei väärtustata, siis miks peaks keegi seda rasket, ehkki huvitavat teed valima? Muidugi oleme püüdnud tagada oma doktorantidele tunduvalt kõrgema sissetuleku, aga käärid on ikkagi liiga suured, ning loomulikult see takistab.

Juhatad professoriameti kõrval arvutiteaduse instituuti. Kas administratiivtöö teaduse tegemist ei sega?

Muidugi segab! Vabadus kogu aeg oma kätega asju teha on tänapäeval luksus, mis on veel vaid doktorantidel ja värsketel doktoritel, kes ei saa ise vahel arugi, milline luksus see tegelikult on. (Muigab.) •

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Talutarest kasarmusse – vokijalgadega tool

Seto talumuuseum on rajatud endisaegsele külakarjamaale, mille noor Eesti vabariik ostis seto talumeestelt kaitseväe Petseri Põhjalaagri rajamiseks. Kunagisest Põhjalaagrist, kus anti lahingväljaõpet teiste väeüksuste seas ka Eesti ratsarügemendile, on muuseumis tänaseni hoiul omapärane vokijalgadega tool.

SETO TALUMUUSEUM

Vokijalgadega tool ja vokk Seto talumuuseumi õuel
Põhjalaagri ratsarügemendile kuulunud tooli seljatoele on süvistatud ratsarügemendi vapilt pärinev kollane „R“ sinisel taustal

Rahuaegse armee väljaõppe organiseerimine ja kaasajastamine usaldati Vabadussõja järel esimese eestlasena Prantsuse kõrgema sõjakooli (1925) lõpetanud andeka ohvitseri ja tulevase kindralleitnandi Nikolai Reegi kätesse. 1926. aastal määrati Reek II diviisi ülemaks, mille staap asus Tartus. Kuna diviisil puudus korralik suvine väljaõppebaas, hakati otsima võimalusi selle rajamiseks. Liisk langes Värska ümbrusele, kuhu loodud laagritest põhjapoolsemas – Petseri Põhjalaagris, mida tunti ka Värska laagri või (Nikolai) Reegi laagrina – leidis järgnenud aastail teiste väeüksuste seas sobiva väljaõppepaiga ka Eesti ratsarügement.

Ratsaväkke olid esmajärjekorras oodatud kutsealused, kes soovisid teenida koos isikliku hobusega ja kes olid eelnevalt läbinud vastava väljaõppe. Teenistusaja vältel pidas hobust üleval riik ning kui loom sai vigastada või hukkus, tuli riigil kahjud omanikule korvata. Nekrutiaja lõppedes lahkus ajateenija rügemendist koos hobusega.

Petseri Põhjalaagri vaheldusrikas maastik pakkus ratsaväele häid võimalusi mitmekesiseks lahingväljaõppeks – harjutada sai seal nii maastikusõitu, ratsu seljas tulistamist kui ka näiteks rautamisoskust ja hobuse väiksemate vigastuste ravimist. Kuna laager rajati Õrsava järve kaldale, said sõdurid seal hobuseid hõlpsasti joota ja ujutada ning ka ise ujumas käia. Samuti oli veeteed mööda mugav transportida laagrisse kõikvõimalikku hobusemoona (sh heinu ja vilja).

Eesti ratsaväe tegevuse lõpetasid Nõukogude okupatsioonivõimud 1940. aasta sügisel ning aasta hiljem likvideeriti Petseri Põhjalaager. Järgnenud sõja-aastail käis piirkond Saksa ja Nõukogude vägede vahel käest-kätte. Sõjale järgnenud aastakümnetel majutas laager nii pioneere, noori matkahuvilisi kui ka teadmisi täiendama kogunenud pedagooge. Õpetajate täiendõppekursusi viidi laagris mõnda aega läbi ka uuel iseseisvusperioodil. 1998. aastal rajati Põhjalaagri endisele spordiväljakule, mis oli vahepeal taas karjamaana kasutusele võetud, Seto talumuuseumi põhikompleks ning kuus aastat hiljem Seto Tsäimaja, kus külaline saab seto roogade mekkimiseks istet võtta Põhjalaagri kunagiste toolide järgi valmistatud istmetel. Ehkki tänased Tsäimaja toolid valmisid ratsaväelaagri avamisest enam kui kolmveerand sajandit hiljem ja meister on jalgade osas neid veidi mugandanud, oli nende prototüübiks muuseumikogusse jõudnud Põhjalaagri ratsarügemendile kuulunud tool – iste, millel on voki jalad ning seljatoele süvistatud ratsarügemendi vapilt tuttavates toonides „R“. Samuti on tooli alla põletatud ratsarügemendile viitav vapimärk. Milline meister tooli omal ajal valmistas, kas vokijalad on hiljem lisatud või olid toolil taotluslikult all, on kahjuks teadmata, kuid ilus mälestus kaugetest aegadest elab selles eksponaadis igal juhul edasi.

Kuna Seto talumuuseumil napib tooli kohta teavet, siis oleksime lugejaile väga tänulikud teadete eest, kui kellelegi peaksid seda tüüpi toolid tuttavad olema – ehk on sarnane iste kellelgi kodus olemas või siis mõnele pildile jäädvustatud. Ootame tagasisidet aadressil info@setomuuseum.ee või Pikk 56, Värska, Setomaa vald, Võrumaa.

Tiiu Kunst, Seto talumuuseumi varahoidja

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

REIN VAIKMÄE

70 AASTAT RADIOSÜSINIKUMEETODIT

Tuumapommi sünnitanud Manhattani projektist Pulli asulakoha vanuse määramiseni

Uute füüsikateooriate väljatöötamine 20. sajandi esimesel veerandil ning eelkõige kvantmehaanika ja relatiivsusteooria areng tõid kaasa tuumafüüsikauuringute buumi. See kulmineerus II maailmasõja perioodil tuumapommi loomisega seotud suurettevõtmistega nagu Manhattani projekt USA-s ja teised sarnased ülisalajased projektid sõjakeerisesse mattunud Euroopas. Kõik need protsessid lõid eeldused selleks, et möödunud sajandi keskpaik läheb ajalukku mitmete tähelepanuväärsete ja loodusteaduste paradigmat märgatavalt muutnud avastustega. Aastatel 1950–1953 avaldasid Harold Urey, Samuel Epstein ning Harmond Craig seeria artikleid, mis panid aluse süsiniku, vesiniku ja hapniku stabiilsete isotoopide geokeemiale ning nende isotoopide laialdasele kasutamisele maateaduste vallas. Lühikese ajaga kujunes välja uus teadusvaldkond – tänapäeva geoloogia täppisteaduslik haru ehk isotoopgeoloogia. Selle ligi 20-aastase perioodi alguseks võib lugeda radiosüsinikumeetodi väljatöötamist 1947. aastal.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

SCIENCEPHOTO / VIDA PRESS

Arvatavalt keskajast pärit inimese reieluu uurimine Oxfordi radiosüsiniku laboratooriumis. Luu täpsema vanuse määramiseks mass-spektromeetrilise meetodiga on vaja selle küljest võtta vaid mõnemilligrammine proov

Tollaste põhjapanevate avastuste tegijad, eelkõige kiiresti pärast oma põhiavastuste tegemist Nobeli preemiaga pärjatud Willard Libby ja Harold Urey olid saanud väga hea, kaasaegsel füüsikal ja matemaatikal põhineva keemikuhariduse Berkeley ülikoolis. Kuna Libby ja Urey peamiselt Chicago ülikooliga seotud uurimisrühmad osalesid Manhattani projektis, olid neile mitmeteks aastateks tagatud praktiliselt piiramatud ressursid ja vabad käed oma uurimistemaatika valikutes. Lai silmaring ja uudishimu naabervaldkondades toimuva vastu innustas neid mehi militaarprojektide lõppemisel rakendama oma avastusi ka näiliselt täiesti kõrvaliste teadusalade nagu arheoloogia, paleokliima jt probleemide lahendamiseks.

Teine tähelepanuväärne fakt on see, et Libby ja Urey ümber koondunud meeskonnad koosnesid valdavalt noortest, alles oma teadlaskarjääri alustavatest andekatest ja ambitsioonikatest meestest (näiteks Harmond Craig, James Arnold jt), kelle doktoriväitekirjad osutusid hiljem valdkonnas teedrajavateks ja tänini tsiteeritavateks alusuuringuteks.

Idee juba aastal 1946

Üks olulisim ja laiemale avalikkusele ehk kõige rohkem tuntud uus uurimisvõimalus oli radiosüsiniku dateerimismeetod. 1947. aastal avaldas Willard Libby koos oma järeldoktorandi James Arnoldiga ajakirjas Science põhjapaneva artikli radiosüsinikust, mis tekib atmosfääri ülakihtides kosmilise kiirguse mõjul lämmastiku aatomitest. Selle artikli ilmumist loetaksegi radiosüsiniku-dateerimismeetodi alguseks. Nii nagu enamik teadusavastusi, ei sündinud ka radiosüsinikumeetod ühel kindlal momendil, vaid selleks vajalikud eeldused oli loonud paljude teadlaste aastatepikkune töö.

Lähedaste kaastöötajate meenutuste järgi ringles idee võimalusest kasutada süsiniku radioaktiivset isotoopi ehk ^{14}C süsinikku sisaldavate looduslike objektide vanuse määramiseks Libby peas juba 1946. aastal. Samas ilmus esimene dateeringute loend ajakirjas Science alles 1951. aastal. Esmapilgul võib tunduda, et ideest

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

teostuseni kulus palju aega, ent tegelikult arenesid sündmused siiski üllatavalt kiiresti. Tuleb arvestada, et sõjajärgses USA teadussüsteemis, kus meeskonnatööd ja uurimisüksusi alles kujundati, suudeti paljuski ühe mehe initsiatiivile toetudes korda saata nii mõndagi. Olukorrast parema pildi saamiseks tasub meenutada, milliste teadmiste alusel Libby oma ideed 1946. aastal arendas.

Radiosüsiniku olid 1940. aasta veebruaris Berkeleys avastanud Martin Kamen ja Libby üliõpilane Samuel Ruben. Samad mehed konstrueerisid ka esimesed algelised nõrga radioaktiivse kiirguse detektorid, mis olid radiosüsiniku loodusliku taseme mõõtmiseks siiski liiga väikse tundlikkusega. Radiosüsiniku poolestusaeg oli määratud vahemikku 1000–25 000 aastat, mida Libby täpsustas järgnevate uuringutega 5570 +/– 30 aastaks (täna loetakse poolestusajaks 5730 +/– 40 aastat). Tollal valitses arvamus, et kosmilise kiirguse mõjul lämmastiku aatomist lenduvad neutronid lihtsalt hajuvad. Seega oli esialgne radiosüsiniku tekke hinnang väga umbmäärane ja nagu hiljem selgus, hindas Libby seda 1946. aastal tegelikkusest kümme korda madalamaks. Praktiliselt mitte midagi ei olnud siis teada selle kohta, kuidas radiosüsinik atmosfääris jaotub ning kas seda üldse esineb.

Saatuslik juhus

Lisaks ülalmainitud määramatusele teadmistes tuleb arvesse võtta ka seda, et tollases USA-s puudus täielikult alusuuringute riiklik finantseering. Teisalt oli sõjajärgne 1946. aasta Ameerikas entusiasmi ja uute lootuste aeg, sealjuures ka Libby jaoks. Samal aastal liitus mõneks kuuks tema uurimisgrupiga Manhattani projekti materjalide põhjal äsja doktorikraadi kaitsnud James Arnold. Arnold meenutas hiljem, et ühel paljudest lõbusatest koosviibimistest kolleegidega Libby kodus 1946. aasta jõulude eel kuulis ta Libby suust esmakordselt ideed kasutada radiosüsinikku süsinikku sisaldavate looduslike objektide vanuse määramiseks.

Juhuse tahtel lõi Arnoldi kodune taust soodsa pinnase Libby ideega kaasaminekuks. Nimelt oli Arnoldi advokaadist isa amatöörarheoloog ja Briti Egiptuse ajaloouuringute ühingu (Egypt Exploration Society) Ameerika haru sekretär. Loomulikult rääkis Arnold jõulupuhkuse ajal kodus olles isale Libby ideest. Kui Arnold uue aasta algul taas laborisse jõudis, leidis ta oma suureks üllatuseks Libby laualt pakikese oma isa sõbra, New Yorgi Metropolitani muuseumi Egiptuse arheoloogia osakonna kuraatori saadetud kümne ajalooliste andmete põhjal dateeritud prooviga Egiptuse ajaloo erinevatest perioodidest. Arnold püüdis oma entusiasmi vabandada, aga Libby pani proovid rahulikult riiulisse ootama aega, mil uus uurimismeetod on rakendamisvalmis, ning hakkas veelgi aktiivsemalt selles suunas tegutsema.

Kuna Arnold oli edasi liikumas Harvardi ülikooli, palus Libby oma uuel doktorandil Ernie Andersonil uurida radiosüsiniku looduslikku jaotust, et teha kindlaks, kas kõik elusorganismid sisaldavad seda samas koguses. Libby asus koos mitme kaastöötajaga edasi arendama radiosüsiniku looduslikku radiatsioonitaset määrata võimaldavat aparatuuri, saades selleks Harold Urey eestkostel Viking fondi

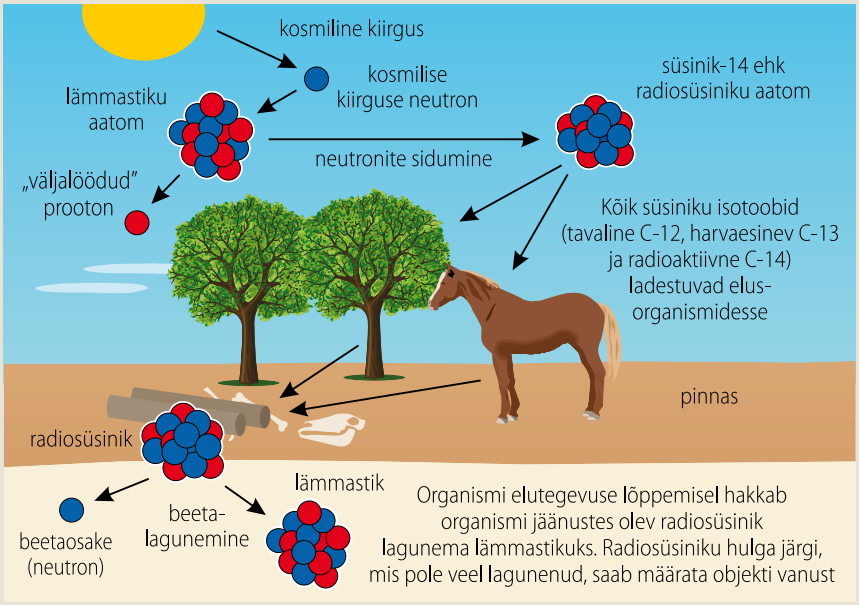
RADIOSÜSINIKU DATEERIMISMEETODI ALUSED

Vanuse määramise põhimõte radiosüsinikumeetodiga on üsna lihtne. Stratosfääris ja troposfääri ülakihtides „löövad" kosmilise kiirguse neutronid lämmastiku aatomitest välja prootonid ja tekivad radiosüsinikuaatomid. Need oksüdeeruvad süsihappegaasiks (CO_2), mida koos süsiniku stabiilseid isotoope ^{12}C ja ^{13}C sisaldavate aatomitega omastavad fotosünteesil taimed ja edasi juba taimtoidulised ning neist toituvad organismid. Nii satub radiosüsinik aineringesse. Selgroogsetel ladestub süsinik peamiselt luudes, kasvavates puudes aga viimase aasta kasvukihis, nn aastarõngas. Vees lahustunud CO_2 läheb karbonaatskeletiga organismidesse ning settib organismide elutegevuse lõppedes veekogu põhja.

Kui organismi ainevahetus lõpeb näiteks elutegevuse katkedes, lakkab süsiniku ladestumine ja algab radiosüsiniku lagunemine poolestusajaga 5730 aastat. Radiosüsiniku aktiivsus hakkab vähenema ja 5730 aasta pärast on pool selle esialgsest kogusest lagunenud lämmastikuks ning ainult 0,5‰ organismis säilinud süsinikust on radiosüsinik. Kui radiosüsiniku koguse jääk on vaid 0,25‰, tähendab see, et organismi elutegevus on lõppenud 11 460 aastat tagasi.

Üle 50 000 aasta vanustes objektides on radiosüsiniku kontsentratsiooni jääk üldjuhul väiksem mõõteaparatuuri tundlikkuse piirist ja nende vanust pole võimaik radiosüsiniku meetodiga määrata.

KAAREL DAMIAN TAMRE



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

(tänase Wenner-Greni fondi) toetuse. Uudse dateerimismeetodi eeldatavatest võimalustest levinud teated äratasid Ameerika arheoloogide seas suurt huvi.

Libby oli jõudnud arusaamisele, et meetodi kasutuskõlblikkuse kontrolliks sobiksid ideaalselt objektid, mille kõrge vanus on vaieldamatu. Nagu näiteks Vana-Egiptuse museaalid, mille kohta oli arheoloogidel ja ajaloolastel nii kirjalike allikate kui astronoomiliste andmete põhjal loodud peaaegu aastakümnete täpsusega kronoloogia. Tõsise teadlasena mõistis Libby kohe, et uue füüsikalise meetodi rakendamisel arheoloogias ja ka muudes valdkondades on vaja usaldusväärsuse tagamiseks kaasata nende alade autoriteedid. Nii kutsuski Ameerika antropoloogia selts juba jaanuaris 1948 kokku erinevate erialade spetsialistidest moodustatud töörühma. Selles osalesid ka mitmete muuseumide

SCIENCEPHOTO / VIDA PRESS

Oxfordi ülikoolis kasutatav mass-spektromeeria ehk nn AMS-seadmed objektide radiosüsiniku sisalduse määramiseks

Objekti vanuse määramiseks peavad olema täidetud järgmised eeldused:

- **radiosüsiniku poolestusaeg peab olema täpselt teada;**
- **radiosüsiniku aktiivsus atmosfääris peab olema kogu meetodi vanuselise kasutusaja piires (umbes 60 000 aastat) teada ja muutumatu;**
- **atmosfääris tekkinud radiosüsiniku aatomite vahetus teiste sfääridega (biosfäär, pindmine hüdrosfäär) peab olema täielik ja kiire, st radiosüsiniku ja ^{12}C ja ^{13}C aatomeid omastatakse samasuguses vahekorras, nagu nad on atmosfääris;**
- **dateeritav objekt peab pärast ainevahetuse lõppu asuma suletud süsteemis, st selle edasine süsinikuvahetus ümbritseva keskkonnaga peab olema välistatud.**

Näilisele lihtsusele vaatamata ei ole need tingimused siiski alati täidetud. Üsna varsti pärast meetodi laialdasemat kasutuselevõtmist selgus, et radiosüsiniku teke on olnud ajas muutuv ja seda on mõjutanud nii Maa magnetvälja kui Päikese aktiivsuse muutused. Veel leiti, et radiosüsinikuaatomite omastamisel atmosfäärist toimub isotoopne fraktsioneerumine, kuna erinevad objektid võivad omastada atmosfäärist radiosüsinikku ja stabiilset süsinikku erinevates vahekordades. Selle kõrvalekalde korrigeerimiseks tuleb uuritavas proovis lisaks radiosüsiniku aktiivsusele määrata ka süsiniku stabiilsete isotoopide ^{13}C ja ^{12}C suhe ($\delta\,^{13}C$).

Dateeritavate objektide isoleeritust pärast elutegevuse lõppu on raske ja sageli võimatu kontrollida.

Neile segavatele teguritele lisaks tuleb arvestada ka sellega, et radioaktiivne lagunemine on statistiline protsess, mistõttu sisaldab kõikide mõõtmisprotseduuride tulem teatud viga, mis paratamatult määrab ka saadud vanuste täpsuse piirid.

Seetõttu saadaksegi vanuse määrangud radiosüsinikuaastates, mis erinevad kalendriaastatest (vt Eesti Loodus 2003/5). Radiosüsinikumeetodil määratud vanus märgitakse kirjanduses kokkuleppeliselt koos standardhälbega laboratooriumis määratud väärtusest näiteks 900 +/ – 25 14C BP (st radiosüsiniku aastat enne tänapäeva, ingl k *Before Present*). Tänapäevaks loetakse selles valdkonnas tinglikult aastat 1950, kuna just siis hakkasid atmosfääris tehtud tuumakatsetused rikkuma looduslikku radiosüsiniku tasakaalu.

Selleks, et arvestada radiosüsiniku vanust kalendriaastates, on vaja teada, kui palju tekkis minevikus igal aastal radiosüsinikuaatomeid. Selline arhiiv on olemas puu aastaringides.

Tavapäraselt määratakse radioaktiivse süsiniku sisaldus, registreerides selle lagunemisel eralduvat radioaktiivset kiirgust. Seda meetodit nimetatakse konventsionaalseks tehnikaks. Alates 1980. aastatest hakati analüüsil rakendama kiirendeid ja massspektromeetrilist tehnikat, mis võimaldas ^{14}C aatomeid loendada. Kui konventsionaalsel meetodil vajatakse vanuse määramiseks mitmeid gramme süsinikku, siis nn AMS-meetod (*Accelerator Mass Spectrometry*) võimaldab vanuse määrata juba milligrammistest ainehulkadest. •

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ja ülikoolide teadlased, sh geoloogid, kellele Libby uut meetodit ja selle potentsiaalseid kasutusvõimalusi tutvustas.

Triumfi toonud tagasilöök

Töörühma kokkupaneku järel hakkasid Libby laboratooriumisse saabuma erinevad proovid kogu maailmast. Kõnealust etappi uue meetodi kasutuskõlblikkuse testimisel on värvikalt kirjeldanud C. W. Ceram oma raamatus „Esimene ameeriklane“ (eesti keeles ilmunud kirjastuselt Valgus 1978. aastal). Saadetud proovide seas olid näiteks Egiptuse hiilgeaegadest pärit muumiate osad, viimasel jääajal väljasurnud mammuti hammas, sandaal Ohiost leitud indiaanihauast, ühele vaaraole viimaseks austusavalduseks ehitatud laeva plangutükk, poolsöestunud luu, milles oli veel nooleots jne. Üle poole Libby analüüsitud proovidest oli pärit Ameerikast. Nagu selgus, kinnitasid esimestena Libby teooria paikapidavust siiski Vahemere äärest pärinevad proovid.

Nii uuris ta Egiptuse vaarao Džoseri hauakambrist pärinevat akaatsiapalgitükki ja sai selle dateeringuks veidi rohkem kui 2000 e.m.a. See ei olnud just eriti hea tulemus, kuna muinasteadlased dateerisid Džoseri ligikaudu aastasse 2700 e.m.a. Täpsem tuli vaarao Sesostrise surnulaeva juurde kuulunud puutüki dateering – selle puhul oli veamäär vaid 4,5 protsenti.

Siis aga juhtus midagi, mis esmalt tundus olulise tagasilöögina, aga osutus lõpuks meetodi triumfiks. Tuntud ameerika arheoloog ja autoriteetne egüptoloog James Breasted saatis Libbyle puitu vaarao sarkofaagist, teatades, et see peaks olema väga vana ehk siis Egiptuse ajaloo mõistes pärit aastatuhandete tagant. Libby analüüs aga näitas, et puit oli tänapäevane. Õnneks polnud Breasted kangekaelne mees ning oma sarkofaagi uuesti uurides leidis, et vaatamata headele teadmistele oli ta lasknud ennast moodsa võltsinguga alt vedada. Libby jaoks oli see muidugi suur töövõit.

Maailmapilti muutnud avastus

Valdavalt lootustandvatele tulemustele vaatamata tuli ette ka nurjunud katseid, mistõttu töötas Libby meeskond pingsalt meetodi täiustamise suunas. Analüüsiks vajaliku proovi koguse vähendamiseks tuli suurendada mõõteseadmete tundlikkust. Esialgu oli mõõtmiseks vaja 20 grammi süsinikku, mis tähendas puidu puhul vähemalt 65-grammist tükki. Tundlikkuse suurendamine tõi aga kaasa vajaduse varjestada mõõteseade ümbritseva loodusliku ja ka inimtekkelise kiirguse eest.

Eriti hästi ilmnes selline vajadus 1954. aastal, kuna sellest alates paistsid kõik mõõdetud proovid olevat eeldatust kümme või isegi enam protsenti nooremad. Selgus saabus, kui kellelgi tuli mõte otsida põhjust 1954. aastal korduvalt tehtud vesinikupommikatsetustest, mille tõttu tekkinud radioaktiivne pilv mõjutas radiosüsiniku looduslikku taset. Aastate jooksul avastati veel terve rida võimalike vigade allikaid, mis sundis esialgseid mõõtmisi üle kontrollima.

Tänaseks on metoodika tunduvalt täiustunud ja kõrvale on tekkinud ka teised dateerimismeetodid, mis kõik võimaldavad vastastikku tulemusi kontrollida. Radiosüsinikumeetod on siiski olulisim ja ka kõige lihtsamini kättesaadav.

Ettenägelikuks tuleb tunnistada Libby 1960. aastal Nobeli preemiale esitanud Kenneth Pitzeri tõdemust, et „harva on mõni avastus ühes teadusvaldkonnas nii märkimisväärselt muutnud meie maailmapilti kui radiosüsinikumeetodi avastamine“. Õigustatult loetakse seda üheks 20. sajandi suurimaks avastuseks.

Vähem kui 10 aastat pärast avastamist juba Eestis

Teadusloo seisukohalt on huvitav jälgida, kuidas need murrangulised avastused loodusteaduste vallas Eestisse jõudsid. Oli see ju aeg, mil Nõukogude Liidu teadlaste side läänega oli väga piiratud. Radiosüsinikumeetodit hakati uutest isotoopmeetoditest kogu maailmas kõige kiiremini kasutama – algul eelkõige arheoloogiliste objektide vanuse määramisel, seejärel üha rohkem ka kvaternaari jäätumise ajaloo ning pärastjääaegse kliima ja keskkonna arenguloo uurimisel. Mõneti meeldiva üllatusena võib tõdeda, et Eestisse jõudis radiosüsiniku-meetod juba vähem kui 10 aastat pärast selle avastamist.

Uue meetodi juurutamine algas 1957. aastal, mil Eesti NSV teaduste akadeemia zooloogia ja botaanika instituudi (ZBI) zooloogiasektori juhataja Kalju Paaver otsis võimalust, kuidas oma Baltikumi imetajate fauna arengulugu käsitlevas doktoritöös luuleide ja leiupaiku usaldusväärselt dateerida. Sobiva meetodi otsimisel jäädi pidama maailma teaduskirjanduses üha laiemat kajastamist leidnud radiosüsinikumeetodil ja nii asutigi ZBI-s rajama Eesti esimest radiosüsinikulaboratooriumi.

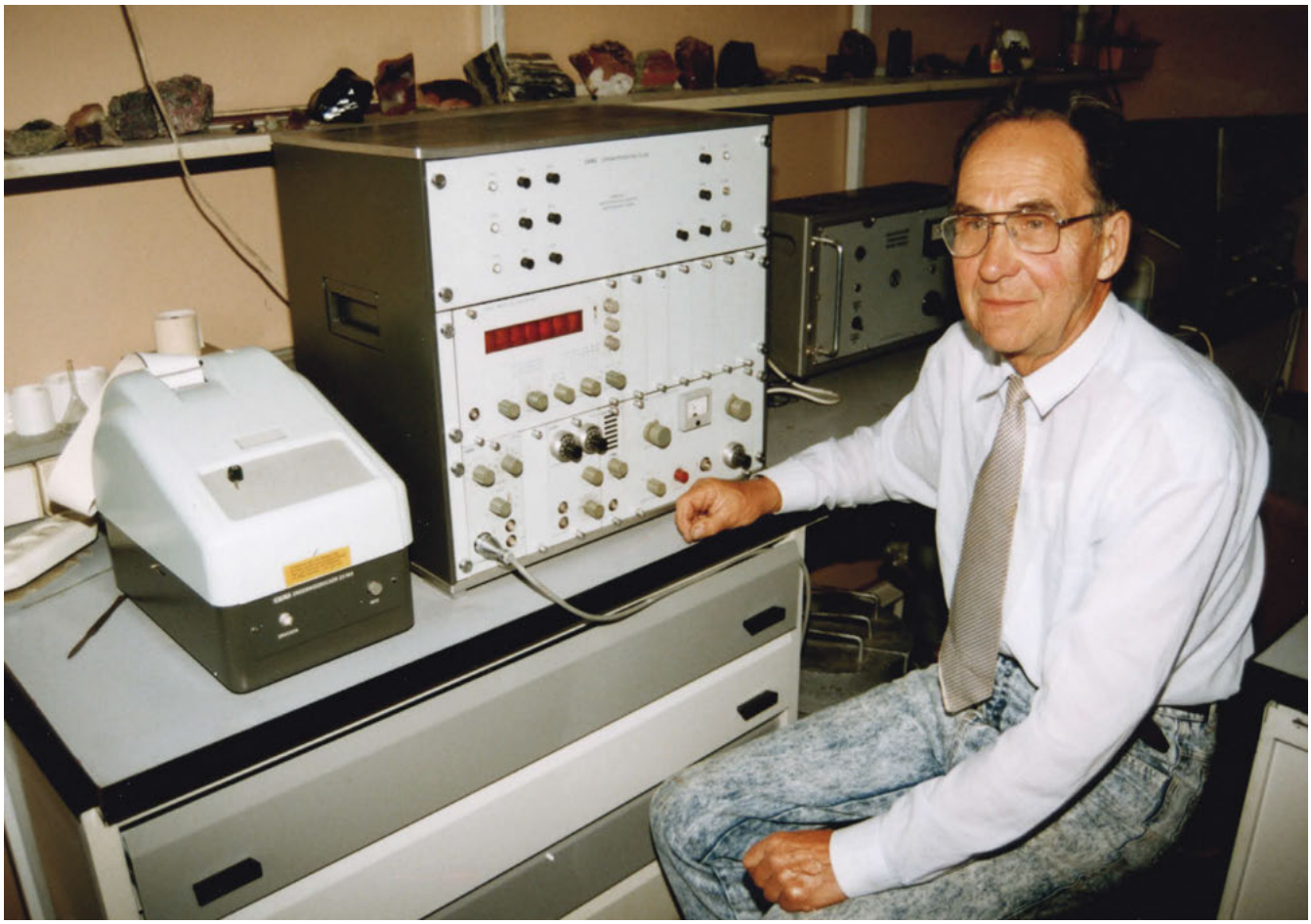
Uue labori käivitamise loomulike probleemide kõrval tasub meenutada, et tollases Nõukogude Liidus olid kõik radioaktiivsuse mõõtmisega seotud tööd rangelt salastatud. Seetõttu oli taoliste seadmete hankimine raskendatud ja enamik aparatuuri tuli Tartu ülikooli füüsikute abiga valmistada kohapeal. 1959. aastaks oli aga vajalik aparatuur olemas, proovide ettevalmistamise ja loodusliku radiosüsiniku registreerimise metoodika omandatud ning aasta enne Libbyle Nobeli preemia määramist ka esimesed dateeringud tehtud. Tartu radiosüsinikulaboratoorium oli tollal kolmas omataoline Nõukogude Liidus ja esimene Baltikumis.

Teave uue meetodi võimalustest levis kiiresti ja üha kasvav nõudlus dateeringute järele tingis vajaduse laboratooriumi laiendada. Kui esimestel aastatel oli laboratooriumis ainult üks põhikohaga teadur, keemikuharidusega Arvi Liiva, siis 1960. aastal liitus meeskonnaga samuti keemik Evald Ilves ning 1963. aastal kolmanda keemikuna Jaan-Mati Punning. Kuna nõudlus radiosüsinikudateeringute järele Eestis ja kogu Baltikumis kasvas kiiresti, kutsuti Punning juba 1970. aastal Tallinnasse teaduste akadeemia geoloogia instituuti, et käivitada ka seal radiosüsinikulaboratoorium – esmajärjekorras ülem-pleistotseeni jäätumise ja Läänemere arengu kronoloogia täpsustamiseks.

Kuigi probleemid uue laboratooriumi käivitamiseks vajaliku aparatuuri hankimisel ning metoodika juurutamisel olid sarnased Tartus ettetulnutega, õnnestus tänu seal saadud kogemustele teha Tallinnas esimene dateering märgistusega Tln-1 juba 1971. aastal. Nii nagu Tartus, kulus ka Tallinnas esimene aastakümme peamiselt mõõtetehnika, sh proovide kogumise ja töötlemise metoodika arendamisele ja tulemuste usaldusväärsuse tõstmisele.

Esimestel aastakümnetel oli Tallinna radiosüsinikulaboratooriumi põhiline uurimisvaldkond pleistotseeni jäätumise dünaamika ja Läänemere

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



TÜ RADIOSÜSINIKU LABOR

Tartu radiosüsinikulaboratooriumi esimene teadur Arvi Liiva istub loendusaparatuuri juures

arengu ajaloo täpsustamine, aga ka Eesti looduskeskkonna areng pärast jääaega.

Kaali kraatri ja Eesti vanima inimasula vanus

Tartu ja Tallinna radiosüsinikulaboratooriumide püsikliendid on kõikidel aastatel olnud loomulikult eesti arheoloogid. Mõlemad on andnud oma panuse Eesti ühe unikaalseima loodusobjekti, Kaali meteoriidikaatri vanuse uurimisse. Arutelud selle tekkeaja üle ei ole tänaseni lõppenud.

Kuna luuleidude dateerimine algselt paleozooloogiaga seotud küsimuste lahendamiseks rajatud Tartu laboris tingis vajaduse ka muistsete asulakohtade vanuse määramiseks, viis see peatselt edasi Baltikumi inimasustuse tekke ja arengu kronoloogia uurimiseni.

Selle valdkonna üks tähelepanuväärsemaid tulemusi on tänaseni Pärnu jõe paremal kaldal Sindi linna lähedal asuva Pulli asulakoha vanuse määramine.

Arheoloogilisi üksikleide olid Pärnu jõe alamjooksul 1920.–1930. aastatel avastanud juba saksa soost harrastusarheoloogid. Proovikaevamistega välja tulnud leide kirjeldas oma 1948. aastal Rootsis ilmunud monograafias eesti professionaalsete arheoloogide esimesse põlvkonda kuulunud Richard Indreko. Kindlat asulakohta ei õnnestunud tal tuvastada. 1967. aastal tõi Eesti geoloogiavalitsuse töörühma juht Kalju Kajak Tartu laboratooriumisse dateerimiseks kolm Pärnu jõe kaldalt Sindi asula lähedalt võetud proovi, mille analüüsiks ettevalmistamise käigus märkas Jaan-Mati Punning nendes sisalduvaid looma- ja kalaluutükikesi. Loomulikult tekkis mõte, et need võisid sinna sattuda inimtegevusega.

Proove näidati professor Kalju Paaverile, kelle arvamus seda oletust kinnitas. Nii saigi püstitada hüpoteesi, et jälile on saadud uuele, teadaolevaist tublisti vanemale muinasaegsele asulakohale. Peatselt kinnitasid seda nii esimesed radiosüsinikudateeringud kui samal ja järgmistel aastatel kiviajauurija Lembit Jaanitsa proovikaevamistel kogutud leidude dateeringud. Need kõik langesid vahemikku 9300–9750 radiosüsinikuaastat (täna on Pulli kui Kunda kultuuri asula kasutusajana märgitud umbes 8900 aastat e.m.a). Nii avastatigi mitme eri valdkonna asjatundjate ühistööna uus ja ühtlasi Eesti vanim inimasula, mis on unikaalne kogu Põhja- Euroopas. •

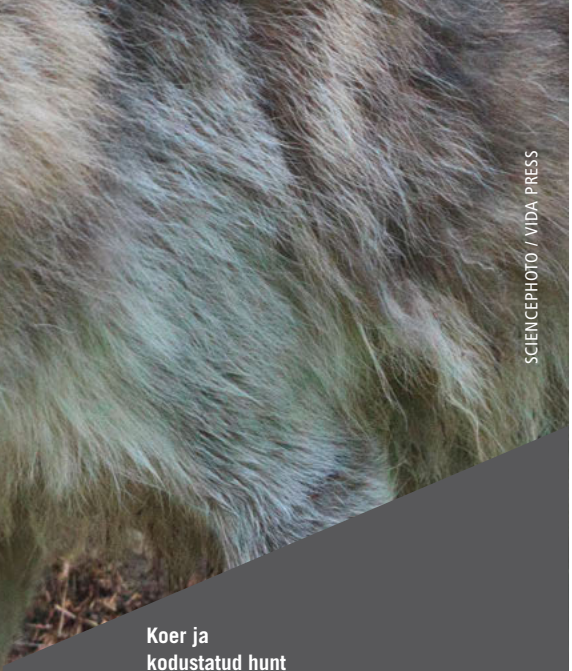
REIN VAIKMÄE (1945) on paleoklimatoloog, Tallinna tehnikaülikooli geoloogia instituudi emeriitprofessor. Ta on osalenud Arktika-ekspeditsioonides, mille käigus hangiti liustikest mineviku kliima- ja keskkonnatingimuste uurimiseks jääpuursüdamikke. Tema juhatusel on välja selgitatud mitmete Antarktika järvede vete, aga ka Eesti kambriumi-vendi põhjavee liustikuline päritolu ning Shackletoni šelfiliustiku tekkelugu. Koostöös saksa uurijatega tuletas Kuninganna Maudi maalt pärit jääpuursüdamiku isotoopprofiili abil piirkonna viimase 5000 aasta kliima ajaloo.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

URMAS SAARMA

HUNDI KODUSTAMISE VÕIMALIKUD PÕHJUSED. KAS KA TOIDUKS?

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



SCIENCEPHOTO / VIDA PRESS

Koer ja kodustatud hunt

Eelmises osas käsitlesime loomade kodustamist üldisemalt ja tegime algust võimalike põhjuste kirjeldamisega, miks muistsed kütid-korilased hunte kodustama hakkasid. Harutame seda teemat nüüd edasi. Hundi puhul pole teada üht väga selget kodustamise põhjust. Kui eeldada, et hundi kodustamine toimus mitmes maailma piirkonnas sõltumatult, siis võib arvata, et põhjusi oli erinevaid, kuna eri rahvastel olid erinevad tavad ja tõekspidamised. Kõige sagedamini on pakutud, et hunt kodustati ohu eest hoiatajaks ja abiliseks jahil. Harvem tõstetakse esile huntide kodustamist toiduks või lemmikloomaks.

Sotsiaalse loomana võis hunt olla suhtluspartner. Inimesel on läbi aegade esinenud vajadus loomadega suhtlemise järele ja teadaolevalt on inimene ainuke imetaja, kes on võtnud enda lähedusse elama erinevaid loomaliike, sealhulgas eluohtlikke. Tõmme loomade poole iseloomustab ka tänapäeva inimest – kes peab end koera-, kes kassinimeseks, kes kasvatab kodus hoopis madusid.

Üks oluline hundi kodustamise põhjus võis muistse inimese jaoks olla oma sotsiaalse staatuse tõstmine. Hunt kui ohtlik loom võis anda erilise positsiooni inimesele, kes suutis hundi käitumist mõjutada ja ei kartnud teda. Ka praegu on huntidega suhtlemine mõnedele meelepärane, tekitades teistes aukartust. Inimesele ohtlike tegevuste harrastajaid on ikka imetletud. Üks taoline harrastus on kindlasti metsikute loomadega tegelemine. Samas on ajaloost teada ka vastupidiseid näiteid, kus hundiga suhtlevat inimest on peetud ühiskonnale ohtlikuks, mistõttu võidi ta kogukonnast välja heita või isegi põletada.

Impulssi hundiga suhtlemiseks võis anda niisiis adrenaliinisõltuvus või hirmuhimu, nagu seda vahel on nimetatud. Hundi kui ohtliku loomaga tegelemine võis pakkuda inimesele vajalikku pinget. Uuringute tulemused selles valdkonnas on näidanud, et ohuolukord vallandab pärast lahenemist eufooriatulva, mistõttu tõlgendavad teravate elamuste otsijad hirmu positiivse kogemusena. Küllap on just seetõttu tänapäeval populaarsed nii ekstreemsport kui õudusfilmide vaatamine, aga ka ohtlike loomadega tegelemine.

Hundi eriline roll indiaanlaste elus

Inimesed on hunti suhtunud väga erinevalt, pidades teda kas pühaks loomaks või soovides täielikult hävitada. Põhja-Ameerika indiaanlased, eeskätt Suure tasandiku hõimud nagu šaieenid, lakotad, mustjalad, poonid, oseidžid, arikarad, assiniboinid ja arapahod on huntidesse austusega suhtunud juba iidsetest aegadest. Nende esivanemad matkisid huntide sotsiaalset elukorraldust, eriti kollektiivset jahipidamist, mis aitas neil rasketel aegadel ellu jääda.

Tsitsistad, nagu šaieenid end ise nimetavad, jaotavad oma rahva ajaloo nelja ossa: esimene osa hõlmab nende hõimu tekkeperioodi, teist osa nimetavad nad hundiajastuks, kolmandat piisoniajastuks ja neljandat hobuseajastuks. Nimetus *hundiajastu* viitab sellele, et varaste tsitsistade elus oli hunt väga olulisel kohal. Neil oli hunt-kaitsevaim nimega Maiyun, kes õpetas inimestele, kuidas tasandikel jahti pidada. Tsitsistad pidasid hunte mitte ainult meisterlikeks küttideks, vaid ka kõikide loomade kaitsjaiks. Nagu hundid jagasid oma saagi ülejääki ronkade, koiottide ja rebastega, nii kutsusid ka tsitsistad hunte oma saagist osa saama.

Põhja-Ameerika indiaanlastel oli huntidega eriline side, mida võiks tinglikult nimetada sümbiootiliseks (vanakreeka keeles 'koos elamine'). Lisaks jahipidamisele aitasid metsikult elavad koerte eellased indiaanlasi raskete esemete veol. Veel 19. sajandil sarnanesid indiaanlaste koerad pigem huntidega. Tollaste olude usaldusväärseks kirjeldajaks peetakse Georg Benti, kelle isa oli ajaloost tuntud kolonel, šaieenide ja USA võimude vahelisi läbirääkimisi vedanud William Bent, ja ema tsitsista. Bent on kirjutanud, et tsitsistadel olid suured koerad, keda kasutati raskete kandamite veol, samamoodi nagu hiljem hobuseid. Ent need koerad olevat olnud nii välimuselt kui käitumiselt väga sarnased huntidega ning nad ei haukunud kunagi, vaid ulgusid. Veel on Bent maininud, et vanade indiaanlaste jutu järgi olid „koerad", keda oli enamasti üle saja isendi, kogunenud sageli hommikuti indiaanlaste laagri lähedusse, kus nad koos ulgusid.

Tsitsistadelt on pärit ka järgmine kirjeldus piisonijahist. Jahil piirasid indiaanlased koos koertega piisonikarja ümber ja see aeti järsaku suunas. Kui mõni piison pääses piiramisahelast välja, ajasid koerad ta tagasi. Pärast jahti aitasid koerad indiaanlastel liha laagrisse vedada. Niipea kui oldi kohale jõudnud, lasti koerad vabaks ning need tormasid tagasi piisonite tapmispaika, kuhu oli vedelema jäetud loomajäänuseid. Poegadega emased sõid oma osa ja ruttasid seejärel tagasi laagripaika järglaste juurde, kus oksendasid kutsikatele toidu välja.

Inimesed on hunti suhtunud väga erinevalt, pidades teda kas pühaks loomaks või soovides täielikult hävitada.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Grupis ulgumine on iseloomulik huntidele, kuigi ka mõned koeratõud uluvad. Ent poegadele toidu väljaoksendamine on ainuomane vaid huntidele. Seega olid toonased koerad veel väga sarnased huntidega, kuigi tegid koostööd inimestega. Selline koostöö toimis tsitsistade ja huntide vahel veel kuni hiljutise ajani.

Mustjalad pidasid hunti oma sõbraks ja olid arvamusel, et inimesel pole mingit õigust hunti tappa. Neil oli isegi ütlus, et „püss, mis on tulistanud hunti või koiotti, ei tulista enam kunagi täpselt". Mustjalad hindasid hunte, kuna need olid õpetanud indiaanlasi piisoneid jahtima. Mustjalad matkisid huntide piisonijahti nii täpselt kui võimalik. Ka mustjalgadel on lugusid, mis räägivad, kuidas hundid on neid aidanud.

Kui mõnel pool põhines suhe huntidega vastastikusel kasul ja austusel, siis teisal võidi hunte kodustama hakata märksa omakasupüüdlikematel eesmärkidel. Näiteks toiduks.

Koerad toiduks nii ennemuiste kui täna

Muistne inimene kannatas alatihti nälga, mistõttu oli tema peamine mure toidupoolise hankimine. Üks hundi kodustamise peamisi põhjusi võis seetõttu olla nende loomade tarvitamine toiduks, eriti suure nälja perioodil. Ühe kodustamise piirkonnana on pakutud praeguse Hiina territooriumi idaosa ja on teada, et sealkandis on kasvatatud koeri toiduks juba aastatuhandeid. Et halbadel aegadel näljast pääseda, pidi inimene tekitama toidutagavara. Inimasustuste ümbruses luusivaid hunte olnuks raske stabiilse toidutagavarana kasutada, kuna pidevate tapmiste korral oleks hundid inimesi vältima hakanud. Tõenäolisemalt hakati hunte kasvatama aedikutes ning osa neist vajadusel toiduks kasutama. Mõned inimrühmad võisid hunte oma rännakutel toidutagavarana kaasa vedada. Ka indiaanlaste seas esines hõime, kes tarvitasid koeri toiduks.

Koerte söömisel on pikk ajalugu, see on olnud laialt levinud pea kõikjal, kus koeri leidus, sh Euroopas ja ka meie aladel. Näiteks Mehhikos, kus koeri kasvatati toiduks, kehtestasid olmeekide valitsejad 3000 aastat tagasi põlluharijatele aastamaksu, mis tuli tasuda üksnes maisiga nuumatud koertega. Asteegid aga aretasid karvutu koera, keda ülikud pidusöökidel sõid. Arvatakse, et karvutut koera oli parem tulel küpsetada. Euroopas oli koerte söömine väga levinud komme kuni Rooma impeeriumi kadumiseni.

Tänapäeval süüakse erinevates Aasia maades hinnanguliselt 30 miljonit koera aastas. Üks suurimatest koeraliha tarbijatest on Hiina, kus koerte söömine on iidne traditsioon, mis ulatub kirjalike allikate põhjal ligi 4000 aasta tagusesse aega. Hiinas tapetakse toiduks umbes 10 miljonit koera aastas. Viimastel aastatel on rahvusvaheliselt enim kõneainet pakkunud Hiina lõunaosas Guangxi Tšuangi autonoomses regioonis suvise pööripäeva aegu toimuv Yulini koerasöömise festival. Kümmekond päeva kestva ürituse käigus tapetakse toiduks 10 000 koera. Festival on kutsunud esile ulatuslikke rahvusvahelisi proteste, ent selle vastu

ALAMY / VIDA PRESS

SUURE TASANDIKU INDIAANLASTE LOOD HUNTIDEST

Ühe tsitsistade seas levinud loo järgi peitis pärast 29. novembril 1864 Colorado osariigis toimunud Sand Creeki tapatalguid kaks tsitsista naist end koos lastega rannajärsaku alla koopasse. Öö saabumise järel sisenenud koopasse isane hunt, kes jäänud nende kõrvale lamama. Järgmisel päeval sõrkis hunt naiste-lastega kaasa ja puhkas seal, kus nemadki. Üks naistest oskas hundile selgeks teha, et nad vajavad toitu, misjärel viis hunt nad hiljuti tapetud piisoni korjuse juurde. Hunt jäi inimestega mitmeks nädalaks, püüdes toitu ja väidetavalt kaitstes neid nii inimestest kui loomadest vaenlaste eest. Kui nad lõpuks tsitsistade laagrisse jõudsid, hunt lahkus.

Tsitsistade meelest said mõned nende hõimlased huntide keelest aru. Kuulates huntide ulgu, oskasid nad oodata teatud sündmusi. Väidetavalt olid nad saanud selle oskuse pärast huntidega koos elamist. Kui nad jäid hätta, olid eksinud, näljased või suremise veerel, tulid hundid neile sageli appi.

Üks arapahode lugu räägib aga poisikesest, kes jäänud kord oma hõimlastest maha ning eksinud ära. Öö saabudes hakkas väikemees nutma. Ilmus hunt, kes andis mõista, et aitab poissi. Õige pea saabus veel kolm hunti ja üheskoos kasvatasid nad poisi üles.

Samas pole sellised lood omased ainult Suure tasandiku indiaanlastele. Näiteks Ojibwe indiaanlastel, kes elavad märksa enam põhja pool, on samuti huvitavaid pärimusi. Kui Esimene Inimene kõndis Maa peal, kurtnud too Loojale, et kõigil loomadel on paariline, aga tema on üksi. Looja andnud talle kaaslaseks hundi, kes rändas temaga mööda ilma, kuni nad lõpuks eri teid läksid. Looja hoiatas meest, et kõik mis juhtub hundiga, juhtub ka temaga, ning et mõlemat hakatakse kartma ja austama, ent ka vääriti mõistma.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

KAAREL DAMIAN TAMRE

võitlevad aktiivselt ka hiinlased ise. Hiljutine uuring näitas, et 64% hiinlastest sooviks Yulini festivali igaveseks lõpetada; pea sama palju arvas, et selline üritus kahjustab Hiina mainet ning umbes pooled küsitletutest leidsid, et koeralihaga kauplemine tuleks keelustada. Kriitikute sõnul ei ole sel festivalil vähimatki kultuurilist väärtust, pooldajad aga viitavad põlisele Hiina traditsioonile süüa koeri.

Vanadel aegadel olnud koertel Hiinas kolm põhilist ülesannet: valvur, abiline jahil ning kes kummakski hästi ei sobinud, pidi saama toiduks. Algselt söödi Hiinas koeri eelkõige riigi põhjaosas, ent 6. sajandi paiku jõudis see tava ka lõunasse. Põhja poolt lõunasse rännanud nomaadid tõid kaasa kõiksugu kombeid, sh koerte söömise. Koeri kasutati vanas Hiinas ka ohvriannina; samuti oli üsna tavaline, et koer pandi peremehega hauda kaasa.

10. sajandi paiku vähenes Hiinas koerte osatähtsus toiduna oluliselt. Seda seostatakse ulatuslikult levima hakanud Buddha õpetusega, mis soovitab halbade tagajärgede vältimiseks loomade tapmisest hoiduda. Ka 17. sajandil, kui võimule tulid Qingi dünastia rajanud mandžud, keelustati koerte tapmine toiduks. Qingi dünastia jäi võimule kuni 1911. aastani, kui peale Xinhai revolutsiooni tuli võimule Guomindang (Rahvuspartei). Et Guomindang oli teravalt mandžude vastu, olevat nad alustanud oma koosolekuid koeraliha söömisega.

Ehkki koerte söömine on Hiinas vähenemas, on riigi lõunaosas, kus lisaks koertele süüakse ka kõikvõimalikke muid loomi, jätkuvalt laialt tuntud ütlus: „Kõik, kel kaks jalga, on söödavad – peale vanemate, sama kehtib neljajalgsete kohta – peale voodi.“. Pekingist võib tänaseni leida üle saja restorani, kus eriroana pakutakse koeralihast toite. Üks põhjus, miks koeraliha Hiinas ja ka mujal Aasias jätkuvalt süüakse, on selle väidetavalt hea mõju tervisele – paranevat nii maksa töö kui ka potents. Selliste uskumuste asemel tuleks aga arvestada hoopis sellega, et koerte püüdmise, tapmise ja söömisega kaasneb oht nakatuda marutõppe, mille tõttu sureb Hiinas igal aastal paar tuhat inimest. Näiteks kui 2006. aastal suri Yunnani provintsis marutõppe kolm inimest, tapeti selle peale üle 50 000 koera. Samas on Hiinas vaktsineeritud hinnanguliselt vaid 3% koertest. Lisaks kannavad koerad arvukalt teisi zoonootilisi haigustekitajaid, millest nii mõnigi – näiteks põistang-paeluss – on inimesele eluohtlik ja Hiinas suur probleem.

Šveitslased söövad nii kasse kui koeri

Lisaks Hiinale süüakase koeri veel teisteski Aasia riikides nagu Vietnam, Lõuna- ja Põhja-Korea, India, Indoneesia, Laos, Kambodža jt (vt kaarti). Ent koeri süükase ka Ameerikas, Aafrikas ja isegi Euroopas. Meie kultuuriruumis on koera söömine reeglina tabu, ent veel tänaselgi päeval tarvitatakse koeri toiduks Šveitsis. Sealse meediaväljaande Tages Anzeiger kajastuste hulgas leidub artikkel, millest selgub, et Alpides ja Reini orus on piirkondi, kus koerte söömine on üsna tavaline.

Inimese parima sõbra söögiks tapmine on siiski vähenemas.

Appenzeli ja St. Galleni regioonis varustavat farmerid nii oma sõpru kui töötajaid koeralihaga. Üks intervjueeritud farmer kirjeldab loos, kuidas ta oli koeri kasvatanud ning kui nad tapaküpseks said, kutsunud oma lihunikust sõbra neid hukkama. Teine farmer tulistanud koerad surnuks.

Kassidki ei leia Šveitsis halastust ja nendegi liha võib seal leida hamburgeri vahelt. Koerte ja kasside nahast tehakse omakorda näiteks palituid ning voodikatteid. Šveitsis ei ole lubatud koera- ja kassiliha müüa, küll aga võib omanik oma loomi süüa. Karistada võib saada vaid siis, kui loom tapetakse eriti julmal viisil. Šveitsis kallist kella ostes tasuks poemüüjalt küsida, kas selle rihm mitte koera- või kassinahast ole tehtud. Kutsutuna pidulikule vastuvõtule, kus pakutakse ka liharoogi, tasub uurida, kas need pole valmistatud koertest või kassidest.

Loomade tapmise ja toiduks tarvitamisega seotud erinevaid traditsioone on hulgaliselt ja neid praktiseerinud rahvad või väiksemad rahvusrühmad peavad seda oma vääramatuks õiguseks, mida teistel tuleb nende meelest vastuvaidlemata austada. Mõtteviisi muutused toimuvad üsna aeglaselt, sest loomade toiduks kasutamine on väga laialt levinud ja sel eesmärgil tapetakse üüratu arv loomi.

Inimese parima sõbra söögiks tapmine on siiski vähenemas ja mitmetes riikides, kus koeri on traditsiooniliselt söödud, kehtivad nüüd seda keelavad seadused. Hiinas tervikuna pole koeraliha söömine keelatud, kuigi Hongkongis pole see lubatud alates 1954. aastast. Selline tegevus on seadusevastaseks kuulutatud ka Taiwanis ja Filipiinidel. Näiteks Taiwanis võib patustajat oodata kuni kaheaastane vangistus või 65 500 USA dollari suurune trahv. Millal keelustatakse koeraliha söömine Šveitsis, kus parlament on senini vastavad ettepanekud tagasi lükanud? Nagu teada, ei tee parlament seal enne midagi, kui enamik rahvast seda ei nõua. •

URMAS SAARMA (1967) on bioloog, Tartu ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudi terioloogia juhtivteadur. Tema teadustöö on seotud loomariigi evolutsiooni, süstemaatika ja kaasaegsete loomapopulatsioonide uurimisega.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

JAAK URMET

JAANUS VAIKSOO
LASTEKIRJANIK

Teaduse külgetõmmet olen enda puhul alati tundnud. Seda millegi avastamise magusat elevust. Mäletan, kuidas uurisin väikese poisina lõputult suurte värviliste piltidega raamatut „Arvude imed. Viis tuhat aastat matemaatikat". Matemaatika mulle päris istus, aga keskkoolis ütles õpetaja, et teie, Vaiksoo, lahendate ülesandeid nii, nagu vahetaksite poodi minnes rublad kopikateks ja siis alles hakkate kopikate eest ostma. Õige lahenduse leidsin enamasti kuidagi ringi minnes. Nii valisin edaspidi kirjanduse, selle ümberütlemise kauni kunsti. Mingil hetkel tegelesin päris tõsiselt kirjandusteadusega. Kaevusin retseptsiooniteooriasse, uurisin Gailiti loomingut, täiendasin end stipendiaadina Greifswaldi, Viini ja Tampere ülikoolis. 1990. aastad oli põnev aeg. Eesti oli saanud vabaks ja mina oma nooruse uudishimus ahmisin raamatukogudest kõike endasse. Mäletan nagu eilset seda hetke, kui 1993. aasta jõuludes autostopiga Hamburgist Weinheimi sõitsin ja auto tagaistmel ülikooli avariiulilt kaasa võetud uurimust lugemismudelitest sirvisin. Korraga oli väga selge, kuidas pean kirjutama oma teadusmagistritöö „Toomas Nipernaadist". Just sellised on teadusega tegelemise kõige magusamad hetked. Aga siis tulid teised ajad. Ka rahvusteadustes hakkasid maksma rahvusvahelised eelretsenseeritavad artiklid ja projektipõhisus. Mu motivatsioon teadust teha vajus nulli ja et samal ajal olin vähehaaval hakanud kirjutama raamatuid lastele, mis mulle tänini suurt rahuldust pakub, loobusin ilma kahetsustundeta teadlase karjäärist. Vahel meenub see aeg mõnusa nostalgiana.

On üks raamat suurest teadusest, mis mind väga on puudutanud ja mida ma ikka aastate järel mõnikord üle loen. See on James D. Watsoni „Kaksikspiraal". 1970. aasta Loomingu Raamatukogus ilmunud suurepäraselt kirjapandud kaasakiskuv lugu DNA struktuuri avastamisest. James Watson oli siis vaid 25, kui ta koos Francis Crickiga avastas võtme, mis võis selgitada elu saladust. Võidujooks DNA struktuuri avastamisele oli teadlaste hulgas pingeline. Ent kardeti, et DNA struktuur võib osutuda liiga keeruliseks. Watson ja Crick läksid teist teed, nende töövahendiks oli komplekt molekulimudeleid, mis sarnanesid laste mängukannidele. Nende mudelitega mängides tegidki nad XX sajandi suure avastuse. Watsoni sõnul toitis neid ühest küljest nooruslik jultumus ja teisest küljest usk, et „kui tõde kord avastatakse, siis peab see olema lihtne ja ühtlasi ilus". DNA kaksikspiraal on lihtne ja ilus nagu keerdtrepp. Kui elu saladust peitev võti on nii lihtne ja ilus, siis on seda tegelikult ka elu ise. Meie ise mõtleme ja elame selle keeruliseks. •

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Värskenda tellimust

Telli mugavalt

www.loodusajakiri.ee
loodusajakiri@loodusajakiri.ee
tel 610 4105

Kindral Lembit Pärn eesti laskurkorpuse suurtükiväe paraadmarsil Tallinnas pärast sõja lõppu

RAHVUSARHIIV

PEETER KAASIK

KUHU KADUS KINDRALLEITNANT LEMBIT PÄRN?

1950. aastal toimunud kurikuulsat Eestimaa kommunistliku partei keskkomitee VIII pleenumit on peetud Nõukogude Eesti kaadripoliitika murdepunktiks. „Kodanlike natsionalistide“ paljastamise käigus tõrjuti Eesti NSV võimuladvikust välja enamik kohaliku päritoluga kommuniste, keda asendasid sestpeale mitte-eestlased ja liidu-eestlased. Üks tähtis ametimees – ENSV relvastatud jõudude minister ja vabariiklik sõjakomissar, kindralleitnant Lembit Pärn – kadus Eesti võimuladvikust aga juba 1948. aasta kevadel ja sisuliselt päevapealt.

Pärna ametlik elulugu ei paku tema lahkumise kohta kuigi palju teavet. Eestis on uurijate kasutada ainult Pärna ministrite nõukogu kaadritoimik, kuid sellest ei selgu tema lahkumise tagamaad. 1984. aastal Karl Aru ja Fjodor Paulmani sulest ilmunud biograafias „Meie kindral“ kirjeldatakse Pärna sõjajärgset tegevust järgmiselt: „1945. aasta 19. juulil määras Eesti NSV ülemnõukogu presiidium kindralleitnant Lembit

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Pärna Eesti NSV kaitse rahvakomissariks. [–] 1946. aastal valiti Lembit Pärn NSV Liidu Ülemnõukogu saadikuks ja 30. aprillil 1947 autasustati teda Lenini ordeniga. Eesti NSV kaitseministrina täitis Pärn 1947. aasta augustist ka vabariigi sõjakomissari kohuseid. [–] 1948. aasta kevadel suunati kindral Pärn Kõrgematele Akadeemilistele kursustele K. Vorošilovi nimelise Suvorovi esimese järgu ordeniga Sõjaväeakadeemia juures. Pärast kursuste lõpetamist 1949. aastal, määrati kindral Pärn K. Vorošilovi nimelise Sõjaväeakadeemia operatiivkunsti kateedrisse vanemõppejõuks. Sellel ametikohal töötas ta 1954. aasta novembrini. [–] Alates 1954. aasta novembrist viidi Lembit Pärn üle vanemõppejõuks akadeemia strateegia ja operatiivkunsti kateedrisse. Sellel ametikohal töötas ta kuni 1958. aasta lõpuni. [–] Teeninud Nõukogude armee ridades 43 aastat, läks Lembit Pärn 62-aastasena erru [1965. aastal].“

Esmapilgul pole kursustele saatmises midagi eriskummalist – ei tee ju kindralile paha mälu värskendada ning omandada uusi teadmisi. Huvitav on pigem see, et Pärn jäigi Moskvasse. Ilmselt langetati otsus, et Pärn enam Eestisse ei naase, juba 1948. aasta kevadel, sest sama aasta 20. aprillil määrati ENSV sõjakomissariks tema senine asetäitja Johann Lombak. Tavatu on teiste kõrgete parteilastega võrreldes aga see, et Pärn säilitas oma ministriameti, ehkki ta Eestis enam ei resideerunud ega ministrikohuseid ei täitnud. ENSV relvastatud jõudude ministri ametist vabastati Pärn EKP keskkomitee büroo otsusega alles 27. aprillil 1950. aastal, kuid Moskvas seda otsust ei kinnitatud – lõplikult lahkus Pärn ministri kohalt alles 1951. aasta 20. jaanuaril ehk ligi kolm aastat pärast Eestist lahkumist.

Piinlik vahejuhtum

Pärna Eestist lahkumisega käivad kaasas mitmed legendid. Neist ühe levinuma järgi olnud kindral liiga populaarne ja eestimeelne ning see löönud eriliselt välja viinastunud olekus.

Ilmselt on selle legendi eluspüsimisel oma osa 1992. aastal valminud mängufilmil „Need vanad armastuskirjad”, mis räägib muusiku ja helilooja Raimond Valgre traagilisest saatusest. Arvatavasti võeti filmis episoodiliselt figureeriva nimetu ja eestimeelse eesti laskurkorpuse kindrali kuju loomisel, kes käsib filmi ühes episoodis orkestril Eesti vabariigi hümni mängida, prototüübiks just kindral Lembit Pärn. Siiski on mõnevõrra kahtlane, kas Valgre, kes teenis kuni 1944. aastani 917. laskurpolgu ansamblis, sai käia korpuse staabis Pärnale pilli mängimas. Nii võis see ehk olla alates 1944. aastast, kui ellu kutsuti korpuse džässorkester.

Esmapilgul pole kursustele saatmises midagi eriskummalist – ei tee ju kindralile paha mälu värskendada ning omandada uusi teadmisi. Huvitav on pigem see, et Pärn jäigi Moskvasse.

Mõningaid järeldusi on võimalik teha ka EKP keskkomitee VIII pleenumil toimunu põhjal, kus üheks rünnakuobjektiks kujunes Teise maailmasõja aegne eesti laskurkorpus – „kodanliku natsionalismi pesa”, kus edutati eelkõige rahvuskaadrit, vene keelt millekski ei peetud, väeosasid juhtisid „kodanliku taustaga” komandörid jne. Kuigi korpuse kaudu rünnati eelkõige EKP keskkomitee I sekretäri Nikolai Karotamme, kes partei- ja ideoloogiajuhina sellisel situatsioonil tekkida lasi, võib seda kaudselt käsitleda ka rünnakuna Pärna vastu, kes oli küll juba selleks ajaks kohaliku keskkomitee haardeulatusest väljas.

Kui Pärn oma rahvusliku hoiakuga ka kuidagi silma paistis, ei saanud sellest tema Eestist lahkumise peamist põhjust. Tõuke Pärna täienduskursustele saatmiseks andis üks üsnagi piinlik vahejuhtum. Nii kirjutas ENSV siseminister Aleksander Resev 20. märtsil 1948. aastal ENSV prokurörile Kaarel Paasile, et teatada Võru metsamajandi direktori Pavel Valovi kaebusest ENSV siseministeeriumi (MVD) miilitsavalitsuse kriminaaljälituse osakonnale. Kaebuse järgi oli Valov sõitnud 3. märtsil veoautoga Tartust Tallinnasse, kui 91 km kaugusel Tallinnast üks kindralimundris ja kaks erariietes isikut tema auto kinni pidasid. Valov avanud ukse ja saanud koheselt kindralilt obaduse püstolipäraga, mille järel erariides isikud koos kindraliga alustanud kõikide autos viibinud isikute läbipeksmist. Selgus, et kindralimundris isik oli ENSV relvajõudude minister kindralleitnant Lembit Pärn ja erariietes isikud Järva maakonna täitevkomitee (TK) esimees Herman Kriiman ning maakonna MVD osakonna ülem Aleksander Enger. Nii anti asi edasiseks uurimiseks ENSV MVD eriinspektsioonile.

Kui ühelt poolt uuris asja ENSV siseministeerium, olid nimetatud isikud teisalt üleliidulise kommunistliku partei (ÜKP) liikmed, ja seetõttu pidi esialgne hinnang karistamise kohta tulema parteiliinist. Pärna parteikomisjoni toimikut Eestis ei ole ning pole teada, kas ja kuidas teda parteiliinis karistati. Küll saab asjaolusid tuvastada Engeri ja Kriimani asjus. Jääb ebaselgeks, kas Pärn nimetatud peksmises üldse osales. Näiteks saab EKP Järvamaa komitee büroo 27. maist 1948 pärinevast protokollist lugeda: „Kindral Pärna siia saabumisel organiseeriti Järvamaa täitevkomitee sekretäri sm. Kivila korteris jooming. [–] Paar päeva hiljem sõitsid sm.

RAHVUSARHIIV

Lembit Pärn sündis 21. juunil 1903. aastal Eesti-Haginski külas Stavropoli kubermangus ja suri 27. märtsil 1974. aastal Moskvas. Aastatel 1942–1945 oli Pärn eesti laskurdiviise ühendava 8. eesti laskurkorpuse komandör. (1945)

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Enger koos Järvamaa Täitevkomitee esimehe sm. Kriimaniga sm. Pärna saatma. Sõites Paide linnast 8 km eemale peatasid masina ja hakkasid kindral Pärnaga hüvasti jätma. Samal ajal vastutulev masin puudutas sm. Pärna automasinat. Tekkis riid ja pärast masinal sõitva Võrumaa metsatööstuskeskuse direktori julm peksmine."

Kriiman ja Enger anti ENSV MVD vägede sõjatribunali alla, Pärna mitte. Tribunali otsuses 30. juunist 1948 pole samuti Pärnast pikemalt juttu, vaid peksjad olnud Enger ja Kriiman. Esimesele neist määras sõjatribunal karistuseks neli aastat parandusliku töö kolooniat, Kriimann pääses kahe aastaga tingimisi.

Juhtumis endas ei olnud sõjajärgset aega arvestades midagi erilist. Tollased kaadridokumendid ning eriinspektsiooni ja parteikomisjonide materjalid kubisevad formuleeringutest nagu „parteikaadri risustamine", „usalduse kuritarvitamine", „nõukogude uurijale ebaloomulikud töömeetodid", „nõukogude võimu diskrediteerimine", „amoraalsed eluviisid", „tööülesannetega mittetoimetulemine", „vägivallatsemine tsiviilelanikkonna kallal", „joobunud olekus töökohustuste täitmine", „huligaanitsemine" jne. Läbiv probleem oli alkoholi kuritarvitamine. Kuna poliitiliselt usaldusväärset kaadrit oli vähe, siis vaadati paljudele asjadele läbi sõrmede. Seda küll seniks, kuni isiku ankeedis polnud varasemast midagi kompromiteerivat ja parteilisi karistusi ei kogunenud ülemäära palju. Engeri kõige rangem karistus oligi paljuski tingitud varasemate „parteiliste karistuste ignoreerimisest". Kuna juhtum polnud kaugeltki ainulaadne, on võimalik, et asi olekski vaikselt „kinni mätsitud", kui kannatada saanud Valov poleks osutunud kangekaelseks ja saatnud kirja NSVL ministrite nõukogu esimehele Jossif Stalinile, ÜKP keskkomitee sekretärile Andrei Ždanovile, NSV Liidu ülemnõukogu presiidiumi esimehele Nikolai Švernikule ja NSV Liidu relvajõudude ministrile Nikolai Bulganinile. Nii anti asjale „ametlik käik", ühtlasi meeldetuletuseks teistele, et parteilise käenduse taha ei saa lõpmatult varjuda.

RAHVUSARHIIV

EKP keskkomitee esimene sekretär Johannes Käbin (paremal) ja eesti laskurkorpuse komandör Lembit Pärn eesti laskurkorpuse 30. aastapäeva tähistamise pidustustel mõtteid vahetamas. (1972)

Pärna säästmine tribunalist ja avalikust tähelepanust kinnitab, et poliitiliselt polnud talle eriti midagi ette heita ning jutud tema rahvuslikust meelsusest on liialdatud. Küll hakkas kindral Pärn tülikaks muutuma muudel põhjustel ja see oli juba pikem protsess.

Rahvusliku päritolu lõksus

Kui paljudele liidu-eestlastele andsid Punaarmee rahvusväeosad võimaluse karjääri teha, siis Lembit Pärna karjäärile sai eesti päritolu pigem takistuseks. Pärn oli sovetlikus mõistes võimekas ohvitser ning vaatamata kesisele baasharidusele tegi ta enne sõja puhkemist Punaarmees keskmisest kiiremat karjääri. 1931. aastaks oli ta tõusnud 18. laskurdiviisi 53. laskurpolgu staabiülema asetäitjaks, 1934. aastaks 85. Tšeljabinski laskurdiviisi staabiülema asetäitjaks, 1938. aastal lõpetas kindralstaabi akadeemia ja järgmisel aastal kaitses sõjateaduste kandidaadi kraadi. Pärast Eesti okupeerimist määrati Pärn 1940. aasta augustis 8. armee staabiülema asetäitjaks ning saadeti Tallinna. 1940. aasta novembris määrati Pärn 2. erilaskurkorpuse staabiülemaks ja ta osales korpusega 1941. aastal lahingutes Valgevenes. 1941. aasta septembriks oli Pärn

Pärna säästmine tribunalist ja avalikust tähelepanust kinnitab, et poliitiliselt polnud talle eriti midagi ette heita ning jutud tema rahvuslikust meelsusest on liialdatud.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

tõusnud 50. armee staabiülemaks (hiljem veel 59. armee staabiülem Volhovi rindel) ja sama aasta oktoobris ülendati ta kindralmajoriks. Siis algas seisak, või õigemini tagasiminek. 1942. aasta aprillis suunati Pärn Punaarmee formeeritavatesse eesti rahvusväeosadesse ja sama aasta sügisel määrati ta 8. eesti laskurkorpuse komandöriks (41. kaardiväe eesti laskurkorpuse komandör aastatel 1945–1946). Lõplikult tõmbas tema edasisele sõjaaegsele karjäärile kriipsu peale 8. eesti laskurkorpuse esinemine Velikije Luki lahingutes 1942. aasta lõpus ja 1943. aasta alguses, mille tulemusena laskurväeosasid ülejooksmise vältimiseks ja „kaadrireservi säilitamiseks“ enne 1944. aasta septembrit enam rindele ei saadetudki.

Niisiis, olles tõusnud enne 40. eluaastat armee staabiülemaks, jäi Pärna edasine sõjaline karjäär eesti laskurkorpuses toppama. Kui ta 1943. aastal kindralleitnandiks ülendati, siis sealt kõrgemale ta enam ei tõusnudki, kuigi oli armees veel üle 20 aasta.

Sõjajärgsel ajal jäi Pärn oma rahvusliku päritolu lõksu ja tundub, et tema kinnihoidmisest Eestis olid huvitatud eelkõige kohalikud parteijuhid. Nagu eelpool öeldud, määrati Lembit Pärn 1945. aasta juulis ENSV riigikaitse rahvakomissariks. Nimetatud rahvakomissariaadil (1946. aastast ministeerium) ei hakka siinkohal pikemalt peatuma, seda enam, et see eksisteeris ainult paberil. Küll tekitas nimetatud ametikoht Pärnas tõsist rahulolematust, eriti pärast seda, kui 41. eesti kaardiväe laskurkorpus 1946. aastal laiali saadeti ja kindralile jäi vaid dekoratiivne „ministeerium“, millel polnud ei koosseise, põhimäärust ega mingeid ülesandeid. Kasutada olevast kirjavahetusest selgub, et Pärn nõudis pidevalt, et ta naeruväärsest ametikohast vabastataks ja/või talle antaks võimetekohast tööd. 1947. aasta suvel tuldigi talle vastu, kui ENSV relvastatud jõudude ministri ja vabariikliku sõjakomissari ametikohad ühendati. Sõjakomissariaati tööle saatmine oli Nõukogude armees teatud juhtudel üks „viisaka pagenduse“ vorme ning kuigi vabariiklikus nomenklatuuris oli see oluline ametikoht, siis sõjaväelises hierarhias jäi see pigem sõjaväeringkonna teise ešeloni. Lisaks tundub, et Pärn ei häbenenud ka avalikult välja öelda, mida ta asjade käigust ja oma ametikohtadest arvab.

Kokkuvõtteks näitab kirjeldatud juhtum sovetliku karistuspoliitika iseärasusi ja eelkõige seda, mis juhtub, kui parteiline käendus kaob. Kindral Pärna puhul heidab see ka ilmekalt valgust Nõukogude armee kaadripoliitikale. Kuigi eelkirjeldatud näotu intsident Paide lähedal polnud määrav, oli tegemist siiski piisavalt piinliku vahejuhtumiga ning kuulujutud hakkasid levima. Seetõttu tuli Pärn esialgu vaikselt avalikkuse silme alt ära toimetada, säilitades talle küll nomenklatuursed hüved, kuid andmata talle esialgu konkreetset ametialast rakendust. Selline praktika oli üsna tavapärane ka kõrgemate parteitegelaste puhul, kui nad saadeti karistuseks kursustele või – olenevalt ametimehe staatusest – kas ÜKP keskkomitee kõrgemasse, regionaalsesse või vabariiklikku parteikooli. Ühtlasi võis see tähendada usalduse kaotanud isiku „kaadrireservi” arvamist, kas siis hoiatuseks või kaalumiseks, mida temaga järgnevalt peale hakata, st kas tõsta ta tagasi endisesse või samalaadsesse ametisse, viia madalamale ametikohale, visata parteist välja, anda kohtu alla või saata viisakalt pensionile. Üks võimalik viis oli ka n-ö teadustööle saatmine kas siis mõnda teadusasutusse, kõrgemate õppeasutuste punastesse kateedritesse või parteikooli. Sama kehtis üldjoontes ka sõjaväelaste kohta. Pärna ei saadetud juhatama kõrgkooli sõjalise kateedrit, vaid ta viidi paar astet kõrgemale. Sõjaväeakadeemia õppejõu koht oli küll austusväärne, kuid maanduda sinna liiduvabariigi kaitseministri ja sõjakomissari kohalt oli ilmselgelt ametiredelil kukkumine. Raske on hinnata Pärna kui sõjateadlase panust strateegia ja operatiivkunsti arengusse. Tõsiasi on igal juhul see, et sõjaväeakadeemia oli Pärna jaoks lõplik „kolikamber“, kus ta oli kuni pensionile minekuni vanemõppejõu ametis, saamata kunagi kateedrijuhatajaks või sõjateaduste akadeemia liikmeks. •

Peeter Kaasik (1974) on Eesti mälu instituudi ja Eesti sõjamuuseumi teadur, kelle peamine uurimisvaldkond on 20. sajandi Eesti sõjaajalugu.

1919
Eesti
Sõjamuuseum
KINDRAL LAIDONERI MUUSEUM

K–P
11–18

MÕISA TEE 1, VIIMSI
(+372) 621 7410
www.esm.ee |

Fotograaf: Jaan Riet
Viljandi (1915)

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

AIN KALLIS

ILM JA TERVIS

George Bernard Shaw' väitel on ilm ja tervis teemad, mis huvitavad kõiki ning kus igaüks tunneb end olevat kompetentse. Nii lubab professor Higgins lilleneiu Elizal rääkida seltskonnas vaid neil kahel teemal.

Kui luud-kondid valutavad, hakkab ilm ära keerama – kes meist poleks kuulnud sellisest rahvasünoptikute tarkusest. Vähe sellest, ka amputeeritud jäsemed tulitavad vahetevahel.

Näiteks teostatakse maailmas igal aastal kümneid tuhandeid amputeerimisi. Enamikul juhtudel tunnevad jäsemetest ilma jäänud inimesed endiselt amputeeritud käe-jala olemasolu. Ehkki seda nähtust kirjeldas esimesena juba Ambroise Paré XVI sajandil, andis sellele nime – fantoomjäseme sündroom – kuulus Philadelphia arst Silas Weir Mitchell. Viimane uuris põhjalikult ka viirastusvalude tekkepõhjuseid. Tänu hiljuti lõppenud USA kodusõjale oli tal selleks palju võimalusi.

ALAMY / VIDA PRESS

Kas valutavad luud annavad teada peatsest ilmamuutusest?

1864. aastal kaotas lahingus oma jala kapten Robert Catlin. Haavad paranesid kiiresti, vaid närvivalud ei tahtnud kuidagi kaduda. Mees hakkas pidama detailset päevikut oma piinadest. Doktor Mitchell seostas hiljem neid valuhoogusid ilmamuutustega. Ta jõudis järeldusele, et kõige enam põhjustas kannatusi õhurõhu langus koos temperatuuri ning suhtelise õhuniiskuse tõusuga. Sarnaseid fantoomvalusid on tundnud paljud Catlini saatusekaaslased. Claus Thurkowil rebis sõja lõpu eel 1945. aastal mürsukild otsast parema käe. Viie aasta kestel pidas ta päevikut ning Hamburgi ülikooli arst Otto Höflich seostas valuilminguid ilmastikunähtustega. Valud „kaotatud käes" kaasnesid külma frondi lähenemisega, hoovihmade ja äikesega.

Sageli tuleb ilmasõltlastele valu kallale veidi enne ilmamuutust. See nähtus ongi andnud põhjust naljaga pooleks mõeldud projektideks, mis otsivad võimalusi reumaatikute kasutamiseks ilmaennustamisel või vähemalt sünoptikute konsultantidena. Muide, juba Aristotelese õpilane Theophrastus kirjutas: „Kui jalad tursuvad, tõuseb lõunatuul; torm läheneb, kui paremas jalas on valu". Mis siis ikkagi toimub liigestes külmaga? Ühe hüpoteesi kohaselt pakseneb külma mõjul liigesevõie – „määrdeaine" – ning tõbisel tekivad liigesejäikuse suurenemisel valuaistingud.

Kas olete meteorotroop?

Arvatakse, et umbes 30% meist on tundlikud ilmamuutustele. Tundlikkus sõltub suuresti east: 13–20-aastastest mõjutab ilm vaid veerandit,

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ALAMY / VIDA PRESS

Talvel sõltub meie enesetunne põhiliselt õhutemperatuurist ja tuule kiirusest

50–60-aastastest kannatavad ilmatujude käes tervelt pooled. Šveitsis läbi viidud uurimuste kohaselt kaotab halva ilma lähenemisel 48% meteorotroopidest ehk ilmatundlikest tuju, 44% saab peavalu, 45%-le muutub töö vastumeelseks, 15% kaotab isu. (Seoses sellega meenub kusagilt loetu, et vastikus igasuguse töötegemise vastu olevat maksahaiguse esimene tunnus... Õudne!)

Külma- ja kuumataluvus sõltub muidugi palju inimese tervislikust seisundist, vanusest (eakad ja lapsed taluvad vähem), kehakaalust (tüsedamail on keha pind kaaluühiku kohta väiksem, seega aurab vähem) jne. Reumasse haigestumise riskitegureid on uurinud Tartu arst Reinhold Birkenfeldt. Ta leidis, et järskude ilmamuutustega kaasnevad haigetel üldseisundi halvenemine, liigesevalud ja tursed. Kõige varem tundvat ilma muutumist ette polüartriidi põdejad.

Soe võib „konti murda“

Nagu enamik põhjamaalasi, on eestlased alati ihanud sooja. Näiteks Tarvastu kandi inimesed teadsid, et ega soe konti riku. Muidugi, kui „sooja” all mõista kõrget palavikku, siis see rikub küll. *Homo sapiens* on teatavasti pärit troopilistelt aladelt ja kohastunud üsna kitsale temperatuurivahemikule. Mugavustunne tekib n-ö tsiviliseeritud inimesel ikkagi vaid siis, kui õhutemperatuur jääb 15°–30° vahemikku. Veelgi kitsam on tema enda normaalse kehatemperatuuri ulatus (36°–38°). Selline inimlik soojus on kõigil, olenemata sellest, kas tegu on tulihingelise revolutsionääri või külmaverelise mõrtsukaga. Biometeoroloogid on püüdnud leida olenevust mitmesuguste ilmanäitajate vahel, et iseloomustada inimese mugavustunnet.

Talvel sõltub meie enesetunne põhiliselt õhutemperatuurist ja tuule kiirusest, suviste kuumalainete aegu aga õhutemperatuurist ning -niiskusest. Et paarikraadine külm marutuulega tundub lõikava pakasena ning 30-kraadine palavus ligi 100% õhuniiskuse juures võib kaasa tuua kuumarabanduse, on üldteada. Isegi väiksema õhuniiskuse juures võivad kuumalained hukutavalt mõjuda – 2003. aastal hukkus nii Lääne-Euroopas üle 30 000 elaniku. Isegi meil siin põhjamaal võib „soe konti murda”. Tartu ülikooli tervishoiu instituudi teadlased uurisid 2010. aasta kuumalaine mõju ja leidsid, et suve lõpul oli suremus eeldatust 11% võrra suurem (keskmine ööpäevane õhutemperatuur oli toona 2,5 °C tavapärasest kõrgem). Üks järeldus oli, et inimesi ohustas lisaks päikesepistele peamiselt vedelikukaotus, mistõttu kasvas südame-veresoonkonna ja hingamisteede haiguste risk.

Ilmastik ja sünnid

Vähem on juttu olnud ilma mõjust elanikkonna koosseisule. Ka beebide soo määramisel paistab mingi mõju olevat ilmastikul ning eriti õhu saastatusel. Näiteks pärast suuri põudasid kasvab sündinute seas poiste osakaal, kemikaalide hulk õhus suurendavat aga tüdrukute suhtearvu. Üheksa-kümme kuud pärast katastroofilist sudu Londonis 1952. aasta detsembris (kui hukkus üle 4000 elaniku), tuli sealsetes sünnitusmajades tüdruklapsi ilmale ligi kolmandiku võrra rohkem kui poisse.

Uskuge, või mitte, aga sünni kuupäev ja tund sõltuvad samuti ilmast. Praeguseks on eriti USA-s tehtud mitmeid uurimusi ilma seisundi ning sünnitustegevuse alguse vahelistest seostest. Osutub, et kõige rohkem on sünde sooja õhumassi sisse tungimisel, kui õhurõhk langeb järsult ja tuul tugevneb. See ilmafaas mõjutab üldse märkimisväärselt inimeste enesetunnet: sagenevad migreenihood, „valutavad kondid”, rohkem esineb südameatakke jne.

Võib arvata, et sünniaja selline sõltuvus ilmast kurvastab kõige rohkem astroloogiausklikke. Kujutage vaid ette: planeeritud väikese jäära asemel sünnib hoopis sõnn, täiesti teistsuguse iseloomu ja elukäiguga!

Peale „Maa ilma” mõjutab meid ka kosmoseilm. Magnettormid teevad paljusid rahutuks või tõbiseks. Jaapanlased aga on kindlad, et virmaliste ajal sigitatud tited on eriti andekad. Sestap suunduvad talveti Alaska poole laevad, täis perekondi, kes jälgivad pinevalt uudiseid pursetest Päikesel... . •

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

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

FOTOVÕISTLUSE Pilvepiir 2017 PARIMAD PILVETABAMUSED

Juulis Horisondi, ilmaportaali ilm.ee, ilmablogi „Ilm ja inimesed“ ning riigi ilmateenistuse väljakuulutatud suur pilvefotojaht „Pilvepiir 2017” osutus taas populaarseks ettevõtmiseks.

Konkursil osales ühtekokku 79 pilvehuvilist, kes esitasid võistlustulle ligi 600 fotot.

Ootuspäraselt esines seekordki pilvepiltidel kõige enam värvilisi ja silmailu pakkuvaid loojanguid ning optilisi nähtusi. Samas ei puudunud ka pealtnäha igavad ja tavalised pilved (näiteks kihtpilved). Erilistest piltidest jäid mulle, konkursi korraldajatele ja žürii liikmetele silma näiteks riiulpilved, läätspilved, joonpilved ja mitmesugused huvitavad pilvekompositsioonid ühes värvide või optiliste nähtustega. Nii kerkisid tänavu võistlustöödega esile Viiu Härm-Rummo, Päivi Palts, Kalmer Saar, Ott Tuulberg, Silvi Arold jt.

Eraldi tasub märkida ilmateenistuse tunnustuse pälvinud Ain Vindi fotot, millel on näha Kelvin-Helmholtzi lained kiudpilves.

Seekord võis pilvefotojahile saata ka pilvedest tehtud videoklippe (intervallvõtteid), mida laekus kokku 10. Kõik klipid olid huvitavad, mistõttu polnud valiku tegemine siiski lihtne. Neist enam jäi silma Ott Tuulbergi Ühendkuningriikides filmitud klipp kihtrünkpilvedest, mis tõi väga hästi esile nende pilvede dünaamika. Eestis tehtud klippidest äratas tähelepanu Alar Vaaksi ülesvõetud päikesetõus, milles on näha palju erinevaid pilveliike, sh hommikupäikeses kullerdav udu. Mainimata ei saa jätta ka mitme klipiga esinenud Kristian Piknerit.

Parimate fotode väljaselgitamisel tuli nõustuda žüriiliikme, klimatoloog Ain Kallise tabava tõdemusega: „Väga raske valik seekord...“. Valiku raskuse põhjus oli asjaolu, et sel aastal laekus palju rohkem fotograafiliselt nii kvaliteetseid kui ilusaid pilte. Suvalisi klõpse oli vähem.

„Pilvepiir 2017” üldvõitjad sõeluti välja eelvalikust, kuhu jäi pisut alla 200 foto. Nende hulgast valis iga žüriiliige oma 20 lemmikut ja andis neile punkte ühest kahekümneni. Sarnaselt toimiti ka videoklippidega. Kõigi žüriiliikmete punkte kokku arvutades selgusidki võitjad.

Parimad pilvekütid saavad auhinnad kätte 27. novembril Tallinna teletornis toimuval võistluse pidulikul lõpetamisel. •

Jüri Kamenik, pilveekspert, Tartu ülikooli doktorant

Üldvõitja, 1. koht. Helgiheitja (16.07.2017, Hiiumaal Soeras). Viiu Härm-Rummo.
Erakordselt selgelt eristatav, pika sirge ja laia vormiga madalrõhkkonna serv. Aastas tavaliselt loetud kordadel nähtav pilvediagonaal, mida pildistati sel päeval mitme tunni jooksul üle Eesti väga palju. Näha on ka joonpilve varju

2. koht. Mammad Viimsi kohal (5.07.2017). Päivi Palts.
Mamma on mulli- või udarakujuline pilvesopistus. Sagedamini esineb neid rünksajupilvede alasi all, nagu ka sellel pildil. Sellist pilve nimetatakse mullilisteks ehk sopilisteks rünksajupilvedeks (*Cumulonimbus mamma*)

3. koht. Copy paste. Kaja Overus.
Tabamus rünkpilvede paraadist näitab, et kleepimise ja lõikamisega võib vahel ka vigu tekkida. Näha on nii lamedad (*Cumulus humilis*), keskmiselt arenenud (*Cumulus mediocris*) kui ka võimsad rünkpilved (*Cumulus congestus*). Just viimastele on viidatud pildi nimes

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Publiku esimene lemmikpilt. Dünaamilised kiudpilved (Ühendkuningriigid, Ipswich, Suffolk, 30.09.2017). Ott Tuulberg. Fotol on erineva dünaamikaga kiudpilved – esile tulevad kassiküüned ehk üleskäändunud otstega suusakujulised kiudpilved (*Cirrus uncinus*). Sellised pilved viitavad peaaegu alati ilma halvenemisele (pilvisuse tihenemisele, tuule tugevnemisele ja sademetele 6–12 tunni jooksul)

Publiku teine lemmikpilt. Küütlemine (irisatsioon), joon- ja läätspilved (Männiku, 8.04.2017). Merike Valdlo. Väga mitmekesine pilvestik: on kiudrünk-, kõrgrünk- ja joonpilvi ning silma paistab ka vikerkaarevärviline küütlemine

Ajakirja Eesti Loodus auhind. Pilvelinnud ja väike ebapäike (Hiiumaa, Ristna, 13.05.2017). Viiu Härm-Rummo. Näha on erineva kujuga kiudpilvemoodustisi, üks neist meenutab koguni midagi linnulaadset. Sellist tajupsühholoogilist fenomeni, inimaju kalduvust tõlgendada ümbritsevas loodus- või tehiskeskkonnas esinevaid juhuslikke kujundeid talle tuttavate tähenduslike mustrite, seoste ja kujunditena, nimetatakse pareidooliaks

Ajakirja Eesti Mets auhind. Pintslitõmbed (Põhja-Eesti, 27.04.2017). Margus Vilisoo. Rünksajukogumi taustal on ebatavaliselt hästi näha sajujooned. Sajujoonte kõverus näitab efektselt tuulenihke olemasolu

Fotograafia arendus- ja koolituskeskuse auhind. Õhtused pilved (Kesk-Eesti, 2.08.2017). Eve Kõrts. Foto vasakus servas on näha kõrgrünkpilvi, mis moodustavad justkui taevaparketi. Paremal on näha õhtupäikeses rünkpilvedest arenevaid kihtrünkpilvi

Keskkonnaagentuuri riigi ilmateenistuse auhind. Kelvin-Helmholtzi lained kiudpilvel (Võrumaa, 4.06.2017). Ain Vindi. Kelvin-Helmholtzi lained kiudpilvel (*Cirrus fluctus*). *Fluctus* on maailma meteoroloogiaorganisatsiooni äsjailmunud veebipilveatlase uus pilvenimetus – tavaliselt lühikese elueaga lainekujundus. Lained on pildil hästi välja arenenud. Sellise pilve kujunemiseks peab olema kaks õhukihti, mille tihedus ja liikumise kiirus on tuulenihke tekkeks piisavalt erinevad. Õhukihtide liikumissuunad tavaliselt ei ühti ning sel juhul võivadki piirpinnal areneda pilvelained

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Täppisteadus esirinda! Eesti teadus aastail 1944–1953

Tartu riiklikus ülikoolis ja Tallinna polütehnilises instituudis (endine tehnikaülikool) seati sõja lõppedes esiplaanile õppetöö, mitte teadus. Kuna kvalifitseeritud õppejõude oli vähe, võeti ülikoolidesse õpetama kõiki, kes nende asutuste tööga varem seotud olid olnud. Ehkki see tähendas mööndusteid tegemist loengute teaduslikkuse osas, oli see hind, mida tuli maksta – kursusesüsteem, mida Eesti ülikoolides esmakordselt juurutama hakati, nõudis rohkemate õppejõudude panust.

nani ettepanekut
kond püsti seistes
lõppeda tahtvate
seltsimees Stalini

tamiseks võtab sõ-
man. Ta räägib
st kui meie ajas-
st väepealikust ja
egist, kelle juhti-
me kindlalt kom-
oole veendununa,
lik üritus on võit-

poliitökonoomia
õpetaja sm. V.
NSV Liidu Ülem-
õukogu saadiku-
simees Stalini ühe
kaaslase, ÜK(b)P
ekretäri, ÜK(b)P
liitbüroo liikme
anovitš Malen-
anduvad aulas tor-
ldused, mis näita-
kollektiiv üksmeel-
latini ettepanekut.

Saadikukandidaatide esitamiseks korraldatud TRÜ kollektiivi koosolekust osavõtjaid.

Vissarionovitš STALIN, Vjatšeslav Mihhailovitš MOLOTOV ja Valdar Jaani p. LEEDE

1940. aastate lõpul ja 1950. aastate algul olid ajalehed äärmuslik-patriootlikest ja võitluslikest loosungitest pungil. „Nõukogude viljastavates tingimustes“ pidid tormiliselt arenema kõik elualad, sh teadus. Et see tegeliku eluga kokku ei käinud, annab ilmekalt tunnistust ka ajalehtede endi sisu. 1950. aasta veebuaris esitas Tartu ülikooli kollektiiv NSV Liidu ülemnõukogu presiidiumi liikmekandidaatideks Stalini, Molotovi ja Valdar Leede. „Viljastavad tingimused“ tähendasid – nagu seda ajalehe „Tartu Riiklik Ülikool“ väljalõikest näha võib – aga kütmata ülikooli aulat, kus tuli istuda mantlitega ning naistel ei puudunud ka rätikud. (Väljalõige 10. veebruaril 1950. aastal ilmunud ajalehenumbrist)

Olukorda raskendas veelgi nii ruumide kui ka teadusliku sisseseade puudus, sest paljud hooned olid sõja järel õppetööks kõlbmatud ning sisseseaded hävinud. Nii polnud näiteks Tartu ülikooli peahoonel 1944. aasta septembrikuus ees ühtegi tervete klaasidega akent. Ülikool tuli aga iga hinna eest kiiresti tööle saada, et näidata sellega uute võimukandjate häid kavatsusi. Albrecht Altma meeskonna jõupingutuste tulemusena õnnestus Tallinna tehnikaülikool õppetööks avada 11. novembril ning nädal hiljem, 17. novembril 1944. aastal alustas Hans Kruusi ja hiljem Alfred Koorti meeskondade ennastsalgava töö tulemusena uuesti tegevust Tartu ülikool. Esialgu oli veel nii üliõpilasi kui ka õppejõude vähe, kuid loengutega tehti kummatigi algust.

Kiita polnud aga kahe ülikooli omavahelised suhted, mida varjutas erinev arusaam, kumma ülikooli juures peaks tegutsema majandusteaduskond. 1940. aastal oli Tartu ülikool pidanud sellest Tallinna tehnikaülikooli kasuks loobuma. Ehkki Saksa okupatsiooni aastatel toodi majandusteaduskond Tartusse tagasi, viidi see 1944. aastal jälle Tallinnasse. Jagelemist oli Tartu ülikoolil ka tervishoiu rahvakomissariaadiga, sest ülikooli

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

kliinikud olid viidud viimase alluvusse ja nii ka paljud arstiteaduskonna professorid. Lisaks eraldati Nõukogude Liidus juba 1930. aastate alguses meditsiiniteaduskonnad ülikoolidest ja moodustati nende baasil arstiteaduslikke akadeemiaid või instituute. Sama teed kavatseti minna Tartus, kuid arstidest õppejõudude puudus tõmbas neile plaanidele kriipsu peale. Arstiteaduskond jäeti ülikooli juurde, mis oli Nõukogude haridussüsteemis erandlik.

Küll peeti Nõukogude mallidest kindlameelselt kinni teaduse arendamisel. 28. juunil 1945. aastal taastasid Eesti NSV rahvakomissaride nõukogu esimees Arnold Veimer ja Eestimaa kommunistliku partei (EKP) keskkomitee sekretär Nikolai Karotamm 1938. aastal asutatud Eesti teaduste akadeemia. Akadeemia asukohana eelistati Tartut, kus see oli tegutsenud enne sõda. 4. novembril saadeti akadeemia määruse projekt kooskõlastamiseks NSV Liidu rahvakomissaride nõukogule. Viimane tegi akadeemia asutamise kavasse aga mitmeid muudatusi. Neist olulisemate hulka kuulus nõue, et akadeemia presiidium peab paiknema Tallinnas, ja teiseks, et akadeemiat ei taastata, vaid asutamisele tuleb uus Eesti NSV teaduste akadeemia. Vähetähtis polnud selles kontekstis ka koha kättenäitamine rahvusteadustele, mida oli alates 1919. aastast Eestis eelisarendatud. Kui akadeemia asutamiskomisjon eesotsas Kruusiga kavandas seada humanitaarteadused akadeemias esimeseks ehk kõige tähtsamaks osakonnaks, tõstis NSV Liidu rahvakomissaride nõukogu need neljandaks ehk viimaseks osakonnaks, tuues neljandalt kohalt esimesele tehnilised ja täppisteadused. Tegemist oli teadusaladega, millele polnud iseseisvas Eestis erilist tähelepanu pööratud. Eelisarendamisele kuulusid sestpeale ka rakendusteadused ning rahvusteaduste prioriteet hakkas Eesti teaduses vähehaaval murenema, ehkki teaduste akadeemia süsteemis alustasid 1947. aastal tööd nii keele, kirjanduse kui ka ajaloo instituudid.

Teaduste akadeemia loomine nõrgendas toonastes ülikoolides tegutsenud niigi nappi teadlaskaadrit aga veelgi, sest parimad jõud koondati üldjuhul akadeemiasüsteemi. Ehkki teadustööd nõuti ka ülikooli jäänutelt, eraldati neile selleks oluliselt vähem vahendeid. Nii akadeemiasüsteemis kui ülikoolides tingis inimeste vähesus ja nende omavahelise koostöö puudumine olukorra, kus igal õppejõul või teadustöötajal oli oma teadusteema, mida oli suure loengu- ja ühiskondlike ülesannete koormuse kõrval raske edukalt täita. Teadlasi oli hädasti juurde vaja, kuid nende kasvatamine nõudis aega. Pealegi kippusid aspirantide kaitsmistärminid mitme aasta võrra venima. Tulemusi nõuti aga kohe. Leevendust ei toonud ka eesti rahvusest (sageli nõrga teadusliku, kuid tugeva ideoloogilise taustaga) teadlaste sissetoomine Venemaalt. Kõik see osutas vajadusele korraldada teadustöö nii teaduste akadeemia instituutides kui ka ülikoolides ümber ning viia sisse suuremad teadusteemad.

Järjest häirivama pitseri vajutas toonasele õppe- ja teadustööle ka rahvusvaheliselt pingestatud olukord. Külma sõja algus tähendas Nõukogude Liidu endassesulgumist ja Stalini püüet haarata kogu riik hirmuvalitsuse kaudu taas keskvõimu kontrolli alla. Sõja-aastatel oli selline kontroll nõrgenenud. Pealegi olid paljud Nõukogude sõdurid näinud Lääne-Euroopas valitsenud tegelikkust, millega võrreldes Venemaa olukord selgelt kahvatus. Sõja lõppedes hakati Nõukogude kodanikelt nõudma äärmuslikku patriotismi, mis tähendas Eesti oludes vene-eesti ajaloolise sõpruse rõhutamist igal võimalikul moel. Nii oli uutes oludes mõeldamatu tähtsustada Rootsi ajal asutatud Tartu ülikooli rolli, sest ühtegi eestlast toona ülikoolis ei õppinud – ja kuidas sai sellisest koolist siis eestlastele mingisugust kasu olla?! Asjaolu, et eestlasi õppis 1802. aastal avatud keiserlikus Tartu ülikoolis, käsitleti seevastu olulise tõendina eesti-vene sõprusest. Vene sõprust suruti peale ka ajalehe „Tartu Riiklik Ülikool" veergudel, kust leiab rohkesti artikleid suurtest venelastest, alates Gorkist, Kalininist ja Burdenkost ning lõpetades Puškini ja Gogoliga. Muuhulgas rõhutati ajalehes Pavlovi uuringute tähtsust, millesse uskumine oli tõend patriootilisusest ning ustavusest nõukogude korrale. „Apoliitilisust" ehk püüdu jätkata teadustööd ilma seda patriotismi rüütamata käsitleti seevastu anti-patriootilisena ja seega nõukogude-vaenulikkusena.

Teadlaste lojaalsuse testimiseks tehti algust kõikvõimalike kampaaniatega, mille avapauguks oli n-ö Kljujeva-Roskini süüasi 1947. aastal. Nii Georgi Roskin kui Nina Kljujeva olid silmapaistvad nõukogude loodusteadlased, kes olid vastu Trofim Lõssenko mitšuurinliku bioloogia arendamisele ning kritiseerisid seda sõja lõppedes ajakirjas Science. Poliitilistes intriigides jäi aga võitjaks Lõssenko ning Roskin ja Kljujeva tembeldati „Lääne teaduse ees lömitajateks" (samal viisil oli lihtne rünnata Eesti vabariigis töötanud teadlasi). 1948. aastal avanes Lõssenkol võimalus oma mitšuurinlik bioloogia üleliiduliselt maksma panna. Vastav sessioon olukorrast bioloogiateadustes viidi samal aastal läbi ka Eestis ning selle tulemusena tuli eesti bioloogidelgi lahti öelda geneetikast ning asuda arendama „mitšuurinlikku bioloogiat".

Võrdleva keeleteaduse arengut takistas Eestis omakorda märkimisväärselt 1950. aastal ilmunud Stalini artikkel „Marksismist keeleteaduses". Nagu paljusid teisi, sundis hirm uude suunda aukartusega suhtuma ka keeleteadlast Paul Aristet, kes oli aastail 1945–1946 juba vangis istunud, ning valis nüüd enda ja oma kaastööliste päästmiseks „geniaalse teadlase" Stalini tagantkiitmise tee. Saanuks ta teistmoodi oma teaduslikku karjääri jätkata? Võib arvata, et pigem mitte.

Eesti teaduse sovetiseerimine viidi lõpule 1950. aasta märtsis toimunud EKP VIII pleenumil, kus süüdistati teaduste akadeemia presidenti Hans Kruusi ning tema lähemaid kolleege Nigol Andreseni, Harald Habermani, Richard Kleisi jt avalikult kodanlikus natsionalismis ning vales kaadrivalikus. Kruus ja Andresen pandi vangi, Habermanil tuli loobuda parteipiletist ning Kleis jätkas karjääri mitte enam teaduste akadeemia ajalooinstituudi direktorina, vaid müüjana ühes Tartu raamatukauplustest. Vangistamisi, ametikohalt vallandamisi või siis madalamale ametikohale üleviimisi toimus sel ajal kõigis Eesti teadusasutustes. Vähem kannatasid sovetiseerimise laines täppis- ja rakendusteadlased, sest riigi arengu seisukohast oli neid humanitaarteadlastega võrreldes märksa enam vaja.

Eesti teaduse sovetiseerimine tõi 1951. aastal Tartu ülikooli rektori kohale füüsiku Feodor Klementi – esimese mittehumanitaari sellel ametikohal alates 1919. aastast. Oma programmilises ametisse astumise kõnes rõhutas Klement, et Tartu ülikooli edasine nõrgendamine ja tükeldamine peab lõppema. Nimelt asutati 1951. aastal ülikooli ressursi arvelt Eesti põllumajanduse akadeemia ja jätkuvalt oli aktuaalne arstiteaduskonnast spetsiaalse instituudi loomine. Lisaks leidis ta, et Tartu ülikool peab alustama täppisteaduslikke ja rakendusuuringuid (näiteks põlevkiviuuringuid) ning rajama teaduslaboratooriume. Rahalised võimalused selleks aga esialgu puudusid. Alles Stalini surm 1953. aastal lõi soodsa pinnase teaduse kiireks ja kvalitatiivseks arenguks Eestis. •

Erki Tammiksaar, teadusloolane

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

MIHKEL KAMA

VESI KOSMOSES

UNIVERSUMI ILMATEADE: NIISKE, PAIGUTI ESINEB SADEMEID

Seisame kosmilise ookeani kallastel — nii on kosmoselendude ajastul poeetiliselt kirjeldanud inimkonna olukorda Ameerika astronoom Carl Sagan. Sagani mõte on tõsi peaaegu sõna otseses mõttes. Universum on täis vett. Järgnevalt vaatame üle mõningad olulised avastused, suunaga universumi ääreala-delt kodusesse Päikesesüsteemi. Alustame aga kolmest küsimusest: miks on vesi oluline, kuidas seda kosmilistelt kaugustelt vaadelda ja kuidas ta tekib?

Planeet Maa kontekstis on vesi kliimasüsteemi ja biosfääri oluline osa. Ookeanide tohutu soojusmahtuvus ja süsihappegaasi sidumise võime pehmendab temperatuuri kõikumisi ning polaarmütsikeste jää peegeldab osa planeeti kuumutavast päikesekiirgusest tagasi kosmosesse. Lisaks on vesi võrreldes süsihappegaasiga küll nõrk, aga see-eest väga ohtralt esinev kasvuhoonegaas. Arvatakse, et laamade üksteise alla sukeldumisel maakoorde sattuv vesi mängib olulist rolli maakeral jätkuva laamtektoonika „õlitamisel" ja seega planeedi kliima reguleerimises üle geoloogiliste ajavahemike. Elusorganismide jaoks on vesi üpris ainulaadne keskkond ja lahusti. Vee uuringud tähtedevahelise aine pilvedes aitavad muuhulgas parandada meie arusaama sellest, kuidas vesi läbi tähe- ja planeeditekke protsessi planeetide sisemusse ja pinnale jõuab.

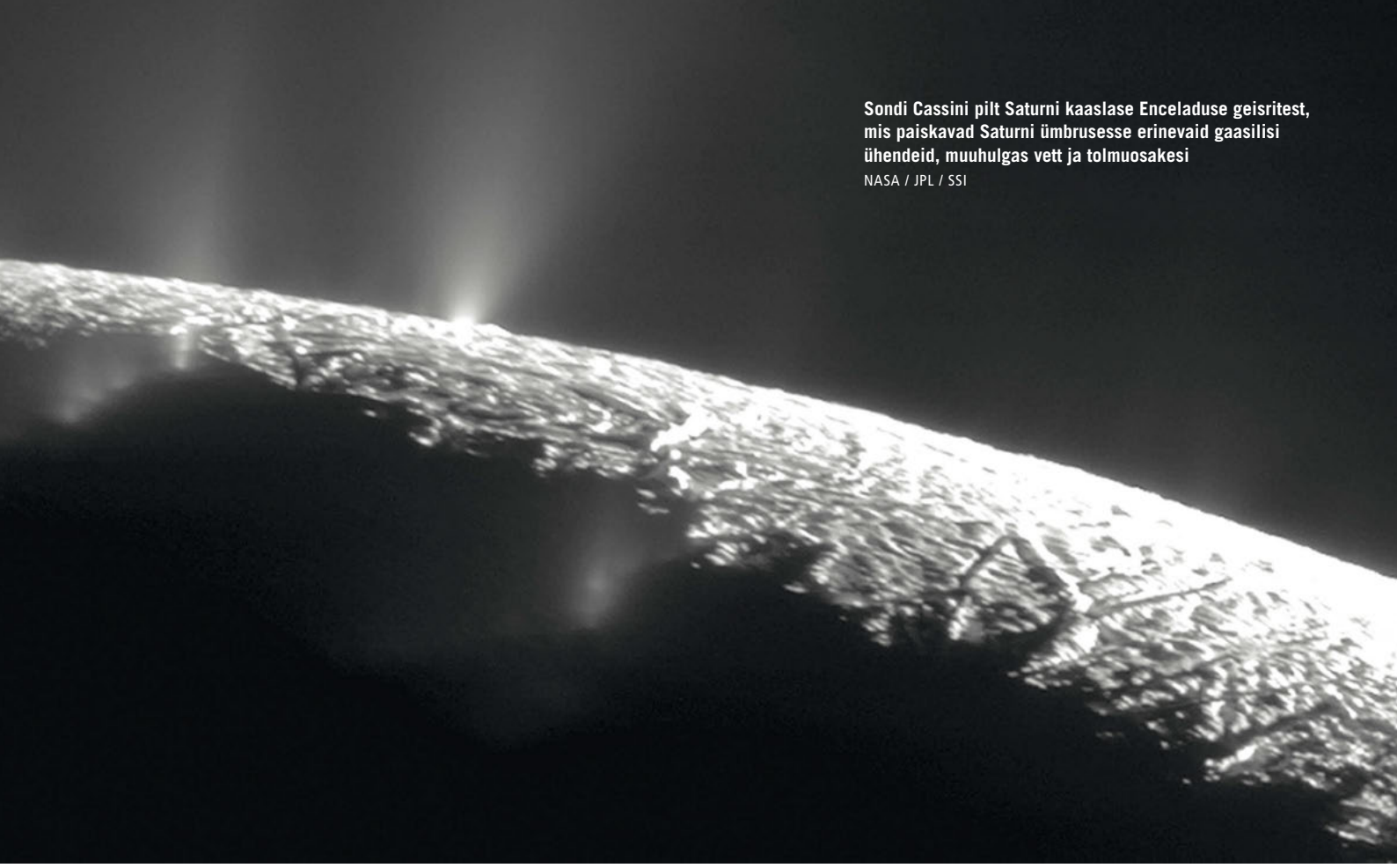
Vee sünd

Vesi on kosmilistes mastaapides ka astronoomide tööriist. Veemolekuli erinevate energiaüleminekute kiirgust analüüsides on võimalik saada muudest mõõtmistest sõltumatut infot keskkonna kohta, kus molekulid paiknevad. Eelkõige puudutab see gaasi temperatuuri ja tihedust, mida on kaugete galaktikate puhul raske määrata. Needsamad footonid, mida vesi endale omastel sagedustel kiirgab, toimivad samas ka majakana, mis paljastavad veemolekulide kohalolu isegi kosmilistel kaugustel.

Vee molekul (H_2O) koosneb kahest vesiniku ja ühest hapniku aatomist. Kuna vesinikku on kosmoses kõikjal, võiks öelda, et kus esineb hapnikku, seal leidub ka vett. Tähtedevahelistes gaasipilvedes ning noorte tähtede ümber olevates planeeditekkekeskkondades viib selle ühendi moodustumiseni kolm peamist keemiliste reaktsioonide jada. Gaasilises olekus on kõige efektiivsem ioon-molekulreaktsioonide ahel, mille käigus ioniseeritud hapniku aatom reageerib järjest

Kuna vesinikku on kosmoses kõikjal, võiks öelda, et kus esineb hapnikku, seal leidub ka vett.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Sondi Cassini pilt Saturni kaaslase Enceladuse geisritest, mis paiskavad Saturni ümbrusesse erinevaid gaasilisi ühendeid, muuhulgas vett ja tolmuosakesi
NASA / JPL / SSI

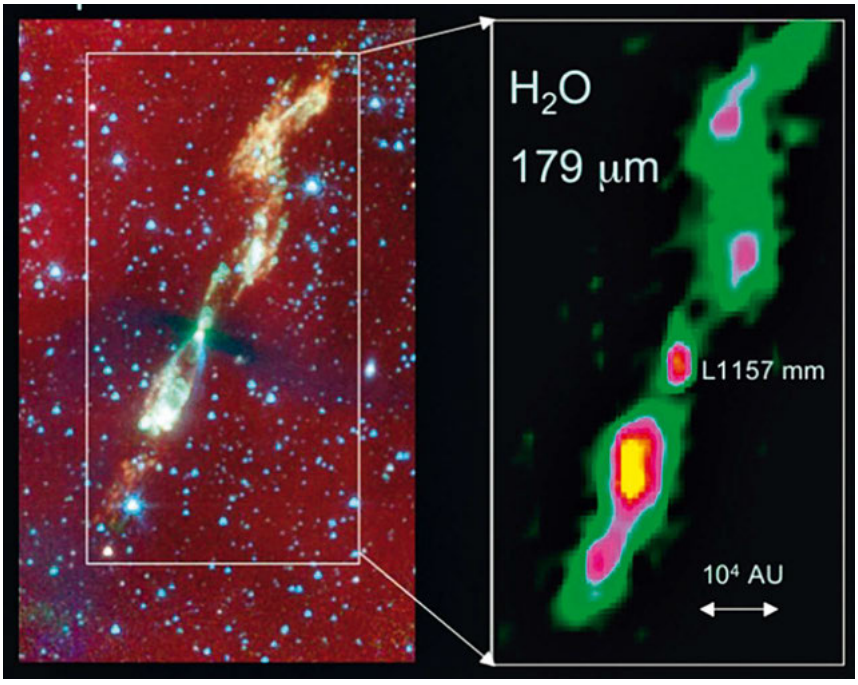
molekulaarse vesinikuga kuni eksootilise molekulaariooni H_3O+ tekkeni. Elektroniga kohtudes see laguneb ja annab ühe produktina H_2O.

Soojades molekulaarse vesiniku pilvedes, alates kuuma sauna temperatuurist ehk ligikaudu 100 kraadi Celsiuse järgi, ületatakse mitu energiabarjääri ning neutraalsete osakeste vahelised reaktsioonid muutuvad kiireks. Sellises gaasis tekib vesi neutraalse hapniku järjestikustes reaktsioonides molekulaarse vesinikuga – kosmiline saun viskab endale ise leili. Kolmas oluline protsess on hapniku ja vesiniku aatomite reageerimine mikroskoopiliste kivikeste ehk kosmiliste tolmuterade pinnal. See protsess mängib rolli peamiselt tihedates molekulaarse gaasi pilvedes. Need on keskkonnad, kus tekivad tähed ja planeedid.

Linnuteest kaugemal

Aastail 2009–2013 töötanud Euroopa kosmoseagentuuri kosmoseteleskoop Herschel vaatles nii Päikesesüsteemist kui süvakosmosest tulevat kaug-infrapuna kiirgust. Selles lainealas, sagedustel vahemikus 0,45 kuni 5,3 terahertsi (triljonit hertsi), leidub muuhulgas suur hulk vee kiirgusjooni.

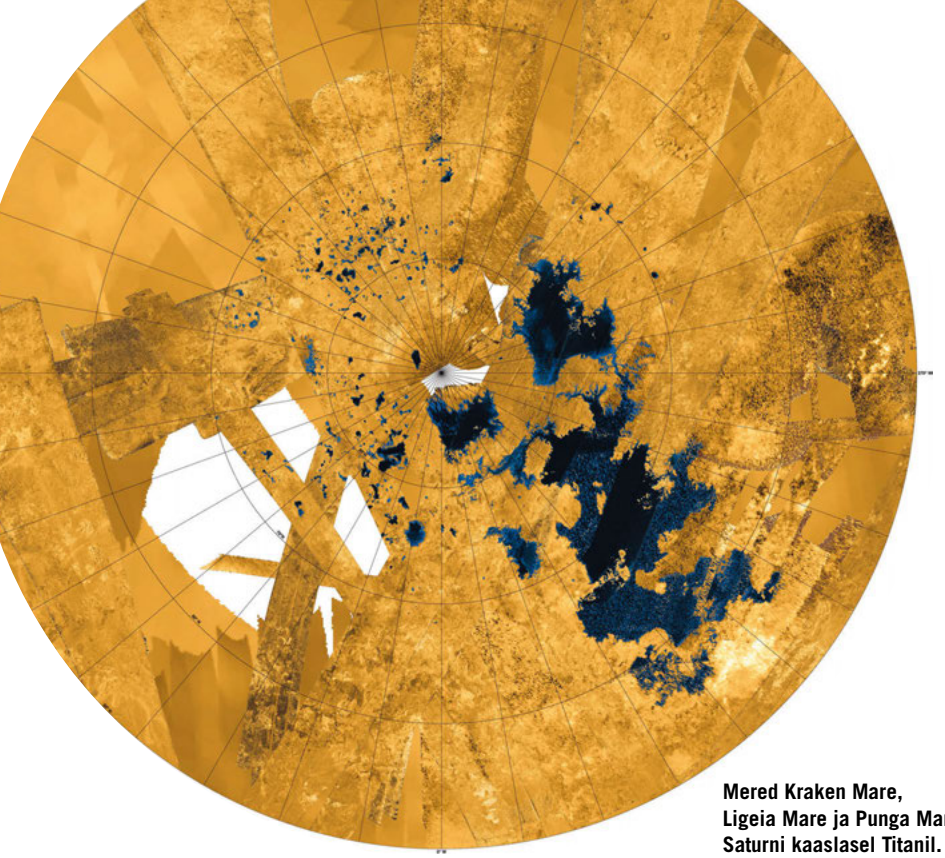
Kõige kaugemad objektid, milles vohav vesi meile Herscheliga paljastus, on iidsed ja kauged, universumi esimese paarisaja miljoni aastaga tekkinud galaktikad.



NASA / ESA / LINDA PODIO

Tekkiv täht L1157 ja temast lähtuv jugavool. Parempoolne kujutis näitab vee molekulide levikut Päikesesüsteemist tuhandeid kordi suuremale alale

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



NASA / JPL-CALTECH / ITAALIA KOSMOSEAGENTUUR /USGS

Mered Kraken Mare, Ligeia Mare ja Punga Mare Saturni kaaslasel Titanil. Siin loksuvad jäätunud veest koosnevate kallaste vahel orgaanilised ühendid

Kõige kaugemad objektid, milles vohav vesi meile Herscheliga paljastus, on iidsed ja kauged, universumi esimese paarisaja miljoni aastaga tekkinud galaktikad, mille kiirgust näeme peamiselt tänu gravitatsiooniläätsede fenomenile. See nähtus põhineb tõsiasjal, et suure massiga objektid painutavad enda ümber olevat aegruumi sedavõrd palju, et valgus muudab neist mööudes mõõdetavalt oma levikusuunda. Teisisõnu on suure massiga objektid omamoodi läätsed, mis neist mööduvaid footoneid koondavad.

Üks kuulsamaid selliseid läätsi on galaktikaparv Abell 773, mis ise paikneb punanihkel z = 0,22 ehk näeme parve sellisena, nagu ta oli 2,7 miljardit aastat tagasi. Läätsena võimendab Abell 773 aga ühte palju kaugemal paiknevat galaktikat, mille üldse mitte suupärane nimi on HLSJ091828.6+514223 (edaspidi HLSJ). HLSJ-i avastasid Herscheli kosmoseobservatooriumit kasutades Eiichi Egami ja tema kaastöötajad aastal 2010. Seda tähekogumit näeme punanihkel z = 5,2, mis vastab ajalisele kaugusele 12,655 miljardit aastat. Niisiis kiirgasid vee molekulid HLSJ-i galaktika tuumas võimsalt juba ajal, kui universumi vanus oli kõigest 1,12 miljardit aastat.

Maa teeb eriliseks just see, et mujal Päikesesüsteemis ei ole vesi reeglina vedelas olekus, vaid pigem tahke või gaasiline.

Üks põhjalikumalt läbi uuritud veerikkaid süvataeva objekte on meist 581 miljoni valgusaasta kaugusel asuv aktiivne galaktika Markarian 231. Hispaania astronoomi Eduardo González-Alfonso ja hollandlase Paul van der Werffi juhitud töörühmad mõõtsid Markarian 231-s kaheksa H_2O kiirgusjoont ning leidsid tähtedevahelises keskkonnas ohtralt vett. Molekulide ergastatuse taseme uurimine võimaldas järeldada, et vee molekule ergastab peamiselt soojuskiirgus ning et vett tekitavate keemiliste protsesside taga võib olla galaktika kõrge röntgenkiirguse väli. Kõik see haakub suurepäraselt varasemate teadmistega, mille kohaselt on Markarian 231 keskmes väga aktiivne supermassiivne must auk ning laiemalt on galaktikas käimas tormiline täheteke. Mõlemad nähtused peaksid tootma hulgaliselt röntgenkiirgust ning kuumutama tähtedevahelist tolmu, mis omakorda kiirgab infrapunafootoneid. Viimased ergastavad seejärel vee molekule. Veerikkad on ka mitmed teised suurtel kaugustel asuvad galaktikad.

Linnutee galaktikas

Meie kodugalaktikas võimaldas Herscheli teleskoop kaardistada gaasilises olekus vett eelkõige tähetekkepiirkondades. Päikesesüsteemile lähim võimas tähetekkepiirkond on Orioni tähtkujus ligikaudu 1350 valgusaasta kaugusel. Piirkonnas, kus tekivad tuhanded tähed, esineb arvukalt jugavoole, mida mööda tähetekkest üle jäänud aine ja pöördimpulss noorte tähtede juurest tagasi tähtedevahelisse ruumi liiguvad. Jugavooludes esineb võimsaid lööklaineid ning muidu jäise –200 °C lähedal asuv gaas võib kuumeneda tuhandete, isegi kümnete tuhandete kraadideni. See on piisav suure koguse vee moodustumiseks gaasifaasis, samuti soodustavad lööklained jäätunud vee vabanemist tolmuteradelt. Herscheli abil uuriti vee kiirgusjooni, kasutades aine liikumist, tihedust, temperatuuri ja noorte tähtede loodud kiirgusvälja nii Orionis kui ka teistes tähetekkepiirkondades. Ühe näitena toome välja noorelt tähelt L1157 lähtuva võimsa jugavoolu, kus vee kiirgusjoonte Doppleri nihkest (näitab, kui kiiresti täht meile läheneb või kaugeneb) põhjustatud laiuse põhjal võib jälgida molekulaarse gaasi liikumist kiirusel kuni 200 kilomeetrit sekundis.

Kui 2000. aastate algupoolel võimaldas NASA kosmoseteleskoop Spitzer vaadelda kuumade veemolekulide kiirgust noori tähti ümbritsevate planeeditekke- ehk protoplanetaarsete ketaste siseosades, siis Herscheli abiga määrati esmakordselt protoplanetaarse ketta n-ö külma vee sisaldus. See on oluline, kuna tähest kaugemal paiknev jahe gaas moodustab enamiku planeetide tekkeks saadaval olevast ainest. Samas teeb madal temperatuur molekulidelt lähtuva kiirguse väga nõrgaks, kuna vaid tilluke osa molekulidest satub kiirgamiseks vajalikule kõrgemale energiatasemele ehk ergastust kirjeldava Maxwelli jaotuse kõrge energia sabale.

Tänu Herscheli kosmoseteleskoobi erakordsele tundlikkusele avastas Hollandi astronoomi Michiel Hogerheijde juhitud rühm 2011. aastal külma gaasilise vee olemasolu meile kõige lähemal, 183 valgusaasta kaugusel asuvas protoplanetaarses kettas nimega TW Hydrae. Teised uurijad leidsid Herschelit kasutades suuri veekoguseid ka teiste noorte tähtede ümber olevates ketastes. Samas on professor Ted Bergi-

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Europa jääkihi all asuv hiidookean toidab võimsaid geisreid, mis paiskavad Jupiteri kaaslase ümbrusesse veemolekulide pilvi.

ni juhitud Michigani ülikooli astronoomide töö tulemusel selgunud, et ehkki vee kiirgus on tugev, on külma vett planeeditekke keskkondade gaasifaasis keskmiselt suurusjärgu võrra vähem kui võiks oodata. Sarnasele tulemusele – oodatust kaks suurusjärku vähem vett – jõudis TW Hydrae puhul ka siinkirjutaja juhitud töörühm.

Füüsikalised ja keemilised mudelid näitavad, et sellist „põuda" põhjustab tõenäoliselt planeeditekke keskkonna loomulik areng, mil protsessid nagu difusioon, turbulentne segunemine ning tolmuterade kasvamine kivikesteks ja planeetideks soodustavad veemolekulide lukustamist tahkesse faasi. Sisuliselt toimetatakse gaasiline vesi protoplanetaarse ketta külmematesse piirkondadesse, kus ta muutub jääna osaks tulevastest asteroididest, komeetidest ja planeetidest.

Vesi Päikesesüsteemis

Juba aastakümneid on teada, et vett võib lisaks Maale leida üle kogu Päikesesüsteemi. Planeet Maa teeb eriliseks just see, et mujal Päikesesüsteemis ei ole vesi reeglina vedelas olekus, vaid pigem tahke või gaasiline. Nii on Marsil polaarmütsikesed, mis koosnevad osaliselt jäätunud veest. Veemolekule leidub madalas kontsentratsioonis Kuu külmade pooluste lähedal asuvates kraatrites, mille igavest pimedust otsene päikesevalgus kunagi ei häiri. Planeetidevahelise automaatjaama Messenger andmete põhjal leidub vee molekule isegi kõige kuumema planeedi, Merkuuri poolustel asuvate kraatrite põhjas. Ameerika kosmoseagntuuri NASA juhitud ning praegugi tegutseva sondi Dawn andmete põhjal on järeldatud, et Marsi ja Jupiteri vahele jääva asteroidivöö suurim liige, väikeplaneet Ceres peidab oma kivise ja orgaaniliste molekulidega kaetud pinna all suures koguses jäätunud vett. Suur osa komeetide kaunitest sabadest moodustub tänu kergesti aurustuvatele jääliikidele nagu tahke CO ja H_2O. Gaasidena vabanedes tirivad need endaga kaasa ka komeedi ehitusse kuuluvaid kivikesi ja süsinikupõhiseid tahkeid osakesi.

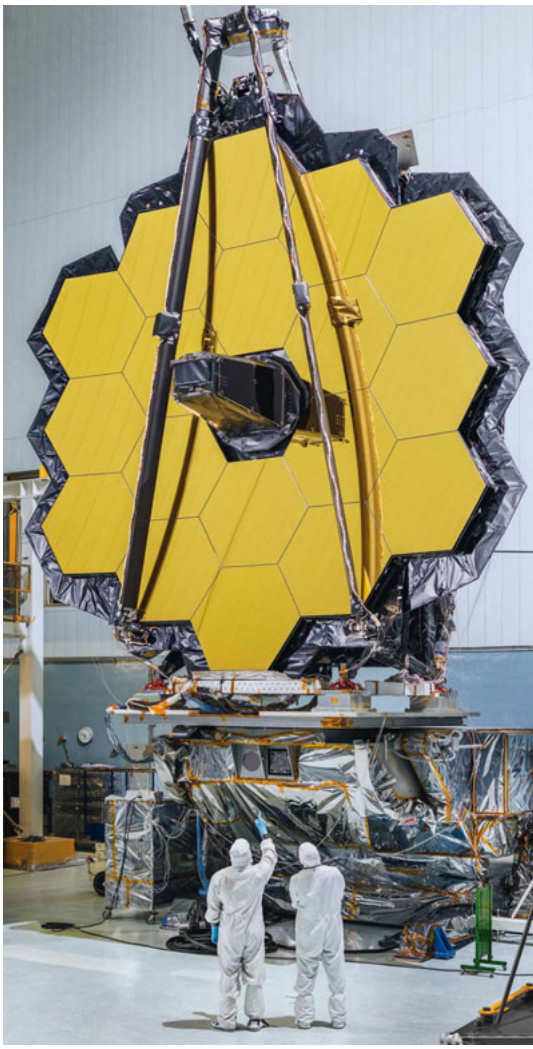
Vedelat vett võib ohtralt leiduda mitme hiidplaneedi jäise kuu pinna all. Juba ammu tuntud näide on Jupiteri kaaslane Europa, mille jäise pinna väga nooruslikud vormid paljastasid juba 1979. aastal Voyageri möödalennu ajal selle taevakeha dünaamilise olemuse. Hiljuti, 2013. aastal avastati Hubble kosmoseteleskoopi kasutades, et Europa jääkihi all asuv hiidookean toidab võimsaid geisreid, mis paiskavad Jupiteri kaaslase ümbrusesse veemolekulide pilvi. See annab lootust, et tulevikus on võimalik saata sonde geisrite koostist uurima. Nii saaksime võib-olla otseseid andmeid Europa ookeanist, ilma et oleks vaja muretseda, kuidas puurida läbi mitmekilomeetrisest jääst või vältida võimaliku orgaanilise või isegi bioloogilise keskkonna saastumist maiste mikroorganismidega.

Hiljuti oma pikaajalise missiooni lõpetanud NASA ja Euroopa kosmoseagentuuri „viimane suur uurija", Saturni ja tema rõngaid ning kaaslasi uurinud sond Cassini viis avastuseni, et geisrid purskavad ka Saturni pisikese jäise kaaslase Enceladuse lõunapooluse lähedal. Siingi on geisrite koostise uurimine suure avastuspotentsiaaliga. Cassini toimetas Saturni hiidkuule Titanile ka maanduri nimega Huygens, mis 2005. aastal paljastas esmakordselt selle kuu paksude pilvede all asuva maastiku. Tuttavliku, kuid unenäolikult veidra Titani pinna moodustab kivimina jäätunud vesi, taevast sajab, meredes loksub ja jõgedes voolab aga metaan ja teised orgaanilised ühendid...

Tulevik

Hetkeseisuga ei tea me hapniku ja vee kogusisaldust hiidplaneet Jupiteris. Need on aga olulised parameetrid, mille abil täpsustada mudeleid Jupiteri tekkimisest. Sõltuvalt kaugusest, millel tekkiv planeet oma ematähest asub, võib ta omandada kas suuremas või väiksemas koguses kergesti lenduvaid ühendeid nagu vesi. Et planeetide kaugus ematähest võib ajapikku erinevatel põhjustel muutuda, on selline „keemiline sõrmejälg" oluline lisainfo planeedi tekkeloo uurimisel. Selles küsimuses ootame lähiajal vastust ameeriklaste sondilt Juno, mis teeb Jupiteri lähedal mikrolaine spektraalvaatlusi ning peaks andma üpris täpset infot oluliste molekulide, sh H_2O koguhulgast.

NASA



Järgmise põlvkonna kosmoseteleskoop James Webb, mille starti oodatakse 2019. aastal

Järgmise aastakümne jooksul ootame uusi teadmisi vee kosmilisest teekonnast NASA ja Euroopa ühiselt hiidkosmoseteleskoobilt James Webb (JWST). JWST abil saame uurida vee levikut nii teistes galaktikates kui ka suure hulga noorte tähtede ümber meie enda galaktikas. Eelkõige pakub siin huvi võimalus ruumiliselt eristada tekkivate planeedisüsteemide erinevaid osi. Nendest tulemustest saab lugeja teada aga juba Horisondi tulevastes numbrites. JWST start Euroopa kanderaketil Ariane V peaks toimuma 2019. aastal ning astronoomid juba ootavad suud vesistades. •

Mihkel Kama (1984) on astrofüüsik Cambridge'i ülikoolis. Teda huvitab elu teke ja levik universumis. Põhiliselt on ta uurinud planeeditekke keskkondades planeetide keemilise koostise lähteid ja astrofüüsikalise tolmu mikrofüüsikat.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

SEPTEMBER-OKTOOBER: 60 AASTAT KOSMOSEAJASTUT

• **Naisastronaudi rekord:**
3. septembril maandus Kasahstani stepis Žezkazgani linna lähistel kosmoselaeva Sojuz MS-04 maandumiskapsel, tuues rahvusvahelisest kosmosejaamast ISS Maale tagasi Vene kosmonaudi Fjodor Juretškini ning USA astronaudid Peggy Whitsoni ja Jack Fischeri. Whitson on nüüd orbiidil viibinud kokku 665 ööpäeva, neist just lõppenud missioonil 288 ööpäeva. Sellega on ta rekordiomanik nii naiste kui ka ameeriklaste seas.

• **USA salajane kosmoselennuk:**
7. septembril startis Kennedy kosmosekeskusest Floridas SpaceX-i kanderakett Falcon, viies orbiidile USA õhujõudude ülisalajase kosmoselennuki X-37B Orbital Test Vehicle. Lennu detailide avalik edastamine katkestati tellija soovil mõni minut pärast starti. Küll aga oli kõigil soovijatel võimalik reaalajas jälgida kanderaketi esimese astme maandumist SpaceX-i maandumispaigas Canaverali neemel.

NASA

Peggy Whitson tänavu jaanuaris ISS-il toimunud kosmosejalutuskäigul

• **Sond ärkas „unest“:**
11. septembril ärkas kosmosesond New Horizons uueks tööperioodiks viis kuud kestnud „talveunest“. Kosmosejaam saavutas normaalse töövõime ja kõik seadmed töötasid, nagu plaanitud. Sond peaks lähenema Kuiperi vöö objektile 2014 MU69, millest möödalend peaks toimuma 1. jaanuaril 2019.

• **Uued mehed ISS-i:**
13. septembril startis Baikonuri kosmodroomilt Kasahstanis kosmoselaev Sojuz MS-06, viies kosmosejaama ISS järjekordsed kolm kosmonauti: Aleksander Misurkini (Roskosmos), Mark Vande Hei ja Joseph Acaba (NASA). Umbes kuue tunni pärast põkkusid kosmonaudid ISS-iga, kus neid ootasid itaallane Paolo Nespoli, venelane Sergei Rjazanski ning ameeriklane Randy Bresnik.

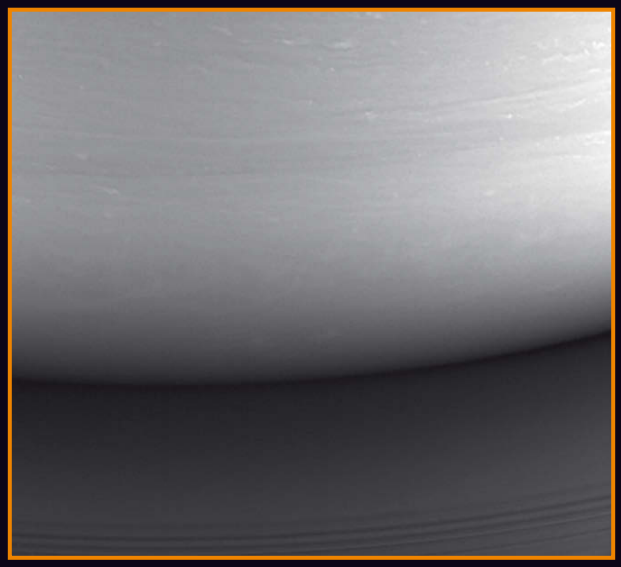
• **Cassini lõpp:**
18. septembril kell 11.55 UT katkes side kosmosesondiga Cassini, kui see sisenes planeeritult Saturni atmosfääri umbes 1,4 miljardi km kaugusel Maast. Sellega lõppes Cassini 13 aastat kestnud väga edukas missioon, mis tõi Saturni ja selle kaaslaste kohta palju uusi teadmisi. Märkimisväärne on ka kaasasolnud sondi Huygens maandumine Saturni suurimal kuul Titanil 14. jaanuaril 2005.

• **Uus luuresatelliit:**
24. septembril startis Vandenbergi õhujõudude baasist United Launch Alliance'i kanderakett Atlas 5, viies orbiidile satelliidi NROL-42. Tegemist on luuresatelliidiga, mida kasutatakse ka näiteks looduskatastroofide tagajärgede ja ulatuste hindamiseks.

• **Austraalia kosmoseambitsioonid:**
25. septembril teatas Austraalia, et loob samuti oma rahvusliku kosmoseagentuuri. Teadaanne tehti Adelaide'is toimuval esinduslikul kosmosekonverentsil,

CARLOS HERNANDEZ/ NASA

Kunstniku nägemus New Horizonsi möödumisest Kuiperi vöö objektist 2014 MU69



NASA

Saturni atmosfääri sisenenud Cassini viimane pilt

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

kus esinesid maailma tipp-teadlased ja eksperdid, sh ka SpaceX-i asutaja Elon Musk. Austraalia otsus tõstab riigi ühte ritta teiste arenenud riikidega.

- **Proton-M lendab jälle:**
28. septembril startis Baikonuri kosmodroomilt Vene kanderakett Proton-M, viies orbiidile Hongkongis baseeruva AsiaSati telekommunikatsioonisatelliidi AsiaSat 9. Tegemist on Proton-M-i järjekordse eduka stardiga, mis on toimunud pärast ligi aastapikkust pausi, kui juunis 2016 avastati kanderaketi mootorite tootmisprotsessis viga.

- **Uued sidesatelliidid:**
30. septembril startis Kourou kosmodroomilt Prantsuse Guajaanas kanderakett Ariane 5, viies orbiidile sidesatelliidid – 6,5 tonni kaaluva Intelsat 37e ja 3,5 tonni kaaluva BSAT-4a. Algselt oli start planeeritud 5. septembrile, kuid viimasel hetkel katkestati see kanderaketi anomaalse seisundi tõttu.

- **60 aastat kosmoseajastut:**
4. oktoobril möödus 60 aastat kosmoseajastu algusest, mil Maa esimene tehiskaaslane Sputnik 1 jõudis orbiidile. Sputnik 1 oli orbiidil 92 ööpäeva ja tegi selle ajaga 1440 tiiru ümber Maa, enne kui kaotas oma kosmilise kiiruse ja põles atmosfääri tihedates kihtides ära. Satelliidi orbiidile viimiseks kasutati kanderaketti R-7, mille tegelik eesmärk oli tagada NSVL-ile võimekus transportida vesinikupomm maakera suvalisse punkti. Pärast kolmeaastast tööd ja kolme ebaõnnestunud starti õnnestus lõpuks augustis 1957 R-7-ga tuumalõhkepea makett lennutada Kamtšatkani. R-7 järgmine testülesanne oli 58 cm läbimõõdu ja 83,6 kg kaaluga Sputnik 1 orbiidile viimine.

- **ISS-i „käe“ remont:**
5. oktoobril väljusid kosmosejaamast ISS avakosmosesse astronaudid Randy Bresnik ja Mark Vande Hei, et parandada kosmosejaama eakat robotkätt „Canadarm2“. Robotkäe abil monteeriti kosmosejaama kokku ning praegu kasutatakse seda saabuvate veolaevade „haaramiseks“. Uue sõlme paigaldamine oli edukas ning robotkäe lõplikuks häälestamiseks on ees veel kaks väljumist. Novembris peaks „käsi“ vastu võtma Orbital ATK järjekordse veolaeva.

WIKIPEDIA

Sputnik 1 orbiidile saatmise auks välja antud NSVL-i postmark

ESA

Sentinel-5P kunstniku nägemuses

- **Kümme uut sidesatelliiti:**
9. oktoobril startis Vandenbergi õhujõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile kümme Iridiumi sidesatelliiti. Kanderaketi esimene aste maandati taas edukalt, seekord Vaikses ookeanis olevale pargasele.

- **Raketiosa korduvkasutus:**
11. oktoobril startis Canaverali neeme kosmodroomilt Floridas SpaceX-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile satelliidi Echostar 105/SES-11. Kanderaketi esimesele astmele oli see juba teistkordne lend. Ka seekord maandati see uuesti – seekord Atlandi ookeanis asuvale pargasele.

- **Ionosfääri uurimnine:**
13. oktoobril startis Plesetski kosmodroomilt Põhja-Venemaal kanderakett Rokot, viies orbiidile Euroopa kosmoseagentuuri 820 kg kaaluva tehiskaaslase Sentinel-5P. Tehiskaaslasega hakatakse uurima atmosfääri ülakihti ehk ionosfääri, mis kaitseb meid liigse päikesekiirguse eest.

- **Varustust ISS-ile:**
14. oktoobril startis Baikonuri kosmodroomilt kanderakett Sojuz-2.1a, viies kosmosejaama ISS veolaeva Progress MS-07. Lastiks oli üle kahe tonni kütust, varustust ja astronautide isiklikke esemeid.

- **Üha rohkem SpaceX-i starte:**
30. oktoobril startis Kennedy kosmosekeskusest Floridas SpaceX-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile Lõuna-Korea firma KT SAT sidesatelliidi Koreasat 5A. Ka seekord maandati kanderaketi esimene aste edukalt Atlandi ookeanis olnud pargasele. See oli SpaceX-i tänavune kuueteistkümnes start, mida on mullusest kaks korda rohkem.

Jüri Ivask
Horisondi kosmosekroonik

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Bolševike ümbernimetatud keisriaegsed tooted

Bolševike võimu kehtestamise järel nimetati Venemaal uute bolševikemeelsete nimedega ümber mitte ainult linnu ja tänavaid (nt Petrogradist sai Leningrad, Samaarast Kuibõšev ja Tverskoi bulvarist Moskvas Gorki tänav), vaid ka mitmeid keisririigiaegseid toidu- ja tarbekaupu.

Kõige kurioossemaks võib selles kontekstis pidada saatust, mis langes osaks ühele üsnagi tuntud kondiitritootele, Napoleoni koogile, mille uueks nimeks sai Häbi Karl Liebknechti ja Rosa Luxemburgi Mõrvaritele.

Mõlemad, nii Poolas sündinud juudi päritolu naisrevolutsionäär Rosa Luxemburg kui vasakpoolsete vaadetega sakslasest jurist Karl Liebknecht, liitusid 1916. aastal Saksamaa iseseisva sotsiaaldemokraatliku parteiga ja olid aktiivsed sotsialistid. Samuti kuulusid nad liikumise Spartakusbund asutajate sekka, mis kujundati 1918. ja 1919. aasta vahetusel ümber Saksamaa kommunistlikuks parteiks, ja mõlemad valiti ka uue partei liidriteks. 1919. aasta jaanuaris Berliinis toimunud tööliste relvastatud mässukatse ajal võeti Liebknecht ja Luxemburg aga kinni ja hukati.

Just selle sündmuse poole pöördusid vene bolševikud eelmise sajandi kahekümnendatel aastatel, kui otsustasid rahvusvahelise kapitali ja Lääne-Euroopa buržuidega (kodanlastega) võitlemiseks oma aatekaaslaste mõrvareid kooginime kaudu sarjata. Kauaks selline pikk ja kummaline nimi siiski kasutusele ei jäänud – juba mõne aja pärast sai Napoleoni koogist jälle Napoleoni kook.

Üks bolševike ümbernimetatud toode jäigi aga uut nime kandma ning muutus sellega suisa üheks nõukogude aja tarbekauba sümboliks. Jutt on lõhnaõlist Punane Moskva (Красная Москва), mis kandis varasematel aegadel nime Keisrinna Lemmikkimp (Любимый Букет Императрицы). Tegemist oli Moskva parfüümifirma Брокар и Ко tootega, mille segas valmis parfümeer August Michel. Lõhn oli valmistatud leskkeisrinna Maria Fjodorovnale – keiser Aleksander II lesele ja Nikolai II emale. Parfüümi aluseks oli 1905. aastal loodud lõhn L'Origan Coty. Kui 1925. aastal alustas taasavatud parfüümifirma tööd uue nime all – Новая Заря ('Uus Koit') – sai uue nime ka eelnimetatud lõhnaõli.

Nõukogude aastatel oli Punane Moskva väga populaarne naisseltsimeeste seas, kellel polnud aimugi selle lõhnaõli sünniloost. Nimelt oli Keisrinna Lemmikkimp, mis koosnes nelgi, jasmiini, alpikanni ja iirise lõhnade segust, loodud 1913. aastal Romanovite dünastia 300-aastaseks juubeliks. On räägitud, et Punane Moskva meenutab vägagi kuulsat Prantsuse parfüümi Chanel No 5, mis olla tingitud asjaolust, et revolutsiooni eel Moskvas firmas Брокар и Ко töötanud parfümeer Ernest Henri Beaux (1881–1961) sünteesis Keisrinna Lemmikkimpu teatava lisakomponendiga. Just Beaux' loodud on ka Chaneli lõhnad Chanel No 22, Bois des Iles ja Cuir de Russie, ehkki tema käe all valminud parfüümidest kõige tuntumad on Soir de Paris ning Kobako. •

Jüri Kotšinev, ajaloouurija

WIKIPEDIA

Nõukogude ajal populaarne lõhnaõli Punane Moskva, mis kandis varasematel aegadel nime Keisrinna Lemmikkimp.

Parfüümifirma Брокар и Ко plakat aastast 1898

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

TELESKOOP.EE

BRESSER

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

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

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

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

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

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

Mikroskoop Biolux NV
Suurendus 20x-1280x.
Kohver ja vajalikud tööriistad,
PC okulaar (1280x720 px),
pealt- ja altvalgustus,
peennihikuga slaidihoidik
Sobilik lapsele ja koolile!
129€

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

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

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

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

M
MATEMAATIKA

SANDRA SCHUMANN

NELJAS HÕBE RAHVUSVAHELISELT MATEMAATIKAOLÜMPIAADILT

2017. aasta rahvusvaheline matemaatikaolümpiaad lõpetas Eesti jaoks viisteist aastat kestnud hõbemedalipõua. Hugo Treffneri gümnaasiumi õpilane Richard Luhtaru teenis sel võistlusel hõbemedali välja 19 punktiga. Läbi aegade on rahvusvaheliselt matemaatikaolümpiaadilt Eesti koondise liikmena hõbemedaliväärilise tulemuse saavutanud veel vaid kolm õpilast. Samas saavutasid tänavusel suurvõistlusel häid tulemusi ka teised võistkonnaliikmed: Kaarel Hänni, Joonas Jürgen Kisel, Toomas Tennisberg ja Nikita Leo tõid igaüks koju diplomi. Nende tulemuste taga on pikk ja raske töö.

Eesti rahvusvahelise matemaatikaolümpiaadi võistkond valitakse Eesti matemaatikaolümpiaadi ja sellele järgnevate valikvõistluste tulemuste järgi. Valikvõistlustele järgnevad treeninglaagrid, kus õpitakse rahvusvahelisel võistlusel edukaks esinemiseks vajalikku teooriat ja harjutatakse ülesannete lahendamist. Võistkonna treenimine vajab paljude inimeste ühist pingutust. Eesriide taha jäävad matemaatikaõpetajad, lapsevanemad, õppesessioonide läbiviijad, olümpiaadiülesannete väljamõtlejad ja tööde parandajad. Lõpuks oleneb aga kõik siiski õpilasest endast.

Juba teada tublid matemaatikatundjad

Enamik treeninglaagrisse pääsejaid on tõsise matemaatikatreeninguga alustanud juba aastate eest. 2017. aasta võistkonda valitutest neli (Kaarel Hänni, Joonas Jürgen Kisel, Richard Luhtaru ja Hendrik Vija) olid rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil osalenud ka varem ning olid seega juba varasemalt läbinud palju treeninglaagreid. Nii kutsuti näiteks hõbemedalist Richard esimest korda rahvusvahelise olümpiaadi treeninglaagrisse juba 7. klassis.

Pärast rasket treeningut asus võistkond teele Rio de Janeiro poole. Reisil põrkuti aga takistuste otsa: teel Riosse kadus ära kogu võistkonna pagas ja pingutustele vaatamata saadi kotid kätte alles teise võistluspäeva lõpus. Õnneks olid kõik õpilased ootamatusteks hästi valmistunud, pannes kõik vajalikud kirjutus- ja joonestusvahendid ning muu võistluseks tarviliku käsipagasisse. Puudu olid vaid ühe võistleja paar õnnetoovaid sokke ja suurem osa võistluse ajal söömiseks kaasa toodud Eesti šokolaadist. Leidlik Hendrik lahendas šokolaadinappuse kohalikust kaubandusvõrgust leitud purgi Nutellaga. Nii möödusid võistlusele eelnevad päevad siiski suhteliselt rahulikult. Korrati tähtsamaid teoreeme ja uuriti eelmiste aastate võistluste keerulisemate ülesannete lahendusi.

Esimese võistluspäeva järel olid võistlejad oma tulemusega rahul: kõik olid teinud tubli soorituse ja kaasvõistlejatelt oli juba kuulda, et kõige keerulisemat ülesannet ei olnud ära lahendanud ka peaaegu ükski tugevamate riikide esindajatest. See andis

ERAKOGU

Eesti võistkond Corcovado mäe tipus (vasakult): Joonas Jürgen Kisel, Hendrik Vija, Toomas Tennisberg, Richard Luhtaru, Nikita Leo. Pildilt puudub Kaarel Hänni, kes lahkus varakult, et osaleda rahvusvahelisel bioloogiaolümpiaadil

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ERAKOGU

JOONAS JÜRGEN KISEL KUULUTATI AASTA ÕPPURIKS

Oktoobris Pärnus peetud aasta õpetaja galal pärjati aasta õppuri tiitliga vanalinna hariduskolleegiumi värske vilistlane Joonas Jürgen Kisel. Joonas Jürgen võitis suvel diplomi rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil Brasiilias ning hõbemedali rahvusvahelisel lingvistikaolümpiaadil Iirimaal. Ühtlasi on Joonas Jürgen neljakordne Eesti meister ristsõnade lahendamises. Lisaks Joonas Jürgenile said tänavuse aasta õppuri tiitli ka Hugo Treffneri gümnaasiumi õpilased Sandra Võsaste, Joonatan Oras, Kris-Robin Sirge ja Kevin Reisenbuk, kes võitsid oma õpilasfirmaga Festera Euroopa parima õpilasfirma tiitli. Aasta õppuriks nimetati ka Tartu kutsehariduskeskuses õppinud ja restoraniteenindajate võistlusel suurepäraselt esinenud Tartu ülikooli tudeng Liina Suur.

INTERNATIONAL MATHEMATICAL OLYMPIAD 2017

Võistkonna juhendajad Urve Kangro ja Sandra Schumann vaidlevad olümpiaadi koordinaatoritega õpilaste punktide üle

järgmise päeva hea soorituse korral lootust säravaks medaliks.

Teise võistluspäeva järel said õpilased puhata, seevastu juhendajatel töö alles algas. Nimelt pidid juhendajad läbi lugema kõik eestlaste lahendused ja koostöös kohalike koordinaatoritega määrama õpilastele teenitud punktid. Seejuures esines tihti olukordi, kus koordinaatorid olid esialgu õpilastele andnud vähem punkte, kuna nad lihtsalt ei suutnud eesti keelest hästi aru saada. Siis oli juhendajatel tarvis teha üksjagu selgitustööd.

Uskumatult hea tulemus

Punktide jagamise ajal pakkus nii Rio de Janeiro kui ka olümpiaadi korraldusmeeskond õpilastele mitmekesist meelelahutust. Tulemusi oodates maandasid võistlejad pingeid näiteks karaoketoas lauldes. Lisaks sellele käidi vaatamas Rio de Janeiro tuntuimat vaatamisväärsust – Lunastaja Kristuse kuju. Eesti tiim külastas ka Suhkrupeamäge, kuhu mindi koos India võistlejatega. Gümnasistide lemmiktegevus oli aga siiski lõunapoolkera mõistes talvises ookeanis ujumine.

Olümpiaadi tulemused olid viimase hetkeni teadmata: žürii otsuse selgumise eel ei olnud võimalik ette ennustada, kellele missugused medalid määratakse. Kui selgus, et Eesti on saanud üle viieteistkümne aasta jälle hõbemedali, oli seda esialgu raske uskuda. Richardi hõbemedal sai vaid paar hetke pärast žürii koosolekul toimunud tulemuste avalikustamist ka rahvusvahelise matemaatikaolümpiaadi veebilehel kinnituse ning juba järgmisel päeval riputati särav auhind võistlejale endale kaela.

Tublid õpilased ei ole aga jäänud loorberitele puhkama. Juba praeguseks on uue õppeaasta matemaatikaolümpiaad saanud avapaugu sügisese lahtise võistlusega ning võib heameelega tõdeda, et õpilased harjutavad innukalt. Tervelt neli 2017. aasta rahvusvahelise olümpiaadi meeskonda kuulunud õpilast ei ole veel lõpetanud gümnaasiumi ning võivad veel tulevikuski võistlustel osaleda. Õpilased on motiveeritud seniseid rekordeid ületama. Tulevikus võime ilmselt kõigilt võistkonnaliikmetelt oodata suuri saavutusi. •

Sandra Schumann, Eesti võistkonna juhendaja 2017. aasta rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil

K

KEEMIA

VLADISLAV IVANIŠTŠEV, OTT KEKIŠEV JA LONA-LIISA PRUKS

KÜMME AASTAT JÄRJEST IGAÜHELE MEDAL RAHVUSVAHELISEL KEEMIAOLÜMPIAADIL

Eestis osaleb erinevatel keemiavõistlustel igal õppeaastal kokku ligikaudu kaks tuhat õpilast. Selle aasta neli parimat esindasid Eestit võistlushooaja tipp-üritusel, 49. rahvusvahelisel keemia-olümpiaadil (RKO), mis toimus 6.–15. juulil Tais ning kus osales 297 õpilast 76 riigist.

Korralduslikult oli olümpiaad väga hästi läbi viidud. Õpilased said nautida mugavat majutust ning käia mitmekülgsetel ekskursioonidel, kus sai tutvuda nii kohaliku kultuuri kui loodusega. Olümpiaadi teoreetilist ja praktilist vooru valmistasid ette teadlased Tai juhtivatest ülikoolidest ning võistlus viidi läbi Bangkoki lähedal Mahidoli ülikoolis. Seekord oli olümpiaad eriline ülesannete arvu poolest, mis oli tavalisest kaks korda suurem. Praktiline töö, mis hõlmas korduvaid tiitrimisi, ainete sünteesi ja ümberkristallimist ning spektrofotomeetrilisi mõõtmisi, tuli teha toatemperatuuril 32 kraadi.

Teooriavooru ülesanded olid Aasia koolkonnale omaselt üsna lihtsad, ent see-eest oli neid palju – tervelt 11! Seetõttu oli nende lahendamine meie õpilastele raske katsumus, kuna võistluse paremusjärjestus määrati pigem vastamise kiiruse, lahenduste vormistamise ja keeletaibu alusel kui keemia tundmise põhjal. Iga väiksemgi viga oli suure kaaluga. Vaatamata sellele pälvisid kõik meie õpilased medali: Carel Kuusk hõbemedali (Tallinna reaalkooli 12. kl), Paul Kerner pronksmedali (Tallinna Tõnismäe reaalkooli 12. kl), Taido Purason pronksmedali (Tõrva gümnaasiumi 11. kl) ja Siim Kaukver pronksmedali (Tallinna reaalkooli 11. kl).

RKO-l saavad osalejate koguarvust umbes 12% kuld-, 22% hõbe-, 32% pronksmedali ja veel 10 õpilast nn klaasmedali ehk diplomi. Siinkohal väärib märkimist, et juba kümme aastat järjest on kõik meie õpilased koju naasnud medaliga. Vaatamata osalevate riikide arvu ja seega ka konkurentsi pidevale kasvule, tuli Eesti sel aastal mitteametlikus pingereas kõrgele 31.–34. kohale. Suurriikidest olid meie ees Suurbritannia ja Itaalia ning kohe järel Kanada, Saksamaa ja Prantsusmaa. RKO edukaimad riigid olid Taiwan, Ameerika Ühendriigid, Hiina, Iraan ja Vietnam.

Medalite järk näitab kaudselt edukust, kuid väga palju sõltub iga riigi lähenemisest olümpiaadi ettevalmistusprotsessile. Tartu ülikoolis suhtutakse õpilaste ettevalmistamisse äärmise tõsidusega, ent veelgi olulisemaks peame iga õpilase harmoonilist arenemist, mitte välja teenitud medali värvi.

RKO peamised eesmärgid on rahvusvaheliste kontaktide edendamine keemia kaudu ning õpilaste keemiahuvi ergutamine loominguliste ülesannetega. Meie kohaliku keemia-olümpiaadi sihid on kantud samast mõttest: stimuleerida noorte arengut, innustada õpilasi ja õpetajaid end keemia alal täiendama, anda olümpiaadiga õpilastele võimalus oma oskusi ja teadmisi eakaaslastega võrrelda. Seeläbi selgitatakse võimekate keemiahuviliste õpilaste seast välja parimad, kes esindavad võistkonnana Eestit rahvusvahelistel olümpiaadidel.

See, et rohkem kui kümme aastat järjest saab iga Eesti võistleja rahvusvahelisel keemiaolümpiaadil medali, näitab, et meie ettevalmistustöö on süstemaatiline. Esmatasandil osalevad selles protsessis nii kooliõpetajad kui ka lapsevanemad ja eakaaslased. Edasi juhendavad võistkonda Tartu ülikooli õppejõud, teadurid ja tudengid.

Eesti võistkonna nimel tänan kõiki õpetajaid, treeninglaagrite läbiviijaid, Eesti keemiaolümpiaadi korraldajaid, sponsoreid ja vanemaid, kes on aidanud meie õpilastel olümpiaadiks valmistuda. Õpilaste osalemist rahvusvahelistel võistlustel korraldas Tartu ülikooli teaduskool ning seda rahastas haridus- ja teadusministeerium. Eesti keemiaolümpiaadi toetajad olid sel aastal TBD-Biodiscovery, Neo Performance Materials ning Baltika Grupp, kes riietas Eesti võistkonda RKO-l. •

OTT KEKIŠEV

Eesti võistkond tänavusel rahvusvahelisel keemiaolümpiaadil (vasakult): Paul Kerner, Siim Kaukver, Taido Purason ja Carel Kuusk. Ees seisab giid Venus Buarabutthong

Vladislav Ivaništšev, Ott Kekišev ja Lona-Liisa Pruks, Eesti keemiaolümpiaadi žürii liikmed

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Eksituse selgitus: kuidas eristada käharat karuohakat ja tuliohakat

Eelmises Horisondis ilmunud Eesti õpilaste saavutusi rahvusvahelisel bioloogiaolümpiaadil vahendanud lugu illustreerinud foto allkirjas (lk 56) oli juttu karuohakast kui Šotimaa rahvuslillest. Kahjuks lipsas autoril sisse üks aps. Nimelt on fotol hoopis tuliohkas (*Cirsium vulgare*). Eksimusele juhtis tähelepanu Tartu ülikooli botaanika õppetooli teadur Ülle Reier. Šoti rahvusohakas on hoopis teise perekonna (*Carduus*) esindaja terav kroonohkas (*Onopordon acanthium*). Liikide erinevuse paremaks selgitamiseks lisan siia fotod kahest herbaarlehest, millest esimesel on kroonohaka lähedane sugulane kähar karuohkas (*Carduus crispus*) ja teisel pildil võrdluseks artiklit illustreerinud tuliohkas (*Cirsium vulgare*).

Karuohaka ja ohaka perekondade vahel ongi raske vahet teha, seetõttu on nad ka määrajates tavaliselt koos. Esitame siin ühe Ülle Reieri soovituse liikidel vahetegemiseks. Õpetades nende liikide erinevusi, on hea jälgida õisikus küpsevate seemnete lendkarvade erisusi – karuohakatel on lendkarvad lihtsad, ohakatel sulgjad. •

Sulev Kuuse

Tuliohaka (*Cirsium vulgare*) lehed on enam lõhestunud ning lehtede pealmine pind on kaetud tihedalt ogadega. Õisikud on suuremad kui karuohakal – 5–6 cm läbimõõduga, tavaliselt üksikult või siis vähearvulistes liitõisikutes

Käharal karuohakal (*Carduus crispus*) on lehed alaküljelt viltjad (hallikad), lehed pole võrreldes tuliohakaga nii lõhestunud. Ogad taimel ja lehteraagudel on suhteliselt pehmed. Õisikud asetsevad mitmekaupa õisikuraagude ülemises osas

TÜ BOTAANIKA ÕPPETOOLI HERBAARIUM/ ILLI TARMU/ SULEV KUUSE

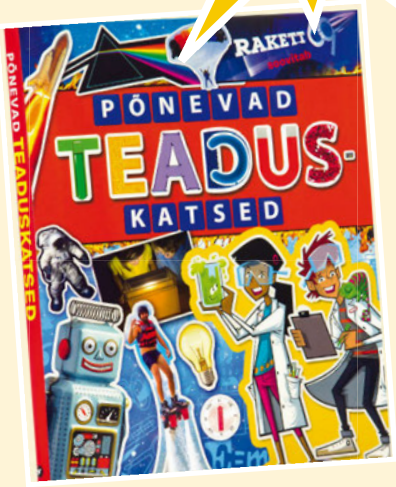
PÕNEVAD TEADUSKATSED

RAKETT 69 soovitab!

Kas oled kunagi päikeseahjus maiustusi küpsetanud, maasikatest DNA-d eraldanud või nähtamatu käega lauamängu mänginud?

Kui ei, siis on just paras aeg katsetajaks kehastuda! Sellest raamatust leiad juhiseid katsete tegemiseks ja põnevate asjade meisterdamiseks ning jõuad samm-sammult liikudes vahvate avastusteni.

Siin kohtad muu hulgas selliseid tegelasi nagu Soojus ja Valgus, Jõud ja Energia, Rõhk ja Tihedus. Aga mis peamine – jõuad vahvate avastusteni ja saad kinnitust, et teadus on põnev.

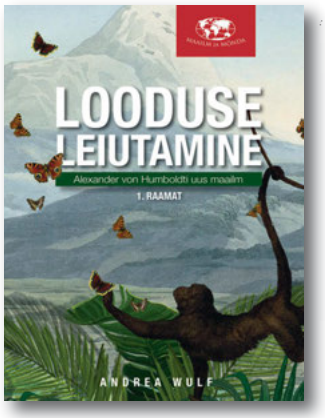


KOOLIBRI

pood.koolibri.ee

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Alexander von Humboldt



Andrea Wulf
LOODUSE LEIUTAMINE.
Alexander von Humboldti uus maailm. 1. raamat
Sari „Maailm ja Mõnda“
Ajakirjade Kirjastus 2017

INDREK ROHTMETS

Humboldt ronis koos kaaslastega ilma igasuguse erivarustuseta ekvaatori lähistel asuvale kustunud vulkaanile, Chimborazole. Päris tippu ta siiski ei jõudnud, tõustes umbes 5800 meetri kõrgusele (Chimborazo kõrguseks on mõõdetud 6263 meetrit). Just selle mägironimisega jõudis noor teadlane tõdemusele geograafilisest tsonaalsusest

Miks ma olen pannud selle lühikese raamatututvustuse pealkirjaks vaid tutvustatava raamatu peategelase nime? Sellepärast, et tema nimi on tänapäeval pealkiri teemadele, mis puudutavad endiselt meid kõiki. Tihti räägitakse suurte mõtlejate panusest ja sellest panusest on ikka ja jälle välja kasvanud suur hulk doktoritöid, mis analüüsivad varasemate mõtlejate mõtete detaile. Humboldt oli vist sündinud üldistuste tegemiseks, kuid see ei seganud teda tegelemast pisimategi detailidega. Detailidest üldistusteni on enamasti ületamatult pikk maa, kui jätta kõrvale geniaalselt avara maailmapildiga Humboldt.

Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander von Humboldt sündis 1769. aastal Berliinis ja aadliperekonnas üles kasvanuna sai ta oma hariduse koduõpetajatelt. Alexanderi vanem vend Wilhelm sukeldus juba noorelt raamatute maailma ja temast sai keeleteadlane ning poliitik. Noorem vend süvenes aga looduse vaatlemisse ja sai perekonnas hüüdnimeks Väike Apteeker, sest ta kogus jalutuskäikudelt ikka ja jälle taimi ning kivimeid. Siit võib tõmmata huvitava paralleeli omaaegse ülituntud looduse populariseerija Gerald Durrelliga, kelle kohta ütles tema vanem vend, et poiss on segane, sest tal on õuest tulles järjepanu mõni konn või putukas taskus. Durrelli ja Humboldti ei ole õigupoolest sobiv võrrelda, kuid ometi näitab mõlema elukäik, et sügavad huvid kujunevad välja varases nooruses ja tihtipeale ilma väliste suunajateta.

Noor „apteeker“ Alexander jõudis oma pika elu jooksul põhjalikumalt tegeleda kivimite ja kaevandustega, sealhulgas uurida maa-alustes käikudes kasvavaid taimi. Ta pühendus mõneks ajaks loomade kehas liikuvatele elektrilistele signaalidele ja huvitus samal ajal tulemägedest. Sellist haaret ei ole tänapäevases kitsalt spetsialiseerunud teadusmaailmas võimalik oodata, aga Humboldti ajal oli see veel mõeldav. Lisaks tegeles ta majanduse arengu uurimisega ja tõi tõelise universalistina oma Ameerika-reisilt kaasa uudse suhtumise loodusesse ja inimühiskonda, mis on tänaseni jõus. Tema nime kannab piki Lõuna-Ameerika Vaikse ookeani rannikut kulgev hoovus, üks pingviiniliik ning mitmed mäed ja paikkonnad paljudes maakera piirkondades. Omal ajal oli kaalumisel isegi mõte anda Humboldti nimi ühele USA osariigile, ning tema nimi on jäädvustatud koguni Kuul.

Humboldti kujundatud maailmapildi kohta on tihtipeale öeldud, et see oli oma ajast ees. Niisugune üldsõnaliselt ümmargune määratlus ei selgita õigupoolest midagi. Universaalse teadlasena oli ta elu lõpuni oma lennukate mõtete haardes ja üritas vanemas eas kogu tolleaegset teadmist koguteose „Kosmos“ kaante vahele panna. Ta kulutas märkimisväärseid rahasummasid uurimisreisidele, teadusinstrumentide ostmisele, oma tööde publitseerimisele ja (*sic!*) noorte teadlaste toetamisele. Oma ajastu juhtiva mõtlejana suhtles ta pea kõikide Euroopa ja ka Ameerikate suurvaimudega alates Johann Wolfgang von Goethest ja lõpetades Benjamin Frankliniga. Ta polnud mitte oma ajastust ees, vaid oli ise selle ajastu võrdkuju. Humboldt märkas rohkem kui kahe sajandi eest võrdväärselt nii looduses kui inimühiskonnas toimuvat. Ta jõudis uurida ka ühiskonnaelu detaile, mis kasvasid tema käes lennukateks üldistusteks, mis on pädevad tänase päevani. Ta mõistis orjanduse hukka selle kuldaegadel ja tegi etteheiteid isegi uue demokraatia sünnitajatele, Ameerika Ühendriikidele ja president Benjamin Franklinile, Humboldti isiklikule sõbrale, kellel oli Washingtoni lähedal farmis paarsada orja. Ehkki neid koheldi väidetavalt hästi, jäi sakslane Ameerika demokraatia arengu asjus siiski teisele arvamusele. Et Humboldtil olid isiklikud suhted Simon Bolivariga, kes oli peamine liider Lõuna-Ameerika iseseisvusvõitluses Hispaania vastu, siis avaldan taas arvamust, et konservatiivselt Preisimaalt tulnuna pidi Humboldtil olema lisaks geniaalsusele väga avar maailmavaade.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

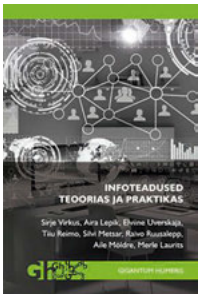
autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Humboldt kirjeldas esimesena geograafilist tsonaalsust mägedes. Ta kirjeldas ka tsonaalsust kogu meie planeedi looduses. Samas oli tal tundlikkust märgata kogu seda tsonaalsust, mis toimus tema kaasaegses ühiskonnas.

Kui ta oma kaaslastega ligemale 5800 meetri kõrgusele Chimborazo kustunud vulkaani otsa ronis ja neil jäi tipust puudu ainult mõnisada meetrit, siis võib ju mõtelda, et see oli pettumus. Aga Chimborazo nõlvalt alla vaadates avanes tema ees maailm, mida keegi teine ei olnud kunagi varem näinud ega mõtestanud. Humboldt ei andnud surmani alla. Ta püüdis ühendada inimest ja loodust ning kogu tema elutöö näitab, et see tal ka õnnestus.

Andrea Wulfi raamat ja eelkõige vaatenurga valik – Humboldt kui universalist – on tõlkijana minu jaoks tähenduslik. Vähe leidub neid, kes lähevad oma kirjandusliku kangelase jälgedes ja üritavad mõelda, mida ta rohkem kui sada aastat tagasi just sellessamas kohas, millest ta oma teostes kirjutas, tunda võis. Andrea Wulf käis nii Chimborazol kui Venezuela vihmametsades. Ta lebas troopikapuude all pehmete lehtede peal, kuulas mõiraahvide hommikust kontserti ja ronis hõredasse õhku maailma kõrgeimal mäel, sest Chimborazo on maakera keskpunktist mõõdetuna kõrgeim – see vulkaan asub ekvaatoril, Mount Everest aga kõvasti põhja pool. Pole mingi ime, et Andrea Wulf pälvis oma raamatuga mitmeid olulisi kirjanduspreemiaid. Tunnustada tuleb sedagi, et ta võttis ameeriklasena üheks oma lemmikuks preislase. Tõlkijana saan veel lisada, et raamat „Looduse leiutamine" avab lugejale tee looduse avastamiseks. •

✎ **Indrek Rohtmets**, teadusajakirjanik



INFOTEADUSED TEOORIAS JA PRAKTIKAS
726 lk
Tallinna ülikooli kirjastus, 2017

Esimene eestikeelne infoteaduse kõrgkooliõpik, mis käsitleb infoteaduse olulisemaid teemavaldkondi ning loob konteksti infoteaduste mõistmiseks. Õpik koosneb kolmest osast. Raamatu esimene osa avab sellised põhimõisted nagu andmed, informatsioon, teadmised, teadmus, vaike- ja väljendatud teadmus, infokäitumine, info hankimine, infootsing ja info kasutamine, infovajadus, infopädevus, infojuhtimine, teadmusjuhtimine, teadmusringlus ning infoühiskond, teadmistepõhine ühiskond, infopoliitika ja infostrateegia.

Teine osa selgitab infoteaduse olemust ja kujunemist, infokäitumise, info hankimise ja infootsingu ning infopädevuse teooriaid, mudeleid ja käsitlusi, teadmusjuhtimise käsitlusi, infotegevuse tulemuslikkuse hindamise mudeleid ning tutvustab tänapäeval aktuaalseid uurimissuundi.

Kolmandas osas vaadeldakse, kuidas organiseeritakse inforessursse, korraldatakse infoteenindust, analüüsitakse ja hinnatakse infotegevust ning rakendatakse info- ja teadmusjuhtimist.

Koostajate kinnitusel on õpik mõeldud nii infoteaduse ning info- ja teadmusjuhtimise eriala üliõpilastele kui ka infospetsialistidele, raamatukogutöötajatele, infotehnoloogidele ja kõigile teistele, kes on huvitatud infoteaduse arengust, teooriast ja praktikast.

✎ **Horisont**

LUGEMISELAMUS

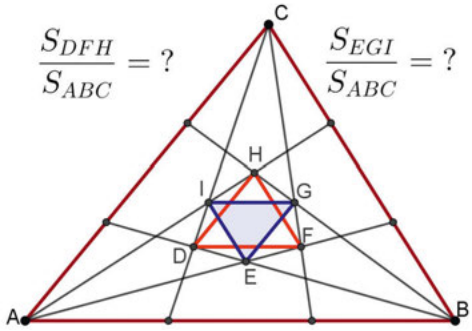
Üht kindlat või ka iga nädal vahetuvat öökapiraamatut mul ei ole. Ajapuudusest ja töö intensiivsusest on saanud praeguseks suurim probleem. Erialakirjandusega proovin end muidugi nii palju kui võimalik kursis hoida, kuigi ka selleks peaks rohkem aega võtma. Muidugi huvitavad mind väga teosed, kus meie eriala ja sellega seotut püütakse maailma kontekstis lahata. Ulme vastu tundsin suurt huvi juba keskkoolis – Isaac Asimovi raamatud, kus olulist rolli mängisid robotid ja robootika seadused, olid minu jaoks väga põnevad. Aga ega ma praegu ise ka väga hästi ei tea, mida tuleks robootika reguleerimisel teha või tegemata jätta. Oleme üllatavalt kiiresti jõudnud olukorda, kus isesõitvad autod ongi tänavatel. Õnnetuste kõrval kerkivad olulisemaks võibolla hoopis küberkuritegevus, häkitavus ning programmeerimisvead, mis on teatud viisil ka peaaegu paratamatus. Näib, et ka kohtunikud peavad hakkama IT-d õppima. •

SELLES NUMBRIS: JAAK VILO

Leia kujundite pindalade suhe

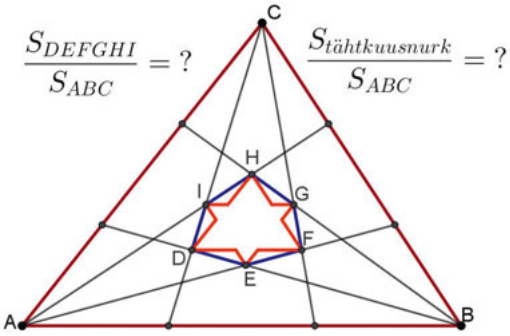
Seekordsetes ülesannetes tuleb leida kujundite pindalade suhe ning iga leitud suhte puhul tõestada, et see suhe on just nimelt leitud arv.

ÜI 1. Kolmnurga ABC küljed on jaotatud kolmeks võrdseks osaks ja seejärel on iga jaotuspunkt ühendatud vastastipuga nii, nagu on näidatud kõrvaloleval joonisel. Leia kolmnurga DFH ja kolmnurga ABC pindalade suhe.



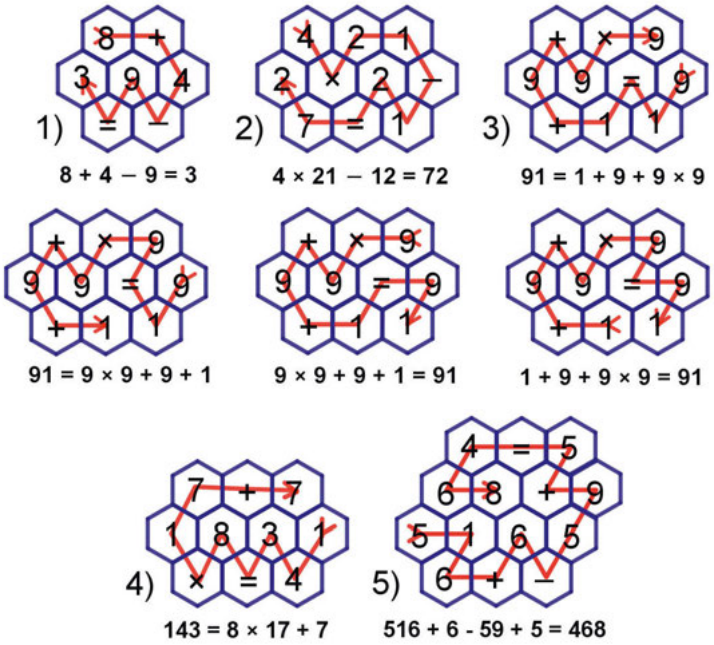
ÜI 2. Kolmnurga ABC küljed on jaotatud kolmeks võrdseks osaks ja seejärel on iga jaotuspunkt ühendatud vastastipuga nii, nagu on näidatud kõrvaloleval joonisel.
Leia kolmnurga EGI ja kolmnurga ABC pindalade suhe.

ÜI 3. Kolmnurga ABC küljed on jaotatud kolmeks võrdseks osaks ja seejärel on iga jaotuspunkt ühendatud vastastipuga nii, nagu on näidatud kõrvaloleval joonisel.
Leia kuusnurga DEFGHI ja kolmnurga ABC pindalade suhe.



ÜI 4. Kolmnurga ABC küljed on jaotatud kolmeks võrdseks osaks ja seejärel on iga jaotuspunkt ühendatud vastastipuga nii, nagu on näidatud ülaloleval joonisel. Leia joonisel oleva tähtkuusnurga ja kolmnurga ABC pindalade suhe.

5. vooru ülesannete vastused



Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. detsember 2017.

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

2017. aasta parimale nuputajale

auhinnaks 100 euro eest raamatuid Tallinna ülikooli kirjastuselt.

TALLINNA ÜLIKOOLI KIRJASTUS

Vooru võitja

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

Viienda vooru tulemused

Horisondi 5. numbri ülesanded ei olnud väga rasked. Iga ülesande üks õige lahendus andis ühe punkti. Kolmanda ülesande puhul oli aga neli erinevat teed, kuigi arvutused olid kõigi puhul samad.
Kõik need erinevad teed leidsid üles ja 8 punkti teenisid Kalle Kulbok, Meelis Reimets, Silver Rebenits ja Kuldar Traks.
Vooru auhinna võitis **Silver Rebenits**.

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

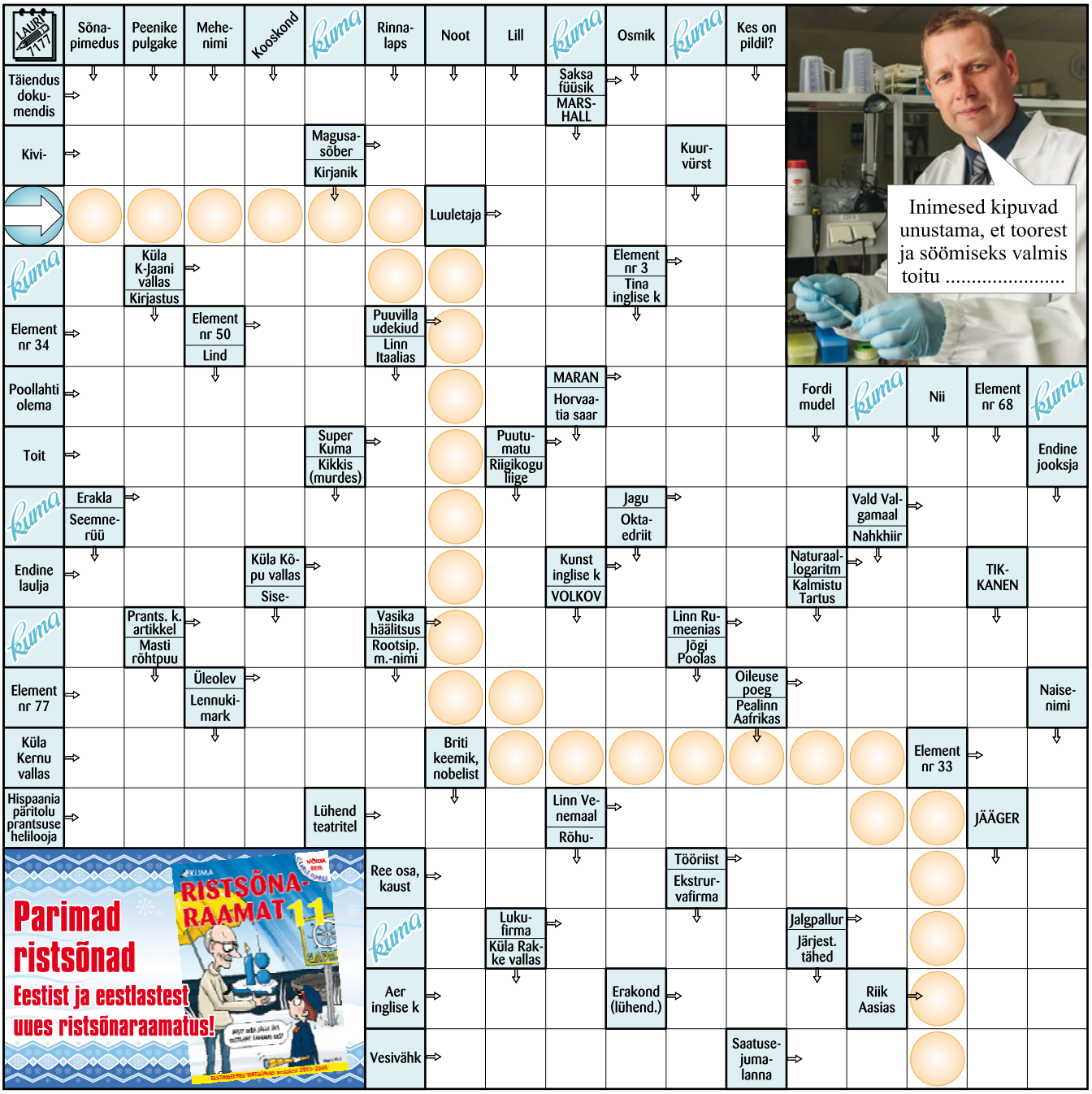
Vaata veebilehelt

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

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

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



Lahendajate vahel läheb loosi „Kuma Kange" aastatellimus.

Eelmise ristsõna õige vastus „Kuidagiviisi pole tehnoloogia ja teaduse areng seni kinkinud inimestele SUUREMAT KOGUST VABA AEGA" viitab juuli-augusti Horisondis ilmunud kunstnik Sandra Jõgeva mõtisklusele endast ja teadusest.

Loosi tahtel sai „Ristsõnarõõmude" tellimuse KREETE VIIRES Põlvamaalt.

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

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

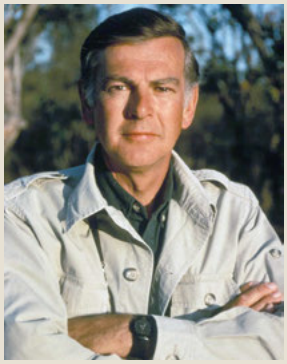
Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK
eelmises numbris:

„Hundist koeraks“, autor Urmas Saarma. Pole lugenud? Osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

1 See maal on valminud arvatavasti 1824. aastal. Kui mõelda selle autorile, siis muutub maali haarav fotorealism vähem üllatavaks. **Kes on maali autor?**

2 **Kes on see Euroopa päritolu ameerika paleoantropoloog**, Arizona ülikooli professor? Tema onu oli kolmekordne maadluse olümpiavõitja.



3 See ühe riigi rahvuspuu on hinnatud tarbetaim. Tema viljadest tehakse šampooni, õisi süüakse ja lehti kasutatakse küpsetuspaberi asemel mitmesuguste roogade valmistamisel. Lehti tarvitatakse ka verejooksu sulgemiseks, õied leiavad sageli kasutamist kunstkäsitöös ning õite kollane värv on kohaliku võimu sümbol, olles ka riigi lipuvärv. Oma nime on ta saanud ühe saksa botaaniku järgi. **Milline puu/põõsas?**

FOTOD: WIKIPEDIA

4 **Kes on ainus Euroopa monarh**, kes on maetud Ameerika Ühendriikidesse?

5 Selle linna vapp põhineb 1309. aasta pitsatil, mille keskset kujundit on peetud nii gooti kirjas A-täheks kui ka monogrammiks, kus on lisaks A-tähele veel M-täht, sümboliseerides Ave Mariat (ehk palvet Neitsi Maarja poole, kellele on pühitsetud ka linna toomkirik). Vapi ülaosas on hertsogikroon. **Millise linna vappi näete?**

MÄLUSÄRU 5/2017 VASTUSED

1. Brahma
2. Filipiinid (Makilingi mägi)
3. Manann (Manannán Mac Lir), väidetavalt on tema järgi nimetatud Mani saar
4. Caladrius
5. Oskar Kallis

● Mälusäru auhinnaraamatu „Astrid Lindgren. Päev nagu elu“ saavad loosi tahtel Maire Tühis, Epp Härm ja Reelika Laes.

Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

VASTA JA VÕIDA RAAMAT!
Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut „Viiskümmend eset meditsiini ajaloost“ kirjastuselt KOOLIBRI.

➔ Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmiklugu.

VASTUSEID
ootame 15. detsembriks 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

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

EIMUR

TEL. 671 9201
INFO@EIMUR.EE
WWW.EIMUR.EE

KATUSEFERMID
MAJAELEMENDID
ELEMENTMAJAD

OTSE TEHASEST!

EIMUR

TURVAKARDINAD

OTSE TEHASEST!

OÜ EIMUR Pärnu mnt. 102, Tallinn

PERUU, BOLIIVIA, TŠIILI, ARGENTINA	23.01–14.02.18	5990 €
ANNAPURNA BAASLAAGER	22.03–07.04.2018	2390 €
PORTUGALI AVASTUSRETK	18.–29.04.2018	1390 €
BAIKAL, TOKYO JA AMEERIKA	18.05–10.06.2018	4990 €
RONGIREIS LÄBI SIBERI	01.–21.06.2018	2690 €
KANADA KALJUMÄESTIK	27.06–12.07.2018	3390 €
ISLANDI MATKAREIS	24.07–03.08.2018	1390 €
KAMTŠATKA LOODUSREIS	21.07–01.08.2018	2990 €
BAIKALI AVASTUSRETK	23.–30.07.2018	1390 €
ASSOORID	15.–26.08.2018	1590 €
ALASKA LOODUSREIS	21.08–02.09.2018	3390 €
BORŽOMI MATKAREIS	17.–25.08.2018	1290 €
MONTENEGRO SEIKLUSREIS	05.–15.09.2018	1390 €
TIIBETI KULTUURIREIS	07.–20.09.2018	2990 €
JAAPANI MATKAREIS	10.–18.10.2018	2390 €

SANDBERG
REISID

tel 608 0869
Weizenbergi 20b, Tallinn
e-post info@sandberg.ee
www.sandberg.ee