KLIIMAMUUTUSTE JÄLG RAHVUSKIVIS

JANEK MÄGGI TEADUSEST

KOSMILISED TÄHEVOOLUD

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2017

5 / 2018 ■ SEPTEMBER-OKTOOBER ■ HIND 4.90 ■ 52. AASTAKÄIK

EESTI KONTUURI KUJUNEMINE

ISSN 0134-2282
9 770134 228007

ERILISTEST KRISTALLIDEST PÄIKESEPATAREID

AKADEEMIK MART KALM: KUNST MUUDAB MAAILMA PAREMAKS

OTSID KORSTNALE MÜTSI? TEEME ÄRA!

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

25 aastat kogemusi

A&M Toode

VÕTMED KÄTTE PLEKITÖÖD

AS TOODE KATUSEABI:
TELEFON: 659 9400, 800 7000

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

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

horisont
52. AASTAKÄIK

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015
RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2017

5/2018
september-oktoober

SELLES NUMBRIS

Alar Rosentau, Taavi Pae
Kui vana on Eesti kontuur? 12
Kuidas on kujunenud Eesti euromüntide tagaküljelt tuttav rannajoon? Kuidas kujunes Eesti ida- ja lõunapiir?

Rein Einasto
Paesse peidetud kliimamuutused 18
Niiske ja kuiva kliima tsükliliselt vahelduvad perioodid ilmnevad kontrastselt nii kivimite koostises kui elukooslustes.

Ulvar Käärt
Kuidas ammutada päikesest võimalikult palju elektrit? 34
Tallinna tehnikaülikooli laborites arendavad teadlased uusi tehnoloogiaid ja materjale, millega saaks päikesepatareisid toota senisest keskkonnasõbralikumalt ja odavamalt.

Peeter Tenjes
Tähevoolud – meie Linnutee tormilise mineviku tunnistajad 48
On hinnatud, et Linnutee nähtav struktuur on kujunenud algselt mitmesaja kuni tuhande kääbusgalaktika põrkumisel ja ühinemisel.

HORISONT KÜSIB

Üksainus küsimus 8
Maido Merisalu
Milliseid uurimisvõimalusi pakuvad kiirkaamerad?

Intervjuu 26
Kunst muudab maailma paremaks
Eesti kunstiakadeemia rektori Mart Kalmuga vestles Horisondi toimetaja Helen Rohtmets-Aasa.

Mina ja teadus 39
Riigihalduse minister Janek Mäggi

SIIT- JA SEALTPOOLT HORISONTI

Piret Pappel. Nisu genoom sai lõpuks järjestatud 3

Kliimaanalüüs: põllumehe töö läheb Eestis raskemaks 4

Verbaalne võimekus mõjutab vanemates klassides matemaatikaoskuste omandamist 5

Piret Pappel. Kontaktläätsed reostavad maailmamerd 6

Mihkel Kama. Raketifirma SpaceX kümme aastat pärast esmastarti: turuliider ja Marss silmapiiril 8

Sõna lugu 7
Udo Uibo. Rubla ja kopikas

Muuseumipärl 10
Kirvega sõna kallal

Teine maailm 24
Keelikloom *Fritillaria borealis*

Ain Kallis. **Ilm ja loomad** 32

Aafrika 40
Aafrika südames: eestimaalased Belgia Kongos

Harakale haigus 42
„Tihvtiriidist naljalt lapsed eluga ei päest"

Dokument kõneleb 44
Eesti kannatus ja lootus sinimustvalgetel albumilehtedel

Luu-uurija leid 46
Luukasvajaga skelett Tallinna Tõnismäe kalmistult

Igameheteadus 47
Värvigem rakke!

Kosmosekroonika 54

34

12

OLÜMPIAAD

Sulev Kuuse
Rahvusvaheline bioloogiaolümpiaad Iraanis 56

Andreas Must
Maateadused kõigi jaoks 58

PRAKTILIST

Raamat
Tiit Kändler
Loogika loogiline ebaloogika 59

Jüri Engelbrecht
Üheksa korda mõõda, üks kord lõika 61

Enigma 62
Jaota objektid pentamino kujunditeks

Ristsõna 63

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

26

FOTO: VALLO KRUUSER

Nagu eelmised tänavuse aasta Horisondid, seilab ka see number osaliselt Eesti 100 laineil. Omariikluse tekkimisega seotud üksikasjade lahkamise asemel uurime seekord hoopis lähemalt, kuidas üldse on kujunenud meie kodumaa kontuurid ja samas ka Eestile omased aluspõhja settekivimid. Esmalt kaardistame geoloog Alar Rosentau juhatusel, kuidas on Eesti rannajoon muutunud pärast mandrijää alt vabanemist umbes 12 000 aastat tagasi kuni tänaseni välja. Paevana Rein Einasto nihutab ajahorisonti veelgi kaugemale ehk enam kui neljasaja miljoni aasta taha, kirjeldades, millistes oludes hakkas tekkima meie rahvuskivi paas. Mõlema – nii rannajoone kui ka täna ehitusmaterjalina hinnas oleva paekivi – kujunemine on käinud paljuski maailma muutuva kliima taktikepi järgi.

Paekivi tekkelugu läheb Horisondi tegijatele väga korda, kuna meie väike toimetus asub Eesti uuema aja paearhitektuuri ühes sümbolehitises – rahvusraamatukogus. Tunnistan ausalt, et Paevana loo toimetamise järel vaatan selle esmapilgul igavhalle paekivist seinu hoopis teise pilguga. Tegelikult kõnelevad need siluri ajastu troopilises meres settinud Tagavere paest arhailise tegumoega laotud seinad mõndagi üllatavat ja põnevat. Baltika ürgmanner koos tänase Eesti alaga oli jõudnud siluris, mil Maa kliima oli tänapäevasest keskmiselt koguni 10 kraadi soojem, lõunapoolkera jahedalt polaaralalt ekvaatorile. Ühtlasi oli seljataha jäänud ordoviitsiumi ajajärgu lõpetanud suure liikide väljasuremislaine põhjustanud jäätumisperiood.

Meie rahvuskivis peegelduvate pidevate kliimamuutuste taustal tundub natuke naljakas, kuidas me üritame maailma kliima tänast *status quo*'d iga hinna eest säilitada. Tõsi, tulises kliimadebatis on kõlanud väiteid, et kunagi varem pole muutused toimunud niivõrd kiiresti kui praegu. Just seepärast süüdistataksegi kliimapööretes inimtegevust, mis tuleks muuta senisest keskkonnahoidlikumaks.

Olgu sellega kuidas on, aga Maa kauge mineviku suhestamisest inimesega meenub mulle üks geoloogide seas palju afišeeritud võrdlus. Nimelt, kui panna maakera ligikaudu 4,6 miljardi aasta pikkuse ajaloo märgilise tähtsusega sündmused meie igapäevasesse 365 päevaga kalendriaastasse, siis vanimate praeguseni säilinud kivimite tekkimise algus oleks võrreldav märtsi keskpaigaga. Esimesed elusolendid, bakterid, ilmuksid umbes aprillis või mais. Elustiku plahvatuslik mitmekesistumine algaks novembri teisel poolel ja kestaks kümnenda detsembrini. Sauruste valitsemise aeg ulatuks sealt edasi jõuludeni ning alles vana-aasta õhtul kell kaheksa koputaks uksele esimene inimene. Inimkultuuri ajalugu, kuhu paigutub lõpuks ka lühivaatus Eestist, kestaks selles mõõtkavas vaid aasta viimastel sekunditel. Mõtlemapanev, kas pole? •

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

ESIKAANEL: Euroopa kosmoseagentuuri satelliidi Sentinel-2A 2. juunil 2018 tehtud infrapunavalguses foto Hiiumaa ümbruskonnast.
Foto algandmed töötles Tartu observatooriumi kaugseire osakond
FOTO: ESA / SENTINEL-2A / TARTU OBSERVATOORIUM

EESTI
TEADUSTE AKADEEMIA

horisont

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

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

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

Tellimine: 610 4105,
loodusajakiri@loodusajakiri.ee

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

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

ISSN 2228-3471 (e-luger)
Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, 2018
Trükkinud Printall AS

Keskkonnamärgistus
4041 0820
Trükitoode

HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel

Nisu genoom sai lõpuks järjestatud

Maakera kasvav rahvastik vajab üha rohkem toitu. Samas ohustab muutuv kliima kõigi teiste toiduviljade seas ka nisusaaki. Hea uudis on see, et augustis avaldas rahvusvaheline teadlaste konsortsium nisu seni kõige täpsema genoomikaardi. Selle toel loodetakse suurendada nisu põua- ja haiguskindlust ja parandada terade kvaliteeti. Tohutu töö võttis aega 13 aastat.

WIKIPEDIA

Harilik nisu

Trendidieediteadlikud nahutavad nisu, kuis jõuavad. Siiski annab see teravili praegu ligi viiendiku kogu inimkonna tarbitavast toiduenergiast. Kogu Maal on nisupõldude all ligemale 220 miljonit hektarit. Eestis võtab tali- ja suvinisu enda alla umbes poole teravilja külvipinnast ja möödunud aastal laiusid nisupõllud ligemale 165 000 hektaril.

Tänapäevase nisu kujunemise taga on pikk ja keeruline lugu. Nisu on üks kõige vanemaid kultuurtaimi, mille algupärane kodu on Lähis-Idas. Põldu hakati seal pidama juba kümme tuhat aastat tagasi. Kogu maailmas kasvatatavast nisust umbes viis protsenti on tetraploidne (neljakordse kromosoomistikuga) kõva nisu (*Triticum durum*), mis sisaldab rohkelt valku, kuid vajab kasvuks kuivemat ilmastikku. Ülejäänud 95 protsenti on heksaploidne ehk kuuekordse kromosoomiarvuga harilik nisu ehk pehme nisu (*Triticum aestivum*). Nisu on kujunenud välja kahe hübridiseerumise käigus kolmest diploidsest looduslikust kõrrelisest, mis kuuluvad nisu ja torupea perekonda.

Kahe teise olulise toidutaime, riisi ja maisi genoom sai järjestatud juba 2002. ja 2009. aastal. 2008. aastal valmis põldsoja geenikaart. Nisu DNA järjestamise muutis raskeks genoomi suurus, kinnitab Tallinna tehnikaülikooli geenitehnoloogia osakonna professor Erkki Truve. „Nisu genoom on äärmiselt suur ehk umbkaudu 16 miljardit nukleotiidi. Nisu on heksaploid, mis tähendab, et igast geenist on genoomis kuus koopiat ning nende ükshaaval kromosoomidele paigutamine on bioinformaatiliselt keerukam kui diploidsete organismide puhul."

Lisaks on selle teravilja DNA väga keeruline. „Nisu genoom on äärmiselt rikas mobiilsete DNA elementide poolest. Need on tuhandete koopiate kaupa üksteisele väga sarnased ja nende õige asukoha leidmine kromosoomidel on taas bioinformaatiliselt väga keeruline ülesanne." Seepärast polegi varem avaldatud kultuurnisu genoomi, küll aga üksikute nisu kromosoomide geenijärjestusi.

2005. aastal võttis rahvusvaheline nisu genoomi sekveneerimise konsortsium ülesandeks kaardistada kultuurnisu sordi 'Chinese Spring' genoom. Selle töös osales 20 riigi teadlasi rohkem kui 70 uurimisasutusest. Täielikult annoteeritud referentsgenoom (ehk võrdlusaluseks kasutatav geenikaart, milles on kirjas geenide täpne asukoht ja lisatud ka nende funktsioonide kirjeldused) avaldati augustis ajakirjas Science. See sisaldab 21 kromosoomi geenijärjestusi, 107 891 geeni ning lisaks veel infot umbes 4 miljoni molekulaarse markeri kohta, millel on mõju geenide avaldumisele. Lisaks avaldati osa uurimistulemusi ka ajakirjades Science Advances ja Genome Biology.

Ülimalt väärtuslik ongi teave nisu pärilikkust reguleerivate biokeemiliste võrgustike kohta. Oluline on teada, millised geenid hakkavad tööle taime eri arenguetappides ja milliseid lülitatakse sisse ning välja siis, kui taim on stressis (näiteks põua, mineraalainete puuduse või kahjurite rünnaku ajal).

Sordiaretajatele peaks nisu geenikaardist kõvasti abi olema, kuna suur hulk põllumehe jaoks olulisi omadusi kujuneb välja paljude geenide koostoimel ja nende avaldumist mõjutavad ka keskkonnatingimused. Näiteks on nisu referentsgenoomis kindlaks tehtud hulk geene, mis mõjutavad nisukõrre omadusi, ja neid saab kasutada põua- ning kahjurikindlate sortide aretamiseks. Lisaks on lootust, et nisutaime biokeemiliste radade parem tundmaõppimine aitab luua sorte, mille valkusid saaksid tarbida ka need inimesed, kes praegusi nisutooteid ei talu.

Nisu DNA järjestamise muutis raskeks genoomi suurus – selles on umbkaudu 16 miljardit nukleotiidi.

Piret Pappel

Horisondi „Vereta jahi“ lemmikpilt. Tänavusel loodusfotovõistlusel „Vereta jaht“ sai ajakirja Horisont auhinna Argo Argeli päikesekullane tabamus jänesest. Autor kirjeldab foto lugu järgmiselt: „Jänes õhtuvalguses. Jahi teise päeva õhtul oli pimekohting jänesega. Ootas teine kenasti põllul ja näitas ennast heas valguses. Mälestuseks see kena pilt.“
Seekordne „Vereta jaht“ toimus 18.–20. maini Pärnumaal Lodja kandis ning ihaldatuim jahiloom oli tänavune aasta loom ilves.

Kliimaanalüüs: põllumehe töö läheb Eestis raskemaks

Eesti maaülikoolis valminud hiljutine analüüs kinnitab, et ilmastiku ekstreemsused on sagenenud, mis omakorda kasvatab riski, et Eesti põllumajandustootjad peavad tulevikus toime tulema senisest karmima keskkonnaga. Kogemused 30 katsetalust näitavad, et põllukultuuridest ikaldub kõige sagedamini põlduba, halval aastal ebaõnnestub kõige täielikumalt tatar. Samas mõjutab kliimamuutus ka talivilju, püsikultuure ning söödavaru.

Teadlaste hinnangul suureneb tõenäosus, et õhutemperatuuri keskmine tõus 2–4 °C jõuab meieni talveperioodil või tabab Eestit põuaperioodide ja kuumalainetena. Näiteks esines Tartu piirkonnas kolme viimase dekaadi vältel uuritava perioodi esimeses pooles üle seitsme päeva kestvaid kuumalaineid üheksal korral. Sealhulgas registreeriti kolmel aastal kuumalaineid kahel korral. Perioodi teises pooles on kuumalaineid esinenud 15 korral, neid ühel aastal kaks, ühel kolm ja 2010. aastal neli korda sama suve vältel. Kliimahaavatavuse analüüsil kasutatud mudel prognoosib lähiaastatel vegetatsiooniperioodi soojussummade tõusu 10%.

Kui seni on näiteks põlduba peetud perspektiivseks tulukultuuriks, räägivad analüüsitulemused, et uudisviljade näol on tegemist pigem riskikultuuridega, mis võivad olla kasumlikud üksnes heal aastal. Tulu ette arvestada põllumehel kindlasti ei tasuks.

WIKIPEDIA

Põllult koristatud põldoad

„Kliimamõjudega on võimalik kohaneda, kuid selleks tuleb tootjal investeerida agrotehnoloogilisse paindlikkusse, parandada muldi, keskenduda taliviljade talvekindluse suurendamisele ning mitmekesistada kultuuride ja sortide valikut,“ sõnas Eesti maaülikooli taimekasvatuse dotsent Enn Lauringson.

Eesti teadlased osalevad kliimamuutuste mõjude hindamise meetodi väljatöötamisel projekti LIFE AgriAdapt käigus. Kliimamuutuste mõjude hindamine toimub neljas peamises Euroopa Liidu kliimariskipiirkonnas: Lõuna-, Lääne-, Kesk- ja Põhja-Euroopas. Projekti käigus analüüsitakse kokku 120 katsetalu haavatavust ning igale talule kavandatakse sobivad kohanemismeetmed.

EESTI MAAÜLIKOOL / HORISONT

Tallinna tehnikaülikool näitas iseautot

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

A ugustis esitles TTÜ Paide arvamusfestivalil avalikkusele Eesti esimest isejuhtivat sõiduvahendit, mida ülikool kutsub iseautoks. Väikest bussi meenutav sõiduk, mida ülikool kutsub iseautoks, valmib TTÜ tänavu tähistatava 100. sünnipäeva raames. Iseauto on täisautonoomne isejuhtiv sõiduk, kuhu mahub neli kuni kuus inimest. Sõiduki pikkus on 3,5, laius 1,5 ja kõrgus 2,4 meetrit. Sügisel hakkab see ringi sõitma – keskmiselt kiirusega 10–20 km/h – Mustamäel TTÜ 50 hektari suuruses linnakus.

Iseauto valmib TTÜ ja Silberauto koostöös. Selle ehitamise erinevates faasides on löönud kaasa ka ABB, Telia, Taxify, Starship Technologies ja veel mitmed teised ettevõtted.

HORISONT

Verbaalne võimekus mõjutab vanemates klassides matemaatikaoskuste omandamist

H iljuti Tallinna ülikooli loodus- ja terviseteaduste instituudis doktorikraadi kaitsnud Kaja Mädamürk uuris oma töös matemaatikaoskuste arengu seoseid õpilaste kognitiivsete ja motivatsiooniga seotud näitajatega.

Doktoritöö vaatles õpilasi kolmandast üheksanda klassini ning selle tulemused näitasid, et õpilased võivad jõuda sarnase matemaatikateadmiste tasemeni mööda erinevaid arenguteid. „Kolmandas ja viiendas klassis oli sarnase arvutamisoskusega õpilastel erinev verbaalsete oskuste tase. Seega ka keskmisest kehvemate verbaalsete oskustega õpilased suutsid sellel tasemel arvutamisoskuse omandada," selgitas Mädamürk ja lisas, et sarnane seos ei tulnud aga välja kaheksandas ja üheksandas klassis tehtud uuringus. „Vanemates klassides on arvutamisülesanded juba nii keerukad, et kehvemate verbaalsete oskustega õpilastele võivad need raskusi valmistada," avas ta töö järeldusi. Mädamürgi sõnul viitab tulemus sellele, et kehvemate verbaalsete oskustega õpilaste matemaatikaalased probleemid ei pruugi ilmneda esimestes klassides, kuna õpilased suudavad nõutud oskused omandada piisavalt heal tasemel.

Autori sõnul võivad õpiraskused ilmsiks tulla alles hilisematel aastatel, mil matemaatikas õpitav muutub õpilaste jaoks keerukaks. Selliste probleemide ennetamiseks on tema hinnangul vaja õpilaste kognitiivseid võimeid testida põhikooli esimeses astmes ja kujundada õpikeskkond vastavalt nende vajadustele.

PIXABAY

„Esimestes klassides on õpilased tavaliselt õppimisest huvitatud, kuid üldjuhul huvi ja motivatsioon õppida langeb kooliaastate jooksul," tõdes Mädamürk, kes uuris doktoritöös ka meisterlikkusele (nt soov matemaatikas õpitut mõista, tahe lahendada ka keerukamaid ülesanded), tulemusele suunatuse (nt soov saada häid hindeid) ning huvi seost matemaatikaoskuste arenguga seitsmendast üheksanda klassini. Tulemused näitasid, et õpilased, kes olid seitsmendas klassis kõrgema meisterlikkusele suunatuse ja väga heade matemaatikaoskustega, olid sarnaselt heade oskustega ka kaheksandas ja üheksandas klassis. Samuti eristusid üheksandas klassis väga heade matemaatikaoskustega õpilased teistest kõrgema huvi poolest. Siiski näitasid tulemused ka seda, et mitmed kehvemate oskustega õpilased võivad pigem vajada tuge just matemaatikaoskuste omandamisel, mitte niivõrd seoses motivatsiooni ja huvi tõstmisega.

TALLINNA ÜLIKOOL / HORISONT

WIKIPEDIA

Kontaktläätsed reostavad maailmamerd

Kontaktläätsed muudavad nägemisprobleemidega inimeste elu võrratult mugavaks ja nii mõnigi kannab värvilisi läätsi ka puhtalt edevuse pärast. Paraku on nende kasutusiga üsna lühike, näiteks ühepäevased läätsed tuleb suisa igal õhtul minema visata. Ameerika keemia seltsi konverentsil esitletud uuringu kinnitusel tekitab see arvestatava hulga plastprügi, vahendas teadusuudiste portaal EurekAlert.

USA Arizona osariigi ülikooli teadlastel tekkis huvi kontaktläätsi kui mikroplastiallikat uurida isiklikust huvist. Uuringu üks autoritest, Rolf Halden, kinnitas, et ta on prille või läätsi kandnud suure osa oma elust ning seetõttu tahtis ta teada, mis juhtub kasutatud kontaktläätsedega. Paraku on seda käsitlevaid uuringuid väga vähe. Sestap korraldasid teadlased ise kontaktläätsekandjate seas küsitluse, millest selgus, et kuni 20 protsenti neist viskab kasutatud läätsed tualetti või uhab need kraanikausist alla.

Kontaktläätsi kannab hinnanguliselt kuni 35 miljonit ameeriklast ja nende seas on üha menukamad just ühekordsed läätsed, mis tuleb igal õhtul minema visata. Nii võib veekogudesse jõuda arvestatav hulk kasutatud läätsi. Need vajuvad põhja ja ohustavad eelkõige põhjaeluviisiga loomi, kes võivad neid toidu pähe sisse süüa.

Mis läätsedega vees edasi juhtub, on suuresti teadmata. Kontaktläätsede valmistamiseks kasutatakse teistsuguseid materjale kui näiteks pakendite tootmisel. Enamasti koosnevad läätsed mitmest eri tüüpi plastist – nii luuakse pehme pind, mis laseb läbi hapnikku ega ärrita silmi.

Kuidas selline plastikokteil veepuhastusjaamas käitub või looduses lagunema hakkab, pole teada. Sellepärast korraldas Halden koos oma kaastöötajatega katse, kus kontaktläätsedes levinud eri tüüpi polümeerid pandi kokku veepuhastusjaamades levinud mikroorganismidega.

Teadlased loodavad, et läätsetootjad hakkavad vähemalt pakendile kirja panema, et kasutatud kontaktläätsed tuleks visata tavalise prügi hulka, mitte neid kanalisatsioonist alla lasta.

Bakteriga samas keskkonnas olnud läätsede struktuuri uurimine kinnitas, et mikroobid hakkavad läätsematerjali pinna keemilisi sidemeid lõhkuma. Kui see kestab pikka aega, lagunevad ilmselt ka läätsed pisemateks osadeks ja nii tekib juurde vee-elustikku ohustavat mikroplasti. Veeloomad söövad tibatillukesi plastitükke endale sisse ja toiduahela kaudu jõuab plast lõpuks ka inimeseni.

Teadlased loodavad, et läätsetootjad hakkavad vähemalt pakendile kirja panema, et kasutatud kontaktläätsed tuleks visata tavalise prügi hulka, mitte neid kanalisatsioonist alla lasta. Samuti tuleks põhjalikumalt uurida, kuidas ja kui ruttu eri tüüpi läätsed veekeskkonnas lagunevad.

Uuring tehti Ameerika Ühendriikides. Siinkandiski kannavad paljud kontaktläätsi, kuid millised on eestlaste harjumused? Sellele küsimusele oskab vastata Stockholmi keskkonnainstituudi (SEI) Tallinna keskuse vanemekspert Harri Moora.

SEI osalusel on lõppemas rahvusvaheline projekt „Plastijäätmete teekond Läänemerre“. Selle käigus koguti teavet tekkiva plastprügi koguste kohta. Samuti töötati välja metodoloogia mereprügi päritolu, allikate ja merre sattumise teekondade kaardistamiseks ja seireks.

„Küsitlesin kontaktläätsede kasutajaid ning selgus, et kontaktläätsed lähevad ka Eestis tihti WC-potti või kraanikaussi,“ kinnitas Moora. Tema sõnul on läätsed meie vetes siiski suhteliselt väike mikroprügiallikas.

„Palju olulisem on tähelepanu pöörata suurematele reostusallikatele, näiteks suitsukonidele. Neid jõuab merre ikka tohutus koguses.“ Tallinnast Läänemerre jõudvast prügist moodustavad sigaretifiltrid ligi poole. •

Piret Pappel

Rubla ja kopikas

Ajaloo jooksul on Eestit valitsenud erinevad võimud ja siin on käibinud mitmesugused rahatähed ning mündid. Mõned on püsinud rahva mälus, mõned unustatud ja nende nimetused mõjuvad tänapäeval naljakalt. Kes meist on kuulnud näiteks sellistest müntidest nagu *robi* ja *tibu*? Ometi on nad olnud siinmail kasutusel ja need sõnad esinevad meie kirjakeele vanimates mälestistes.

Vene rahasüsteemi iseloomustavad sõnad *rubla* ja *kopikas* ilmuvad eesti kirjakeelde XVIII sajandil, kui Eesti- ja Liivimaa ala läks Venemaa koosseisu. Näiteks „Eesti Ma-Rahwa Kalender, ehk Täht-Ramat 1774 Aasta peäle“ kirjutab Türgi sõjaga ühenduses: *Meie polest tahheti siis et keik kullutus mis selle söa läbbi olli tehtud, meile pidid tassutud sama, ja sedda arvati mitto tuhat kord tuhat Rubla wäärt.* Ja 1781. aastal ilmunud „Köki ja Kokka ramat“ õpetab vasikaraguu tegemist nõnda: *Te üks laekas Pabberist, woia sedda woiga, märi siis üks kord torest wassika lihha Waarsi [= 'vasikahakkliha'], ni pakso kui üks wie koppeki tükk, pohja peäle ning äärte ümber. Panne siis poolt topi rööska koort ehk rööska pima tullele, panne nattoke woid, sibbulad, Muskatplomi* [= 'muskaadiõisi']*, riwi-leiba, ja penikesseks leigatud Petersilli lehti sennna sisse, lasse keeta, ja panne siis kitsokessed tore wassika lihha träämlid* [= 'ribad'] *senna jure. Keeda sedda jälle nattoke, ja lasse pärrast külmaks sada, liguta agga wahhest ümber, ja kui se on külmaks sanud, siis kalla sedda selle Pabberi laeka sisse, ripputa riwi-leiba peäle, ja panne monned pissikessed tükkid woid senna peäle. Küpseta sedda siis ahjus, ja anna sedda sellesamma laeka sees waagna peäle ülles.*

Need rahaühikud jäid Eestis väikeste vaheaegadega kasutusele kolmeks sajandiks. Venemaal on need käibel olnud kauemgi, rubla (*рубль*) alates XIII sajandist ja kopikas (*копейка*) alates XVI sajandist, seejuures mündile vermitud ametliku nimetusena alles XVIII sajandi algusest.

Kust rubla ja kopikas oma nime on saanud, selle kohta on mitmeid versioone, kuid enamiku neist võib juba pealiskaudsel vaatlusel rahulikult kõrvale jätta. Kõige levinuma tõlgenduse järgi lähtub sõna *rubla* (*рубль*) sõnast *рубить* 'raiuma', sest esialgu kasutatud maksevahendina väärismetalli kange, millest raiutud vajaliku suurusega tükke. Sõna *kopikas* (*копейка*) aga on tuletatud sõnast копьё 'oda', sest Moskva vürstiriigi XVI sajandi väikestel hõbemüntidel oli kujutatud Püha Jüri, kes võitleb lohemaoga, oda käes. Vene Föderatsioonis praegu käibivatel kopikatel on see Püha Jüri motiiv ajaloolise viitena uuesti kasutusele võetud. •

Udo Uibo, keelemees

Vene Föderatsiooni kopika (2007) esi-ja tagakülg

WIKIPEDIA

HORISONT KIRJUTAS

50 aastat tagasi

HORISONT 9/1968, LK 59

Septembrinumber vahendab teadusajakirjas Science et Vie ilmunud Renaud de la Taille'i artiklit tormilisest Päikesest:

„Aastatuhandeid uskus inimene, et ta elab Maal, tänapäeval tuleb see lihtsameelne kujutlus hüljata. Tehiskaaslaste abil saadud andmeil elame tegelikult Päikese atmosfääris. Päikesest sõltub palju. Iga väring tema pinnal peegeldub meis kas hästi või halvasti. Päike muutub „ärevaks“ 11, 80 ja 400 aasta järele. Tänavu langevad kõik need kolm tsüklit ajaliselt ühte. Siberi taigas kuulevad raadioobservatooriumide astronoomid mõnikord Päikest „kisendavat“. Ta paiskab kaugele kõike tuhaks muutvaid leeke. Maal vaikib raadio, puude kasv seiskub... Niisuguste nähtuste tekkimises on süüdistatud küll aatomipommi, küll väljalastud rakettmürske, küll heli kiirust ületavaid lennukeid. Kuid eksitakse – süüdi on Päike.“

40 aastat tagasi

HORISONT 10/1978, LK 28

Aiatark Juhan Kerdi jagab aednikele oktoobrikuuks asjakohaseid soovitusi:

„Aiatööriistad tuleb enne hoiuruumi paigutamist hoolikalt puhastada, raudosad kergelt sisse õlitada. Aiakääridel võtame vedru välja, vabastame käärid pinge alt ja õlitame need. Lava aknad, aiamööbli ja lillekepid paigutame talveks varju alla. Pärast lehtede varisemist pritsime vanemaid viljapuid raudvitrioli 4-5%-se vesilahusega. See hävitab samblikke, koorepragudesse peitunud kahjureid ja ka kärntõve eoseid. Tuletame veel kord meelde, et marjapõõsaid tuleb harvendada ja noorendada sügisel. Nüüd on selleks sobiv aeg. Järgmisel aastal saaki andvatelt vaarikavartelt lõikame ära rohtse ladva umbes 20 cm pikkuselt.“

30 aastat tagasi

HORISONT 9/1988, LK 34

Tehnikakandidaat Ustus Agur kirjeldab artiklis „Kompuutrid ja kurjategijad. Raal – süüta süüdlane“ üht värvikat häkkimisjuhtumit USA-s:

„Hoopis ohtlikumad on häkkerite vembud, mis on seotud sissemurdmisega sõjalistesse arvutisüsteemidesse. See oht sai laialt tuntuks tänu USA filmile „Sõjamängud“, milles häkker juhuslikult muugib lahti strateegiliste rakettide juhtimiskomando arvutisüsteemi ning äärepealt vallandab kolmanda maailmasõja. Ent nagu tihti juhtub, andis ka kõnealune film tõuke sääraste katsete kordamiseks. Näiteks pääses rühm Milwaukee häkkereid ligi USA kaitseministeeriumi arvutisüsteemidele. Seevastu Hamburgi raaliklubi liikmed muukisid lahti USA kosmoseuuringute ametkonna NASA arvutivõrgu ja andmepangad, õppisid sealt infot lugema ja ka seda muutma üksnes selleks, et juhtida tähelepanu asja ohtlikkusele – kuriteo võimalikkusele.“

20 aastat tagasi

HORISONT 9/1998, LK 18

28. septembri öösel 1994 uppunud parvlaev Estonia huku põhjuste uurimise komisjoni liige, Tallinna tehnikaülikooli professor Jaan Metsaveer lahkab katastroofi tagamaid:

„Vigu, mis viitab paljude instantside ükskõiksele suhtumisele Estonia ohutusnõuete täitmisel, oli liiga palju. Kogu selle suhtumise tagapõhjaks tundub aga olevat teadmiste puudus võimalike visiirile mõjuvate lainekoormuste kohta. Ei osatud arvata, et sellise laia ja kaugele ette ulatuva vöörieendiga visiiri puhul tekivad tormisel merel niisugused suured visiiri lukke purustavad jõumomendid. Ka visiirilukkude konstruktsiooni vaadates saab selgeks, et neid ei peetud vastutusrikasteks sõlmedeks ning sellest tulenevalt ei pööratud neile tõsist tähelepanu.“

Raketifirma SpaceX kümme aastat pärast esmastarti: turuliider ja Marss silmapiiril

SPACEX

Ajalooline hetk: SpaceX-i raketi Falcon Heavy edukas start toimus tänavu 6. veebruaril 2018. Pildil olevad raketi esimesed astmed on juba oma töö teinud ning maanduvad, et uuesti kasutusse minna

Taaskasutatavad raketid on suuresti tänu USA eraettevõttele SpaceX reaalsuseks saanud ning erasektor on suurriikide valitsustelt võtmas mehitatud kosmoselendude monopoli. Valmistudes SpaceX-i esimeseks mehitatud katselennuks rahvusvahelisse kosmosejaama 2019. aastal, heidame põgusa pilgu ettevõtte viimase kümne aasta arengule ning kiikame ka tulevikku.

Maailma ehk kuulsaim kosmoseraketttide tootja, SpaceX, asutati praegusel kujul 2002. aastal ning selle juhiks tõusis kiiresti värvikas leidur-ettevõtja Elon Musk. Eesmärk seati kõrge ja koguni ulmeline: teha kosmoselendude „kilohind" varasemast tasemest kümme korda odavamaks ning aidata sellega kaasa kosmose uurimisele, muuhulgas Marsi-koloonia rajamisele. Tolle ajani olid kanderakettide disainis ja ehitamises omanud monopoli peamiselt suurriikide kosmoseagentuurid ja nende heaks töötanud suurfirmad nagu Arianespace, Boeing ja Lockheed Martin, mis ei olnud tuntud oma kuluefektiivsuse poolest. Juba 2008. aasta 28. septembril õnnestus SpaceX-i esimese raketi, Falcon 1 start, millest kirjutas ka tollane Horisont. Kuid SpaceX oli siis alles uustulnuk.

Edasine areng on olnud kiire. Uuest raketist, Falcon 9-st, on saanud tõeline tööhobune – kui 2014. aastal oli sel kuus edukat lendu, siis aastal 2017 juba kaheksateist ning sel aastal on oodata veelgi suuremat arvu kosmoselende. Sellise tempoga on SpaceX täna keskmise suurusega rakettide hulgas mahult kõigist konkurentidest kaugel ees. Orbiidile saadetakse nii USA valitsusagentuuride, muuhulgas kaitsetööstuse satelliite, kui ka teiste riikide ja ettevõtete omi.

SpaceX on esimene erafirma, kel on õnnestunud end sisse seada ka kaupade vedajana rahvusvahelisse kosmosejaama ISS. 2012. aastal põkkus raketil Falcon 9 üles saadetud kapsel Dragon esmakordselt ISS-iga ning nüüdseks on selle lennud kui mitte igapäevased, siis igakvartalised. Kosmosejaama toimetatakse toitu, varustust ja teaduseksperimente ning tuuakse sealt alla nii eksperimentide tulemusi kui jaama pardal tekkinud prahti. Nüüdseks juba 20-aastasele kosmosejaamale nähakse järjest enam tulevikku kosmoseagentuuride asemel ka erafirmade kasutuses, võimalikult ka turismiobjektina. Esialgu jätkuvad aga riiklikud mehitatud missioonid ning SpaceX on üks kahest ettevõttest, keda Ühendriikide valitsus on rahaliselt toetanud, et välja arendada uued mehitatud lendude kapslid. Nii SpaceX-i CrewDragoni kui Boeingu Starlineri kapslite katselende on oodata lähima aasta jooksul.

Astronautika ajalugu tehti ka 2015. aastal, kui esmakordselt õnnestus kanderaketi Falcon 9 esimese astme (raketi „alumise" ehk esimesena töötava osa) maandumine pärast laadungi orbiidile saatmist. Sellega algas SpaceX-i taaskasutatavate rakettide ajastu, mille senine hiilgehetk saabus käesoleva aasta 6. veebruaril, mil raskemate laadungite veoks mõeldud Falcon Heavy esmalennul raketi esimese astme mõlemad kaks komponenti edukalt maandusid.

SpaceX-i ja Elon Muski visioon lähikümnendiks on aga suurem. Eesmärk on kasutusse tuua uus, võimsam rakett BFR (Big Falcon Rocket), mille põhieesmärk on teha Marsi-lennud piisavalt odavaks, et asutada inimkonna esimene baas teisel planeedil. BFR-i saab aga plaanide järgi kasutada suurte veoste või inimeste kiireks toimetamiseks ükskõik kuhu nii maakeral kui ka lendudeks Kuule. Raketi ehitus võimaldab sel toimida nii veo- kui tankimislaevana.

Saame näha, kas visioon inimkonna laienemisest mitmele planeedile teostub ning kes selle lõpuks ellu viib. Uusi raketimootoreid töötab teiste hulgas madalat profiili hoides välja ka Amazoni asutaja Jeff Bezose ettevõte Blue Origin. Kindel on aga see, et SpaceX on äratanud inimestes usu, et areng selles vallas seisma jäänud ei ole. •

Mihkel Kama, astrofüüsik Cambridge'i ülikoolis

Milliseid uurimisvõimalusi pakuvad kiirkaamerad?

Me elame imelises maailmas, mida suudame tajuda looduse poolt antud meelte abil vaid osaliselt.

Kaasaegse tehnoloogia abil on tunnetuste spekter hüppeliselt laienenud – näiteks suudame nüüd kõrgtehnoloogiliste mikroskoopidega tungida inimsilmale nähtamatusse mikroskoopilisse maailma, et näha lausa aatomeid. Või hoopiski kasutame võimsaid teleskoope, et visualiseerida hiiglaslikke kosmilisi struktuure. Seda kõike saab seejuures teha palju laiemas elektromagnetkiirguse lainepikkuste vahemikus, kui palja silmaga eales võimalik.

Piirav parameeter võib aga tegelikult olla ka aeg – mõned protsessid on nii aeglased, et reaalajas inimene muutust ei tajugi, ning mõned protsessid jällegi nii kiired, et jäävad inimsilmale nähtamatuks. Aeglaste protsesside (näiteks lille kasv) visualiseerimiseks piisab, kui pildistada uuritavat objekti kindla pikema ajavahemiku tagant ning hiljem lõigata piltidest kokku sujuv video, milles asjade käik on kiirendatud ehk isegi miljoneid kordi. Kuidas aga visualiseerida protsesse, mis kulgevad väga kiiresti – näiteks mõne millisekundi jooksul?

Inimsilmale jäävad pisinüansid kiirete protsesside puhul kindlasti märkamata, mistõttu on tarvis spetsiaalset kaamerat, mis võimaldab salvestada võimalikult palju kaadreid lühikese aja jooksul. Kui tavalised kaamerad salvestavad filmimisel vaid 30–60 kaadrit sekundis, siis kiirkaamerad 1000–1 000 000, sõltuvalt kaamerast ja selle hinnast, kuid samuti ka filmitavate pikslite ehk pildi väikseimate elementide arvust. Kui hiljem kuvada näiteks kiirusel 1000 kaadrit sekundis filmitud videoklipp kiirusel 25 kaadrit sekundis, siis on protsess aegluubis kuvatavas videos aeglustatud 40 korda, võimaldades inimesel näha väga kiireid protsesse (näiteks putukate tiivaliigutused või püssikuuli lendamine) nii, nagu nad tegelikult toimuvad. Näitena võib siinkohal tuua maailma odavaima kiirkaamera, millega on võimalik filmida kiirusel 1000 kaadrit sekundis videot, mille resolutsioon on 1280 x 720 pikslit. Selle lähedale küünib seejuures ka kaasaegse Samsung S9+ nutitelefoni kiirkaamera funktsioon (960 kaadrit sekundis, iga kaader 1280 x 720 pikslit). Kiirkaamerate puhul on võimalik filmitavate kaadrite arvu sekundis suurendada, kuid seda filmitavate pikslite arvelt. Näiteks saab sellesama maailma odavaima kiirkaameraga suurendada salvestatavate kaadrite hulka sekundis 1000-st kuni 38 000-ni, kuid siis on filmitav ala vaid 336 x 96 piksli suurune. Kui odavaimad kiirkaamerad koos vajalike lisadega saab kätte 4000–20 000 euroga, siis võimsamate hind küünib 200 000 euro lähedale. Selliste kaameratega on aga võimalik filmida juba kiirustel kuni miljon kaadrit sekundis – seda muidugi mitte eriti suure pikslite arvuga.

Kui tavalised kaamerad salvestavad filmimisel vaid 30–60 kaadrit sekundis, siis kiirkaamerad 1000–1000 000.

Üks esimesi kiirkaamera kasutajaid Eestis on Tartu ülikooli kõrvalettevõte Captain Corrosion OÜ. Haridus- ja teadusministeeriumi ning Eesti teadusagentuuri toel soetatud kaamerat kasutatakse erinevate katsete ja nähtuste filmimiseks, mille põhjal on praeguseks valminud juba mitmed teadusvideod.

Lisaks teaduslikele ja populaarteaduslikele katsetele kasutatakse sarnaseid kiirkaameraid maailmas ka erinevate toodete, näiteks elektroonikaseadmete testimiseks. Nii on võimalik näha, kuidas seadmed kukkumisel purunevad, et nõrkadele kohtadele tootearendusel rohkem tähelepanu pöörata. Samuti on kiirkaamera kasutusel mitmesuguste seadmete kiirelt liikuvate osade töö visualiseerimisel, et kontrollida, kas need toimivad nii, nagu vaja. Militaarsete rakenduste juures on sageli tegu ballistiliste testidega, kus uuritakse erinevate materjalide käitumist, kui nende pihta tulistatakse. Kiirkaamerat kasutatakse veel paljudes erinevates valdkondades – nii spordis, toiduainetööstuses, reklaaminduses kui ka meelelahutuses (näiteks filmides). Suurim piirang on kogu asja juures tõenäoliselt siiski inimese hoomata, kui põnev on tegelikult maailm aegluubis. •

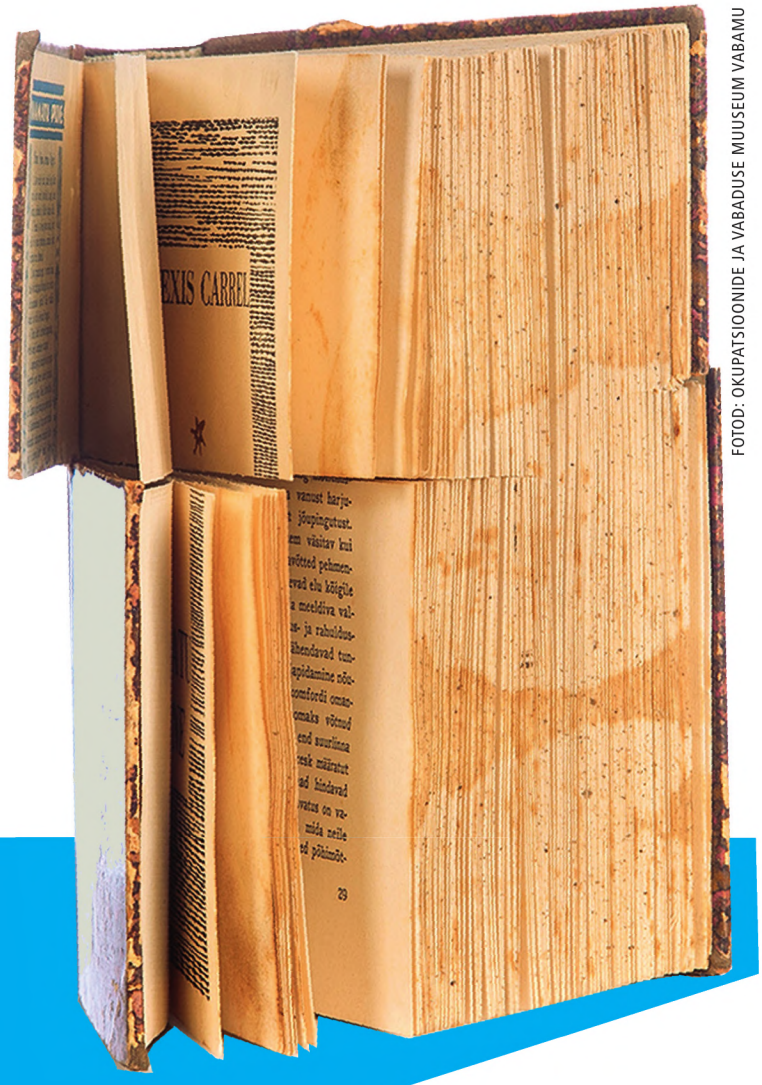
Lisaks teaduslikele ja populaarteaduslikele katsetele kasutatakse kiirkaameraid ka erinevate toodete, näiteks elektroonikaseadmete testimiseks.

ERAKOGU

MAIDO MERISALU
TARTU ÜLIKOOLI FÜÜSIKA INSTITUUDI INSENER, CAPTAIN CORROSION OÜ

Kirvega sõna kallal

Mittevabas ühiskonnas – nii autoritaarses kui totalitaarses – tunnevad riigijuhid põrgulikku hirmu sümbolite ees. Millega muidu põhjendada olukorda, kus võimuhaarajad keelustavad eelnenud korra riiklikud tähised – vapi, lipu ja hümni.



FOTOD: OKUPATSIOONIDE JA VABADUSE MUUSEUM VABAMU

Vabamu püsinäitusel saab näha Alexis Carreli raamatut „Tundmatu inimene", mida püüti omal ajal hävitada kirvelöögiga

Vabas, demokraatlikus ühiskonnas enamasti midagi sellist ei esine. Nii ei keelustatud 1918. aastal iseseisvunud Eesti Vabariigis tsaarikotkast ega rebitud selle kujutist maha hoonefassaadidelt ja raamatukaantelt ning samamoodi ei keelustatud Nõukogude Liidu ja Natsi-Saksamaa sümboleid iseseisvuse taastanud Eestis. Vabas ühiskonnas ei pea minevikust pärinevaid märke pelgama. Piisab ühiskondlikest normidest, mis nende kasutamist taunivad.

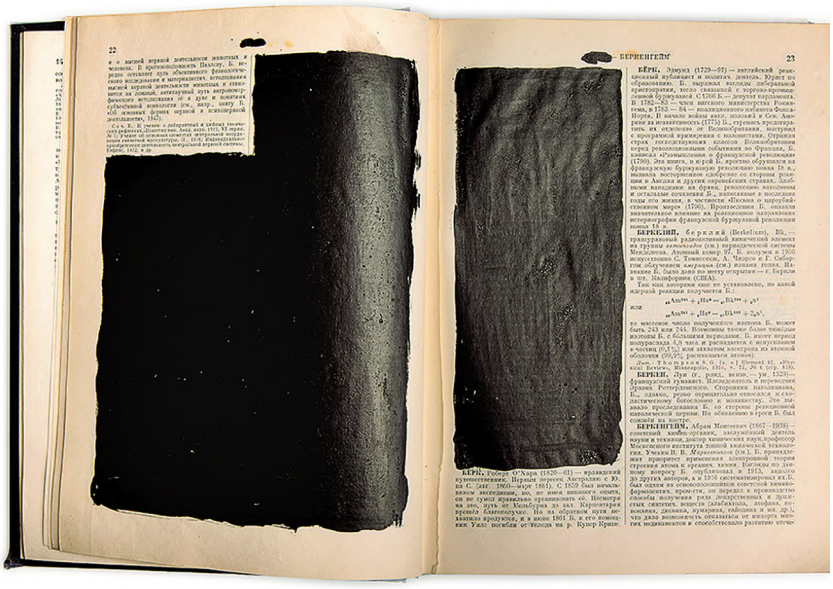
Sümbolitest ehk enamgi kardavad mittevabade ühiskondade juhid aga sõna ja selle jõudu. Maha saab suruda relvastatud vastupanu, tappa või vangistada viimasegi vabadusvõitleja, kuid sõna ei saa puuri panna. Sõna levib suust suhu ja kui see on kord välja pääsenud, on seda pea võimatu „tuppa tagasi tuua". Eriti kui mõelda meie tänasele peamisele mõttelevitajale, sotsiaalmeediale, mille vahendusel levivad sõnad valguskiirusel üle kogu maailma.

Kuigi sõna levikut on raske ohjata, leidub siiski üritajaid. Nii minevikus kui ka tänapäeval. Mõnelgi pool maailmas, ka meist mitte väga kaugel, tsenseerivad võimud ajakirjandust ning üritavad piirata inimeste juurdepääsu Facebookile, Twitterile, Youtube'ile jt sotsiaalmeedia kanalitele. Ikka selleks, et vaba sõna ja sõltumatud mõtted ei saaks levida. Sarnane tegevus oli omane ka Eestit Teise maailmasõja ajal ja järel okupeerinud totalitaarsetele võimudele – keelati ja hävitati kirjandust, tsenseeriti ajakirjandust, sokutati inimeste sekka koputajaid (ja võeti avasüli vastu koputada soovinuid).

Okupatsioonide ja vabaduse muuseumi Vabamu uuelt püsinäituselt leiab mitmeid näiteid Nõukogude võimuesindajate katsetest kustutada inimeste mälust möödanikku ning sõna levikut piirata. Näha saab albumit, mille kaanelt on keegi hoolikalt maha kraapinud sõnad „Eesti Vabariik 1918–1939" ja neid illustreerinud kolm lõvi, aga ka näiteks 1950. aastal ilmunud „Suure Nõukogude entsüklopeedia" viiendat osa, milles Lavrenti Beria kohta kirjutatud artikkel on kaetud musta värviga – saatuse irooniana võis möödaniku kustutaja ühel hetkel ka ise kustutatud saada. Üheks ehedamaks näiteks mittevaba süsteemi absurdsusest võib aga pidada keelatud trükiste nimekirja kantud raamatut, mis on kirvega pooleks raiutud.

16. augustil 1940. aastal, mõni nädal pärast Eesti lülitamist Nõukogude Liidu kooseisu, loodi toonase haridusministri Johannes Semperi korraldusega kümneliikmeline raamatute keelamise komisjon. Paari kuuga keelustati üle 1500 teose, millele lisandusid osaliselt keelatud trükiste nimekirjad. Põlatuks tunnistatud kirjandus tuli eemaldada raamatukogudest, koolidest, poodidest ja soovitatavalt kodudestki. 1941. aasta suvel algas Nõukogude tsensuuriorgani, Glavliti eestvõtmisel kokku kogutud raamatute hävitamine, milleks võidi teinekord kasutada koguni kirvest.

Jaht ohtlikule kirjandusele jätkus ka sõja järel, Nõukogude okupatsiooni taastudes. Eriti suurt hoogu kogus keelustamine pärast 1950. aasta Eestimaa Kommunistliku Partei Keskkomitee VIII pleenumit – vabariigi perioodil ja Saksa okupatsiooni



Nõukogude inimesele kahjulikuks peetut värviti raamatutes üle ja kraabiti maha nende kaantelt

ajal ilmunud kirjanduse kõrval hakati keelatud raamatute nimekirjadesse kandma nüüd ka põlustatud eesti kommunistide kirjatöid. Põlu alla ei pidanud seejuures alati sattuma teose autor, vaid piisas ka tõlkijast. Nii oleks muuseumis eksponeeritud pooleks löödud raamat pidanud tegelikult oma sisult Nõukogude võimudele igati meelepärane olema – oli ju teose autor, prantsuse bioloog Alexis Carrel Nõukogude Liidu Teaduste Akadeemia kahekordne auliige –, kuid raamatu eesti keelde pannud Leo Anvelti töid ei peetud enam nõukogude inimestele sobivaiks.

Nimekirjad kirjandusest, mis oleksid võinud nõukogude inimese maailmapildile halvasti mõjuda ja mis seetõttu ära keelati, kehtisid pea okupatsiooni lõpuni, 1988. aastani välja.

Sander Jürisson, okupatsioonide ja vabaduse muuseumi Vabamu näituste juht

KUI VANA ON EESTI KONTUUR?

Aerofoto Põõsaspea neemest.
Meres paistab Osmussaar

ALAR ROSENTAU

Meie rannajoone kujunemine

Kuidas on kujunenud Eesti euromüntide tagaküljelt tuttav rannajoon? Millal tõusid merest Eesti saared? Kui hästi on meie rannakontuuris aastatuhandete vältel toimunud muutused täheldatavad tänases Eesti reljeefis? Riigi suurel juubeliaastal on neile küsimustele igati asjakohane vastuseid otsida.

WIKIPEDIA / TIIT TÕNURIST / HIIUMAA MUDELIKLUBI

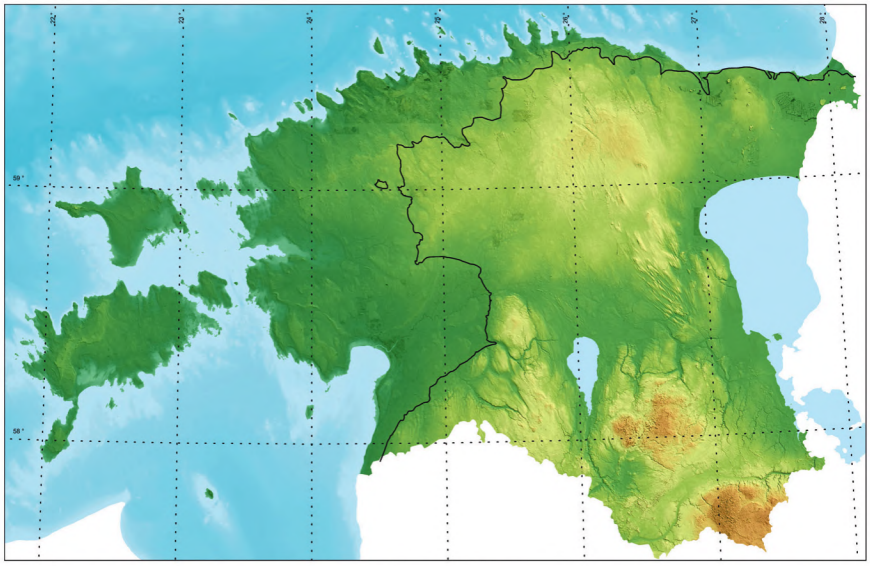
Alates mandrijää taandumisest siinsetelt aladelt (perioodil ligi 14 000–12 000 aastat tagasi) on meie rannakontuur pidevalt oma asendit muutnud. Eelkõige on nende muutuste taga olnud jääajajärgne maatõus, Läänemere ühenduse olemasolu maailmamerega või selle puudumine ning maailmamere veetaseme tõusu intensiivsus. Nimetatud tegurite koostoimel on meie rannjoon korduvalt nihkunud nii mere kui ka maismaa suunas, mis on üldkokkuvõttes siinset maismaa pindala järjest suurendanud. Lokaalsetest teguritest on rannajoone kujunemist mõjutanud ka rannasetete ümberpaiknemine, randu purustavad tugevad tormid ning inimtegevus – muutused, mis on kohe silmaga hästi tabatavad ning tajutavad pelgalt ühe inimpõlve jooksul. Pikaajalistest muutustest arusaamiseks tuleb uurida kaugetel aegadel kujunenud rannamoodustisi, millest osa on praeguses reljeefis tänaseni säilinud. Head võimalust selleks pakuvad Maa-ameti kaardirakendused, kus aerolaserskaneerimise ehk LiDAR (ingl k *Light Detection And Ranging*) kõrgusandmete abil on võimalik tuvastada kohati kilomeetrite pikkuseid vanade rannajoonte fragmente (rannavallid, -astangud, maasäärd, rannikuluited jt).

Balti jääpaisjärv

Mandrijää taandumise käigus ja järel kattis suurt osa tänasest Lääne- ja Põhja-Eestist külmaveeline Balti jääpaisjärv (jää taandumisest kuni 11 700 aastat tagasi), millest annavad tunnistust nii sügavaveelised aastakihilised viirsavid kui ka jääpaisjärve rannamoodustised (vt joonis 1). Tänases reljeefis nähtavatest jääpaisjärve rannamoodustistest on ühed kaunimad Kilingi-Nõmmest läände jäävad vanad maasäärd. Praegu paiknevad need ligi 30 meetrit üle merepinna ning on kuhjunud jääpaisjärve rannavööndis juba ligemale 11 800 aasta eest. Põhja poole liikudes on Balti jääpaisjärve rannajoon märksa kõrgemal, olles Hageri ja Kohila kandis rohkem kui 65 meetri kõrgusel üle merepinna. Tingitud on see ebaühtlasest maatõusust, mis kiireneb kunagise Skandinaavia jäätumisala keskme – nüüdse Botnia mere suunas. Jääpaisjärve rannajoone kirdesuunalisi (kiireima tõusuga) lõike pidi liikudes võib nende kõrgus kasvada koguni 35 sentimeetrit kilomeetri kohta. Kui mandriliustiku taganemise käigus vabanes Kesk-Rootsis mandrijäärst nn Billingeni mägedest põhja poole jääv madalam koht, voolas jääjärv sedakaudu väga kiiresti ookeani tühjaks. Vaid mõne aastaga alanes jääpaisjärve veetase ligi 25 meetrit – tollase ookeani tasemele – ning veemaht vähenes ligi 7800 km^3 võrra. See sündmus on muutnud kõige drastilisemalt Eesti, aga ka teiste Läänemere-äärsete alade rannakontuuri. Viidumäe piirkonnas kerkis tõenäoliselt just siis esmakordselt veest välja mandriliustiku ja selle sulavete setetega kaetud nn Saaremaa selgroog ehk Lääne-Saaremaa kõrgendik.

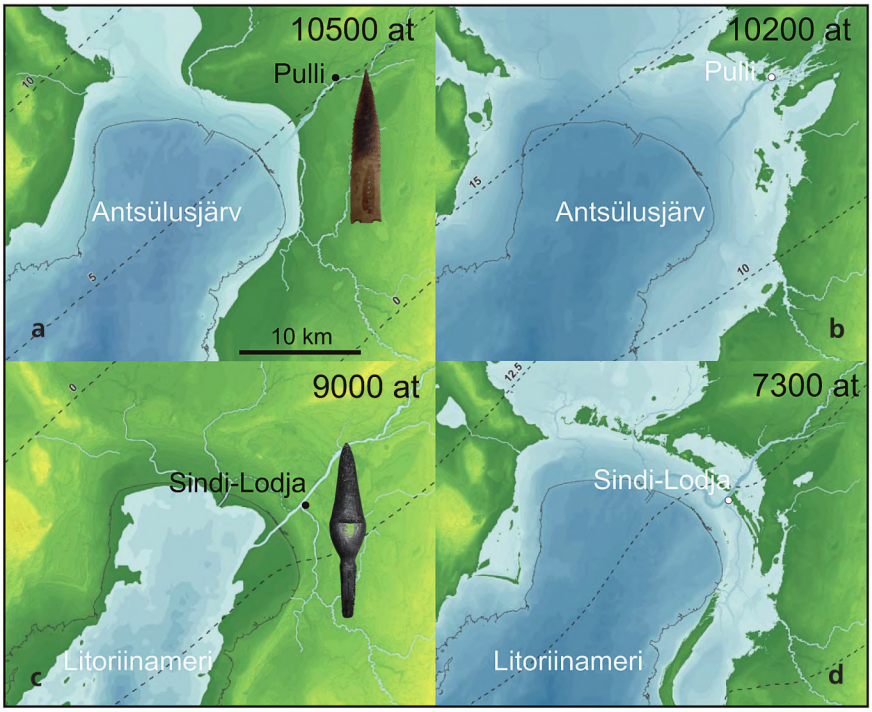
Joldiameri ja Antsülusjärv

Pärast katastroofilist veetaseme langust toonases jääpaisjärves tungis Läänemere nõkku peagi soolane ookeanivesi ja algas Joldiamere (11 700–10 700 aastat tagasi) arenguetapp. Tänapäevases reljeefis ei ole sellest perioodist rannavorme eriti säilinud, sest Billingeni väina sulgumise järel paisutati mandriliustiku sulaveed uuesti üles. Kujunes Antsülusjärv (10 700–9800 aastat tagasi), mille tõusev vesi ja kiiresti maismaa poole nihkuv rannajoon paljud Joldiamere rannavormid enda alla



Joonis 1. Balti jääpaisjärve rannajoon ligi 11 800 aastat tagasi enne järve katastroofilist mahajooksu. Kaardistatud Maa-ameti LiDAR kõrgusandmete ja varasemate geoloogiliste uuringute põhjal (samuti on kaardistatud rannajooned joonistel 3, 5 ja 6). Mandri-Eesti rannajoone pikkus oli siis ligi 530 km.

Aluskaart (siin ja samuti joonistel 3, 4, 5 ja 6): Maa-ameti fotokaart LiDAR reljeefivarjutusega

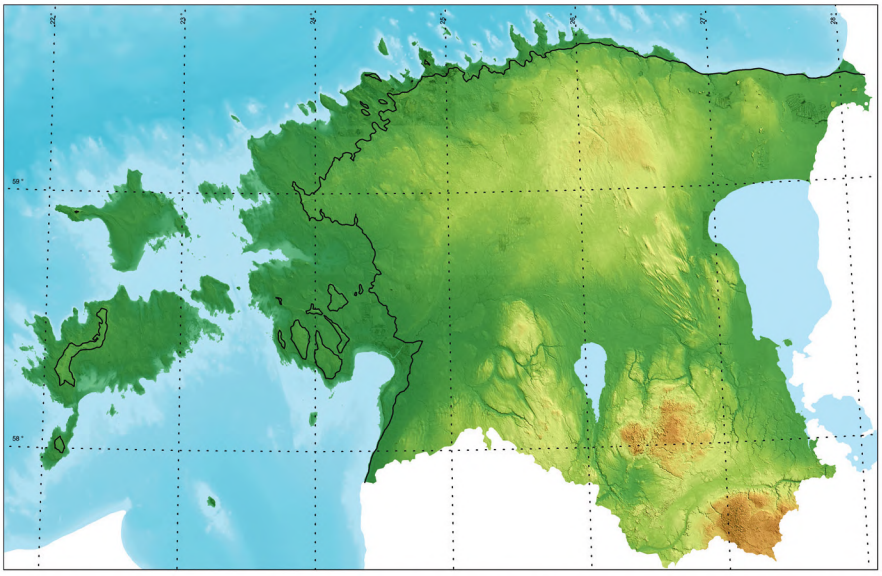


Joonis 2. Rannajoone muutused Pärnu lahe ümbruses erinevatel arenguetappidel: a) Antsülusjärve rannajoon Pulli asustuse aegu ligi 10 500 aastat tagasi ning Pulli kultuurkihist leitud tulekivist nooleots; b) Antsülusjärve kõrgeim rannajoon 10 200 aastat tagasi ja vee alla jäänud Pulli; c) Varajane Litoriinameri 9000 aastat tagasi, mille rannajoon paiknes tänapäevase lahe põhjas ning tollane üks varasemaid hülgeküttide asulakohti Sindi-Lodjas koos kultuurkihist leitud luust nooleotsaga; d) Litoriinamere kõrgeim rannajoon ligi 7300 aastat tagasi ja vee alla jäänud Sindi-Lodja asulakohad.
Paleogeograafilised rekonstruktsioonid: Triine Nirgi, Hando-Laur Habicht ja Alar Rosentau; arheoloogiafotod Aivar Kriiska

mattis. Antsülusjärve ülespaisutamise perioodist on teada ka Eesti vanim asulakoht, Pärnu jõe alamjooksul paiknenud Pulli, mille kujunev järv hiljem üle ujutas (vt joonis 2). Antsülusjärve kõrgeima veetaseme rannakontuur on LiDAR kõrgusandmetes üsna hästi jälgitav, kuna hilisemad mere pealetungid meie alal enam nii kõrgele ei ulatunud (vt joonis 3). Mõnel pool, näiteks Matsalu lahest idas, Velise-Teenuse piirkonnas, näitavad luitestunud rannavallid Antsülusjärve lahe asukohta. Sellest veelgi madalamal mere pool paiknevad rannavallid tähistavad aga juba järgmise arengustaadiumi, Litoriinamere (9800–4500 aastat tagasi) taset (vt joonis 4). Sarnaselt Balti jääpaisjärvega lõppes ka ülespaisutatud Antsülusjärve staadium väljajooksuga maailmamerre, mis alandas Läänemere veetaset ja muutis taaskord märkimisväärselt meie rannakontuuri.

Antsülusjärve mahajooksu järel võis meie rannakontuur paikneda mõningates aeglasema maatõusuga piirkondades tänasest rannajoonest mere pool. Pärnu lahe põhjas annab sellest tunnistust jõesetetega täitunud orusäng, mille vanus on ligemale 9000 aastat. Lõuna-Rootsi rannikumeres on sarnaste orgude äärest avastatud väga põnevat ja erakordselt hästi säilinud mesoliitilist leiumaterjali, sh puidust tööriistu, mis muidu õhu käes kiiresti lagunevad ning arheoloogilises leiumaterjalis reeglina ei säili.

Antsülusjärve ülespaisutamise perioodist on teada ka Eesti vanim asulakoht, Pärnu jõe alamjooksul paiknenud Pulli, mille kujunev järv hiljem üle ujutas.

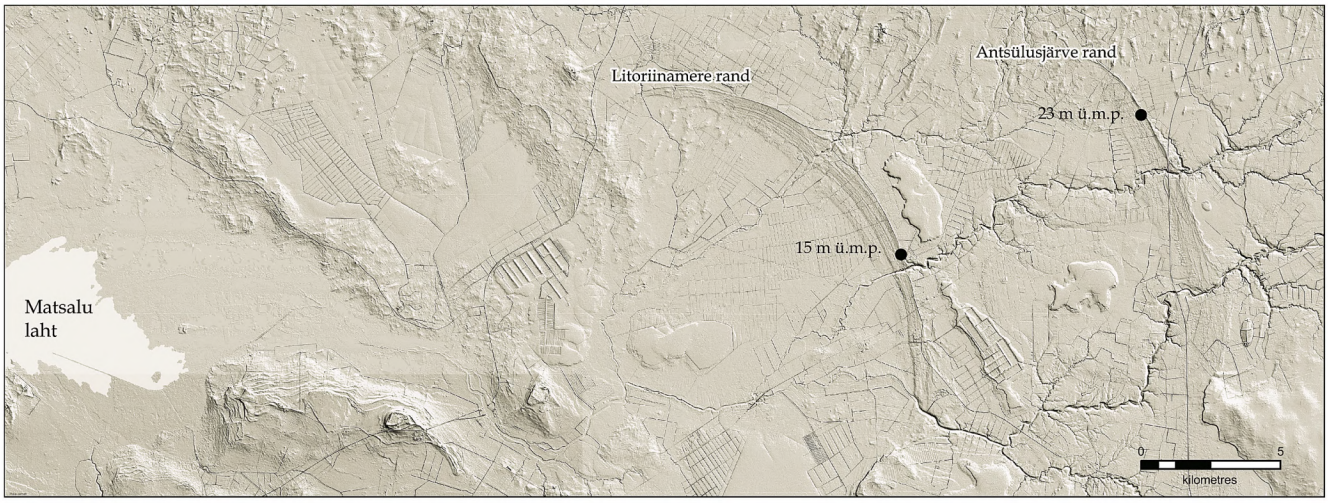


Joonis 3. Antsülusjärve kõrgeim rannajoon ligi 10 200 aastat tagasi. Mandri-Eesti rannajoone pikkus oli siis ligi 580 km

Litoriinameri

Tänapäevases reljeefis on vanadest rannajoontest ehk kõige paremini nähtav Litoriinamere kõrgeim rannajoon, mille absoluutkõrgused tõusevad Kõpu piirkonnas 25 meetrit ja Pärnu ümbruses ca 10 meetrit üle merepinna. See kujunes ligi 7300 aastat tagasi (joonis 5) tänu põnevale kombinatsioonile jääajajärgsest maatõusust ning maailmamere taseme tõusu aeglustumisest. Nimelt on maailmamere tase pärast viimast jäätumist järjepidevalt tõusnud – suurte mandriliustike intensiivse sulamise perioodil kiiremini, hiljem aeglasemalt. Litoriinamere alguses tõusis meretase siinkandis ligi üks meeter sajandis. Kiire tõusu käigus ujutati üle ulatuslikud rannikualad ning mere alla jäid meie mesoliitilised asulakohad Narvas ja Pärnus.

Kui maailmamere veetaseme tõus pidurdus, hakkas Eesti rannikualadel tooni andma maatõus ning rannajoon nihkuma järk-järgult tänapäevase kontuuri poole. Kiviajal meie aladel tegutsenud küttide-kalurite-korilaste asulapaigad paiknesid sageli just Litoriina-



Joonis 4. LiDAR kõrgusandmetest nähtavad Antsülusjärve ja Litoriinamere rannamoodustistega piiritletud lahesopid Matsalu lahest idas Maa-ameti fotokaardil

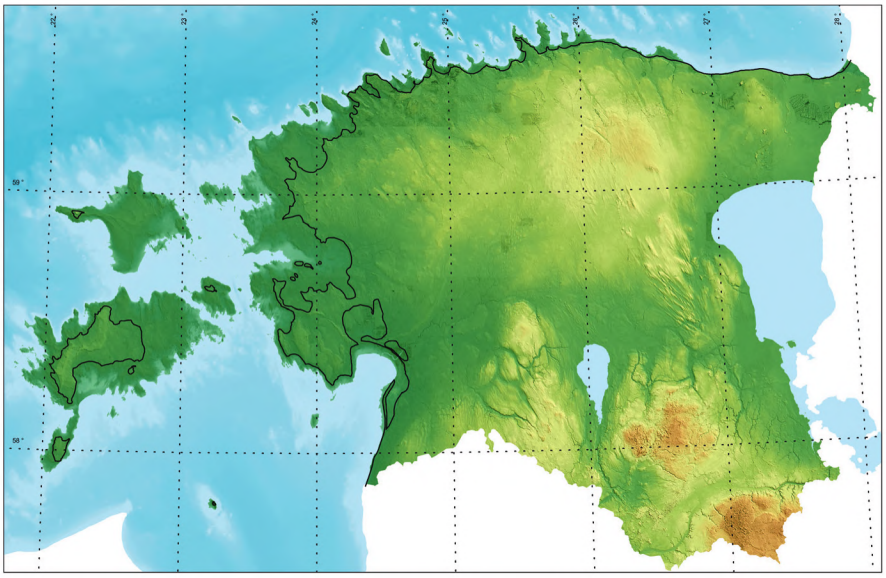
mere rannavööndis ning viimase taandudes liikusid asuladki sellega kaasa. Üks rannaga seotud asulakohti on ka Horisondi 2009. aasta 5. numbris kirjeldatud Vabaduse väljaku ligi 5000 aasta vanune neoliitiline asulakoht. Tollane rannajoon, mis on tänasel Vabaduse väljakul kaetud ligi 2,5 meetrise kesk- ja uusaegse kultuurikihiga, ei ole nüüdses reljeefis kuigi hästi nähtav. Siiski on kultuurikihi levikut ning setteid uurides võimalik Tallinna lahe neoliitilisest rannajoonest aimu saada ning kujutada ette Vabaduse väljaku asulakoha paiknemist Härjapea jõe tollasest suudmest kilomeetri võrra loode pool, Toompea kalju tagusel muistsel liivarannal.

Litoriinamere alguses tõusis meretase siinkandis ligi üks meeter sajandis. Kiire tõusu käigus ujutati üle suured rannikualad ning mere alla jäid meie mesoliitilised asulakohad Narvas ja Pärnus.

Pronksiajast tänaseni

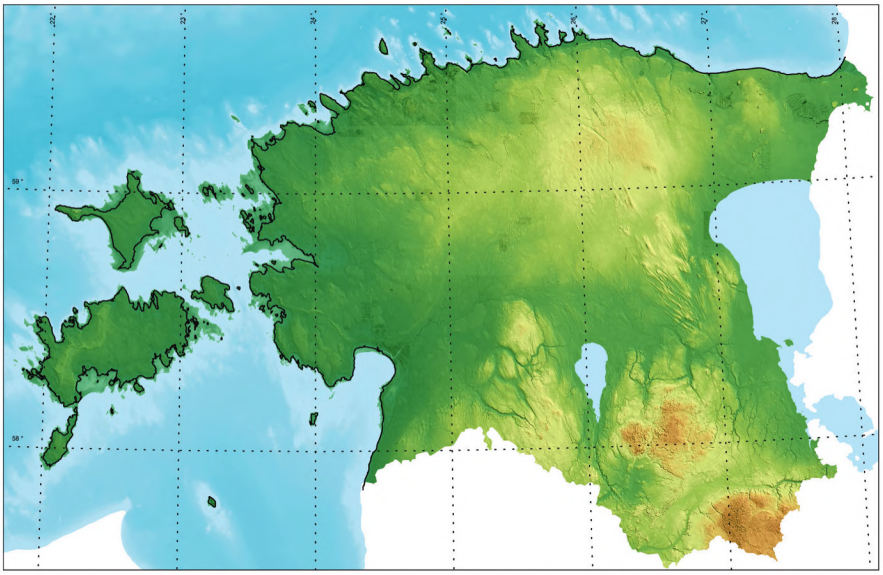
Pronksiaegse Limneamere kontuur (Limneamere arenguetapp alates 4500 aastat tagasi) on tänasega juba üsna äratuntavalt sarnane (vt joonis 6). Siiski võib kiirema maatõusuga piirkondades, sh Loode-Eestis ja saartel, märgata tänapäevaga võrreldes mitmeid erinevusi. Pronksiaegne, ligi 2600 aasta tagune rannajoon tõusis ligi 5 sentimeetrit kilomeetri kohta – see on ligi seitse korda vähem kui Balti jääpaisjärve rannajoon – ning tollane meretase oli Hiiumaa lõunaosas 7 meetrit, Käsmu kandis 6 meetrit ja Saaremaa lõunaosas 5 meetrit üle Amsterdami nulltaseme. Saaremaa tollased tähtsamad kindlustatud asulad Asva ja Ridala paiknesid siis muinasrannajoonele üsna lähedal ning on alles hiljem maatõusu tagajärjel nihkunud sisemaale.

Kui varasematel perioodidel rannakontuuris toimunud muutustest annavad aimu geoloogilised andmed või kõrgusmudelid, siis ajaloolisel ajal saame selleks kasutada ka vanu kaarte. Ehkki need ei pruugi rannakontuuri alati kõige täpsemalt kajastada, leiab neilt ometi teatud pidepunkte. Näiteks saab kaartide kaudu aimu, et viikingiaegse veetee ja lahingupaigana tuntud Salme väin, mis eraldab Saaremaad ja Sõrvet, oli veel 1704. aasta paiku olemas (vt joonis 7). Tänaseks laiuvad muistse väina aladel kraavitatud heinamaad ning väina kulgemisteest annab aimu juba osaliselt õgvendatud Salme jõe sängi kontuur. Kiire maatõusuga Loode-Eestis paiknes aga veel 220 aastat tagasi maismaast eraldi seisnud Noarootsi saar, mille taga laius Sutlepa meri. Eesti riigi sünni-



Joonis 5. Litoriinamere kõrgeim rannajoon ligi 7500 aastat tagasi. Mandri-Eesti rannajoone pikkus oli siis ligi 880 km

Pronksiaegne (2600 aasta tagune) Eestimaa kontuur on tänasega juba üsna äratuntavalt sarnane.



Joonis 6. Pronksiaegse Limneamere rannajoon ligi 2600 aastat tagasi. Mandri-Eesti rannajoone pikkus oli siis ligi 920 km. Tänapäevase rannajoone pikkus on sarnase detailsusega kaartidelt mõõdetuna umbes 1000 km, oluliselt suurema detailsusega Eesti põhikaardil on rannajoone pikkus aga üle 1300 km

Vanad kaardid näitavad, et viikingiaegse veetee ja lahingupaigana tuntud Salme väin, mis eraldab Saaremaad ja Sõrvet, oli veel 1704. aasta paiku olemas. Tänaseks laiuvad muistse väina aladel kraavitatud heinamaad.

hetkeks 100 aastat tagasi oli rannakontuur võtnud aga juba selgelt tänapäevase kuju, erinedes tänasest vaid lokaalselt, peamiselt inimtegevusest mõjutatud rannaaladel. Selle saja aasta jooksul on meretase alanenud ligi 25 sentimeetrit kiirema maatõusuga Hiiumaal ning mõned sentimeetrid Pärnu ja Narva-Jõesuu ümbruses.

Mis saab tulevikus?

Kuidas muutub meie rannakontuur tulevikus? Viimastel aastatuhandetel on Eestimaa meie meeleheaks pidevalt suurenenud, sest maapind on siinkandis tõusnud kiiremini kui maailmamere tase. Viimastel aastakümnetel on maailmamere tase hakanud kliima soojenemise tagajärjel aga möödunud sajanditega võrreldes tunduvalt kiiremini tõusma. Meretaseme muutuste tulevikustsenaariumid sõltuvad suuresti sellest, mida võtab inimkond ette atmosfääri paisatavate kasvuhoonegaasidega. Kui suudetakse heidete vähendamises kokku leppida, siis on oodatav meretaseme tõus väiksem. Kuid isegi juhul, kui kõik inimtekkelised saasteallikad nüüd ja praegu „kinni keerata“, jätkub inimtekkeline kliimasoojenemine ja maailmamere taseme tõus vähemalt 21. sajandi keskpaigani. ÜRO valitsustevaheline kliimamuutuste nõukogu (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) on võimalikud tulevikustsenaariumid oma prognoosides läbi mänginud. Arvestades IPCC stsenaariumite ning jätkuva maatõusuga meie rannikualadel, kerkib meretase Eesti rannikualal optimistliku stsenaariumi korral selle sajandi lõpuks 2000. aasta tasemega võrreldes 20–40 sentimeetrit. Pessimistliku stsenaariumi korral jätkab inimkond kasvuhoonegaaside õhkupaiskamist ning merevee tase tõuseb Eesti looderannikul ligi 40 sentimeetrit, Pärnu ja Narva-Jõesuu piirkonnas aga ligi 55 sentimeetrit. Eelkõige tähendab see, et aastatuhandeid kestnud rannajoone taandumise trend on peatumas ja asendumas meretaseme tõusutrendiga, mis suurendab rannikute erosiooni ning põhjustab senisest suuremaid üleujutusi. Möödanikus toimunud rannajoone ümberpaiknemistega võrreldes on sajandi lõpuks prognoositavad muutused aga siiski tagasihoidlikud, nii et euromüntidelt tuttavat Eestimaa rannakontuuri ei ole vähemalt esialgu tarvis ümber joonistama hakata.

RAHVUSARHIIVI FOTOKOGU

Joonis 7. Põhjasõjaaegsel Rootsi kaardil (aastast 1704) on Sõrvet Saaremaast lahutamas veel Salme väin, mis oli viikingiaegses Eestis oluline veetee. Ehkki tollane kartograaf Philip Johan Jaques on sellega mõista andnud väina olemasolu, ei ole ta samas suutnud kuigi adekvaatselt tabada Sõrve enda kontuuri

Alar Rosentau (1975) on kvaternaarigeoloog, kelle peamine uurimisvaldkond on pikaajalised meretaseme ja rannavööndi muutused Läänemeres ning seosed piirkonna esiajaloolise asustusega. Töötab vanemteadurina Tartu ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudis.

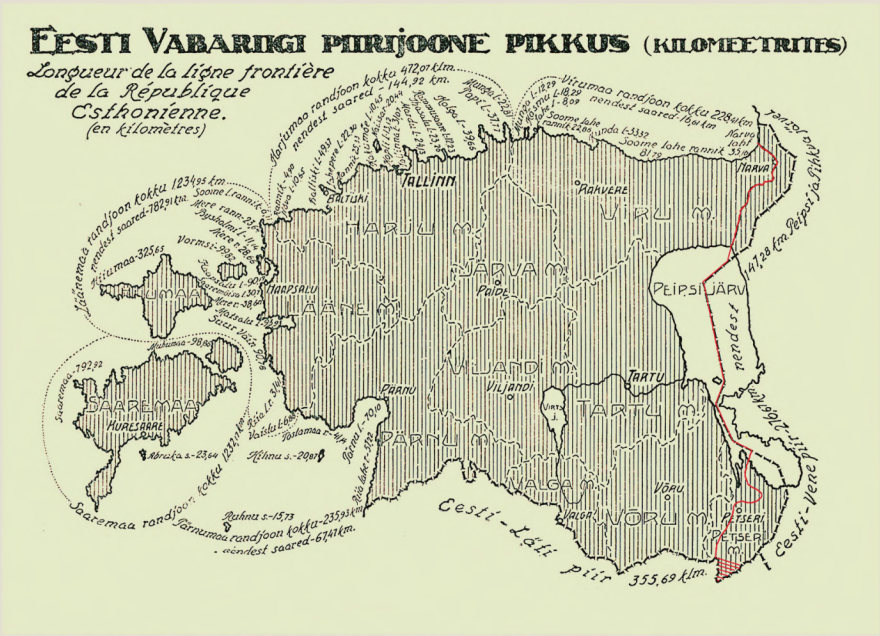
TAAVI PAE

Kuidas kujunes Eesti ida- ja lõunapiir?

Kui Eesti lääne- ja põhjapiir on suuresti seotud Läänemere kujunemisega, siis ida- ja lõunapiiri kujunemist on suunanud eelkõige poliitilised kokkulepped. Siiski on olnud ka siin, ja eriti idapiiri puhul, suur roll loodusel. Nii nagu Läänemeri, tegi ka Peipsi järv jääajajärgsel perioodil läbi suuri muutusi. Järvenõgu pärineb küll aastamiljonite tagant, kuid viimase jääliustiku taandumise järel on tänase Peipsi järve kohal laiunud nii jääpaisjärved kui ka nn Väike Peipsi – veekogu, mis paiknes vaid tänase järve põhjaosas. Täna kujutab Peipsi järv, mis on maatõusu tulemusena „vajumas“ lõuna suunas, suurt looduslikku takistust, mille kohale on tekkinud ka Eesti ja Venemaa vaheline poliitiline piir. Kui vaadata tänast Eesti kontuuri, siis kujutatakse seda aga enamasti ilma Peipsi järvel kulgeva piirita. Seda ilmselt põhjusel, et Peipsi läänerannikut mööda kulgev maismaapiir on kujunduslikult ilmekam.

Praegusest Eesti kontuurist saame tegelikult rääkida alates 1945. aastast, kui Narva jõe tagused alad ja suur osa Petserimaast liideti Vene NFSV-ga. Piiri eellugu ulatub aga Esimese maailmasõja lõpuaastatesse. 1917. aasta 12. aprillil andis Venemaa ajutine valitsus välja Eestimaa autonoomia määruse Eestimaa kubermangu administratiivse valitsuse ja kohaliku omavalitsuse ajutise korra kohta. Sellega liideti Eestimaa kubermanguga Liivimaa kubermangu kuulunud Pärnu, Saare, Tartu, Viljandi ja Võru maakonnad. Tekkis haldusüksus, mis sarnanes oma kujult nüüdisaegse Eesti Vabariigiga. Seisukohale, et Eestimaa oma loomulikes piirides, milleks peeti Balti mere, Soome lahe, Narva jõe, Peipsi järve ja Läti vahel asuvat maa-ala, tuleb kuulutada iseseisvaks vabariigiks, jõuti Eesti rahvuslikes ringkondades juba 1918. aasta jaanuaris ja 24. veebruaril sai see teoks. Iseseisvusmanifestist võime lugeda, et Eesti Vabariigi piiridesse kuuluvad Harjumaa, Läänemaa, Järvamaa, Virumaa ühes Narva linna ja tema ümbruskonnaga, Tartumaa, Võrumaa, Viljandimaa ja Pärnumaa koos Läänemere saartega – Saare-, Hiiu- ja Muhumaa ning teistega, kus eesti rahvas oli suures enamikus põliselt asumas. Siiski olid kõik toonased määrangud üsna üldsõnalised ja täpset kontuuri oleks olnud üsnagi raske välja joonistada. Vabadussõja jooksul võis Eesti piiriks lugeda tinglikult ka rindejoont. Kui idapiiri osas saavutati kompromiss Tartu rahuläbirääkimistel 2. veebruaril 1920, siis läbirääkimised Läti Vabariigiga kestsid märksa kauem. Nii näiteks kuulus kuni 1924. aastani Eestile ka Pedetsi kant (Kudepi mõisa ümbrus Laura valla lõunaosas), olles sellega Eesti Vabariigi läbi aegade kõige lõunapoolsem koht. See kontuuriline erinevus hilisematest kaartidest torkab paljudel 1920. aastate alguses koostatud kaartidel silma. 1924. aastal anti see valdavalt venelastega asustatud ala üle Lätile, et kompenseerida mujal valitsenud piiripingeid.

Praegusest Eesti kontuurist saame tegelikult rääkida alates 1945. aastast, kui Narva jõe tagused alad ja suur osa Petserimaast liideti Vene NFSV-ga.



Iseseisvunud Eesti Vabariik vajas enda iseloomustamiseks ka geograafilisi andmeid. Toonane geograafiatudeng ja hilisem professor August Tammekann mõõtis harjutustöö käigus ära Eesti piirjoone pikkused ning töö avaldati 1922. aastal Eesti Statistika kuukirjas. Kaardi kagunurgas on näha 1924. aastal Lätile antud Laura valla lõunaosa. Kaardile on punasega lisatud tänane Eesti-Vene piiri kulg

Seega võime öelda, et Eesti Vabariigi ennesõjaaegne kontuur kujunes välja 1924. aastaks. Huvitava faktina võib ehk veel mainida, et aastatel 1940–41 eksisteeris Eesti NSV lühikest aega ka Tartu rahu järgsetes piirides. Sõja lõpuaastatel kinnistus idapiiri muutusega aga kontuur, millest juhindume tänaseni, ehkki piirileping Venemaaga meil puudub. Kui piirileping allkirjastataks, siis toimuksid küll mõningad minimaalsed maadevahetused, kuid väiksemõõtkavalise Eesti kontuuri juures oleksid need märkamatud.

Taavi Pae (1976) on Tartu ülikooli Eesti geograafia dotsent. Tema peamine uurimisvaldkond on Eesti geograafia ja kartograafia ajalugu.

REIN EINASTO

PAESSE PEIDETUD KLIIMAMUUTUSED

Rõngaspae ehk karplubjakivi settekiht moodustus siluri ajastu alguses ligikaudu 440 miljoni aasta eest, kui Eesti ala kattis troopiline madalmeri. Rõngaspaas koosneb valdavalt käsijalgse *Borealis borealis*'e kodadest. Pildil on Tammsalu paemurrust pärit rõngaspae ristlõige. Eesti rõngaspae lasund on maailma suurim *Borealis*-pank
REIN EINASTO

Eesti paekivi moodustanud setendid hakkasid Baltika ürgmandrit katnud Balti paleobasseini põhja ladestuma keskordoviitsiumi ajastul ligi 472 miljonit aastat tagasi. Sellest ajast pärit settekivimeist võib leida tollast rikkalikku mereelustikku esindanud trilobiitide kivistisi. Pildil olev ligi 15 cm pikkune trilobiit *Estoniites laurssoni* on pärit Rein Einasto erakogust.
HELEN LEHISMETS

Millal algas Eesti aeg? Kas iseseisva vabariigi loomisega sada aastat tagasi? Või algas Eesti aeg meie kaugete eellaste paiksele eluviisile üleminekuga ja püsiva kodu rajamisega siinsetel paestel loopealsetel vähemalt 4000 aastat tagasi? Või tuleks siin süveneda hoopis meie loodusloosse ja vaadata ajas palju-palju kaugemale?

Geoloogid on juba ammu aru saanud, et ajaloost ei saa kuidagi lahutada looduslugu. Eesti ürglooduse ajalugu, ka meie rahvuskivi – paekivi – tekkeaeg ulatub sadade miljonite aastate taha. Lubisetete kujunemine algas meil juba vanaaegkonna ordoviitsiumi ajastu algupoolel ja lõppes devoni ajastu alguses. Ürglooduses kujunenu peidab kaugete aegade elurikkust, mille järelmeist ehk tänastest maavaradest ammutame nüüd elamiseks vajalikku.

Settimisprotsesside tsüklilisusest üldisemalt

Teaduses ollakse viimasel ajal järjest kindlamalt veendunud, et kõik toimuv on tsükliline. Geoloogiliste protsesside mitmeastmeline tsüklilisus avaneb kivimikihtide läbilõigete uurimisel kõigepealt kordumisena. Tsüklite ühtse hierarhilise süsteemi loomise kõige kindlamaks kriteeriumiks on osutunud aeg – ühesuguse kivimikoostisega kihtide kujunemise kestus. Tsüklite loomulikeks piirideks on settelüngad, mis paeläbilõikes on fikseerunud kulutus- ja katkestuspindadena, kestvate lünkade korral ka kihtide lauge järkjärgulise väljakiildumisena kulutusala suunas.

Vanaaegkonna kahest mandrite triivi ja mäeteket peegeldavast globaalsest laamtektoonilisest gigatsüklist varasema moodustab kaledoonium. See periood hõlmab ajavahemikku 521–411 miljonit aastat tagasi, alates nn trilobiitsest (sinisavijärgsest) varakambriumist kuni varadevoni lohkovi ajastiku lõpuni. Kaledooniumis avanes (tekkis) ja sulgus (kadus) Iapetuse ürgookean. Baltika ürgmanner eraldus lõunapoolkeral laiuvast Gondwana hiidmandrist juba eelmise gigatsükli, baikaliumi lõpus ja jäi varakaledooniumis pooluse lähedale „ringlema". Hiliskaledooniumis triivis Baltika „kiires tempos" ehk 20–30 cm aastas loode suunas, jõudes hilisordoviitsiumis (ligikaudu 452 miljonit aastat tagasi) troopikasse. Eesti paelasundi moodustumine hõlmas ajaliselt valdava keskmise osa hiliskaledooniumist. Ainult selle algus – glaukoniitliivakivi kujunemise aeg ja viimase lõpp devoni alguses – ei olnud Balti alal lubisetete tekkimiseks soodne.

Settimist mõjutanud tegurid

Vaadelgem alljärgnevalt kliimamuutuste kajastumist meie rahvuskivi sünniloos pika, enam kui 60 miljoni aastase planetaarse arengutsükli ehk hiliskaledooniumi vältel Baltika-nimelise ürgmandri äärealal paiknenud Balti settebasseinis. Settimise tsüklilisust mõjutas sel ajal suuremahuliselt kolm peamist mõjurit. Kõigepealt maakoore tektoonilised liikumised mandrite triiviga kaasneva ookeanide avanemise ja sulgumise tagajärjena ning piirkondlikud ja kohalikud maakoore vajumised ja tõusud. Samuti avaldas mõju eeskätt mandrijäätumise ja mägede tekkimisega seotud ookeanipinna kõikumine, mis põhjustas perioodilisi settimisbasseini sügavuse muutumisi. Lisaks mängisid ühe põhijõuna settimise tsüklilisuses oma rolli ka korduvad nii üleilmsed kui piirkondlikud kliimamuutused.

Mandrite triiviga seotud olulisi tektoonilisi suursündmusi oli Balti paleobasseini eluloos kaks. Neist esimene oli Avaloonia väikemandri (praegused Põhja-Prantsusmaa, Lõuna-Inglismaa, Belgia, Preisimaa, Tšehhi ning Newfoundland ja Florida Põhja-Ameerikas) suhteliselt rahulik riivamisi põkkumine Baltikaga praeguse Taani piirkonnas hilisordoviitsiumi alguses, millega ei kaasnenud kõrgmägede tekkimist. Teine tähtis seik oli Baltika dramaatiline kokkupõrge Laurentia (Põhja-Ameerika) ürgmandriga kesksiluris, mille tulemusel kujunes ühinenud kontinentide piirialale Kaledoniidide kõrgmäestik (tänapäeva Skandinaavia ja Apalatšid).

Eesti paelasundi moodustumine hõlmas ajaliselt valdava keskmise osa hiliskaledooniumist.

Mõlema „kohtumise" tagajärjeks oli Balti settimisruumis kestev settelünk ja osaline varemsettinu kulutus madalselfil, selle järel savimaterjali sissekande oluline suurenemine ja järgu võrra suuremad kihipaksused ning vulkanismi elavnemisest põhjustatud arvukate vulkaanilise tuha (metabentoniidi) vahekihtide tekkimine.

Mis eelnes lubisetete tekkele?

Balti alal settis pooluselähedases külmas kliimas lubisetete eel üksnes naabruse kontinendilt sissekantud materjal – liiv ja savi –, aga ka maailma suurim karpfosforiidi läätseline settekehand. Ühe fosforirikka kaanega

Fosforiidile järgneva perioodi setete – *Dictyonema*-savikivi – orgaanikarikkuse ja mitmete mikroelementide anomaalselt kõrge sisalduse kujunemise põhjused vaikseveelises madalmeres pole tänaseni piisavalt selged.

TÜ LOODUSMUUSEUM / TUG 220-58

Käsijalgne *Obulus apollinis*

käsijalgse liigi (*Obolus apollinis*) selline lokaalne plahvatuslik levik eeldas ilmselt toitaineterikka polaarse süvahoovuse väljumist madalšelfile just praeguse Põhja-Eesti alal. Fosforiidile järgneva perioodi setete – *Dictyonema*-savikivi – orgaanikarikkuse ja mitmete mikroelementide anomaalselt kõrge sisalduse kujunemise põhjused vaikseveelises madalmeres pole tänaseni piisavalt selged. Sellist tüüpi savikivi põhiline tekkekeskkond on ookeani ääreala.

Jaheda kliima periood – glaukoniitliivakivi ja -pae teke

Glaukoniidi massilise moodustumise üheks eelduseks varaordoviitsiumi arengu ajajärgu Leetse ja Volhovi eas (ligi 479–469 miljonit aastat tagasi) madalaveelises Balti väinameres peetakse külma hapnikurikka põhjahoovuse väljumist madalveelisele šelfile lõunapooluse lähedal ja kohtumist sooja troopilise pinnahoovusega. Teine tegur on kahtlemata väga aeglane settimine ning korduv lünklik ümbersettimine – vähem kui üks meeter miljoni aasta kohta. Sellest siiski ei piisa nii massilise ja territoriaalselt ulatusliku teralise glaukoniidi moodustumiseks kuni kuue miljoni aasta kestel. Glaukoniitliiva ja -pae moodustumisele järgnes meretaseme langus, madalšelfi kuivaksjäämine ja kestev lünk, tähistades keskmist järku settimistsüklite piiri.

Üleminekuaeg subtroopikasse

Uus tsükkel, 4–5 miljonit aastat kestnud Kunda ja Aseri iga, algab ligi 469 miljonit aastat tagasi madalveeliste savikate lubisetete lünkliku kujunemisega üksnes Läti nõos (nn Liivi keele alal, vt joonist) ja senise süvašelfi alal. Ilmnevad esimesed soojema (subtroopilise) kliima tunnused hajutatult ja ainult kõige kaldalähedasemas piirkonnas Loode-Eestis: glaukoniidi ehk külmaveelise rauamineraali puudumine settes; raua hüdroksiide sisaldavate rauaoiidide koorikterade esmailmumine kaaneliiva lisandina; fosfaatsete katkestuspindade arvukas ilmumine, ka püriitsete katkestuspindade üha sagedasem esinemine läbilõikes; kukersiini ehk põlevkivi (kukersiidi) orgaanilise komponendi – vetika *Cloeocapsomorpha prisca* mikroterade esmailmumine sette teralise põhikomponendi ehk kaaneliiva (detriidi) lisandina.

Tuleb rõhutada, et need soojema kliima tunnused ilmnevad esialgu ainult madalšelfi piires Põhja-Eestis. Süvašelfil (ka Liivi keele alal ja Kesk-Rootsis) taastus meretaseme tõusuga savikate puna-lubimudade moodustumine. Selline eelmisele, jahedale kliimavööndile omane settimiskeskkond kestis veel üle viie miljoni aasta, Aseri ea lõpuni.

Tallinna ehituspae tekkeperiood

Järgneva, ligi 463 miljonit aastat tagasi alanud ning 1,5–2 miljonit aastat kestnud arengujärgu, Lasnamäe ea põhijoonteks on madalšelfi jätkuv tasandumine, madaldumine ja laienemine, millega kaasnes settimislünkade (läbilõikes katkestuspindade) sageduse suurenemine, kihtide ruumiline väljapeetus, nende korrapärane, aeglane paksuse vähenemine kuni mõne kihi täieliku väljakiildumiseni kalda suunas. Kliima soojenemise kindel tunnus on peeneteralise tombulise lubimaterjali märgatav lisand hästisorteeritud peenes kaaneliivas. Tombud on puhta lubimuda kalgendumise saadus, mis moodustuvad tänapäeval ainult lähistroopikas nõrgalt liikuvas vees madalates (mitte üle kahe meetri sügavustes) barjääritagustes mereosades. Seal ei saa lainetuse jõud kasvada kulutavaks jõuks, vaid loksutab peitkristallilise lubimuda kaltsiidi nõeljad kristallid tihedamateks tompudeks. Tompude ja kaaneliiva vahelise ruumi täidab sette kivistumisel puhas jämedakristalliline läbipaistev kaltsiit. Soojenemisele viitab ka setete suurenev bioturbeeritus – mudas elavate organismide elutegevuse jälgede rohkus. See on kõige tagasihoidlikum savi sissekande arengujärk keskordoviitsiumis, mil 1–2 sentimeetrist paksemaid merglikihte paeläbilõikes ei esine, samas kui mergli läätsjaskelmelised rütmiliselt korduvad vahekihid võimaldavad plaatjaid puhta pae kihte murdmisel kergesti üksteisest eraldada. Märkimisväärne, et *ca* 6 meetri paksuse klassikalise ehituspaelasundi (paekalda ülaosa) igal murdmiskihil on oma sajanditagune murrutööliste antud praktiline nimi, kokku 57 nime. Gustav Vilbastel oli võimalus need pärast teist maailmasõda kirja panna ning käesoleva loo autoril õnnestus neile Laagna tee värskes seinas ja puursüdamikes ka geoloogiline sisu kinnistada.

Kliima soojenemise kindel tunnus on peeneteralise tombulise lubimaterjali märgatav lisand hästisorteeritud peenes kaaneliivas. Soojenemisele viitab ka setete suurenev bioturbeeritus – mudas elavate organismide elutegevuse jälgede rohkus.

Selle aja settebasseini rahuldavat settimismudelit ei ole senini õnnestunud koostada: vaikseveelise settimisruumi avamerest eraldavat murdlainetuse vööndis kujunenud kaaneliiva madalikku madalšelfi välispiiril ei ole leitud. Kulutuse jäljed – siledaks lihvitus – on samas settelünkade ajal kõvastunud merepõhjal (katkestuspindadel) ilmne lainetuse tulem.

Kukersiidi tekkeperiood

Kliima edasine soojenemine viis Uhaku ja Kukruse eas (462–458 miljonit aastat tagasi) kukersiini osakaalu järkjärgulisele suurenemisele settes. Protsessi käigus kontsentreerusid vetikterad lubisavise kukersiinimuda (tulevase põlevkivi) vahekihtides, aga hajusalt tekkis ka uus settetüüp ehk väikese savisisaldusega kukersiin-lubimuda.

Järjest enam leiab kinnitust Ralf Männili hüpotees kukersiini tekkest ulatuslikus nullsettimisvööndis, kust see hõljumina tõusu-mõõna hoovusega avamerele kanti ning püsiva lainetuse vööndist sügavamal settis. Sellele võiks lisada, et kuivõrd jõgedest kantud savi on põlevkivis kukersiiniga võrdses hulgas ning platooline tõusumõõna vöönd oli erakordselt ulatuslik ja madal, on enam kui tõenäoline, et kukersiinvetika elukeskkond oli mahkjastunud.

Troopikasse jõudmise kajastumine

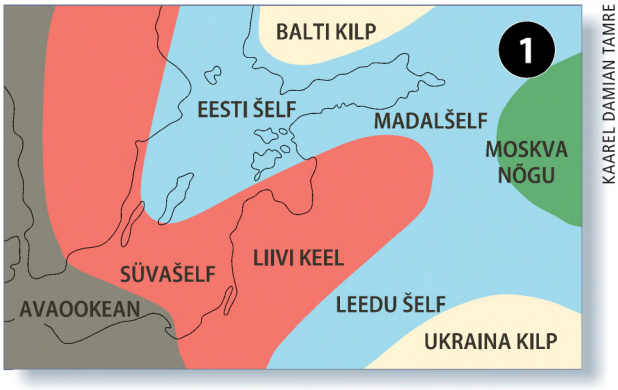
Alates Keila ea teisest poolest (ligi 452 miljonit aastat tagasi) ilmuvad Eesti paeläbilõikes selged troopilise kliima ilmingud:

esimesed tüüpilise murdlainetuse vööndis kujunenud madalikud vetikalise tekkega mudapanga tüüpi riffide ja mereliiliate varrelülidest (biokruusast) koosneva lausteralise tsüstiidlubjakiviga;

kuiva kliima perioodidel kogu šelfiala toimunud biokeemilise puhta lubimuda laialdane levik, mis jättis

Baltika ürgmandri triiv ja Eesti paelasundi moodustumine

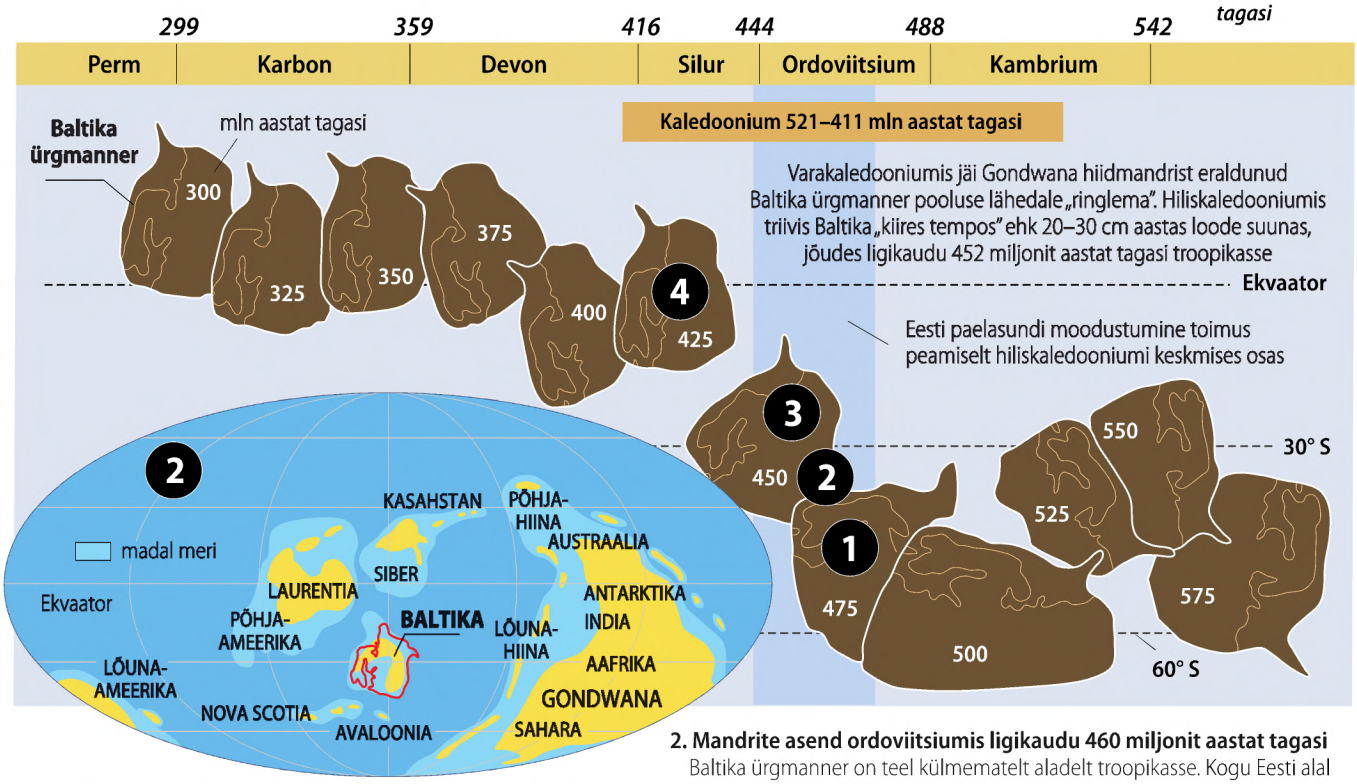
Vanaaegkonna (542–251 miljonit aastat tagasi) esimesel poolel triivis Baltika nime kandev ürgmanner lõunapooluse lähedalt troopikasse. Selle kuuekümne miljoni aasta pikkuse teekonna jooksul tekkiski Eesti aluspõhja paelasund



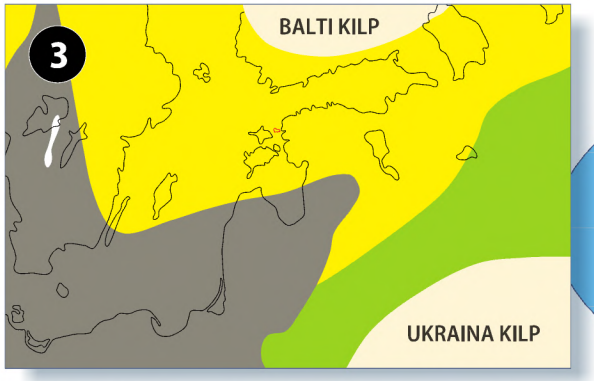
KAAREL DAMIAN TAMRE

1. Eesti alad 470 miljonit aastat tagasi jahedas paravöötme meres
Merest ulatuvad välja Balti ja Ukraina kilp. Põhja-Eesti ala setetes ilmnevad esimesed soojema kliima tunnused

orgaanikalisandiga savimuda
punane savikas lubimuda
hall savine lubimuda
lubimuda ja kaaneliiv
tasandunud kontinent



2. Mandrite asend ordoviitsiumis ligikaudu 460 miljonit aastat tagasi
Baltika ürgmanner on teel külmematelt aladelt troopikasse. Kogu Eesti alal laiunud madalas šelfimeres levib kuiva kliima tingimustes puhas lubimuda.

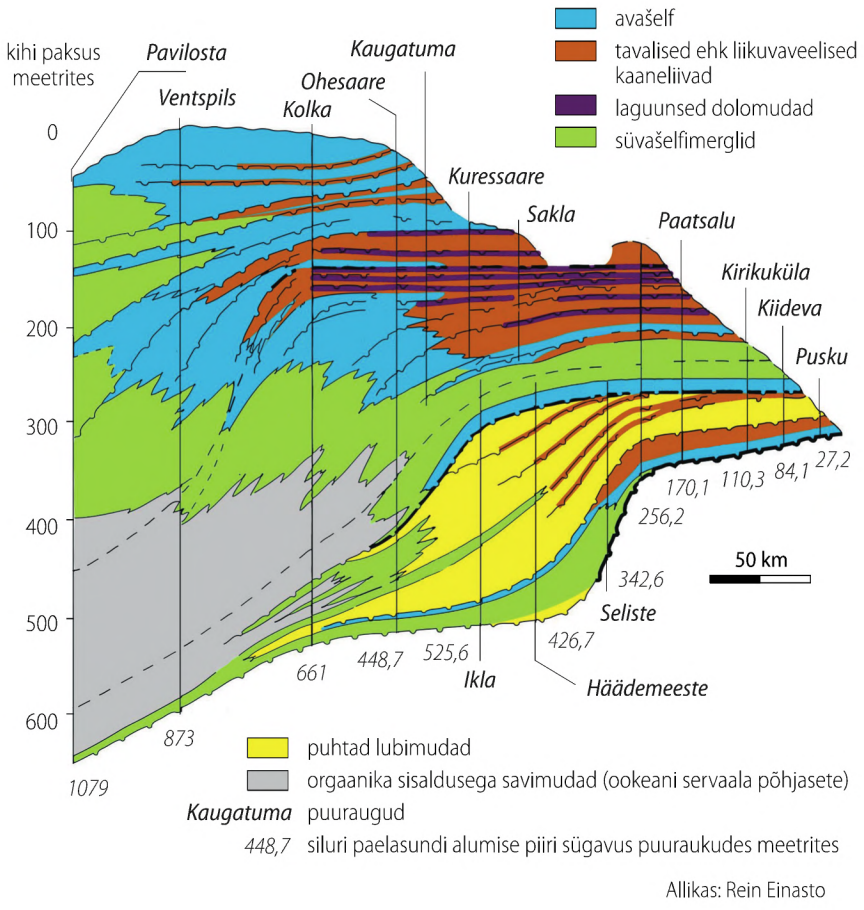


3. Eesti alad 450 miljonit aastat tagasi troopilises meres
Puhta lubimuda ulatuslik levik kogu šelfialal on üks troopikasse jõudmise tunnuseid

orgaanikalisandiga savimuda (ookeanisete)
savine lubimuda (mergel)
puhas lubimuda
tasandunud kontinent

4. Mandrite asend siluri ajastul ligikaudu 425 miljonit aastat tagasi
Baltika ürgmanner on põrkunud nii Avaloonia väikemandriga (hilisordoviitsiumi alguses) kui ka ka Laurentia (ehk Põhja-Ameerika, kesksiluris) ürgmandriga. Mõlemad „kohtumised" on samuti mõjutanud tänase Eesti ala setete koosseisu

Allikad: 1. ja 3. joonis Ralf Männil (1966), Rein Einasto lihtsustused; Trond Torsvik et al. (1992); Ordoviitsium Eestis ja Lõuna-Soomes (2006); Silur Eestis (2006)



KAAREL DAMIAN TAMRE

Põhja-Balti siluri paelasundi läbilõige Haapsalu-Ventspilsi joonel. Süvašelfi järkjärgulise külgtäitumise tulemusel nihkus madalšelf siluri vältel üle 250 km ookeani (edela) suunas kuni Balti nõo lõpliku setetega täitumiseni varadevonis

REIN EINASTO

Hagudi kruusaaugust pärit kihtpoorse veerisega (all) rõngaspaas Rein Einasto erakogust

madaliku ja süvašelfi vahele ulatusliku nullsettimisala (lünga);

lubisetete järgu võrra suurem settimiskiirus ja kihtide paksus.

Baltika mandri triivist lõunapooluse lähistelt troopikasse jõudmisega ligikaudu 450 miljonit aastat tagasi ei ole mastaapsed kliimamuutused veel lõppenud. Niiske ja kuiva kliima tsükliliselt vahelduvad perioodid ilmnevad kontrastselt nii kivimite koostises kui elukooslustes. Niisketel perioodidel kandus jõgede kaudu merre rohkesti savi, kujunesid savikad lubimudad ja merglid. Kuivematel perioodidel settisid kogu šelfil puhtad heledad lubimudad.

Lõunamandri jäästumisega seotud tsükliliste muutuste mõju troopilises Baltikas

Troopikas on lähestikku kaks kontrastselt erinevat kliimavööndit: niiske ja kuiv. Põhjapoolkera viimase mandrijäästumise tsüklilisust on põhjalikult uuritud. Mandrijäästumise maksimumid põhjustasid ookeanipinna languse praegusest kuni 140 m, mille tulemusel meri taandus madalšelfilt. Tänapäevase mandrijää täielik sulamine põhjustaks ookeanipinna tõusu kuni 50 m, seega oleks maailmamere taseme kõikumiste suurim amplituud kuni 200 m. Selgunud on ka, et mandrijäästumisele Arktikas vastab kuivuse maksimum troopikas.

Eesti paelasundi tekke pikal perioodil on hästi teada kaks suurt lõunamandri jäästumise maksimumi, mil ookeanipinna ulatuslik alanemine (120–140 m) põhjustas mere taganemise ja kestva settelünga kogu madalšelfil ja madalveeliste setete kujunemise senisel süvašelfil (ka Liivi keele alal). Esimene ulatuslik ookeanipinna langus toimus ordoviitsiumi ja siluri ajastu piiril (Porkuni eal) ning sellega

Eesti paelasundi tekke pikal perioodil on hästi teada kaks suurt lõunamandri jäästumise maksimumi, mil ookeanipinna ulatuslik alanemine (120–140 m) põhjustas mere taganemise ja kestva settelünga kogu madalšelfil.

REIN EINASTO

Ülemiste puursüdamikus nähtav settimistsüklite selge piir põlevkivilasundis C-kihi ja nn kaksikpae vahel. Piiri all on kukersiit (pruun) ja kukersiinlubjakivi (beež) sagedaste piiripealse halli lubimaterjaliga täitunud ussikäikudega. Piiri peal on hall savikas kukersiinivaba lubjakivi. Vasakul all on kivistunud sammalloomad (tumehall). Märgatavat kulutust piiril pole toimunud. Ussikirjalist kihti nimetavad kaevurid hobusenahaks

kaasnes üks suurimaid liikide väljasuremisi Maa ajaloos. Sel ajal toimus tänase Lõuna-Eesti kohale ulatunud Liivi keele alal madalikuliste ja laguunsete setete kujunemine. Teist korda alanes ookeani pind märkimisväärselt vara- ja hilissiluri piiriajal. Selle tagajärjel madaldus ookean niivõrd palju, et selle äärealal sai võimalikuks lubimuda settimine (näiteks Ancia kihistik Liivi keele alal ja Ockerkalk Saksamaal).

Seda, kas kestvad settelüngad teistel stratigraafilistel tasemetel (Volhovi, Kukruse, Keila, Raikküla, Jaagarahu lademe alumisel piiril) on põhjustatud ookeanipinna mandrijäästumisega seotud kõikumistest või tektoonilistest liikumistest, tuleb selgitada järgmistel põlvkondadel.

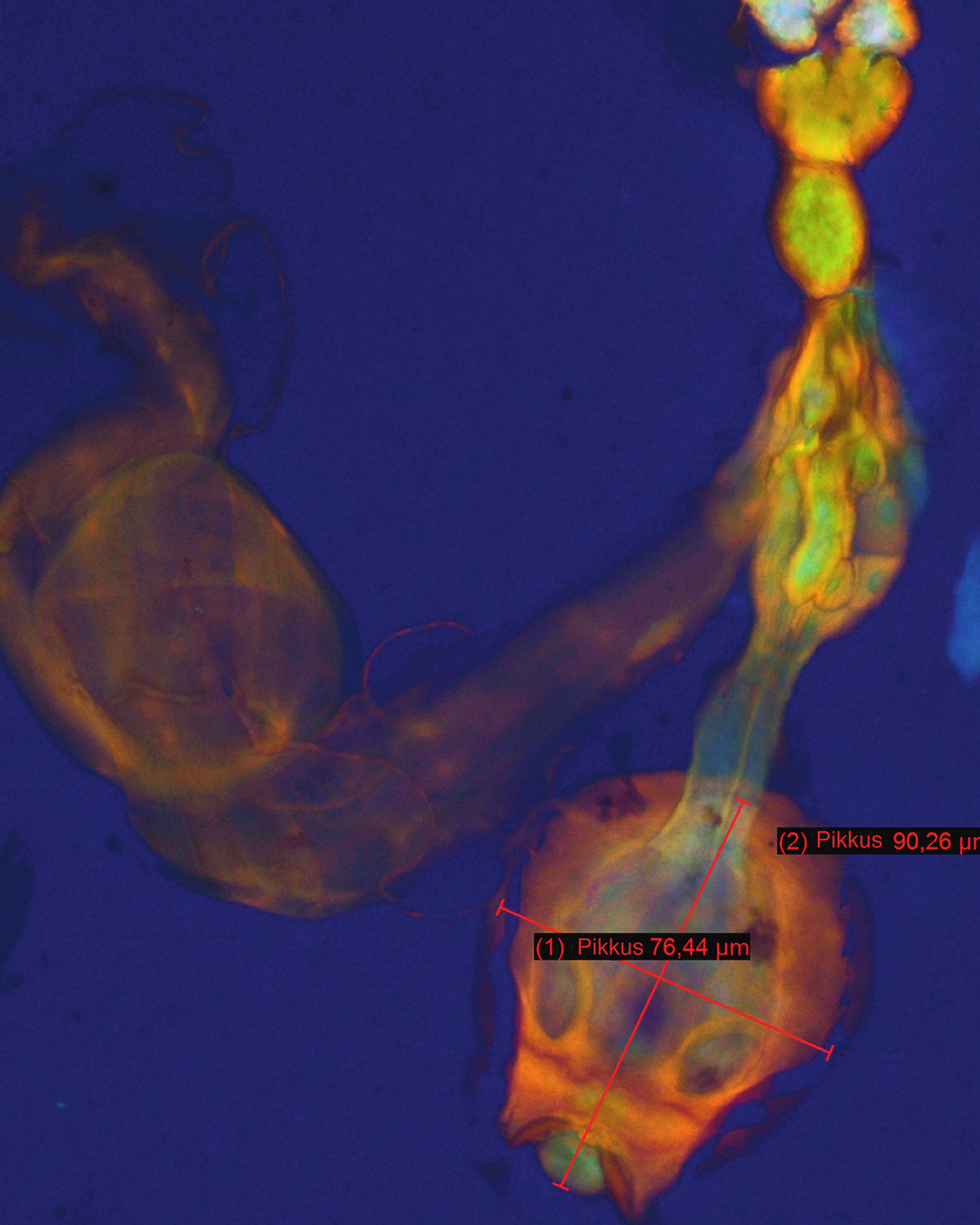
Balti paleobasseini lõppfaas

Kaledoniidide kõrgmäestiku kerkimisega kaasnes Baltika jäiga mandripanga loodeosa märgatav tõus üle merepinna ja kogu mandri kaldumine kagusse. Meri tungis kestva lünga järel järgmise suurtsükli – hertsüüniumi – alguses (varadevonis) Baltika mandrile hoopis idast avanevast Uurali ookeanist, ujutades keskdevonis üle kogu mandri. Selle laia madalmere loodeosa kaldalähedases vööndis Kaledoniidide jalamil settis deltadelähedases madalmeres mäestiku kulutusmaterjal, moodustades Lõuna-Eestis üldtuntud nn vana punase (ingl k *old red*) mitmesaja meetri paksuse punaliivalasundi. Hilisdevonis taastus selles meres korduvalt tsükliliselt vahelduv, rikka elustikuga mitmekesiste madalveeliste lubisetete kujunemise keskkond. Nende paeläbilõigete põhjalikud kihtkihilised uuringud olid Moskva paleontoloogia instituudi professoril Roman Heckeril oluliseks aluseks uue teadusharu – paleoökoloogia – loomisel. Tema õpilase Vitali Sorokini koostatud värvilised settimiskeskkondade läbilõiked oma elutöö kokkuvõttena on areneva tsükloloogia tulemuslikkuse üks parimaid maailmataseme eeskujusid. Paekivi, meie rahvuskivi, peidab endas imetlusväärselt palju üleilmselt ainulaadset, mille tunnetamise ja esiletoomisega veendume aina selgemalt, kui rikkad me omas looduses oleme.

VAATA LISAKS:

Einasto, Rein; Sarv, Aat 2014. Toila glaukoniitpaas. Paetekke algus Baltika šelfimere lõunapoolkera jahedas parasvöötmes. – *Horisont* 2, 12–13.
Einasto, Rein; Sarv, Aat 2014. Tallinna paas. Kesk-Ordoviitsiumi sooja parasvöötme madalveeline lubisete. *Horisont* 3, 12–13.
Einasto, Rein; Sarv, Aat 2014. Rägavere ja Saunja paas. Puhas mudapaas Ordoviitsiumi ja Siluri piirilademetes. *Horisont* 5, 10–11.
Einasto, Rein; Sarv, Aat 2014. Inju paas. Dolomiidistunud kaaneliiv Orzviitsiumi ja Siluri piirikihtidest. *Horisont* 6, 12–13.
Nestor, Heldur 1999. Rändav ja uuenev maakoor. *Horisont* 7/8.

Rein Einasto (1934) on geoloog, Tallinna tehnikakõrgkooli emeriitprofessor, Paevana.


(2) Pikkus 90,26 µm
(1) Pikkus 76,44 µm

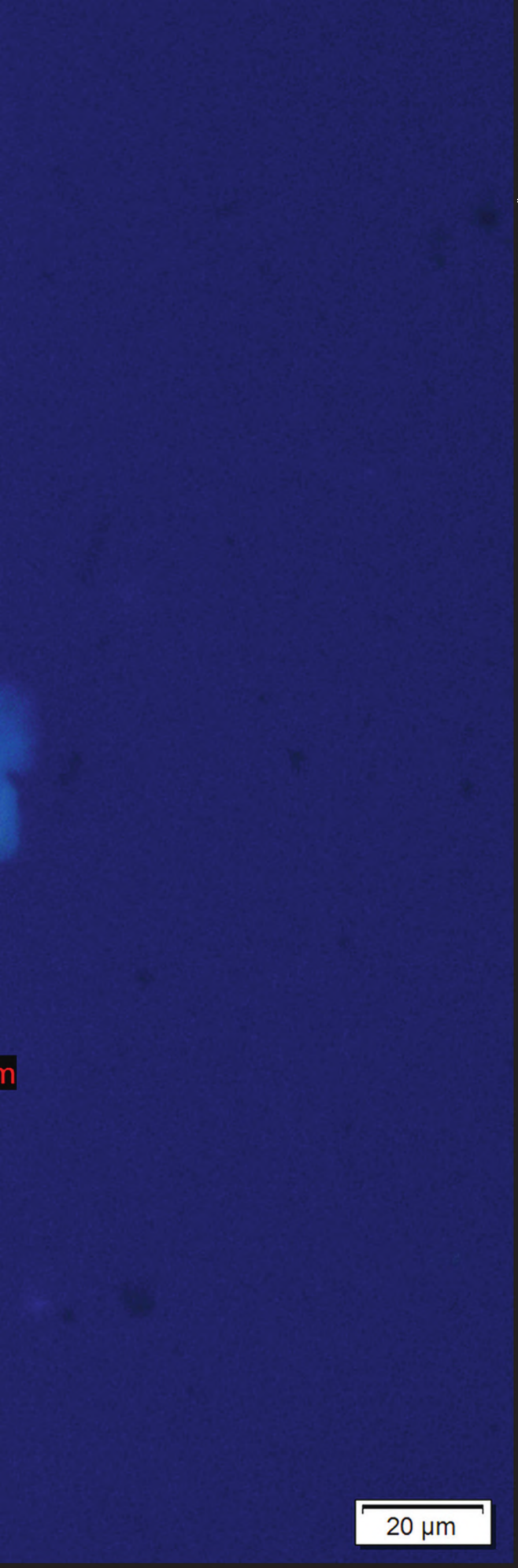


FOTO: KAI KÜNNIS-BERES

Kai Künnis-Beres

Keelikloom

Fritillaria borealis

Keelikloomade hõimkonda kuuluv *Fritillaria borealis* on arenguliselt planktonis olevatest organismidest inimesele kõige lähem sugulane. Meie vetes esineb kaks keelikloomade klassi *Appendicularia* liiki: juba nimetatud *F. borealis* ja *Oikopleura dioica*. *F. borealis* on Soome lahes suhteliselt tavaline, *O. dioica* on merelisem ja haruldasem (vastavalt Arno Põllumäe ja Tartu ülikooli Eesti mereinstituudi andmetele). Mõlemad liigid eelistavad jahedat ja soolasemat vett ning elutsevad seetõttu Läänemeres 30 meetrist sügavamal, olles enam levinud Botnia ja Soome lahes.

Mereveeproov, millest leiti kõrvaloleval pildil olev loomake, võeti 2016. aasta oktoobris Soome lahest, Tallinnast ida pool paikneva Keri saare läheduses asuvast meresüvikust 40 meetri sügavuselt. Soome lahe veekiht, mis asub 20–50 meetri sügavusel, on külm (+1 kuni +4 °C) ja eluvaene. Läbi selle kihi toimub pinnalähedases vees kasvava taimse planktoni (fütoplanktoni) – mikrovetikate ja sinivetikate – kasvujärgne settimine ehk fotosünteesi tulemusel tekkinud orgaanilise aine transport pinnakihist mere põhja. Osa sellest mikroskoopilisest materjalist laguneb juba veesambas, osa tarbivad toiduks väikesed veeloomad (zooplankterid).

F. borealis hangib endale toitu väga kavalal ja oskuslikul moel. Toitumistüübilt filtreerijana ehitab loomake enda ümber suure limase püünise ning selle sisse väiksema lõõtsakujulise filtri. Üht põnevat videot selle koha saab vaadata näiteks Youtoube'i keskkonnas lingilt www.youtube.com/watch?v=qSeu4KyeaYc. Kui toitu on väga palju, siis võib loomake selliseid püüniseid teha mitu tükki tunnis. Ummistatud püünised hüljatakse ja neist saavad „merelume“ helbed, mis tee pealt osakesi kaasa võttes aeglaselt merepõhja vajuvad.

Foto tegemisel on kasutatud epifluoressentsmikroskoopiat, mille puhul merevesi filtreeritakse enne mikroskoopimist läbi membraanfiltri ning seejärel värvitakse filtrile kogunenud materjal parema nähtavuse saavutamiseks fluoresseeruva DNA- ja RNA-spetsiifilise markeriga (akridiinoranžiga). Foto tegemisel on kasutatud pimevälja ja 400-kordset suurendust. •

Kai Künnis-Beres, meremikrobioloog, Tallinna tehnikaülikooli meresüsteemide instituudi teadur

AKADEEMIK MART KALM: KUNST MUUDAB MAAILMA PAREMAKS

FOTOD: VALLO KRUUSER

Augusti lõpus avati Tallinnas Põhja puiesteel Eesti kunstiakadeemia (EKA) uus maja, mis mitu aastat linna eri paigus õppinud kunstitudengid taas ühe katuse alla kokku tõi. EKA rektori ja arhitektuuriajaloolase MART KALMUGA vestles selle sündmuse puhul Horisondi toimetaja Helen Rohtmets-Aasa.

Palju õnne, EKA-l on lõpuks uus maja. Kuidas tundub?
Maja tundub äge. Muidugi oleks meile meeldinud, kui see oleks olnud uue õppeaasta alguseks rohkem valmis, aga katsume hakkama saada. Ma küll natuke pelgan, et septembris võib õppetöö samaaegse lahtipakkimise ja tehnoloogia installeerimise tõttu kannatada, aga teistpidi on see jällegi väga huvitav periood, mille käigus me avastame seda maja, õpime, kuidas uutes ruumides tööd sättida.

Kas uus keskkond mõjub inspireerivalt?
Kindlasti. Selles majas on kasutatud mitut ruumipoliitilist võtet, mida ei ole Eestis varem rakendatud. Vana ja uut ei ole varem nii orgaaniliselt kokku liidetud. See, kuidas varasemaid kihistusi on mõõdukalt säilitatud, sobib kunstikoolile väga hästi – eestiaegne muinsuskaitsealune osa, nõukogudeaegne betoon, millele on laikudena alles jäetud vana krohv ja värv, ning moodne osa moodustavad loogilise terviku. See oli ka üks põhilisi kiidusõnu, mis avamisel kõlama jäi – kui üldiselt on uued majad viimasel ajal liiga lakutud ja ebahuvitavad, siis siin seda probleemi pole. See maja on märksa elavam. Värvigamma on praegu küll veel suhteliselt summutatud, valdavalt must ja hall, nii et maja on justkui ootuses, kuidas siinne elu, siin valmivad kunstiteosed seda elavdama hakkavad. Võib-olla on see liiga trafaretne kujund – nii räägivad kõik, kes kunstkooli projekteerivad, et meil on nüüd maja, mis on justkui lõuend, mida elu hakkab maalima –, aga ma julgen selle mõtte klišeelikkusele vaatamata väita, et see maja on tõesti kooli jaoks väga ilusasti ja hästi välja peetud.

Milline on EKA roll tänases Eesti ühiskonnas?
EKA-l on tohutult suur roll, mille kaasaegne Eesti on küll EKA-st sõltumatult veidi ümber mõtestanud. See tähendab, et nende valdkondade rollid, mida me siin õpetame, on mõneti muutunud. Nõukogude ajal oli kujutav kunst ühiskonnas väga olulisel kohal. Kõik käisid näitustel, nendest kirjutati, kõik teadsid kunstnikke. Vabas, neoliberaalselt mõtlevas Eestis on kunsti roll tunduvalt vähenenud. Ka kunst ise on oma tarbijat ärritanud – tavapäraselt oodatud silmailuga tegeleb vaid osa kunstist, märgatavalt on kasvanud kunsti probleeme tõstatav roll. Muidugi on olemas kunstikollektsionääre, peamiselt küll vanemale kunstile, aga kokkuvõttes näeme, et kunsti ei peeta enam nii oluliseks. Loomulikult see ei meeldi meile ja me püüame selle vastu võidelda, aga mõistame samas, et ega me seda maailma päris teiseks teha ei suuda.

On selge, et kunst ja näitused ei kao mitte kusagile, vaid jäävad ühe olulise osana Eesti vaimuelust alati alles, tugevdavad Eesti kuvandit välismaal, muudavad Eestit rahvusvaheliselt atraktiivsemaks. Nii ei mineta meie vabade kunstide teaduskond kunagi oma tähtsust.

Samas on järjest olulisemaks muutunud meie suurim teaduskond, disainiteaduskond, sest selle tegevus mõjutab otseselt Eesti majandust. Ajal, mil majanduses annavad üha enam tooni uue põlvkonna ettevõtted, digifirmad nagu Skype, Transferwise jt, tahame ka meie oma õppekavadega sellesse moodsasse digimaailma panustada. Meil on olemas näiteks interaktsioonidisaini õppekava, mis on väga populaarne – IT-ettevõtete omanikud saavad järjest enam aru, et patsiga poiste kujundatud kodulehed inimesteni ei jõua. Et nende kasutajasõbralikuks toimimiseks on vaja professionaalseid teadmisi. Samuti on graafiline disain tasapisi teisenemas visuaalkommunikatsiooniks ning me õpetame juba ka digitoodete disaini. Nii et uusi erialasid tuleb järjest juurde. Muidugi on see protsess raske ja vaevaline, sest ega me ressurssi selleks kusagilt juurde ei saa – meil tuleb lihtsalt koomale tõmmata traditsioonilisi tarbekunsti erialasid, millele enam väljundit ei leidu. Kui 1937. aastal avati EKA-s klaasieriala, siis oli selle eesmärk valmistada ette tööjõudu J. Lorupi klaasitehasele. Kui „Tarbeklaasi" enam pole, siis ei ole mõtet pelgalt näituste ja klaasist auhindade tegemiseks kitsalt klaasikunstnikke koolitada. Ehk siis ette tuleb valmistada laiema profiiliga disainereid ja kunstnikke, kes oskavad käsitseda erinevaid materjale. Näiteks klaasitöötlemise oskust peame hoidma kui silmatera, aga seda materjali peab saama kasutada nii tööstustoodete kavandamiseks kui ka kunstiteoste tegemiseks.

Ja meil on veel terve rida vägagi selge ja praktilise suunitlusega erialasid, nagu näiteks arhitektuuriteaduskonnas õpetatavad arhitektuur, sisearhitektuur ja urbanistika, mis tegelevad kaasaegse ruumi ja linnaga, või siis muinsuskaitse ja restaureerimine, mida saab õppida kunstikultuuri teaduskonnas. Nii et kui mõnel inimesel võib olla jäänud mulje, nagu tuleksid EKA-st uhhuu-kunstnikud, kes möirgavad ja korraldavad näitusi, kus keegi ei käi, siis tegelikult on see vale. EKA on oluliselt rakenduslikum ja meil on ühiskonnale nii vaimselt kui ka praktiliselt väga palju pakkuda.

Mis on kõige popimad erialad?

Esikohal on graafiline disain, seejärel tööstus- ja digitootedisain ning kolmandal kohal on arhitektuur ja linnaplaneerimine.

Kõik need on väga praktilised.

Jah, aga ega me graafilises disainis seebireklaami tegemist ei õpeta. Küll saavad tudengid kaasa väga head üldteadmised ja -oskused, nii et kui vaja, saavad nad ka seebireklaami tegemisega hakkama. Samamoodi ei õpeta me fotograafias, mis kuulub vabade kunstide teaduskonda ja on samuti erialana suhteliselt populaarne, tudengeid pulmi ega torte pildistama. Selleks pole vaja ülikooli taset. EKA peab ikkagi jääma kohaks, kus valmistatakse ette kunstnikke. Kus kõiki erialasid õpetatakse kõige kõrgemal kunstilisel tasandil ning seetõttu on praktilise väljundi tähtsus väiksem. See on üks ülikoolide ja tööandjate igipõliseid vaidlusi – kui tööandjad nõuavad praegusele tehnoloogilisele tasemele vastavate käsitööoskustega spetsialiste, siis ülikoolid ei tohi sellele nõudmisele kunagi järele anda, sest see oleks praeguste üliõpilaste suhtes lühinägelik. Meie ülesanne on anda inimesele haridus, millel on võimalikult pikk perspektiiv. Kõrgkoolilõpetaja peaks olema märksa laiemate teadmiste ja oskustega, kui on hetkel valitsev tehnoloogiline tase. Me peame suutma ette valmistada mõtlemisvõimelisi inimesi, kes hakkavad ise looma uusi ettevõtteid ja majandusharusid, mida praegu veel olemas ei ole. Sama kehtib ka tudengite kohta, keda me valmistame ette muuseumitööks – me ei pea õpetama kunstiajaloolasele selgeks kõiki kunstiteoseid, mis Eestis kunagi on tehtud, vaid õpetama seda, kuidas kunsti mõtestada, kuidas ise kunstiteoste kohta midagi öelda. Konkreetset empiirilist materjali, mis teda muuseumikogudes ootab, suudab ta juba ise hõlpsasti töö käigus omandada. Mis ei tähenda muidugi seda, et me ei peaks tänapäeval kõik elu jooksul korduvalt ümber õppima.

Andsid 2015. aastal EKA lõpetajatele diplomid sõnadega: „Maailmas ei oota teid otseselt mitte keegi, aga see ei tähenda, et te minemata peaksite jätma!" Mis EKA lõpetajatest saab?

Ütleme nii, et kolme teaduskonna puhul – arhitektuur, disain ja kunstikultuur – ei ole lõpetajatel töö leidmisega erilisi probleeme. Muidugi võiks olukord olla veelgi parem, aga alati jääb ju ruumi ka loomulikule konkurentsile. Ma ei tea sellist kooli, kus iga lõpetaja on geniaalne prillikivi, kes oma erialal kohe läbi lööb ja tippu jõuab.

Vabade kunstide teaduskonna lõpetajate puhul on olukord veidi teistsugune. Enamik neist töötab muudes valdkondades ja teeb kunsti vabal ajal. Aga see suhe on selline kõikjal maailmas. Ilmselt lõpetab ka muusikaakadeemias igal aastal terve hulk heliloojaid, aga meil ei sünni ju igal aastal juurde mitut Pärti. Sama on kunstnikega. Osa kaob lihtsalt ära. Ideaalseid kombinatsioone, millest saab sündida suur kunstnik – kus andekus, töökus, psüühika ja läbilöögivõime on tasakaalus – tuleb ette pigem harva.

Me peame suutma ette valmistada mõtlemisvõimelisi inimesi, kes hakkavad ise looma uusi ettevõtteid ja majandusharusid, mida praegu veel olemas ei ole.

Kunsti ei pea kartma. Kõik asjad ei peagi meeldima, aga näitusele minek aitab igal juhul argirutiinist välja tulla, kunstiga suhestuda ja olla seeläbi täisväärtuslikum inimene.

Samas kõnes ütlesid, et lõpetajad on ette valmistatud selleks, et minna ja muuta maailm paremaks.
Ja kunst ju teebki seda! See ongi üks kunsti olulisemaid missioone. Kunstil on teraapiline toime ning suuresti just selle tõttu me seda vajamegi. Kui tööpäev lõppeb ja inimene oma kontorist välja jalutab, siis läheb mõni neist oma vaimu kosutuseks šoppama. Märksa mõistlikum oleks minna kunstinäitusele, kus kohtab uusi ja huvitavaid vaatenurki. Võib-olla haakub mõni neist sinu argiprobleemidega, võib-olla aitab sul maailmas toimuvat uut moodi mõtestada. Ses mõttes on kunst oma olemuselt virgutav. Ja vaimselt puhastav. Ehkki vahest muidugi ka mürgitav, mis seal salata. Tähtis on see, et kunsti ei pea kartma. Kõik asjad ei peagi meeldima, aga näitusele minek aitab igal juhul argirutiinist välja tulla, kunstiga suhestuda ja olla seeläbi täisväärtuslikum inimene.

Kuidas suhestuvad Sinu nägemuses kunst ja teadus kui kaks olemuslikult erinevat asja?
Mina ei ole näinud selles kunagi probleemi, et kunstist teadusena kirjutada. Kunstiajalugu kujunes juba 19. sajandil, positivistliku maailmavaate võidutsemise ajastul, ennast tõestanud, etableerunud distsipliiniks. Kui mõtestada erinevate teooriate abil erinevaid kunstiilminguid ja teha seda hästi, siis on see igal juhul väärt lugemine. Humanitaarteadustele ei tohiks minu arvates läheneda rangelt reaalteadusliku mõõdupuuga. Mõlemaid, nii reaal- kui ka humanitaarteadusi on ühiskonnale vaja, aga neil kummalgi on omad erinevad lähenemis- ja publitseerimisviisid, erinevad meetodid. Reaalteadustes tavalist verifitseeritavuse printsiipi ei saa humanitaarteadustes üldjuhul rakendada. Sa ei saa ühegi ajaloolase töö järgi kindlaks teha, kas Jüriöö ülestõus toimus või mitte. See ei ole võimalik ja see ei olegi üldse humanitaarteaduse probleem. Küsimus on pigem selles, kas uurimistöö tulemus veenab sind. Kas tundub tõenäoline, et asjad võisid ka niimoodi olla?

EKA doktoriõppes põimuvad kunst ja teadus „loomepõhistes uurimustes" ehk „loomeuurimustes". Mis on loomeuurimus?
Loomeuurimus on selline viis teaduslike probleemide lahendamiseks, kus kasutatakse kunstiliste vahendite abi. Need on küll ka teistmoodi sõnastatud uurimisprobleemid kui näiteks reaalteadustes, nii et neid on võimalik lahendada näiteks maali, video vms vormis. Loomeuurimus koosneb alati nii loomingulisest kui ka tekstilisest osast, sissejuhatusest, milles sõnastatakse uurimisprobleem, selgitatakse metoodikat, tutvustatakse varasemat historiograafiat, esitatakse

teoreetiline raamistik. Ühesõnaga, luuakse kontekst ja juhatatakse sind järgnevat kunstiteost mõistma.

Kuidas EKA-s veel teadust tehakse?
Kui loomeuurimusi tehakse peamiselt vabades kunstides ja disainis, aga ka arhitektuuris, siis annavad näiteks kunstiteadlased välja Eesti kunstiajaloo mahukaid ülevaateteoseid, mida on ilmunud uuel ajal juba viis paksu köidet. Selliseid ülevaateid on vaja regulaarselt ümber kirjutada. Nõukogude ajal ilmunud kolm köidet peegeldasid ju toonast uurimisseisu. Esiteks on vahepealsel ajal lisandunud väga palju uut empiirilist materjali, restaureerimiste käigus on selgunud tohutult uut infot. Teiseks on viimase 30 aasta jooksul totaalselt teisenenud kogu kunstiajaloo teoreetiline osa. Uut empiirilist materjali ja uusi teoreetilisi teadmisi tulebki nüüd uues kunstiajaloos kokku sünteesida.

Muidugi uuritakse nüüdsel ajal ka paljusid selli-

MART KALM

- Mart Kalm on arhitektuuriajaloolane, kes on keskendunud oma uurimistöös 20. sajandi Eesti arhitektuurile.
- Ta on sündinud 3. septembril 1961. aastal Tallinnas. Lõpetanud Tallinna reaalkooli (1979) ja Tartu ülikooli (1984) ajaloo erialal.
- 1991. aastal kaitses üleliidulise arhitektuuri ja linnaehituse ajaloo ja teooria instituudi (Moskva) juures kandidaadikraadi kunstiteaduses teemal „Eesti arhitektuuri stiiliareng 1930. –50. aastatel arhitekt Alar Kotli loomingu näitel".
- 1998. aastal kaitses Eesti kunstiakadeemia juures doktorikraadi kunstiteaduses teemal „Arhitektuurikultuuri kujunemisest Eestis 1918–1940"
- Töötanud Tallinna 56. keskkoolis ajalooõpetajana (1984–1985), ehituse teadusliku uurimise instituudis arhitekti ja nooremteadurina (1985–1990), Eesti arhitektuurimuuseumis vanemteadurina (1991–1992).
- Alates 1992. aastast töötab Eesti kunstiakadeemias, kus on pidanud vanemõpetaja (1992–1994), dotsendi (1994–1999), professori (1999–2007), vanemteaduri (2004–2013), kunstikultuuri teaduskonna dekaani (2007–2012) ja teadusprorektori (2013–2015) ametit.
- 2015. aastast Eesti kunstiakadeemia rektor
- 2011. aastal pälvis Eesti ajalookirjanduse preemia koguteose „Eesti kunsti ajalugu V. 1900–1940" koostamise eest.
- 2012. aastal pälvis riigi teaduspreemia humanitaarteadustes uurimuste seeria „Võim ja arhitektuur. Eesti Vabariigi esindusarhitektuur 1918–1940" eest.
- Eesti teaduste akadeemia liige ja 2014. aastast akadeemia asepresident.
- Valgetähe teenetemärgi IV klassi kavaler.
- Abielus, poeg ja tütar.

seid asju, mida Nõukogude ajal ei uuritud või polnud võimalik uurida. Näiteks olen enda teadustöös kirjutanud palju riigikogu hoonest, mida on varem uuritud kui keskaegset Toompea linnust. Minul avanes võimalus uurida seda hoopis eestiaegse demokraatia sümbolina, sest mind kutsuti lossi restaureerimise juurde muinsuskaitse eritingimusi koostama. Sellest tulenevalt pidin hoonesse märksa rohkem süvenema ja sain koguda materjali, mis võimaldasid mul sellele läheneda hoopis uuest vaatenurgast. Täpselt samamoodi andis muinsuskaitse mulle võimaluse uurida Pätsi-aegseid esindushooneid või Pärnu funktsionalismi.

Eestiaegse arhitektuuri uurimine oli eriti populaarne 1990. aastatel. Tänapäeval huvitab minust nooremaid põlvkondi aga hoopis nõukogudeaegne arhitektuur ja ma saan aru, mis noori selle juures köidab – see kõik on nüüd juba ohutus kauguses ja mõjub nii veidralt, et noored ei saa hästi aru, kuidas sai maailm kunagi nii nuripidine olla. Aga nad tahavad sellest aru saada ja on suurepärane, et nad sellega tegelevad. Meistriteoseid uuris kunstiajalugu 19. sajandil, nüüd on kõrvale tulnud visuaalkultuuri uuringud, mida köidavad kasvõi liiklusmärgid. Nii et huvis kolhoosilautade vastu pole midagi imelikku.

Sinu enda uurimuste keskmes on olnud 20. sajandi Eesti arhitektuur. Kuidas on lood selle perioodi arhitektuuripärlite säilimisega? Mis rõõmustab, mis südant valutama paneb?

Julgen väita, et üks põhjusi, miks ma üldse soostusin rektoriks kandideerima ehk siis teatud mõttes oma eriala reetsin, oli tunne, et minu uurimisobjekt kaob ära. Nõukogude aja lõpus olid eestiaegsed majad, mida ma väärtustasin ja uurisin, veel autentsed. Neid küll värviti, aga keegi ei olnud neid veel remontinud. Aga nüüd – mis ma neist enam uurin, kui nad on soojustusega „paksuks" tehtud, kui proportsioonid on kadunud, kui neile on tehtud uus katus. Tänapäeval tehakse kõik katused nii domineerivad, paksude servadega, igal väikesel varikatusel on vihmaveetoru, kõik plekid ulatuvad mitu sentimeetrit üle katuseserva. Need ei ole enam need majad, nad ei ole enam ilusad ega ehedad, nad on kaotanud oma väärtuse, on nii moondunud, et seal polegi enam midagi uurida. Nii et jah, minu uurimisobjekt on kadunud. Ehkki keskaegse arhitektuuri uurijad tavatsevad mind selle peale lohutada, et ole õnnelik, et sul üldse kunagi oli nii palju uurimismaterjali – nemad saavad tihti vaid ühe väikese vuugivahe üle arutada, sest see on ainus, mis on sellest ajast säilinud.

Sinu teise uurimisobjekti, kolhoosiarhitektuuri puhul on ilmselt põhiküsimus, kuidas sellele tänapäeval mõistlikku kasutust leida?

Osale leiab, osale mitte, aga uurida on seda igal juhul väga huvitav. Ehkki ka see materjal hävib tohutult kiiresti. Mul on olnud asulate arengut väga põnev teadlasena jälgida – kuidas osa neist hääbub, osa kujuneb

Nii reaal- kui ka humanitaarteadusi on ühiskonnale vaja, aga neil kummalgi on omad erinevad lähenemis- ja publitseerimisviisid, erinevad meetodid.

tundmatuseni ümber. Näiteks Haabneemes, kus läheb majanduslikult väga hästi ja kus lammutati just suure käraga maha Piilupesa lasteaed, enam kolhoosikihistust peaaegu ei hoomagi. See on kadunud, uus elu on pulbitsedes peale tulnud. Ja samas on olemas terve rida endisi kolhoosikeskusi, kust inimesed on valdavalt lahkunud ja hooned varemeis, sest keegi neid enam ei vaja. Nii näiteks laguneb Tsoorus klassiku Toomas Reinu projekteeritud kuulus Sverdlovi nimelise kolhoosi keskusehoone. Külas elab veel vaid paar perekonda, nii et sinna ei ole enam isegi vanadekodu võimalik teha. Alles on vaid varemeromantika, mida tuleb nautida seni, kuniks seda veel on.

Aga on ka positiivseid näiteid – just siis, kui Eesti jõukaim, Viimsi vald lasi Haabneemes maha lammutada sellise suhteliselt viisaka maja, nagu Ado Eigi postmodernistlik Piilupesa lasteaed seda oli, otsustas üks Saaremaa ettevõtja lihtsalt hobi korras ellu ärata da Kuressaare ringtee ääres 20 aastat Okasroosikesena oodanud arhitekt Marika Lõokese muinsuskaitsealuse Saare KEK-i maja. See on väga tore, kui üks intelligentne jõukas inimene mõistab sellise hoone arhitektuurilist väärtust ja paneb selle uuesti elama.

Kas 21. sajandil ehitatakse Eestis ilusaid maju?

Ütleme niimoodi, et igal ajal ehitatakse ilusaid ja vähem ilusaid maju. Ainult et see, mida me ilusaks peame, on ajaloos lõputult muutuv arusaam.

Nüüd me ehitame juba ka tarku maju, kus rõhk on uuendustel. Kas selleks peab ilus mingeid mööndusi tegema?

Kindlasti peab. Mis aga veel tarkadesse majadesse puutub, siis need söövad ära arhitektuurist kirjutava humanitaarist kunstikriitiku traditsioonilise tööpõllu. Maja muutub tehnoloogiliselt nii keeruliseks, et kriitikul käib üle jõu seda arengut jälgida, sellele kaasa mõelda. Muidugi on ka neis majades olemas esteetilised otsused, aga need on vaid üks väike osa suuremast protsessist, mille kohta arhitektuurikriitikul on järjest raskem midagi öelda. Nii et seegi areng aheneb otsapidi minu erialast välja. Aga see on paratamatu.

Kui palju Sul rektoriameti kõrvalt üldse uurimistööks aega jääb?

Kooli juhtimine on väga huvitav, aga täiesti tühjaksimev töö. Mida selle kõrvalt natuke ehk kirjutada jõuab, on arhitektuurikriitika. Arhitektuuriajaloo uurimine nõuab oluliselt rohkem aega. Ma veel natuke ootan, kuni see maja siin n-ö maha rahuneb ja Tammsaare park valmis saab. Siis tahan kindlasti sellest pargist kirjutada. Selle rekonstrueerimine on

olnud minu jaoks väga põnev – osa sellest meeldib mulle väga, osaga ma pole üldse nõus. Ja tegelikult ilmub mul kohe ka raamat, mille eelmisel talvel rektorina kirjutasin – „Eesti arhitektuuri sada aastat“. See on suhteliselt väikese mahuga, nii et öösiti ja nädalalõppudel jõudis selle valmis teha. Kuna olen juba varem kirjutanud suurema raamatu 20. sajandi Eesti arhitektuurist, siis on möödunud sajand mul mingis mõttes juba läbi töötatud, mõtted selle kohta kirja pandud. Et ennast mitte totaalselt korrata, siis püüdsin panna uude raamatusse võimalikult palju sellist, mida olen vahepeal juurde uurinud. Mingid mõttekäigud on aga loomulikult juba varasemast ajast olemas. Ja ega kõike ei saagi 100% uuendada. Tore on kaanonit murda, aga ma ei suuda seda totaalselt. Ma ei saa jätta Nõukogude Eesti arhitektuurist kirjutades välja näiteks Tallinna laululava, sest see on lihtsalt olnud sedavõrd tähtis ehitis. Nii et mingid kordused on loomulikult sees. Kõige huvitavam oli aga kirjutada kõige uuemat osa ja see on ka teaduslikult täiesti uus originaalmaterjal, sest seniajani ei ole keegi minu kolleegidest Eesti 21. sajandi arhitektuuri kohta terviklikku ülevaadet kujundanud.

Jääb Sul ka vaba aega? Mida sellega teed?

Tegelikult kulub vaba aeg peamiselt taastumiseks. See tähendab, et lähen lihtsalt koeraga loodusesse. Maal olles meeldib mulle ka aias puude ja põõsastega tegelda, näiteks oksi lõigata vms. Kahjuks on see selline tegevus, kus ma koeralt mitte mingisugust tuge ei saa. Tema jaoks on see surmigav ja ta ei jõua ära oodata, millal me lõpuks oma õuelt välja, metsa või põllule läheme. Linnas võtan lihtsalt õhtuti selle aja, et koeraga metsa minna. Muidugi kipud sealgi päevaseid asju uuesti läbi mõtlema, aga lõppkokkuvõttes mõjub selline lonkimine väga rahustavalt. •

AIN KALLIS

ILM JA LOOMAD

Ühe sitika sumin ei too veel tormi mitte. **Pöide vanasõna**

„Kas vesi on ka soe?" küsis jänes jõe ääres peesitavalt konnalt. „Ma istun siin nagu tavaline konn, aga mitte kui mingi termomeeter!" vastas kõnetatu ülbelt. Tegelikult on just konnad tuntud heade ilmatundjatena: kui nende kontsert tiikides muutub valjemaks, läheneb vihm.

WIKIPEDIA

Üks liik – lehekonn – aga töötavat paljudes maades edukalt sünoptik-kahepaiksena. Töökohaks on tal veepurki asetatud redel. Kui on saabumas ilus kuiv ilm, ronib konn veest välja, vihma korral aga sukeldub vette.

Põneva „tormide prognostikaatori" esitas 1851. aastal Londoni maailmanäitusele loodushuviline George Merryweather. Tema leiutis koosnes tosinast klaaspudelist, kus asetsesid apteegikaanid. Tormi lähenedes püüdsid loomakesed kõrgemale tõusta ning puudutasid pudelikaelas olevaid plaadikesi. Need olid omakorda traatide abil ühendatud kellukestega. Mida rohkem kaanisid plaate puudutas, seda lähemal oli torm.

Täpselt sada aastat hiljem tehti traditsioonilise Briti festivali ajaks aparaadist koopia. Ja see töötas edukalt!

Putukad – parimad prognoosijad

„Sajab, sajab. / Kõik on lige. / Kärbes tige. / Koer on kuri.", kirjeldas eluolu vihma ajal poetess Marie Under.

Seda, et kärbsed, kihulased, parmud ja sääsed on eriti tigedad enne sadu, teavad inimesed vist igal maal. Ja teavad juba sajandeid – Aristotelese õpilase Teophrastose traktaadis ilmaennustamisest oli seda teadmist mainitud. Põhjuseks olevat meie naha aroomid (ka süsihappegaas, piimhape), mis muutuvat niiskusega ja madala õhurõhu tingimustes (või siis kuumalaine aegu higistades) nendele verejanulistele putukaile (aga ainult naissoost isenditele!) eriti ahvatlevaks. Enne aga, kui sellise vereimeja maha lööte, mõelge sellele, et ta tegutses eluga riskides vaid tulevaste lapsukeste nimel. Isased parmud veedavad kuuma suve teatavasti õienektarit libistades.

Tänavu olevat herilased eriti kurjad, seda ka mujal. Ühes Inglise lehes kirjutati hiljuti, et kuna kuumalaine tõttu lõpetasid emaherilased varakult munemise, polnud teistel koloonia liikmeil enam midagi muud teha, kui (igavusest?) rünnata pubisid...

PIXABAY

Kui mesilased jäävad tarusse, on vihma karta

Mutukad ja ilmanäitajad

Kas putukatest kellelegi (peale linnude) ka mingit praktilist kasu on, võiks küsida. Vanarahvale oli muidugi – nende tähelepanekute kohaselt sai mitmete mutukate käitumise järgi edukalt ilma ennustada. Paar näidet: kui mesilased jäävad tarusse, on vihma karta (mesilased ei saavat iial märjaks!), sipelgad kogunevad enne raju pessa. Aga ka: kui kärbes lendab teie ninale ja te ajate ta ära ning ta tuleb sinna tagasi, tähendab see, et tulemas on tugev sadu.

Laialt tuntud on kihulaste või sääskede „surumine" – kui nood „sõdivad" üles-alla, tuleb kehv ilm, kui aga edasitagasi, hea ilm. Igaüks teab, et kui päästukesed lendavad madalalt, hakkab sadama. Ilmselt mõjutab nende toidu-

WIKIPEDIA

Sääsed, kihulased, kärbsed ja parmud on eriti tigedad enne sadu

laua küllust nii õhuniiskuse, õhurõhu kui tuule muutumine tsükloni lähenemisel. Inimeste õnneks on enamik putukaid teaduslikumalt väljendudes negatiivselt anemotaktilised, st kardavad tuult.

Putukad kõlbavad hädaga isegi ilmanäitajate määramiseks: näiteks saavat rohutirtsude, täpsemalt tsikaadide siristamise järgi üpris täpselt õhu temperatuuri määrata. Lugege 15 sekundi jooksul sirinate arv, liitke saadule 38. Nii leiate soojanäidu Fahrenheiti kraadides. Sellest lahutage 32 ning korrutage tulemust viiega ja jagage üheksaga. Saategi Celsiuse kraadid.

Fahrenheiti skaalat kasutab õhutemperatuuri näitude edastamisel ka Texase lõgismadu. Nagu teada, lõgistab ärritunud madu oma saba otsas asetsevaid sarvrõngaid. Teadlased on kindlaks teinud, et kõrinate sagedus sõltub paljus keskkonna soojusest: vee külmumistemperatuuril saba seisab, 99 Fahrenheiti kraadi (37 °C) juures on aga neid kuulda 100 korda sekundis.

Miks on loomad head sünoptikud?

Sest see on neile eluliselt oluline, oleks lühivastus. „Kuna lindude elu on otseses sõltuvuses ilmast, siis on neil välja kujunenud suur ilmastikusõltuvus ja rida meile seni tundmatuid kohastumismehhanisme, mille abil nad instinktiivselt aimavad eelseisvaid ilmamuutusi, sageli juba siis, kui olemasolevad meteoroloogilised aparaadid ei näita veel mitte midagi," nentis tuntud ilmatark Vadim Želnin.

Kui inimestel on ilmastikuga adapteerumiseks palju võimalusi, alates füsioloogilistest (higistamine kuumaga, külmavärinad külmaga) ning lõpetades riietuse, migratsiooni, konditsioneeride kasutamisega, siis loomariigis on neid tunduvalt kasinamalt. Kuuma ilmaga otsitakse varjualust, koertel käib jahutamine keele abil, elevantidel toimivad suured kõrvad jahutusradiaatoritena jne. Külma aastaaja elab osa liike (roomajad, nahkhiired) üle tõelises talveunes ehk hibernatsioonis, osa taliuinakus (karud, kährikud, siilid).

Loomade käitumine osutab ilma hetkeolukorrale ning sobib ka prognoosiks. Kõrgrõhkkonna valitsemisel lakuvad kassid kasukat – põhjuseks olevat kuiva ilmaga karvkattes tekkivate elektrostaatiliste laengute maandamine.

Müstikat pakub pikaajaline talveprognoos seapõrnade järgi. Huvitav on see, et taoline ennustamine on kasutusel õige mitme maa ilmatarkadel, Ameerikani välja.

Lehm kui ilmaprohvet

Ennustajail loomariigis, näiteks rändlinnuparves, on elu ühes mõttes kerge – teed valearvestuse, kannatad ise. Inimsünoptikute amet on aga teatavasti palju tänamatum elukutse. Kui õige vanasti jaht õnnestus, sai suguharu nõid preemiaks suurema lihatüki, kui aga ilm ürituse täiesti kihva keeras, löödi äpardunud ennustaja lihtsalt maha. 1898. aastal kirjutati ühes USA ilmafolkloori käsitlevas raamatus: „Iga vana lehm on parem ilmaprohvet kui prognoosid ajalehtedes!".

Arvatavasti on mõeldud läänes laialt levinud tähelepanekut – enne vihma heitvat veised karjamaal maha. Miks? On tõenäoline, et õhuniiskuse suurenemine mõjutab loomade käitumist: veised heidavad maha lootuses, et juhul, kui vihma tõepoolest peaks sadama hakkama, jääks nende külje all olev rohi kuivaks.

PIXABAY

USA kirdeosariikide farmerid jälgivad lehmade saba asendit ilmakaarte suhtes – kui looma taguots on lääne suunas, on oodata ilusat ilma, kui ida suunas, võib vihma tulla

USA kirdeosariikide farmerid jälgivad hoolega veel lehmade saba asendit ilmakaarte suhtes – kui looma taguots on lääne suunas, on oodata ilusat ilma, kui ida suunas, võib vihma tulla. Komme hoida saba tuule suunas tulenevat mitmete loomaliikide instinktist hoida nina allatuult – siis on vaenlast kergem märgata. Kirdeosariikides pole aga idast tavaliselt kuiva ilma oodata.

Nii et meie ilmateenistustes peaks ametis olema lisaks reumaatikuile veel lehm aasal!

Sünoptiline meteoroloogia pole täppisteadus

Lõpetuseks vastus küsimusele – kas loomad saavad ilma ka muuta? Saarlased arvavad, et mitte (vt vanasõna loo alguses). Sünoptilise meteoroloogia suurkujult Edward Norton Lorenzilt pärineb aga lendlause: „Üks liblika tiivalöök Brasiilias võib tekitada Texases tornaado". Mida see tähendab?

1961. aastal leidis teadlane, et numbrilises ilmaprognoosis võivad väikesed muutused lähteandmetes viia sellise dünaamilise süsteemi nagu atmosfääri modelleerimisel suurte muutusteni lõpptulemustes – ilma kujunemises. Alguses kasutas Lorenz küll sõnu „kajaka tiivalöök", iseloomustamaks suurusi, mis võivad muuta ilmaennustuse kvaliteeti.

Too kuulus lause tornaadost ja liblikast sai aga ühe tema konverentsi ettekande pealkirjaks 1972. aastal. Liblika tiivalöök on muidugi kaugelt poeetilisem ja meeldejäävam kui kajaka oma. Võibolla saadi tilluke tõuge selleks ulmekirjaniku Ray Bradbury 1952. aasta novellist, kus ajarändur tallas kogemata ära liblika, vallandades muutuste ahela, mis viis lõpuks dinosauruste väljasuremiseni.

Kokkuvõtteks. Sünoptiline meteoroloogia ei ole täppisteadus. Ennustajad lähtuvad oma töös teadusest, kogemustest ning intuitsioonist. Mõistatuseks on aga jäänud, kuidas küll osa loomi suudab „koostada" täpset pikka prognoosi arvutite ja ilmakaartideta. •

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

ULVAR KÄÄRT

KUIDAS AMMUTADA PÄIKESEST VÕIMALIKULT PALJU ELEKTRIT?

FOTOD: ARNO MIKKOR

Kamber- ja toruahjudega (esiplaanil) ruumis, mida labori töötajad tabavalt köögiks nimetavad, käib materjaliseguga ampullide kuumutamine ja ihaldatud monokristallide kasvatamine

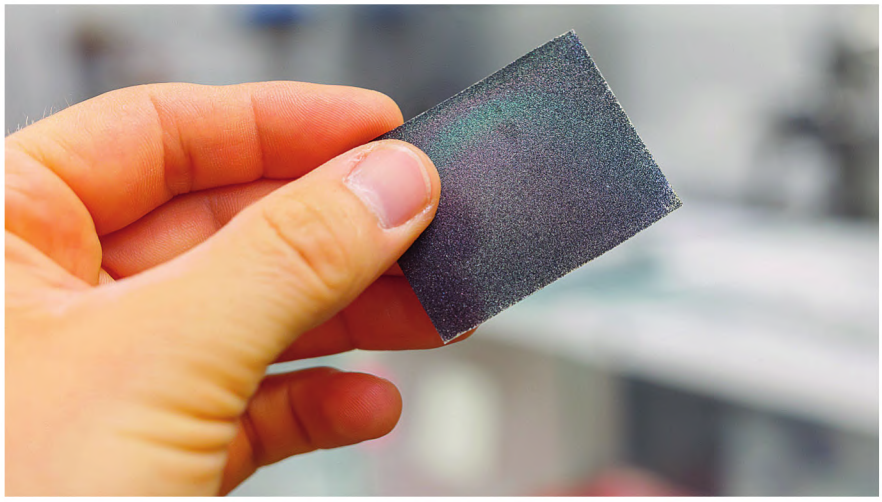
Tallinna tehnikaülikooli (TTÜ) materjali ja keskkonnatehnoloogia instituudi laborites arendavad teadlased uusi tehnoloogiaid ja materjale, millega saaks päikesepatareisid toota senisest keskkonnasõbralikumalt ja ka odavamalt.

Päikesepatareid seostuvad meile enamasti sinist karva tahvlitega, mis on kas majakatustele või hoopis suuremal hulgal kuskile põllule päikesevalgust elektriks muundama paigutatud. Suurem osa selliste paneelide päikeseelementidest põhineb erinevatel räni kasutavatel tehnoloogiatel. Samas otsitakse nende kõrvale aktiivselt uusi võimalusi ja materjale, mida päikeseenergeetika vankri ette rakendada. Nii on näiteks TTÜ materjaliteadlastel luubi all unikaalsed pulbermaterjalid, mis aitavad muuta nii päikesepatareide ehitust kui avardada nende kasutusvõimalusi.

Erilised monokristallid

„Meie püüame teha päikesepatareisid erilisel moel, kasutades selleks mitte õhukesi kilesid, mis on üldlevinud viis, vaid pulbermaterjale. Pulbermaterjalide valmistamiseks kasutame nn sulasoola-kasvatusmeetodit. Esmalt

Absorberkihi valmistamisel kasutatava pulbri iga üksik tera on väike monokristall, millest igaüks moodustab suures paneelis üliõhukese puhverkihiga kaetuna omaette fotoelemendi – miniatuurse päikeseparatei.



Monokristallidest painduvale plastkilele valmistatud liivapaberisarnane päikesepatareitükike

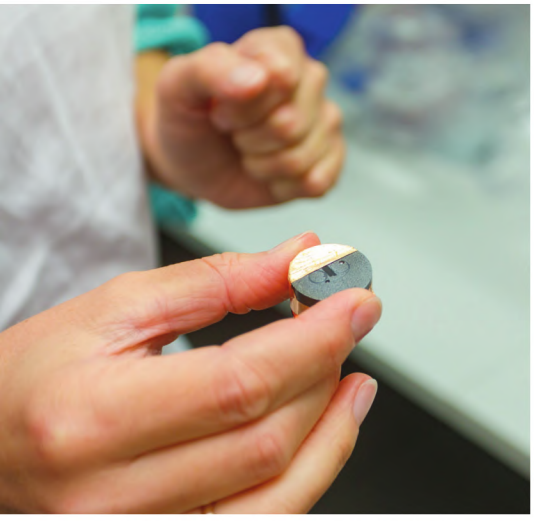
kasvatame kvartsampullis pulbrid, mis pannakse kokku erinevatest ühenditest. Praegu on meil selleks põhiliselt kasutusel vask, tsink, tina ja väävel. Kokku annavad need kas neliku̇hendi või kui lisame veel mõne elemendi – näiteks seleeni –, siis viisikühendi," osutab TTÜ päikeseenergeetika materjalide teaduslabori juhataja Marit Kauk-Kuusik.

Kui kõik ained on õiges vahekorras kokku „uhmerdatud" ja lisatud juurde veel ka sool – kaaliumjodiid –, pannakse segu ampullidesse ja vakumeeritakse. Seejärel lähevad seguga ampullid ligemale 700-kraadisesse kamberahju „küpsema". „Ahjus hakkab kaaliumjodiid 680 kraadi juures sulama. Ülejäänud elemendid reageerivad omavahel keemiliselt juba ampulli üleskütmise ajal. Sulanud soola roll on hoida omavahel reageerivad ja juba ühendiks moodustunud tahked osakesed üksteisest eemal – umbes nagu kisselis hoiab vedelik marju üksteisest eemal. Tänu sellele kasvavad kristallid üksikuna, mitte ei kasva üheks plönniks kokku," kirjeldab Kauk-Kuusik monokristallide kasvatamisprotsessi. „Ampullid on 700-kraadises ahjus neli ööpäeva – see on piisav aeg, et algained jõuaksid omavahel ära reageerida ning juba ka kristalle kasvatada."

Saadud monokristallidest päikesepatarei absorberkihi meisterdamisel tuleb arvestada nende suurusega. „Kui näiteks absorberkihina kasutatavate sarnastest materjalidest tehtud õhukeste kilede paksus on 1–2 mikromeetrit, siis meie kasutame selleks 30–50 mikromeetri suuruste kristallidega pulbreid," märgib Kauk-Kuusik. Ehk siis kui ampullid ahjust võetud ja toatemperatuurile jahutatud, pestakse kaaliumjodiid „valmis küpsenud" kristallide vahelt välja ning saadud tumehalli karva pulber kuivatatakse ja sõelutakse. Sobiva suurusega kristallidest valmistatakse lõpuks liivapaberi sarnane kile: paksemat sorti painduv plastkile kaetakse umbes poole tera läbimõõdu paksuse vaigukihiga ning see omakorda terakestega. Terakesed vajuvad poolenisti vaigu sisse ning absorberkiht, millele saab hiljem peale „istutada" elektroodid ning järgmi-

Ampull „valmisküpsenud" monokristallidest koosneva pulbermaterjaliga

Optoelektroonsete materjalide füüsika labori vanemteadur Olga Volobujeva uurib materjalide pinnastruktuurist saadud pilte. Materjalide esmauuringutel kasutatava elektronmikroskoobiga saab proovist kuni ühe nanomeetrise lahutusvõimega pilte, et määrata näiteks päikesepatarei ristlõikes erinevate kihtide kristallilisust ja paksust. Inimsilmale paistavad arvutiekraanil kõige efektsemana enamasti just ebaõnnestunud materjalid



Elektronmikroskoobis uuritava materjali ristlõike proov

sed kihid – puhver- ja sellele omakorda veel optilise aknakihi – ongi valmis. „Absorberkihi valmistamisel kasutatava pulbri iga üksik tera on väike monokristall, millest igaüks moodustab suures paneelis üliõhukese puhverkihiga kaetuna omaette fotoelemendi – miniatuurse päikeseparatei," viitab Kauk-Kuusik. „Tegemist on maailmas ainulaadse päikesepatarei kontseptsiooniga, mis on kaitstud mitmete patentidega."

Materjalide omadusi on vaja üksikasjalikult uurida

Kõik materjalinäidised, mis päikeseenergeetika materjalide laboris valmis „vaaritatakse", uuritakse põhjalikult läbi TTÜ optoelektroonsete materjalide füüsika laboris. Selleks on seal olemas muljetavaldav kõikvõimalike aparaatide arsenal – erinevate detektoritega skaneeriv elektronmikroskoop, aatomjõu mikroskoop, röntgenfotoelektronspektromeeter, Raman-spektromeetrid, fotoluminestsentsanalüüsi süsteem jne. „Meie saame oma seadmetega uurida nii materjalide elektronstruktuuri, defektstruktuuri, faasi- ja elementkoostist, kristallstruktuuri, morfoloogiat, elektrilisi ning ka optilisi omadusi," loetleb labori juhataja, professor Maarja Grossberg võimalusi.

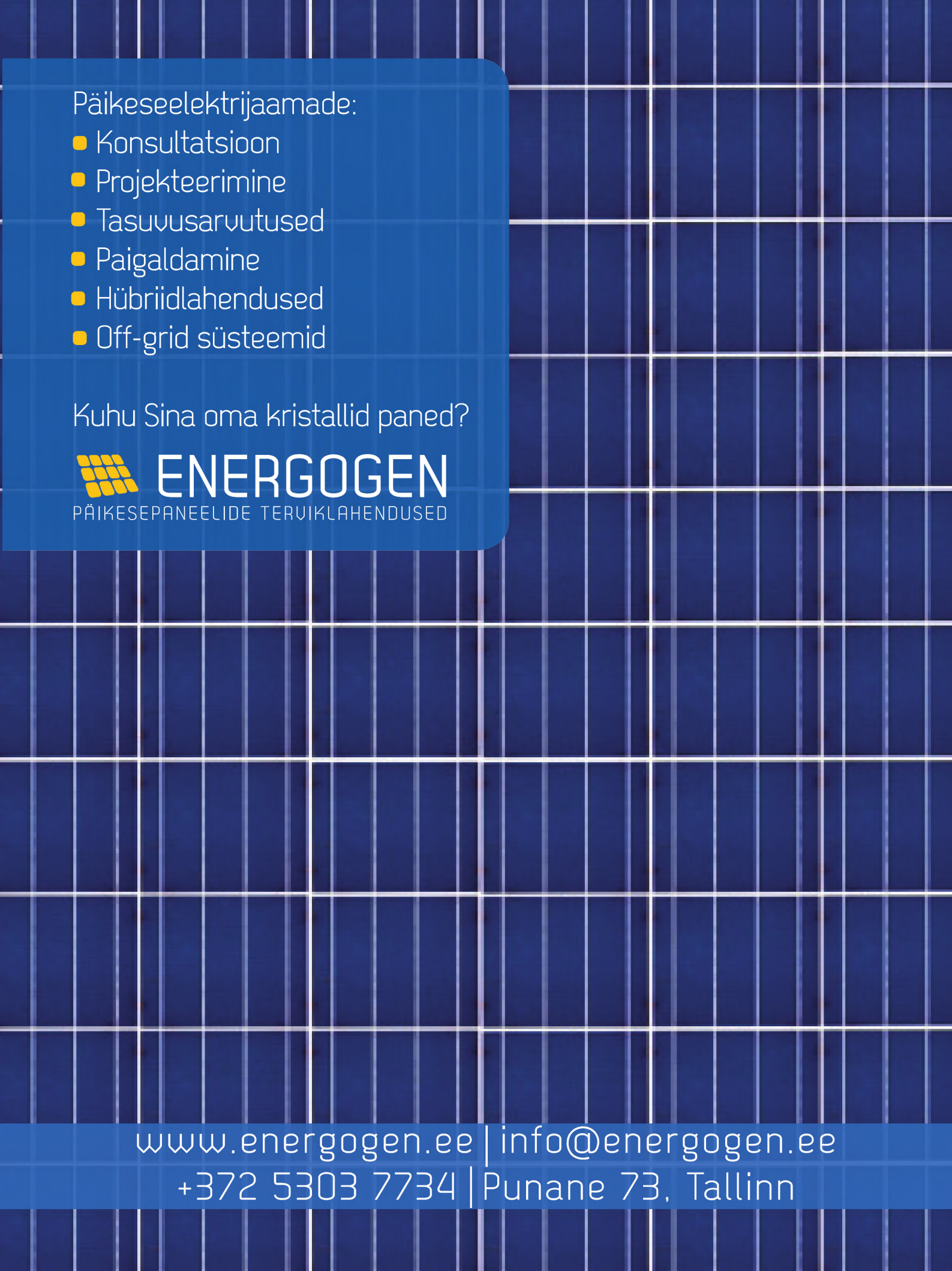
Näiteks fotoluminestsentsanalüüsisüsteemiga ühes ruumis oleva Raman-spektromeetriga saab määrata erinevate materjalide faasikoostist (*faas on aine olek, milles keemiline koostis ja füüsikalised omadused on selle aine ulatuses ühesugused – toim*). „Näiteks kui tahame teha päikesepatarei absorbermaterjalina kesteriiti ja soovime teada, kas saime laboris selle puhta ühendi või tekkisid hoopis kesteriidi erinevad kristallstruktuurid ja võimalikud teised ühendid, siis just selle seadmega saame koostise väga hästi kindlaks teha," selgitab Grossberg.

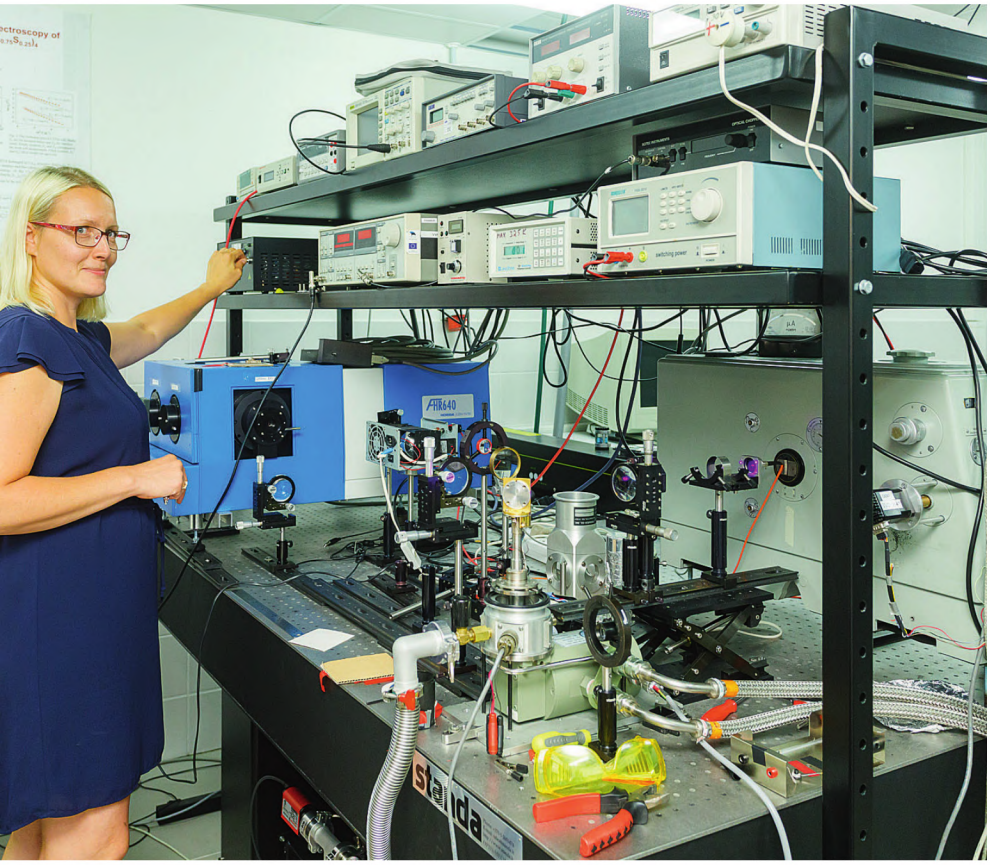
Kalibreeritud kiirgusspektriga valgusallikat ja lihtsat elektroonikat kasutades saab väga täpselt mõõta ka päikesepatareide kvantefektiivsust ehk seda, kuivõrd tõhusalt suudavad need päikesevalguse erinevaid spektriosi elektrivooluks muuta.

Faasikoostise määramiseks lastakse pooljuhtlaseriga tekitatud roheline laserkiir uuritava proovi peale ja mõõdetakse aines hajunud laserkiirgust. „Igal materjalil on sõltuvalt kristallstruktuurist ja molekulidest oma unikaalne hajumisspekter," viitab Grossberg, kuidas laseri abil materjalide koostis tuvastatakse.

Kalibreeritud kiirgusspektriga valgusallikat ja lihtsat elektroonikat kasutades saab väga täpselt mõõta ka päikesepatareide kvantefektiivsust ehk seda, kuivõrd tõhusalt suudavad need päikesevalguse erinevaid spektriosi elektrivooluks muuta.

Palju kasutatakse poolmaterjalide uurimisel luminestsentsmeetodit. „Luminestsentsi kasutame uuringutes


Päikeseelektrijaamade:
Konsultatsioon
Projekteerimine
Tasuvusarvutused
Paigaldamine
Hübriidlahendused
Off-grid süsteemid
Kuhu Sina oma kristallid paned?
ENERGOGEN
PÄIKESEPANEELIDE TERVIKLAHENDUSED
www.energogen.ee | info@energogen.ee
+372 5303 7734 | Punane 73, Tallinn



Optoelektroonsete materjalide füüsika labori juhataja, professor Maarja Grossberg tutvustab materjalide fotoluminestsentsanalüüsi süsteemi. Laualoleva sinist laserkiirt kammitseva läätsedega seadmestikuga saab lisaks luminestsentsanalüüsile teostada väga erinevaid materjalide ning päikesepatareide optilisi mõõtmisi

väga palju seepärast, et sellega saab väga hästi uurida materjali elektroonilisi defekte. Ehk siis kui meil on tegemist näiteks päikesepatareis kasutatavate materjalidega, siis just defektid määravad ära, kuidas materjal seadises töötab – milline on voolujuhtivus ja kus tekivad elektrivoolus kaod," osutab Grossberg. „Kui genereerime päikesekiirgusega laengukandjaid, siis alati kaotame osa neist elektroonsete defektide tõttu. Päikesepatareis on eesmärk kätte saada võimalikult palju laengukandjaid ja seepärast püüame igasuguste kahjulike defektide teket vältida."

Kuna defektid mängivad materjali soovitud kvaliteedinäitajates väga suurt rolli, on võimalik nende kaudu materjali elektrijuhtivust vastavalt vajadusele kas suurendada või vähendada. „Defektide tüüpi ja kontsentratsiooni on võimalik tehnoloogiliselt muuta, kujundades ümber materjali kasvatusprotsessi. Näiteks materjali koostist muutes saame selle kristallvõres tekitada teatud elemendi aatomite kohale tühimikke või siis mõnesid aatomeid hoopis võre vahele sokutada," kirjeldab Grossberg materjali elektroonsete defektide varieerimisvõimalusi, mille tulemuslikkust saab luminestsentsanalüüsiga hinnata.

Samas on optoelektroonsete materjalide füüsika laboril elektrit tootvate päikesepaneelide katsetamiseks välistingimustes mõeldud eraldi testimiskompleks. Seal saab mõõta päikesepaneelide väljundiparameetreid ning vastupidavust n-ö päris elus. Selliste mõõtmistega on võimalik omakorda hinnata erinevate päikesepaneelide elektrilisi näitajaid erinevates keskkonnatingimustes, hinnata ka tootlust prognoosivaid mudeleid ning teha tasuvusanalüüse.

Pulbertehnoloogia eelis peitub võimaluses valmistada painduvaid päikesepatareisid – sellisel patareil pole kuju ega suuruse piiranguid.

Mille poolest on monotera-pulbrist päikesepatareid teistest paremad?

„Pulbertehnoloogia eelis peitub võimaluses meisterdada painduvaid päikesepatareisid – sellisel patareil pole kuju ega suuruse piiranguid," sõnab Kauk-Kuusik. Kuna ehitusvaldkonnas liigutakse praegu üha enam päikesepaneelide ehitistesse integreerimise suunas, on huvi painduvate päikesepatareide rakendusvõimaluste vastu aina suurenemas.

TTÜ-s arendatavatel pulbermaterjalidel on veel teisigi selgeid eeliseid. „Traditsiooniliste õhukesekileliste päikesepaneelide absorberkihi all kasutatakse enamasti klaasalust, mis ei paindu. Samuti ei saa õhukesekilelistele materjalidele klaasalusel teha kõrgtemperatuurset järeltöötlust, kuna klaas hakkab sulama juba 550 kraadi juures. Meie saame oma pulbrit vabalt 700–800 kraadi juures järeltöödelda ka pärast kristallide kasvatamist," tähendab Kauk-Kuusik.

Kuigi kõik lähtematerjalid, mida monokristallide struktuuris kasutatakse, on erinevad, on neid ühendavaks omaduseks keskkonnasõbralikkus ja odavus, mis aitab päikeseenergia hinda võrreldes teiste alternatiivenergiaallikatega konkurentsivõimelisemaks muuta. „Päikeseenergeetikas otsitakse üha odavamaid ja keskkonnasõbralikumaid materjale. Meie uuritavad pulbermaterjalid on alternatiiv vask-indium-gallium-seleenile, mis on täna juba turule jõudnud. Neis kasutatav indium ja gallium on aga suhteliselt kallid materjalid. Samas on tsink, vask, tina, seleen ja väävel, mida meie kasutame, nendega võrreldes väga tavalised, odavad ja mitte ka väga toksilised," viitab Kauk-Kuusik.

Pulbertehnoloogia arendamise ja selle abil edasise päikesepaneelide väljatöötamisega tegeleb TTÜ kõrvalfirma Crystalsol GmbH, mis tegutseb nii Tallinnas kui ka Viinis. Tallinnas tegeletakse peamiselt pulbertehnoloogia arendusega suuremahuliseks tootmiseks ja Austrias, kus käib kogu päikesepaneelide arendus, ollakse võimelised spetsiaalse n-ö printimistehnoloogiaga tootma 30 cm laiuseid ja väga pikki painduvaid päikesepatareisid.•

TIIT MÕTUS

JANEK MÄGGI

RIIGIHALDUSE MINISTER

Ma tahan retsepti! Kokk on abiks

Kõik, mis maailmas täna olemas on, on olemas olnud kogu maailma olemasolu aja. Ja oli ka enne seda. Mobiiltelefoni oleks saanud valmis meisterdada juba 2000 või 5000 aastat tagasi. Inimene ei osanud, kuid loodus lubas. Täpselt samamoodi on meie jaoks võimalikud paljud asjad, mille peale me ei oska tulla, mida me ei oska tahta, mille vajadust me ei oska hinnata. Kuid meie teadmatus otseteest, mistõttu me läheme ringiga, ei välista otsetee olemasolu.

Tulevikus hindame tänast päeva kui nostalgilist, tsivilisatsioonieelset aega – nii nagu imetleme kaasajal Lõuna-Ameerika džunglites elavaid hõime, kes ei tea midagi elektrist ega pilvelõhkujaist. Reeglina on inimkond alustanud matka ümber maailma selleks, et naabrimehe juurde jõuda. Kohale jõuame küll, aga 40 000-kilomeetrilise ringiga. Selleks, et valida pärale jõudmiseks lühim tee, läheb tarvis 360-kraadist vaadet. Võimet näha ühtaegu nii ette, küljele kui ka selja taha. Enne teeleasumist tuleb valida suund, mis näib sihilejõudmiseks kõige kiirem ja ratsionaalsem. Loomulikult võib juhtuda, et kaldume teel olles kursist kõrvale või muudame sihti, kuid lähtekohas tuleb ära kasutada kogu teave, mis aitab eesmärki seada ning selleni jõuda.

Uusi avastusi ei tasu ülehinnata, sest vaatamata nende suurusele on nad tulevikku arvestades ikkagi väga väikesed ning tunduvad üsna varsti pärast avastamist ebapiisavad. Iga uus teadmine võimendab järgnevaid progresseeruvalt. Eilne avastus, et rada, mida vajame, on olemas, julgustab meid teele asuma, kuid ei vii kohale. Mets meie ees on tihe ning sissetallatud rajad võsastuvad kiiresti. Teadus sunnib ühiskonda süsteemselt otsima teid, mille olemasolust me teadlikud ei ole, kuid mille olemasolust me suudame unistada. Pääseda Kuule. Marsile. Võimetus lennata ei välista lendamise võimalikkust. Võimetus unistada lendamise võimalikkusest võtab võimaluse lendamise võimalikkust avastada.

Teaduse eesmärk on lahendada probleem, kuid paljud probleemid tekivad teiste probleemide lahendamise käigus. Seetõttu ei olegi niivõrd oluline, et probleem jääb lahendamise protsessis samaks, vaid see, et meil üldse probleem on – ja et me hakkame seda lahendama. Teadus on loomine. Luua saab seda, mida on võimalik luua. Mille jaoks on olemas kõik komponendid ja me teame retsepti. Teadus on retseptide kogum. Mõne toidu valmistamiseks ühest retseptist ei piisa. Vaja on teada ja osata teha mitut rooga ühekorraga. Toidu maitse sõltub lisaks retsepti täpsusele toorainest ning koka vilumusest. See, et ühel kokal roog välja ei tule, et tähenda veel, et retsept on vigane ja seda polegi võimalik teostada. Võib-olla tuleb lihtsalt nutikamat kokka oodata. •

AAFRIKA

Aafrika südames: eestimaalased Belgia Kongos

Eesti Vabariigi 100. juubeli puhul sobib ajas tagasi vaadata ja meenutada neid kaasmaalasi, keda elu esimesel omariiklusajal ühel või teisel põhjusel Aafrikasse viis. Mõned neist jõudsid otse Aafrika südamesse – nii on teinekord kutsutud Kongo jõe basseini –, piirkonda, kus tõsiseks väljakutseks on nii ekvatoriaalne niiske ja palav kliima kui ka sellega kaasnevad troopilised haigused.

Eesti Vabariigi algusaastad olid keerulised nii majanduslikus kui ka poliitilises mõttes, mis sundis mitmeidki eestimaalasi otsima paremaid elutingimusi välismaalt. Väljarände suurim laine jäi aastatesse 1925–1927. Aafrikasse mindi üldjuhul harva ja kui seda tehti, siis eelistati klimaatiliselt sobivamaid piirkondi – näiteks Põhja-Aafrikat (Alžeeria, Maroko) või Lõuna-Aafrika Uniooni, millest kujunes alates 1920. aastate teisest poolest üsnagi populaarne sihtkoht. Siiski tekkis 1920. aastate algul väike Eesti kogukond ka troopilisse Aafrikasse, kui Belgia Kongos (praegune Kongo DV, pealinn Kinshasa) kujunes välja Eesti meremeeste koloonia. Peamine põhjus, mis ajendas meremehi nii kauget piirkonda teenistuskohaks valima, oli Eestis ja samuti Euroopas valitsenud tööpuudus – sõjajärgne merekaubandus elas läbi raskeid aegu. Belgia Kongos oli jõe- ja järvelaevnikest seevastu puudus, ja nii moodustasid enne 1929. aastal puhkenud ülemaailmset majanduskriisi välismaalased Belgia laevastiku meremeestest ligemale poole.

Juba 1920. aastal jõudis esimese eestimaalasena Belgia Kongosse pärnakas Voldemar Filimonoff, kellele järgnes peagi teisi kaasmaalasi. Teadaolevalt viibis 1920. aastatel Kongos ligikaudu 30 Eesti meremeest. Tööd leiti laevakaptenite, -mehaanikute ja -puuseppadena, ning teenistus oli Kongos hea, umbes 350–500 krooni kuus. Kuna Eesti ajakirjanduses reklaamiti Belgia Kongot kui „tulevikumaad", olid sellesse kaugesse piirkonda väljarännanud esialgu üsna optimistlikult meelestatud. Nii ilmus 1924. aasta oktoobris ajalehes Vaba Maa artikkel „Eestlased Aafrikas: Noored kaubalaevastiku mehaanikud Belgia Kongos", kus kiideti kohalikke elu- ja tööolusid ning avaldati ühtlasi paar lõiku sealsetelt eestlastelt saadud kirjast. Üks küsimus, mida noored meremehed (Aleksander Akatus, Johannes Tauben, Leopold Oltov) oma kirjas vaagisid ja mis ka tänases Eestis endiselt poleemikat tekitab, oli: kas minna või jääda? Oma riigi patriootidena põhjendasid nad Eestist lahkumist järgnevalt: „Mis kasu on sellest, et üks perekonnaliige oma pere hulgas ainult sööb ja midagi ei tee, sest tal ei ole midagi teha? Kas ei ole kasulikum, et ta läheb välja otsima teenistust, et ka oma perekonda aidata ja selle kasuks midagi ära teha? Just nii on ka riigielu. Eks terve riik on ka üks Eesti pere".

ERM / SOLOMENTSEVIDE KOGU

Mangbetu kahekordne savianum. Mangbetu figuraalanum kujutab hõimueliiti kuuluvat naist tema traditsioonilise kõrgendatud soenguga

Aegamööda tegi karm reaalsus siiski omad korrektiivid ja vaimustus Belgia Kongost kui „kõikide võimaluste maast" hakkas eestlaste hulgas lahtuma. Esimesed neist naasid kodumaale. Oma osa oli siin eurooplaste jaoks sobimatutel klimaatilistel oludel, millega kaasnesid ebameeldivad troopilised haigused, nagu kollapalavik, malaaria või unitõbi. Lisaks levisid piirkonnas düsenteeria ja pidalitõbi. Haiguste kõrval ei jätnud meremeeste meelestatusele ilmselt mõju avaldamata ka Eesti kogukonna esimese püsiasuka kapten Voldemar Filimonoffi tõsine tüli oma tööandjaga, mida tuli lõpuks lahendada kõrgema astme kohtus Brüsselis. Pingeline kohtuprotsess ja troopiline kliima võtsid mehelt tervise, nii et ta 1928. aastal suri.

Etteheiteid Belgia Kongos valitsenud töötingimustele kostus aga mujaltki. Juba 1926. aastal avaldas üks seal töötanud meremehi, Osvald Seppet, oma kogemustel põhineva artikli, milles tegi teravat kriitikat mitte üksnes tööolude, vaid ka koloniaalühiskonna vastu, ning leidis sealt mitmeid ühisosi varem Eestis valitsenud olukorraga: „Öeldakse, et neeger on harimatu, vaimliselt maha jäänud, tal puuduvat isegi tänusõna ta keeles jne. Meie tunneme, et need sõnad on pärit samast leksikonist, millega opereerisid meiegi endised orjaperemehed".

1920. aastate algul kujunes välja Eesti meremeeste koloonia Belgia Kongos, kus oli jõe- ja järvelaevnikest suur puudus.

Loomulikult avaldas eestlaste kogukonna lagunemisele arvestatavat mõju ka ülemaailmne majanduskriis, mille järel hakati Belgia laevastikus eelistama töölepingute sõlmimisel oma riigi kodanikke. Enamik eestlasi rändas tagasi kodumaale, mõned suundusid edasi Lõuna-Aafrikasse või Austraaliasse, ning teadaolevalt üks neist, kapten Karl Luks, ostis Tanganjika järve äärde 100 hektarit maad ning rajas sinna kohvi-, tubaka- ja maisiistandused.

Belgia Kongos töötanud Eesti meremeestega õnnestus 1927. aastal kohtuda ka lühiajaliselt Aafrikas reisinud kirjanik Karl August Hindreyl, kelle reisikirjad ilmusid Päevalehes ning hiljem raamatuna pealkirjaga „Kongosõit". Hindrey kuvand Aafrikast on vastuoluline: ühelt poolt märkab ta koloniaalühiskonna ebavõrdsust, teisalt ei ole talle võõrad 20. sajandi esimesel poolel valitsenud rassistlikud stereotüübid. Oma ajastu vaimus mõtleva eurooplasena üritas ta tavatut keskkonda mõista ja seda enda jaoks kuidagi lahti seletada, olles aafriklaste suhtes kord kriitiline, ja siis jällegi kaitsev, püüdes murda mõnd kohalike valgete seas levinud väärarusaamust. Kirjaniku hingeline segadus kokkupuutest teistsuguse maailmaga avaldub ilmekalt külaskäigul Rootsi misjonijaama Kikandas: „Kuskilt läbi seinte kostab veel harmooniumil harjutades: „Ma tulen taevast ülevalt…", läbi akende paistab Aafrika taeva õine sina – siis kiigud sa nii endamisi oma toolis, pühid otsaesiselt higi ja püüad kuidagi viisi mõista seda hingelist amalgaami, mida kauge põhjamaa ja ekvaatoritagused elemendid sinus vibreerida lasevad".

Eestit ja Belgia Kongot ühendab sõdadevahelisest perioodist aga veel üks huvitav ajalooline kontakt. 1920. aastate teisel poolel ja 1930. aastate alguses töötas Belgia Kongos raudteekompanii ülemarstina Tartu ülikoolis õppinud Ivan Solomentsev, kelle Kesk-Aafrikast kogutud etnograafiliste esemete kollektsioon on tänapäeval üks Eesti eksootilisemaid ja unikaalsemaid muuseumikogusid. 38-aastaselt malaariasse surnud Ivan Solomentsevi kollektsiooni kinkis tema vend Dimitri Solomentsev, kes töötas samuti Aafrikas arstina, Eesti Rahva Muuseumile. Kogutud esemed pärinevad rahvastelt, kes elavad tänapäeva Kongo Demokraatliku Vabariigi, Kongo Vabariigi ja Gaboni aladel. Suurema osa Solomentsevi kogust moodustavad puuskulptuurid, mis pärinevad arvatavasti 20. sajandi esimestest kümnenditest, üksikud esemed arvatavasti ka 19. sajandi lõpust. Mitmekesiselt on 64 esemest koosnevas kollektsioonis esindatud näiteks batekede puuskulptuurid ning haruldaseks võib pidada ka mangbetudele kuulunud esemeid (savist figuraalanumad, tseremoniaalne nuga, harf).

RAHVUSARHIIV

Kirjanik Karl August Hindrey (1875–1947) oma 1927. aasta Kongo-reisi ajal laevas ja reisi põhjal kirjutatud raamat „Kongosõit"

Lõpetuseks võib küsida, mis üldse sunnib inimest kodust lahkuma ja kaugele rändama? Olulise põhjuste seas võib ilmselt esile tõsta lootust leida paremat teenistust, aga ka lihtsalt inimlikku uudishimu. Pealegi võib kodumaalt ärakäimine mõjuda värskendavalt meie vaimule, nagu on seda oma „Kongosõidu" järelsõnas kirjeldanud Karl August Hindrey: „Ühiskondlikult ja politiliselt oma sünnimaaga kaasa elaval inimesel võib mõnikord saada möödapääsemata vajaduseks kodumaisi sündmusi, isikuid ja seisukordi kaugusest vaadata, et neid üldse mõista. •

Karin Veski, Tartu ülikooli uusima aja lektor

„Tihvtiriidist naljalt lapsed eluga ei päest”[1]

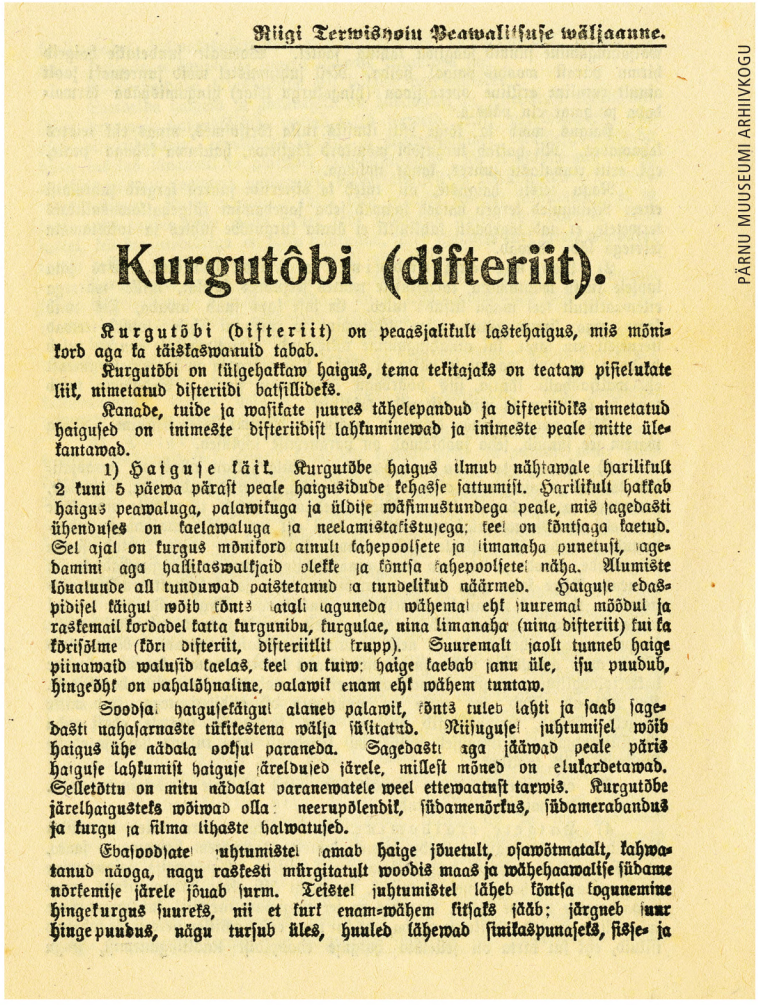
***Diphtera* tähendab kreeka keeles pargitud nahka, mis viitab ühe seniajani ohtliku tõve olulisele sümptomile – limaskesta kärbumise tagajärjel kurgus tekkivale katule.**

Difteeria eestikeelne ja varasem nimi oligi kurgutõbi (arhiivis sugupuud uurinud inimesed teavad, et tõve vana saksakeelne nimi oli *Bräune* või *Croup*), kuid kõneldi ka kaelahaigusest (*Halskrankheit*). Viimane võis samas tähendada ka näiteks sarlakeid, mumpsi vms. Oma praeguse nimekuju sai haigus 19. sajandil. Samas on Eestis kasutatud ka nimekuju *difteriit* või *tihvtiriit* ning Lääne-Eestis kutsuti ägedalt kulgevaid ja lämbumist põhjustavaid kurguhaigusi mõnikord hoopis *lemmiks* või *lemmuhaiguseks*.

Ehkki difteerial on eri vorme ning tema sümptomite palett on lai, sisaldades muuhulgas peavalu, palavikku ja köha, oli mineviku inimese jaoks difteeria peamiseks tunnuseks tursunud kõri ja sellega kaasnenud võimalik lämbumisoht. Seetõttu on tõvest kõneldud ka kui „timuka silmusest“. Kõrget suremust sellesse haigusesse ei põhjustanud siiski vaid lämbumine. Pealegi tunti juba ammu trahheotoomiat – hingetoru kirurgilist avamist kaelal ehk operatsiooni, mis päästis veel pärast Teist maailmasõdagi Eestis palju lapsi. Probleem seisnes (ja seisneb) pigem selles, et haigusetekitaja, *Corynebacterium diphtheriae* elutegevuse tagajärjel tekivad toksiinid, mis pärsivad südame, neerude ja närvisüsteemi tööd.

Haiguste leviku jälgimist minevikus raskendab asjaolu, et kirikuraamatusse märgitud surma põhjuse teatasid sageli lähedased, mitte meedik. Samuti lisab segadust omaaegse meditsiini ebakindlus – ilmselt oli ka paljude toona sarlakitena käsitletud juhtude puhul tegu siiski difteeriaga. Lemming Rootsmäe, kes on uurinud nakkushaigustesse suremust Eestis, on kirjutanud, et kaelahaigus (ilmselt valdavalt difteeria) ja kurguhaigus (kindlalt difteeria) andsid ajavahemikul 1711–1850 umbes 1% iga-aastastest surmajuhtudest. Kaela- ja kõrihaiguse epideemiad puhkesid iga 7–8 aasta tagant, suremus oli kõrgeim oktoobrist jaanuarini, madalaim mai- ja juunikuus. Surnute seas domineerisid 1–3 aastased lapsed, 80–90% kõnealuse diagnoosiga surnuist olid alla 14-aastased. Küll olid haiguspuhangud erineva letaalsusega. 19. sajandi lõpust teame, et haigestunud lastest suri 35–60%, täiskasvanutest 6–10%. Nii oli nt 1895. aastal tänase Eesti territooriumil kokku 465 difteeriajuhtu ning haigestunutest suri ligemale viiendik. Sõdadevahelises Eestis, aastatel 1923–1937, mil difteeriajuhtumeid oli aastas *ca* 800–1400, küündis haigete suremus 15,8%-ni.

Veel 19. sajandi esimesel poolel seletasid Eestis töötanud arstid difteeriat antiikse humoraalteooria abil (vt Horisont 6/2014). Süüdistati kliimat (põhja- või idatuult, niisket ilma), ületoitumist, aga ka hingamisteede pingutamist ja teisi põe-



Riigi Terwishoiu Peawalitsuse wäljaanne.

PÄRNU MUUSEUMI ARHIIVKOGU

Kurgutôbi (difteriit).

Kurgutôbi (difteriit) on peaasjalikult lastehaigus, mis mõnikord aga ka täiskaswanuid tabab.

Kurgutôbi on tülgehakkaw haigus, tema tekitajaks on teataw pisielukate liik, nimetatud difteriidi batsillideks.

Kanade, tuide ja wasikate juures tähelepandud ja difteriidiks nimetatud haigused on inimeste difteriidist lahkuminewad ja inimeste peale mitte ülekantawad.

1) Haiguse käik. Kurgutôbe haigus ilmub nähtawale harilikult 2 kuni 5 päewa pärast peale haigusidude kehasse sattumist. Harilikult hakkab haigus peawaluga, palawikuga ja üldise wäsimustundega peale, mis sagedasti ühenduses on kaelawaluga ja neelamistakistusega; teel on tõntsaga kaetud. Sel ajal on kurgus mõnikord ainult tahepoolsete ja limanaha punetust, sagedamini aga hallikaswalkjaid olekke ja tõntsa tahepoolsetel näha. Alumiste lõualuude all tunduwad paistetanud ja tundelikud näärmed. Haiguse edaspidisel käigul wõib tõntsa ajal laguneda wähemal ehk suuremal mõõdul ja raskemail kordadel katta kurgunibu, kurgulae, nina limanaha (nina difteriit) kui ka kõrisõlme (kõri difteriit, difteriitlik krupp). Suuremalt jaolt tunneb haige piinawaid walusid kaelas, teel on tuim; haige kaebab janu üle, ihu puudub, hingedõhk on pahalõhnaline, palawik enam ehk wähem tuntaw.

Soodsal haiguse käigul alaneb palawik, tõntsa tuleb lahti ja saab sagedasti nahaparnaste tükikestena wälja ülitatud. Niisuguisel juhtumisel wõib haigus ühe nädala ookul paraneda. Sagedasti aga jäämad peale päris haiguse lahkumist haiguje järeljused järele, millest mõned on elukardetawad. Selletõttu on mitu nädalat paranewatele weel ettewaatust tarwis. Kurgutõbe järelhaigusteks wõiwad olla: neerupõlendik, südamenõrkus, südamerabandus ja kurgu ja silma lihaste halwatused.

Ebasoodsate juhtumistel lamab haige jõuetult, osawõtmatalt, kahwatanud näoga, nagu raskesti mürgitatult woodis maas ja wähehaawalise südame nõrkemise järele jõuab surm. Teistel juhtumistel läheb tõntsa kogunemine hingekurgus suureks, nii et kurk enam-wähem kitsaks jääb; järgneb nur hinge puudus, nägu tursub üles, huuled lähewad sinikaspunaseks, sisse- ja

Difteeria eest hoiatav voldik 1920. aastatest

WELLCOME COLLECTION

Difteeria raviks kasutatavat vahendit saadi nakatatud hobuste verest valmistatud seerumist. Karikatuuril on kujutatud dirteeriaseerumi väljatöötajat Emil Adolf von Behringit

[1] Eesti rahvaluule arhiivi folkloorikogu < Iisaku – H. Jõulumaa 1978 (http://herba.folklore.ee)

PÄRNU MUUSEUMI FOTOKOGU

Veel sada aastat tagasi olid laste suremusnäitajad hoopis teises suurusjärgus kui täna. Näiteks 1922. aastal suri Eestis sajast lapsest 14 enne 1-aastaseks saamist. Süüdi olid nakkushaigused, mille üle saavutati võit alles pärast Teist maailmasõda tänu massilisele vaktsineerimisele ning antibiootikumide kasutuselevõtule

tud tõbesid. Rahvasuus usuti, et *lemmut* kutsub muuhulgas esile ehmumine või vihastumine. Siiski leidus neidki, kes uskusid haiguse nakkuslikkusse ning soovitasid kontakte haigega vältida.

Difteeria tekitaja identifitseeriti 1883. aastal. Peatselt näidati, et kõnesolev bakter toodab toksiine. Ajastule omaselt püüti kogemuste ja eeskujude varal organisme ka difteeria suhtes immuniseerida, kasutades selleks nõrgestatud haigustekitajaid või nende toksiine. Leiutati meetod toksiini sidumiseks formaliiniga. Saadud „toksoid" oli organismi viimisel ohutu, samas oli sel antigeenne toime. Töötati välja ka difteeriat ravima pidanud antitoksiin (nüüd teame, et see kujutas endast difteeria antikehi seerumis) ning 20. sajandi alul saavutati selle abil juba teatav raviefekt – USA-s suri „vaid" kümnendik haigestunutest. 1901. aastal sai Emil Adolf von Behring oma difteeriaalaste tööde eest, millega ta oli oluliselt panustanud immunoloogia arengusse, Nobeli füsioloogiapreemia.

Ka sõdadevahelises Eestis oli võimekus difteeriavaktsiini loomiseks olemas, kuid kurgutõve vastase sundimmuniseerimise sisseviimiseni ei jõutud. Difteeria-vastast kaitsepookimist tuli huvilistel endil tohtri käest paluda. Kogu elanikkonda hakati Eestis difteeria vastu vaktsineerima alles 1945. aastal. Samasse aastasse paigutub ka teadaolevalt suurim haigestunute arv – ametliku statistika kohaselt 4400 juhtu. Alates 1965. aastast Eesti NSV-s difteeriat enam ei esinenud. Lisaks vaktsineerimisele aitasid sõjajärgsetel aastatel haigusele piiri panna meie kodumaal kättesaadavaks saanud antibiootikumid. Üksikjuhtudena naasis difteeria 1990. aastatel ning täna kerkib selle haigusega seonduv ikka ja jälle üles vaksineerimise vajalikkuse üle peetud diskussioonides.

Ken Kalling, meditsiiniajaloolane

Õnnetus sai alguse Kassiarult. Kui vana Jaska millalgi laadasõidult jälle koju tuli, jäid tal lapsed üksteise järel kõik haigeks, nagu oleks mõni lausuja talle laadalt lastehaiguse kojuviimiseks kaasa andnud. Haigus võttis kohe hädaohtliku pöörde, ähvardades laste kurgu kinni matta. Ei jõutud asjas õieti täielikule teadvuselegi, kui juba suri esimene laps ja varsti peale seda teine. Polnud muud, kui hakka matuste vastu valmistuma. /---/

Need olid kuulmata kurvad matused, sest samal ajal, kui söödi ja joodi kahe auks, kes puhkasid puusärgis, käed rinnal, vaakusid juba kolm teist last sängis hinge. Laste seisukord oli sedavõrd raske, et ema ise ei saanud koolnuid nende viimsele puhkepaigale saatma minna, vaid pidi koju jääma teisi suretama. Nii uskumatu kui see ka kõigile näis, ometi oli nõnda, et kui matuselised õhtuvidevikus surnuaialt koju jõudsid, oli Kassiarul juba jällegi kaks väikest laipa. /---/

Kõige enne tabas kuri kaelahaigus nende lapsi, kes käisid Kassiarul kahe esimese lapse matusel. Nagu oleks Kassiaru langenud äkki jumala erilise viha alla, nii et ei tohi enam appi minna tema lapsigi maha viima! Niipea kui pistad jalad üle ukse sinna, et osa võtta nende raskest leinast, kohe saadetakse sulle endale sama lein kaela. Haigeks jäid lapsed Orul, Hundipalul, Ämmasool ja Raval ning igal pool pidas surm varsti lõikust. Oli lõpuks peaaegu nõnda, et igaüks pidi matma ise oma lapsed, kellelgi polnud võimalik teise juurde matusele minna. /---/

Oli imelikult õudne pilt külmal ja selgel pühapäevahommikul. Päike tõusis, nagu oleks ta verre kastetud. Väljaäärsed kaasikud ja soo võserik olid paksus valges härmas, nagu oleksid puud äkki helendava lehestiku saanud. Eemal, väljaotsal kaskedes paistsid tedrekuked kui kustunud söed vaikselt valendava hõõguse keskel.

Hundipalul seati alles puusärke reele, kui alt soolt hakkasid paistma kaks-kolm hobust, sealt tuli Rava Kustas oma pojukesega, kelle surm võtnud peaaegu ema rinna otsast. Aga veel polnud Rava Kustas Hundipalu välja alla jõudnud, kui juba kaugemal tuli nähtavale teine voor: seal vedas väsinud hobusekronuga surnuaia poole Kukessaare Jaan oma tütart, kes juba oli karjaskäija. Hundipalul peatusid mõlemad voorid, oodates, et see oma puusärkidega ees läheks – ikka riburada mööda, nagu jumal ise taludki nende loomisel laia sohu oli tippinud.

Nõnda siis läks Hundipalu mäelt neli laudkasti üksteise järel alla soo poole. Lumi karjus reejalaste all, nagu krigistaks keegi meeletus vihas või valus tuhandeid hambaid. Eemalt kuulduna näis nõnda, nagu karjuksid lapsed alles valgeis laudkastides, mis on paigutatud regedele, õlekood aluseks. Aga ükski ei kuule nende väetit kisa, sest kõik on nende ümber kurdiks jäänud, omaksed ja võõrad.•

Anton Hansen Tammsaare, Tõde ja Õigus, I osa

Eesti kannatus ja lootus sinimustvalgetel albumilehtedel

Ruhnu Püha Magdaleena koguduse endine õpetaja Harri Rein on laiemale üldsusele tuttav tänu paarile teleklipile ja dokfilmile „Saare võimalikkusest" (režissöör Marianne Kõrver, 2012). Nii teatakse eelkõige teleekraani vahendusel, et kõrgesse ikka jõudnud kirikuõpetajal oli tavaks toimetada teenistusi ka inimtühjas pühakojas, sest tema jaoks viibisid seal püha tõsiasjana inglite hulgad. Vähem teatakse, et see Jumala teenimisele pühendunud mees varjas end 19 pikka aastat Nõukogude võimu eest ning pani paopäevil kokku sinimustvalge isamaalise värsipõimiku.

Harri Reinu 1948. aastal kokkuseatud rahvuslik värsipõimik sinimustvalgetel lehtedel

FOTOD: EELK KONSISTOORIUMI ARHIIV

1944. aastal elas Harri Rein Tallinnas ja õppis gümnaasiumi viimases klassis. Pärast seda, kui ta 9. märtsil pommirünnakust imekombel eluga pääses, tõotas ta pühendada oma elu Jeesus Kristusele. 1990. aastatel pensionit taotledes kirjutas ta avaldusele lisatud seletuskirjas: „Usus Jumalasse veendusin selles, et Eesti olukorda ei lahenda võitlus relvadega suurriikide võimu vastu, vaid et Eesti olukorra lahendab Jumal. Ma ei läinud Saksa sõjaväkke, kui 1944. aastal oli minu aastakäigu mobilisatsioon. Alustasin elu palvetava metsavennana oma vanemate majas Läänemaal Risti alevis Soo tänav 12. Kui tuli mobilisatsioon Nõukogude armeesse, ma ei läinud välja ja ma varjasin end ateistliku riigivõimu eest. Tajusin, et relvaga käes võitlev metsavendlus ei anna soovitud tulemusi, on vaja olla pidevas palvevõitluses Eesti eest. [---] 1963. aasta novembris anti mind ülesse ametivõimudele ja mul tuli avalikkuse ette tulla. Kuigi mulle anti elamisluba, ei saanud ma kusagilt tööd. Kui saadi teada, et ma usuliste põhimõtete pärast end varjasin, siis ei tulnud töö saamine enam kõne alla. Alustasin õppimist Usuteaduse Instituudis, et saada kirikuõpetaja ametisse. 16. novembril 1967. aastal ordineeriti mind sellesse ametisse ning muus ametis ma ei ole olnud."

Oma eluloos on ta aastate 1944–1964 kohta kirjutanud, „olin Jumalast seatuna eemal avalikust elust". Päevikust, mida ta varjamise lõpuaastatel 1958–1963 pidas, saab selle perioodi kohta lähemalt aimu. Sissekanded on tehtud enamasti sinise tindiga tavalistesse koolivihikutesse, viimane neist kannab kaane ülanurgas järjekorranumbrit 81. Päevikud kummutavad kuulduse, nagu elanuks ta kõik need aastad peidikus topeltlae vahel, ei kõnelenud ühegi inimesega ega käinud kordagi väljas. Muidugi polnud „palvetava metsavenna" elu lihtne, ent ta käis siiski saladuskatte all laudas loomi talitamas, istutas öö varjus sirelipõõsaid, käis koos ema ja õega kodulähedas metsas marjul ja seenel, kohtus vahel mõne sugulasega jms. Väljaspool kodu toimuvast sai ta teada peamiselt pereliikmete – ema, õe ja venna – aga ka raadio vahendusel, hinnates eriti jumalateenistuste ülekandeid Soome raadiost. Asjasse pühendatud imestasid aga enim, et meest ei käidud nende aastate jooksul kordagi taga otsimas.

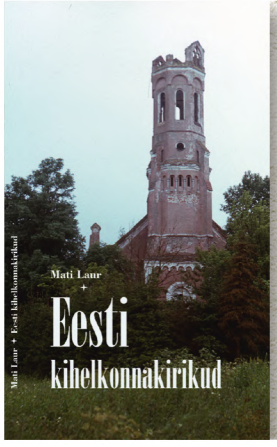
Päevikulehtedel on eredalt esikohal metsavenna soov vabaneda füüsilisest ja vaimsest surutisest. 2. viinakuu päeval [1960] kirjutab ta: „[---] Ma ei saa käia selle advokaadi nõuande järgi ja kõigi nende teiste inimeste nõuande järgi, kes soovitavad mulle teist teed. Ma olen kõik need aastad võidelnud selle tee vastu, kannatanud ja näinud tohutut vaeva ja nüüd korraga minna ja anda end üles. Tunnistada end süüdi ja saada ikkagi selle riigi kodanikuks. Kuid see on võimatu. Seda ei saa sündida, et ma kummardan selle võimu ees, kes on röövinud meie kodumaalt, me armsalt väikselt Eestilt iseseisvuse ja sõltumatuse. Kui pole olemas iseseisvat Eesti riiki, siis tunnistan ma end Jeesuse riigi kodanikuks. Mu kannatuseaeg on mulle kirgastanud selle tee ja see on ainus tee mis toob hinge rahu ja kindluse tunde. [---]"

Päevikukannete tegemise kõrval pani usku, vabadust ja Eesti riiki väärtustanud mees varjamise päevil kokku värsipõimiku Eesti kannatustest ja lootusest helgemale tulevikule. Ta tegi seda sinimustvalgetel lehtedel ja pühendusega: „Kallile vennale XXV sünnipäevaks". Ehkki album on dateerimata, pidi see valmima 30. juuni paiku 1948. aastal, mil oli Harri venna Oskar Ilmari 25. sünnipäev. Albumi esikaant kaunistab rahvuslik ornament ja selle all on kiri: „Su üle Jumal valvaku mu kallis isamaa". Albumis on 20 lehte: viiel tindiga säravsiniseks värvitud lehel on kuldne kiri, viiel valgel lehel must, ning ülejäänud 10 lehte on süsimustad. Lehed on köidetud albumiks rütmis: sinine-must-valge-must-sinine jne. Sinistele ja valgetele lehtedele on paigutatud fraktuuri jäljendavas kirjas isamaalisi luuletusi Koidulalt ja Juhan Liivilt, värsse Kalevipojast, aga ka rahvalikku loomingut; sagedased mustad albumilehed on aga igasuguse tekstita. •

Janis Tobreluts, EELK konsistooriumi arhivaar

President Toomas Hendrik Ilves ja Harri Rein 2008. aasta suvel Ruhnu kiriku ees

Harri-Johannes Rein sündis 21. juulil 1926. aastal Tallinnas. 1964. aastal asus õppima EELK usuteaduse instituuti (UI). 16. novembril 1967 ordineeriti ta Tallinna toomkirikus aseõpetajaks, õpetaja õigused anti talle 1975. aastal. Ta teenis vaimulikuna EELK Kursi, Laiuse, Harju-Jaani jt kogudusi. 1979. aastal kaitses usuteaduse magistri väitekirja. Oli 1981–1992 UI kirikuloo dotsent, UI raamatukogu bibliotekaar (1976–1991) ja juhataja (1991–1996). 1996. aastast oli EELK Ruhnu Püha Magdaleena koguduse õpetaja. 2006. aastal autasustati Harri Reinu EELK aukirjaga ning samal aastal omistati talle ka EELK teeneteristi II järk. Lisaks on talle antud Valgetähe IV klassi teenetemärk (2001), Raasiku valla aukodaniku tiitel (2007), Saare maavalitsuse teeneteplaat (2013) ning EELK elutöö preemia (2016). Harri Rein suri 3. jaanuaril 2017 Tallinnas ja on maetud Ruhnu kiriku aeda. •



EESTI KIHELKONNAKIRIKUD

Autor Mati Laur

TÜ ajaloo- ja arheoloogiainstituudi uusaja professor

- 106 kihelkonna ja kiriku ajalugu
- Autori fotod
- Värviline ülevaade 224 leheküljel

Eesti ala jagati kirikukihelkondadeks kohe pärast ristisõja lõppu. Muinaskihelkondadega võrreldes oli kirikukihelkondi rohkem ning nende arv kasvas iga sajandiga. 16. sajandi alguseks, mil reformatsioon lõpetas keskaja, jagunes Eesti ala juba rohkem kui 80 kihelkonnaks. Viimaseks uueks kihelkonnaks enne Eesti iseseisvumist sai 1911. aastal Viljandist eraldunud Kõpu. 1918. aastaks oli Eestis 106 kihelkonda. Raamatus antakse lühike ülevaade kõigist kihelkonnakirikutest: nende saamisloost ja eripärast. Teose vaieldamatuks tugevuseks on autori humoorikad tähelepanekud ja tema enda tehtud fotod.

www.avita.ee AVITA

Luukasvajaga skelett Tallinna Tõnismäe kalmistult

Seekordne luuleid pärineb Tallinnast Tõnismäe kalmistult, kus toimusid 2017. aasta arheoloogiliste välitööde hooaja suurimad surnuaia päästekaevamised. Luuanalüüsi käigus avastati ühe noore mehe reieluult nn päikesekiirtevihulaadne moodustis. Tegemist on tõenäoliselt pahaloomulise ja surmava luukasvaja ehk osteosarkoomiga.

MARTIN MALVE

Vasaku reieluu kaugemas osas on näha luusarkoomi, kus luu on ladestunud nn päikesekiirtevihuna

RAIDO ROOG

Noore täiskasvanud mehe luustik väljapuhastatuna

Tõnismäe kalmistult puhastati hoolikalt välja ja võeti kolme kuu jooksul üles enam kui 500 luustiku. Hauapanuste põhjal oli kalmistu kasutusel tõenäoliselt 16. sajandi teisest poolest kuni 18. sajandi keskpaigani. See oli tavakalmistu, kuhu maeti nii mehi, naisi kui ka lapsi. Luustikud paiknesid peamiselt üksikhaudades, kuid esines ka mitmikmatuseid. Surnute juurest leiti münte, nööpnõelu ja sõlgi, lisaks klaashelmestest keesid, sõrmuseid ning nuge. Enamik surnutest olid sängitatud naeltega kokku löödud laudkirstudes. Kalmistul oli ka kirik, mis hävis põhjasõjas.

Kasvajad ei ole arheoloogilises luuaineses harvad leiud, enamasti tuvastatakse neid koljudel, millel võime tihtipeale leida punktosteoome. Need on mõne millimeetri suurused healoomulised luukoekasvajad, mille puhul elule ohtu ei ole. Halvaloomulisi kasvajaid Eestis luudelt seni tuvastatud ei ole, sestap on sarkoomi puhul luuainese seisukohalt tegemist ainulaadse avastusega. Üldse tuvastatakse arheoloogilises luumaterjalis pahaloomulisi luukasvajaid väga harva, mistõttu pälvivad need suurt tähelepanu. Sarkoom on tugikoest pärinev halvaloomuline kasvaja, millele on iseloomulik kiire, naaberkudesid hävitav areng. Pahaloomulised luukasvajad on harvaesinevad ning enamasti tekivad need skeleti kasvuperioodil. Osteosarkoom on luukasvajate seas kõige tavalisem halvaloomuline luukasvaja. Luudel võib esineda veel ka kondrosarkoomi ehk kõhrekasvajat. Luukasvajad on kiire kasvuga ning võivad anda siirdeid juba varajases arengujärgus. Eluajal vaevavad haiget öised luuvalud, punetus ja turse kasvaja piirkonnas. Luusarkoom kutsub esile jäseme talitlushäireid, mistõttu põhjustavad ka väikesed traumad luumurde (nn patoloogilisi murde). Haigust diagnoositakse suhteliselt harva ka tänapäeval.

Luusarkoom esineb enamasti noorukite ja noorte täiskasvanute jäsemete toruluudel. Üle 30-aastastel on seda haigust harva. Lisaks esineb meestel luusarkoomi kaks korda enam kui naistel. Kasvaja asukoht on tihedalt seotud aktiivse luukasvuga. Luukasvajad arenevad sagedamini pikkade luude liigesepoolsetes otstes, kasvaja meelispaik on põlveliigese piirkond. Kõige aktiivsemad kasvupiirkonnad on skeletil reieluu kaugemas osas ning õlavarre- ja sääreluu ülemises osas.

Leitud luustik kuulus noorele mehele, kelle vanus jäi surma hetkel 18–20 eluaasta vahele. Surnu täpset matmisaega ei saa kahjuks määrata, panuseid hauast ei leitud. Noor täiskasvanu oli maetud laudkirstus, mis oli naeltega kokku löödud. Osteosarkoomile omaselt oli luu kiuliselt ladestunud, mida osteoloogia-alases kirjanduses nimetatakse ka päikesekiirtevihulaadseks moodustiseks. Kuna luusarkoom on ülimalt halvaloomuline kasvaja, siis murdis surm mehe varakult. Seni varaseim sarkoomipatoloogia leid pärineb raua-aegsest Šveitsist. Kuna tegemist on Eesti meditsiiniajaloo ja luu-uurimise vallas väga tähtsa leiuga, siis säilitatakse seda osteoarheoloogia kogudes. •

Martin Malve, Tartu ülikooli arheoloogia osakonna osteoarheoloog

VÄRVIGEM RAKKE!

PIXABAY

Igameheteadus värvib seekord elektronmikroskoobiga tehtud ülesvõtetel rakutuumasid.

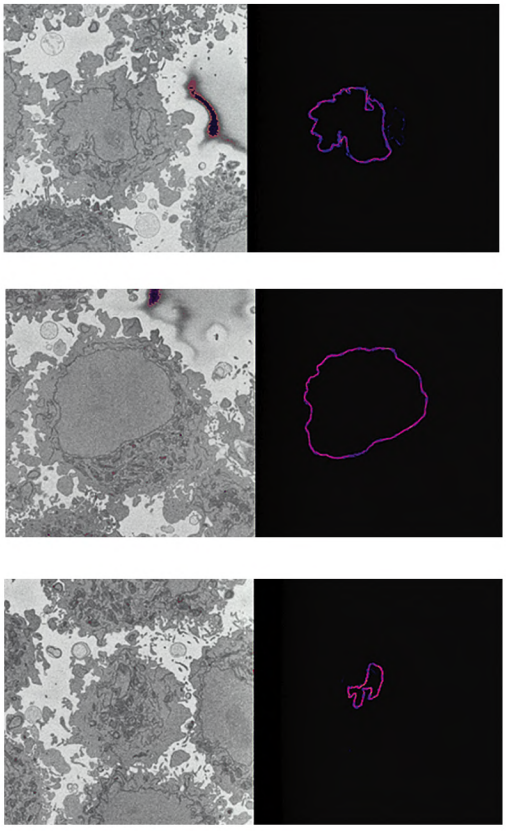
Rakus sisalduvat pärilikkusainet, DNA-d, hoitakse rakutuumas. Rakutuuma ümbritsev tuumaümbris laseb endast läbi näiteks geenide sisse- ja väljalülitamiseks vajalikud valgud, kuid hoiab eemal samuti DNA-le ligipääsu otsivad viirused. Haigete rakkude tuum on sageli teistsuguse kujuga (krobelisem) kui tervel rakkudel. Seega on mitmete haiguste uurimisel kasulik mõõta rakutuuma kuju.

Elektronmikroskoobi ülesvõte jäädvustab raku läbilõike, kus on muuhulgas näha ka rakutuuma läbilõige (joonis 1). Rakutuuma kolmemõõtmelise kuju leidmiseks jäädvustatakse elektronmikroskoobiga sadu järjestikusi kaadreid, eemaldades pärast iga ülesvõtet huvialuse proovi pealt teemantnoaga lõigates õhukese kihi materjali. Täpse kuju saamiseks tuleb rakutuuma kontuur kaadritel käsitsi ära märkida – Francis Cricki instituudi elektronmikroskoopia töörühma hinnangul kulub ühe rakutuuma jagu toorandmete töötlemiseks umbes nädal.

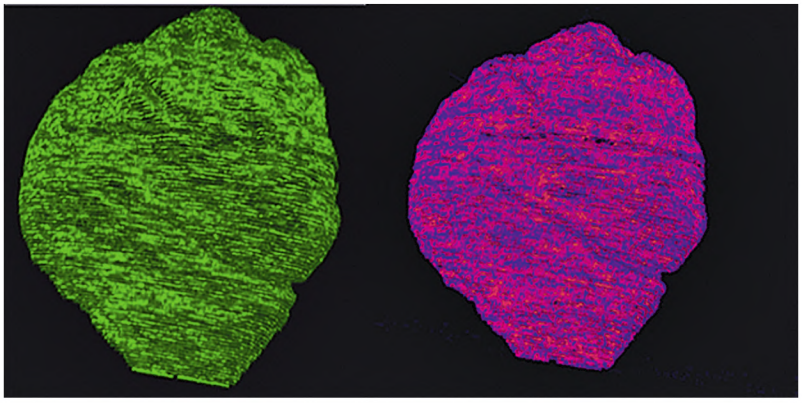
Seetõttu riputasidki teadlased elektronmikroskoobiga saadud kaadrid veebilehele „Etch a Cell". Ümarakujulise rakutuuma leiab tavaliselt raku keskelt, ümbritsetuna tumedamana paistvast tuumaümbrisest. Viimane palutaksegi kontuurjoonena veebilehte külastaval igameheteadlasel ära märkida. Mõnikord, näiteks siis, kui kaadrile on jäädvustatud raku ääreosa, võib rakutuum kaadrile jätta ka mitu lähestikku paiknevat kontuuri. Selliste keerulisemate juhtumite jaoks on veebilehel kättesaadavad ka käsitletavale eelnenud ja järgnevad kaadrid. Seniste võrdluste põhjal on igameheteadlaste kontuuride põhjal kokkupandud rakutuumad üsna sarnased laboritööga (joonis 2).

Lisaks otsesele analüüsiabile on igameheteadlaste märgitud kontuuridel ka pikemaajalisem väärtus. Mitmed tänapäeva võimekaimad pilditöötlusalgoritmid häälestatakse soovitud ülesannet lahendama näidete abil, söötes algoritmile ette näiteid sisendpildist ja otsitavast väljundkontuurist. Sealjuures on piisava täpsuse saavutamiseks teinekord kulunud miljoneid treeningnäiteid. „Etch a Celli" kogutud kontuurid – artikli kirjutamise hetkel viie tuhande igameheteadlase märgitud sada tuhat kaadrit – on seega pilditöötlusalgoritmidele hea õppematerjal. •

https://www.zooniverse.org/projects/h-spiers/etch-a-cell



Joonis 1. Vasak tulp: elektronmikroskoobi ülesvõtted proovile sattunud raku ülaosast, keskmisest ning alumisest osast. Parem tulp: igameheteadlaste märgitud tuumaümbrise kontuurid



Joonis 2. Üksikkontuuride kokkupanekuga leitud rakutuuma kolmemõõtmeline mudel. Vasakul laboritöö, paremal igameheteadlaste looming

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

PEETER TENJES

TÄHEVOOLUD – MEIE LINNUTEE TORMILISE MINEVIKU TUNNISTAJAD

Paremad teleskoobid, erinevate lainepikkuste kasutamine ja üha tundlikumad detektorid on viinud astronoome viimasel paarikümnel aastal üha enam arusaamani, et meie kodugalaktika Linnutee struktuur ei ole välja kujunenud rahuliku ja ühtlase arengu tulemusena. Pigem võiks seda protsessi kirjeldada järjestikuste suuremate ja väiksemate kokkupõrgete jadana. See kehtib nii Linnutee mineviku kui ka tuleviku kohta.

Arvutisimulatsioonide põhjal kunstniku tehtud pilt Andromeeda galaktika põrkest Linnutee galaktikaga. Pildil kujutatust kolme miljardi aasta pärast on Andromeeda ja Linnutee galaktikad ühinenud ja moodustavad suure elliptilise galaktika

Teoreetiliselt oli kerasparvede ja kääbusgalaktikate aeglane lagunemine nii omaette protsessina kui ka mingi suurema tähesüsteemi gravitatsiooni toimel teada juba 1940. aastatest India päritolu astrofüüsiku Subrahmanyan Chandrasekhari töödest. Ehkki tema arvutustulemustes ei olnud vähimatki põhjust kahelda, peeti kerasparvede ja kääbusgalaktikate lagunemist siiski väga aeglaseks protsessiks, mis galaktikate kujunemisele erilist mõju ei avaldanud.

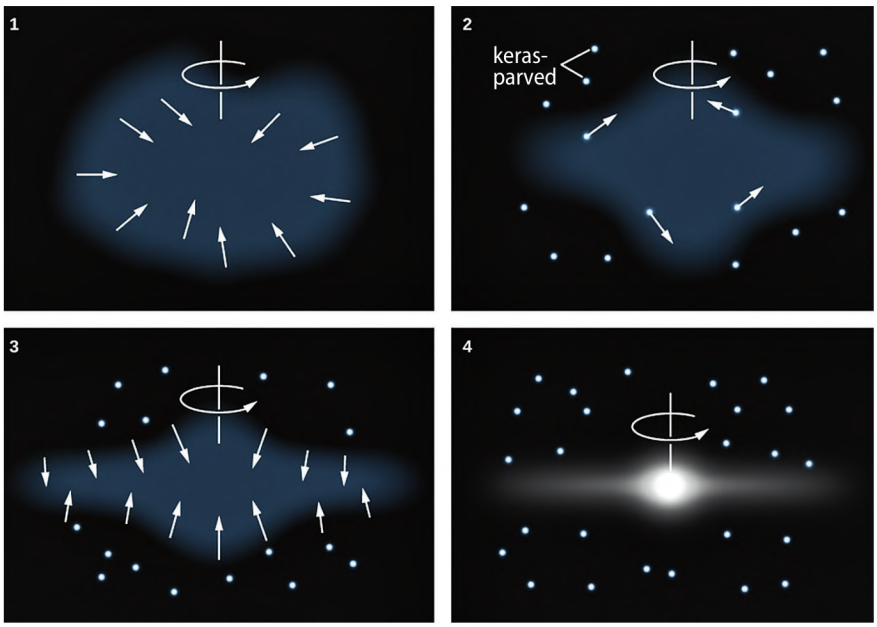
Galaktikate tekke ühtlase kokkutõmbumise teooria

Teisalt näitas Päikese ümbruses paiknevate tähtede omaduste – nende metallilisuse (raskemate metallide sisalduse) ja liikumiskiiruste – uurimine, et korrastatud ringikujulistel orbiitidel liikuvad tähed on juhuslikel ja tugevalt elliptilistel orbiitidel liikuvaist selgelt metallirikkamad. Kuna tähtede metallilisus on seotud nende vanusega, siis järeldasid Olin Eggen, Donald Lynden-Bell ja Allan Sandage oma 1962. aasta klassikalises töös, et Linnutee on kujunenud suure gaasipilve järkjärgulise kokkutõmbumise teel. Täheteke selles gaasipilves algas, kui pilv oli ulatuslik, aeglaselt pöörlev ja veel küllalt sfääriline, mistõttu paiknevad vanimad tähed juhuslikel orbiitidel. Need tähed moodustavad allsüsteemi, mida nimetatakse Linnutee täheliseks haloks (seda ei tohi segi ajada tumeda aine osakestest koosneva nn tumeda haloga). Kokku tõmbudes muutus gaasi ruumiline jaotus üha enam pöörleva ketta kujuliseks ning hiljem tekkinud tähed liiguvadki ümber kujuneva Linnutee keskpunkti valdavalt ilusatel korrastatud ringikujulistel orbiitidel. Seda allsüsteemi nimetatakse Linnutee vanaks täheliseks kettaks[1]. Linnutee keskosas, kus aine tihedus on suurim, kaotasid gaasipilved põrgete tõttu osalt oma korrastatud liikumise ning seal tekkinud tähed moodustasid Linnutee tähelise mõhna.

Juuresolev Linnutee kujunemise skeem (pilt 1) oli pikka aega üks põhialustest üldisele galaktikate tekke ja evolutsiooni teooriale. Ühtlase kokkutõmbumise teooria ei arvesta aga tumeda aine olemasoluga ega vajadusega selgitada ka tumeda aine halode kujunemist.

Üksteist mõjutavad galaktikad

Ehkki juba 1972. aastal oli ilmunud Eesti päritolu Ameerika astronoomide Alar ja Jüri Toomre suurepärane töö galaktikate omavaheliste interaktsioonide ehk vastastikmõjude toime kohta, hakkas arusaam interaktsioonide tähtsusest enamikule astronoo-



1. Linnutee formeerumine gaasipilve ühtlasel kokkutõmbumisel. (1) Aeglaselt pöörlev gaasipilv hakkab oma raskuse mõjul kokku tõmbuma. (2) Esimestest metallivaestest tähtedest tekivad Linnutee äärealadel esimesed kerasparved ja halo tähed. (3) Gaasipilve kokku tõmbudes hakkab allesjäänud gaas kiiremini pöörlema ja moodustub gaasiketas. (4) Kokkutõmbumine jätkub ja järkjärgult tekivad järgmiste põlvkondade üha metallirikkamad tähed

midele kohale jõudma alles 1990. aastatel.[2] Kuna suuremad teleskoobid, paremad kiirgusdetektorid ning muidugi ka Hubble'i kosmoseteleskoop võimaldasid saada oluliselt detailirikkamaid pilte galaktikatest, selgus, et üllatavalt paljudel galaktikatel on näha erinevatest põrgetest ja interaktsioonidest tekkinud ilusa klassikalise kuju moonutused (pilt 2).

Osutus, et ka galaktikate, sealhulgas Linnutee kerasparvede omadused ei olnud nii sarnased, kui varem arvati. Kerasparvede metallilisused ja seega ka vanused varieerusid ühe galaktika piires küllalt oluliselt, mis viitas sellele, et galaktikate halod võisid oma kujunemise ajal olla samuti mõjutatud mitmesugustest välistest teguritest – näiteks interaktsioonidest teiste tähesüsteemidega.

Lagunevad kääbusgalaktikad ja kerasparved

Võib vast öelda, et murrang Linnutee kujunemise mõistmisel sai alguse 1994. aastal, kui astronoomid Rodrigo Ibata, Mike Irwing ja Gerry Gilmore avastasid uue väga nõrga kääbusgalaktika, Sagittariuse (Ambur). Avastamise ajal oli see Linnuteele lähim galaktika, asudes Linnutee keskmest vaid 20 kiloparseki (*1 kiloparsek võrdub ligikaudu 3261,6 valgusaastaga – toim*) kaugusel. Mõne aja pärast osutasid infrapunateleskoopidega uuest galaktikast ja selle ümbrusest tehtud pildid, et Sagittariuse orbiit on täidetud sellest galaktikast eraldunud tähtedega, st galaktika laguneb. Tähti, mis on väljunud lagunevast galaktikast ja paiknevad selle laguneva galaktika orbiidil, nimetatakse tähevooluks. Arvutuste alusel on praeguseks alles vaid umbes pool algsest Sagittariuse massist. Aja jooksul lagundab Linnutee gravitatsioon selle kääbusgalaktika täielikult (pilt 4).

Praeguseks on teada kümmekond lagunevast kerasparvest tingitud tähevoolu.

NASA

2. Hubble'i kosmoseteleskoobi abil saadud pilt interageeruvast galaktikast Arp 273

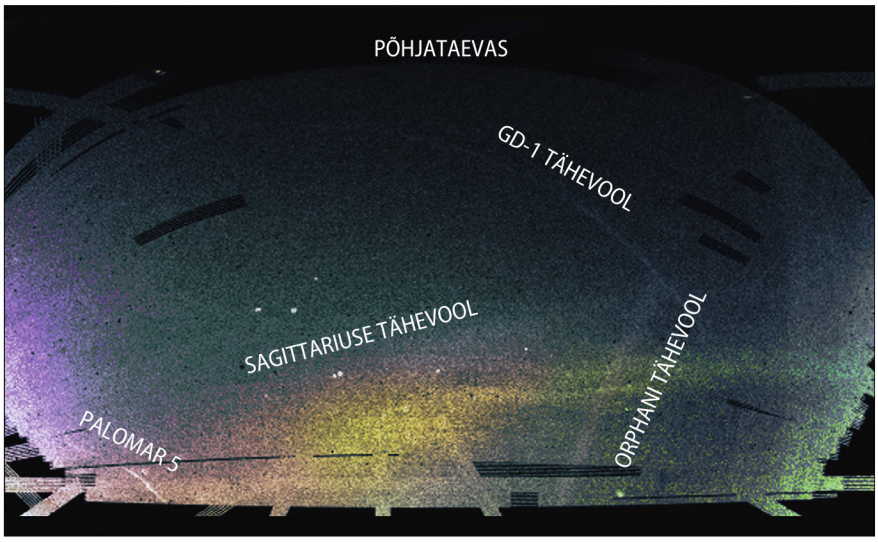
Pärast esimese laguneva galaktika, Sagittariuse tähevoolu avastamist[3] hakati sarnaseid tähevoolusid otsima juba hoolega. Ning loomulikult tulemuslikult. 1999. aastal leiti nn Helmi tähevool (vastav kääbusgalaktika on juba ammu täiesti lagunenud) ja järgnevatel aastatel veel mitmed teisedki, millest tuntuim on vast kääbusgalaktika Canis Majori tähevool.

Samaaegselt kääbusgalaktikate lagunemisel tekkivate tähevooludega avastati ka teistsuguseid, väga peenikesi tähevoolusid. Need tähevoolud olid tekkinud kerasparvede lagunemistest. Esimene selline tähevool ristiti vastavalt laguneva kerasparve nimele Palomar 5-ks. Praeguseks on teada kümmekond lagunevast kerasparvest tingitud tähevoolu. Kaks tuntuimat kerasparvede lagunemisest tingitud tähevoolu on näha peenikeste triipudena pildil 3: need on Palomar 5 ja GD1.

Miks kääbusgalaktikad ja kerasparved lagunevad?

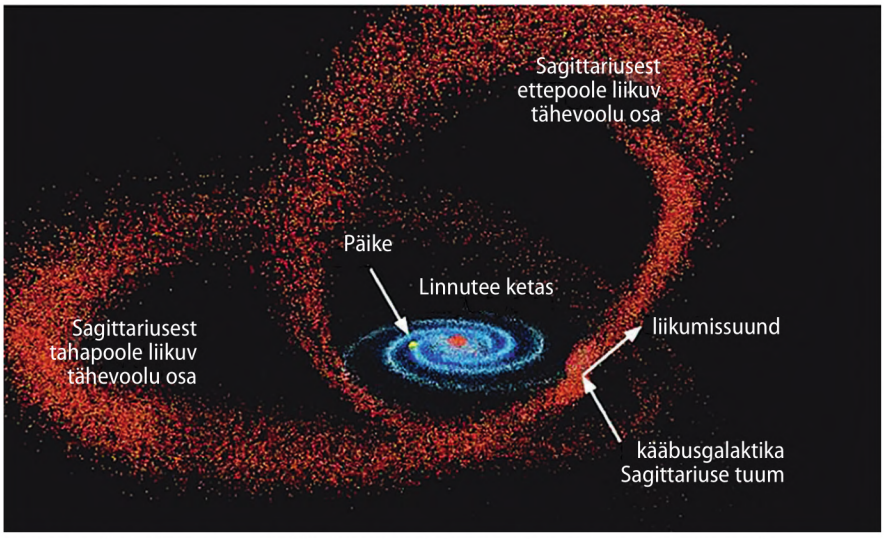
Lagunemisel on kaks põhilist põhjust: suurema galaktika (nt Linnutee) poolt väiksemale kaaslasgalaktikale või kerasparvele mõjuvad loodelised jõud ning tähtede loomulik „aurumine" graviteeruvast süsteemist.

Kääbusgalaktikate tähevoolud tekivadki esmajoones loodeliste jõudude toimel. Aeglasel purunemisel vabanenud tähed jäävad kääbusgalaktika liikumisteele ning hajuvad mõne miljardi aastaga üha enam laiali.



SDSS DR8 / BONACA, GIGUERE, GEHA

3. Sloani digitaalselt taevaülevaatelt eristatud Sagittariuse ja Orphani tähevoolud. Sagittariuse tähevoolul on näha kaks haru. Peenikeste triipudena on näha ka kaks kerasparvede lagunemisest põhjustatud tähevoolu: Palomar 5 ja GD1



DAVID R. LAW, UCLA

4. Sagittariuse tähevoolu numbriline modelleerimine. Igal tähevoolul on kaks haru – üks liikumise suunas ja teine vastassuunas

Loodelised jõud on needsamad jõud, mis tekitavad Maal tõuse ja mõõnu. Kui Maal venitavad maa- ja veepinda välja Kuu ja Päikese gravitatsioonijõud, siis kääbusgalaktikaid ning kerasparvi sikutab laiali mõne suurema galaktika gravitatsioonijõud. Piisavalt tugevate loodeliste jõudude tõttu võib kääbusgalaktika lihtsalt puruneda, nõrgemate jõudude toimel kaotab ta tasapisi oma tähti. Kääbusgalaktikate tähevoolud tekivadki esmajoones loodeliste jõudude toimel. Aeglasel purunemisel vabanenud tähed jäävad kääbusgalaktika liikumisteele ning hajuvad mõne miljardi aastaga üha enam laiali.

On hinnatud, et Linnutee nähtav struktuur on kujunenud algselt mitmesaja kuni tuhande kääbusgalaktika põrkumisel ja ühinemisel.

Tähtede loomulik „aurumine“ on kerasparvede tähevoolude kujunemise peamine põhjus. Sõna „loomulik“ tähendab siin, et see protsess toimub sõltumata sellest, kas kerasparv on mõne suurema galaktika läheduses või mitte. Kerasparvedes on tähtede tihedus üsna suur ning need põrkuvad küllalt sageli. Kui massiivsem täht põrkub väiksemaga, lendab viimane suurenenud kiirusega eemale. Olgu märgitud, et tähtede põrkumisest rääkides ei pea me silmas tavalist, nn otsepõrget, vaid kahe tähe möödumist teineteisest nii lähedalt, et nende liikumiste suunad muutuvad märgatavalt.

Paljude selliste sündmuste tulemusena tekib kerasparves olukord, kus massiivsemad tähed paiknevad küllalt tihedalt kerasparve keskosades, kuid vähemmassiivsed moodustavad hõredama ulatusliku välisosa. Välisosa tähtede jaoks piisab isegi küllalt väikestest kiiruse häiritustest, et need tähed omandaksid kiirused, millega nad saavad kerasparve gravitatsiooni mõjupiirkonnast lahkuda. Lahkunud tähed triivivad aeglaselt kerasparvest eemale, jäädes aga samuti kerasparve kui terviku algse liikumise ligikaudsele orbiidile. Moodustub samuti tähevool, aga kuna kerasparve mõõtmed ja tähtede kiirused on kääbusgalaktikate omadega võrreldes selgelt väiksemad, siis on ka moodustunud tähevool palju peenem.

Meie Linnutee tormiline minevik

Praeguseks on teada kümmekond kääbusgalaktikast tulenevat tähevoolu ja teist samapalju kerasparvede tähevoolu. On seda palju või vähe? Arvestades, kui raske on tähevoolusid leida, on seda küllalt palju. Külma tumeda aine teooria ennustused paljude kääbusgalaktikate olemasolu, nende sagedaste põrkumiste ja purunemiste kohta on tähevooludega igati kooskõlas. Suuremate galaktikate külma tumeda aine halod on kujunenud välja just väiksemate halode põrkumisel, purunemisel ja ühinemisel. Kuna tumeda aine kuhjumid sisaldavad ka nähtavat ainet, siis peaks loomulikult ka suuremate galaktikate nähtav struktuur olema olulisel määral välja kujunenud kääbusgalaktikate põrkumisel, tähevoolude moodustumisel ja tähevoolude aeglasel laialihajumisel (pilt 5).

On hinnatud, et Linnutee nähtav struktuur on kujunenud algselt mitmesaja kuni tuhande kääbusgalaktika põrkumisel ja ühinemisel. Esialgu kinnitavad seda vaid suurtel arvutitel tehtud simulatsioonid (pilt 6) ning tähevoolude kohta teada olevad napid andmed. Kuid on suur lootus, et kui kättesaadavaks saavad Gaia kosmoseteleskoobi mõõtmiste lõplikud andmed, siis kasvab tunduvalt leitud

NASA

5. Väiksema kääbusgalaktika tekitatud tähevool galaktika NGC 5907 ümber

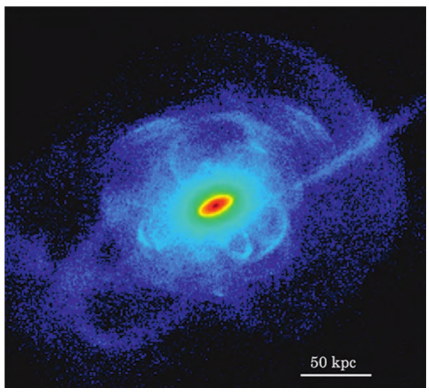
tähevoolude andmestik ning seeläbi on võimalik kõnealust teooriat kontrollida ja täpsustada.

Seega, meie Linnutee minevik ei ole olnud kaugeltki rahulik.

Murettekitav tulevik?

Mida võime oletada Linnutee mineviku põhjal selle tuleviku kohta? Kas on põhjust muretsemiseks? Suur osa Linnutee tormilisest elust on praeguseks juba toimunud. Üksiku kääbusgalaktika põrkumine Linnueega ei tekita enam ka meid häirivat globaalset tähtede liikumiste häiritust, sest meie kodugalaktika on juba piisavalt suureks arenenud – kui just põrkuv väiksem galaktika ei tule otse Päikese poole.

Kuid ära ei tohi unustada meie suurt naabrit, Andromeeda galaktikat. Andromeeda mass on Linnutee massist suuremgi. Andromeeda galaktika kohta oli juba ammu teada, et see läheneb Linnuteele kiirusega umbes 110 km/s. Ei olnud aga teada tema omaliikumise kiirus, st ei olnud võimalik otsustada, kas Andromeeda liigub otse Linnutee poole või Linnuteest mööda ning kui mööda, siis kui palju. Hubble'i kosmoseteleskoobi pikaajaliste vaatluste tulemusena selgus 2012. aastal, et Andromeeda omaliikumise kiirus oli üsna väike, vaid 17 km/s. See osutas, et Andromeeda galaktika liigub üsna otse Linnutee poole ja võib põrkuda Linnuteega juba umbes nelja miljardi aasta pärast (vt artikli avapilti). Õnneks selgus just käesoleval aastal avaldatud Gaia teleskoobi (vt eelmises Horisondis ilmunud Indrek Kolka artiklit „Gaia kosmoseteleskoop püstitab rekordeid") uutest ja varasemast täpsemate Andromeeda omaliikumise mõõtmiste andmetest, et Andromeeda omaliikumine on siiski suurem. Seetõttu läheb Andromeeda oma esimesel lähenemisel Linnuteest mööda ja tõenäoliselt põrkub alles järgmisel lähenemisel. Seega on selle ilusa, kuid võib-olla ka murettekitava sündmuseni veel paar miljardit lisaaastat. •



IOPSCIENCE

6. Arvutisimulatsioon väiksemate kaaslasgalaktikate purunemisel suurema galaktika ümber kujunenud tähelisest halost. On näha, et halo struktuur ei ole kaugeltki ühtlane, vaid sisaldab jälgi minevikus toimunud sündmustest. Tõenäoliselt on ka Linnutee täheline halo sarnase struktuuriga

Peeter Tenjes (1955) on astrofüüsik, Tartu observatooriumi vanemteadur, Euroopa kosmoseagentuuri teadusliku programmikomitee liige. Tema teadustöö põhiteemad on galaktikate fotomeetria, tähesüsteemide fotomeetrilised ja kinemaatilised mudelid, galaktikate allsüsteemide struktuur, kaugete galaktikate struktuur ja formeerumine, galaktikate struktuur erinevas keskkonnas ja tähesüsteemide dünaamika.

[1] Alles jäänud gaasi ja sealt pidevalt tekkivaid nooremaid tähti nimetatakse sageli nooreks kettaks.
[2] Alar ja Jüri Toomre 1972. aastal ilmunud artikkel on praeguseks kogunud juba ligi 2300 viidet!
[3] Suure ja Väikese Magalhaesi Pilvede galaktikate lagunemisel tekkinud gaasivoolud olid siiski teada juba varem.

REISI TÄHTEDENI!

Oska vaadata palju kaugemale kui ainult oma nina ette.

TELESKOOP.EE

Päikese-teleskoop LUNT
ø alates 50 mm
Põnev astronoomia keset päeva!
Hind alates
999 €

TAURUS 90/900 NUTITELEFONI ADAPTERIGA
Ø90 mm, F= 900 mm
Rikkaliku kaasvaraga läätsteleskoop alustavale astronoomiahuvilisele
275 €

Mikroskoop Biolux NV
Suurendus 20-1280x
Kohver ja vajalikud tööriistad,
PC okulaar (1280x720 px),
pealt- ja altvalgustus,
Peennihikuga slaidihoidik
Sobilik lapsele ja koolile!
149 €

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

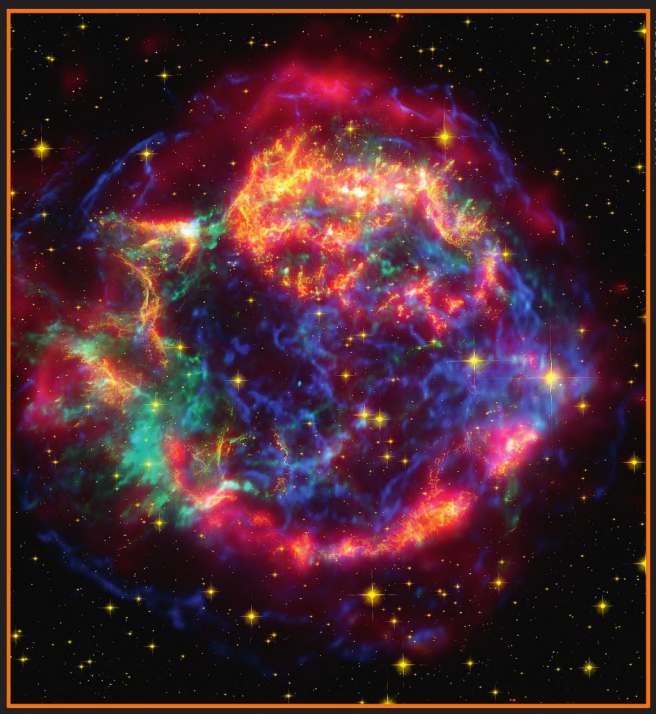
Bresser Messier NT-130 EXOS-1
Ø130 mm, F=650 mm
või 1000 mm
Eesti populaarseim esimene teleskoop
469 €

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

NASA/ESA/STScI

BRESSER

JUULI-AUGUST KOSMOSES: UUED SATELLIIDID, SOND PÄIKEST PUUDUTAMA



NASA/ JPL-CALTECH

Valevärvides supernoova Cassiopeia A

• **Rekordlühike ISS-i varustuslend:**
10. juulil startis Kasahstanis Baikonuri kosmodroomilt Vene kanderakett Sojuz 2.1A koos veolaevaga Progress MS-09, viies rahvusvahelisse kosmosejaama ISS ligi kolm tonni varustust. Juba nelja tunni pärast põkkus veolaev automaatrežiimis kosmosejaamaga. Tegemist on rekordiliselt lühikese ajaga, sest seni on selleks kulunud tavaliselt kuni kaks ööpäeva. Roskosmose teatel on kiirem lennuaeg võimalik tänu uuele kanderaketile Sojuz, mis suudab kosmosealeva orbiidile viia suurema täpsusega. Sama tehnoloogiat hakatakse tulevikus kasutama ka mehitatud lendude puhul.

• **Blue Origini edukas testlend:**
18. juulil sooritas Amazoni asutajale Jeff Bezosele kuuluv firma Blue Origin järjekordse raketikatsetuse. Rakett New Shepard startis Lääne-Texases asuvalt stardiväljakult ja viis manneekeniga meeskonnakapsli firmale rekordilisele 119 km kõrgusele. Nii rakett kui ka kapsel maandusid edukalt ning mõlemale oli see korduv lend. Tegu oli üheksanda testlennuga, mis kestis 11 minutit. Blue Origin plaanib peagi hakata kosmosesse lennutama reisijaid. Millal algab piletimüük ja palju lend maksab, pole veel selge.

• **NASA uus röntgenteleskoop:**
22. juulil startis New Mexicos asuvalt stardiväljakult sondrakett Micro-X, et katsetada NASA uut röntgenteleskoobi ja -detektori prototüüpi. Kuna lend toimus ballistilisel trajektooril maksimaalse kõrgusega 270 km, siis sellise lühikese vaatlusaja jaoks peab röntgenallikas olema küllalt hele. Seetõttu valiti katse mõõtmiseks Maast umbes 11 000 valgusaasta kaugusel asuv supernoova Cassiopeia A. Küllaldase tundlikkuse jaoks jahutatakse detektor maha temperatuurile 0,075 kraadi üle absoluutse nulli. Edaspidi loodetakse sarnast tehnoloogiat kasutada orbiidil asuvatel röntgenteleskoopidel.

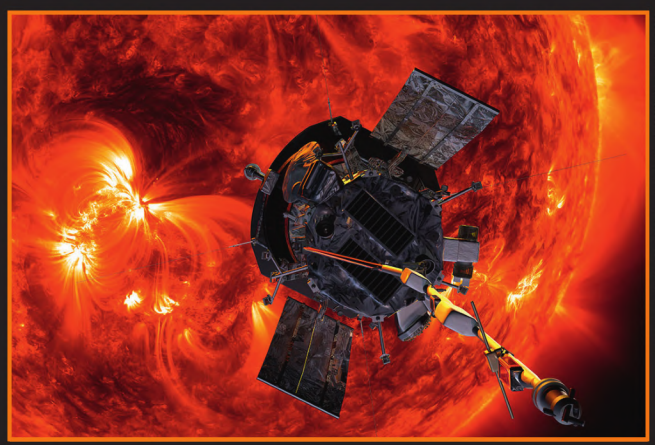
• **Uued Iriidiumi sidesatelliidid:**
25. juulil startis Vandenbergi õhujõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile järjekordsed kümme Iriidiumi sidesatelliiti. Hoolimata keerulistest ilma- ja meretingimustest maandati kanderaketi esimene aste edukalt Vaikses ookeanis asuvale pargasele.

• **Uued Galileo navigatsioonisatelliidid:**
25. juulil startis Prantsuse Guajaanas asuvalt Kourou kosmodroomilt kanderakett Ariane 5, viies ettenähtud orbiitidele Galileo satelliitnavigatsioonisüsteemi satelliit 23–26. Lend VA244 oli Ariane 5 üheksakümne üheksas start.

• **Sond Päikest uurima:**
12. augustil startis Canaveralli neeme kosmodroomilt kanderakett Delta IV Heavy, viies heliotsentrilisele orbiidile Parkeri päikesesondi (Parker Solar Probe). Seitsme aasta jooksul peaks see tegema Päikesest 24 lähimöödalendu kuni 6 miljoni

BLUE ORIGIN

Blue Origini meeskonnakapsliga rakett New Shepard 18. juulil stardiväljakul

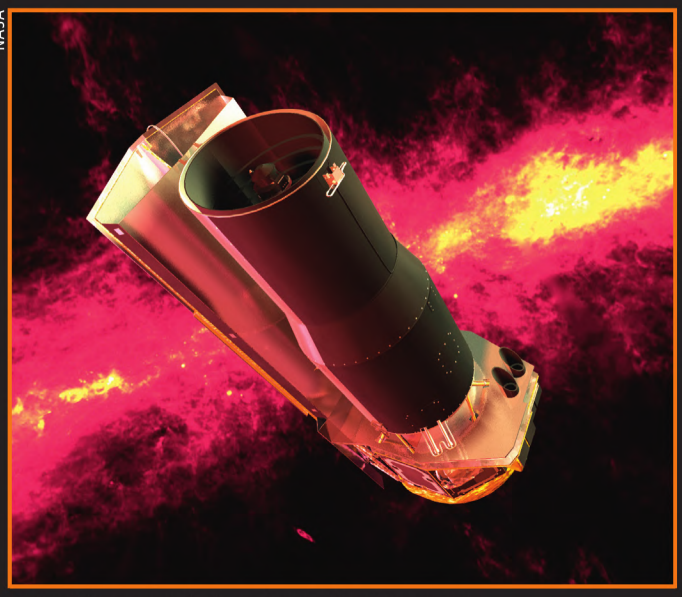


NASA / JOHNS HOPKINS APL / STEVE GRIBBEN

Kunstniku nägemus Päikesele lähenevast Parkeri päikesesondist

NASA

Sergei Prokopjev viskab ISS-ilt lendu mikrosatelliidi



NASA / JPL-CALTECH

Spitzeri kosmoseteleskoop kunstniku nägemuses

km kauguselt selle pinnast, sisenedes Päikese krooni. Oktoobris möödub sond Veenusest ja esimene kohtumine Päikesega toimub novembris. Sondi abil proovitakse ühe mõistatusena lahendada, miks on Päikese kroon võrreldes pinnaga sadu kordi kuumem. Sond on nimetatud 91-aastase astrofüüsiku Eugene Parkeri auks, kes ennustas päikesetuule olemasolu õigesti juba 60 aastat tagasi.

- **Uus antenn ISS-i küljes:** 15. augustil väljusid rahvusvahelisest kosmosejaamast ISS avakosmosesse kosmonaudid Sergei Prokopjev ja Oleg Artemjev. Esimene neist kasutas oma kindas kätt, et „visata" ettenähtud orbiidile neli mikrosatelliiti. Seejärel paigaldasid mehed ISS-i külge kosmosest loomade liikumise seiramise programmi Icarus jaoks jälgimisantenni. Töö väljaspool ISS-i kestis kaheksa tundi.

- **Aeolus jälgib Maa atmosfääri:** 22. augustil startis Prantsuse Guajaanas asuvalt Kourou kosmodroomilt Arianespace'i kanderakett Vega, viies orbiidile tehiskaaslase Aeolus. Kreeka mütoloogiast pärit tuulejumala järgi nimetatud satelliit hakkab jälgima atmosfääri alumist 30 km paksust kihti, mõõtes seal tuule kiirust ja suunda. Aeolus on osa Euroopa Liidu ja Euroopa kosmoseagentuuri ESA ühisprojektist Copernicus, mis jälgib keskkonnakahjusid ning aitab loodusõnnetuste tagajärgedega paremini hakkama saada.

- **15 aastat Spitzeri teleskoopi:** 25. augustil möödus 15 aastat kosmoseteleskoobi Spitzer orbiidile viimisest. Kuigi algselt oli teleskoop mõeldud kahe ja poole aasta pikkuseks missiooniks, on see jätkuvalt aktiivses kasutuses. Spitzer on infrapunateleskoop ning selle tuntumateks saavutusteks on universumi mõnede vanimate galaktikate vaatlused, Saturni uue rõnga avastamine, läbi kosmilise tolmu vastsündinud tähtede ja mustade aukude vaatlused ning mitmete eksoplaneetide avastamine.

- **Õhuleke ISS-il:** 29. augustil detekteeriti kosmosejaamas ISS väike õhurõhu langus ning selle põhjuste väljaselgitamisel avastati umbes 2 mm läbimõõduga auk ühes kahest ISS-iga põkkunud kosmoselaevast Sojuz. Ava suleti algselt teibiga ja hiljem spetsiaalse kanga ja tihendusmastiksiga. Kogu protsess salvestati ja fotomaterjal saadeti Maale analüüsiks. Esialgseks augu tekkimise põhjuseks peetakse mikrometeoori lööki. Jätkuv õhurõhu seire näitas, et hermeetilisus on taastunud ja seega ISS-i meeskonnale mingit ohtu pole. Auk asub Sojuzi ülemises sfäärilises sektsioonis, mis Maale tagasi ei pöördu.

ESA / ATG

Kunstniku nägemus Aeolusest Maa orbiidil

Jüri Ivask
Horisondi kosmosekroonik

B
BIOLOOGIA

SULEV KUUSE

RAHVUSVAHELINE BIOLOOGIAOLÜMPIAAD IRAANIS

Rahvusvaheline bioloogiaolümpiaad (IBO) leidis 2018. aastal aset Iraanis. Iraani Islamivabariigi haridusministeeriumi ja Teherani mitmete ülikoolide eestvedamisel toimus 29. IBO 15. juulist kuni 22. juulini Iraani pealinnas.

Gümnaasiumiastme olümpiaadist võttis osa 261 õpilast 71 riigist. Eesti võistkonda kuulusid kevadise 57. Eesti bioloogiaolümpiaadi ning sellele järgnenud valikvõistluse põhjal Anna Pauliina Rumm ja Martin Rahe (Tallinna reaalkooli tänased 10. klassi õpilased) ning Tartu Hugo Treffneri gümnaasiumi õpilased Kirke Joamets ja Meeri Jürgenson (Kirke on tänane abiturient ning Meeri Tartu ülikooli arstiteaduskonna esmakursuslane).

Kurnavad praktikumid

Kui eelmisel olümpiaadil Inglismaal oli praktililste tööde voorus vaja lahendada ülesandeid kolmes valdkonnas (biokeemias, arengufüsioloogias ja botaanikas), siis seekordsel olümpiaadil oli taas pöördutud vana hea nelja praktikumi süsteemi juurde. Praktikumideks olid „Evolutsioon, ökoloogia ja käitumine", „Biokeemia ja molekulaarne rakubioloogia", „Loomasüstemaatika, anatoomia ja füsioloogia" ning „Taimesüstemaatika, anatoomia ja füsioloogia".

Evolutsiooni, ökoloogia ja käitumise praktikumis oli tarvis uurida ühe aeroobse bakteriliigi kolooniate heterogeensust ja nende kasvukiirust. Saadud andmetele tuginedes analüüsiti oma tulemusi populatsioonigeneetikas tuntud Wright-Fisheri mudelprogrammiga. Sama praktrikumi käigus tuli videoklippide põhjal analüüsida äädikakärbeste vastsete toitumiskäitumist ning vastata etteantud küsimustele. Palju oli arvutamist, sest erinevate andmestike võrdluseks kasutati Pearsoni korrelatsioonitesti.

Biokeemias ja molekulaarbioloogaias oli vaja ühe töö käigus puhastada bakterilüsaadist affiinsuskormatograafia meetodil PEP-valk. Samuti tuli määrata valgu kontsentratsiooni Bradfordi meetodil ning analüüsida geelelektroforeesil saadud tulemusi.

Loomade süstemaatika, anatoomia ja füsioloogia praktikumis oli kolm suurt tööd: lestaliste (*Acari*) süstemaatika ja taksonoomia, ida-apteegikaani (*Hirundo orientalis*) anatoomia (nii väline morfoloogia kui ka sisemised struktuurid) ning veel tuli analüüsida etteantud elektrokardiogrammide põhjal füsioloogilisest koormusest tingitud muutusi organismis ning teha südamerütmi QT-intervallide statistilist analüüsi. Samuti oli tarvis tiitrida koormusjärgselt võetud uriini- ja vereplasmaproove ning teha saadud tulemuste põhjal järeldused.

Taimesüstemaatika, anatoomia ja füsioloogia praktiline töö tähendas mitme nelgilise sordi ökofüsioloogiliste tunnuste muutuste uurimist vastusena teisenevatele keskkonnatingimustele. Selleks määrati taimedes pigmentide esinemist õhukese kihi kromatograafia meetodil. Võrreldi keskkonna pinnaseproove samas keskkonnas kasvanud taimesugukonna *Caryophyllaceae* taimelehtede ekstraktidega. Mõõdeti proovide pH-väärtust ning $CaCO_3$ ja nitraatide sisaldusi. Üks praktikumi ülesandeid oli ka erinevates nelgiliste sugukondades toimivate C3-, C4- või CAM-taimede fotosünteesi radade määramine. Lõpetuseks oli vaja tuvastada nelgilaadsete kalt-siumoksalaadi kristallide kogunemist taimedes (tagab taimedele kaitse herbivooride suhtes) ja näidata nende kristallide struktuuri (oluline nelgilaadsete taimede määramistunnus). Saadud tulemuste ja etteantud tunnuste põhjal oli praktilise töö lõpetuseks vaja koostada statistikameetodeid kasutades etteantud liikide evolutsioonipuu, mis tugineb maksimaalse parsimoonia meetodile.

Praktikumide voorud olid kenasti ette valmistatud ja tööd kulgesid sujuvalt. Kuna iga praktikumi läbimiseks oli aega vaid poolteist tundi, oli see osalistele äärmiselt kurnav.

Sama võib öelda ka teooriavoorude kohta. Küsimused olid huvitavad ja head ning pigem keerulised kui lihtsad. 20% küsimustest olid rakubioloogiast, molekulaarbioloogiast ja biokeemiast. Sama palju küsimusi oli ka geneetika, populatsioonigeneetika ning evolutsiooni kohta. Loomade anatoomiast ja füsioloogiast oli 25% ning taimede anatoomiast ja füsioloogiast 15% küsimustest. Ökoloogia oli kaetud 10%, etoloogia 5% ja biosüstemaatika 5% küsimustega. Kahes kolmetunnises teooriaplokis oli kokku 100 küsimust. Lihtsaid küsimusi polnud.

Eestile hõbedad ja pronks

Järjekorras 29. IBO lõppes piduliku koosviibimisega ja sõnavõttude ning medalitseremooniaga. Meie Martin Rahe saavutas absoluutarvestuses 52. koha. Kirke Joamets sai 64. koha ja Meeri Jürgenson 70. koha. Kõiki pärjati IBO hõbemedaliga. Pronksise medali saavutas Eesti delegatsiooni pesamuna Anna Pauliina Rumm, kelle koht üldises avestuses oli 124. Vaid ühel korral veel on kõik Eesti võistkonna liikmed jõudnud medalini – 2012. aasta Singapuri olümpiaadil, mil 23. IBO raames võideti kaks kuld- ja kaks hõbemedalit. IBO võitjakolmikusse kuulusid vastavalt Vietnami, Hiina ja Taiwani võistlejad.

Ühe rahvusvahelise mõõduvõtmisega päädiva olümpiaaditeekonna korraldamine õppeaasta vältel polegi nii lihtne ülesanne. Et seda teha, läheb tarvis head meeskonda. Ja bioloogiaolümpiaadi žürii gümnaasiumi toimkond, kuhu kuuluvad õppejõud Evi Padu, Mati Martin, Silvia Pihu, Sulev Ingerpuu, Kertu Rünkorg ja Triinu Visnapuu, arst-resident Uku-Laur Tali, arstiteaduskonna tudeng Ando Vaan, ja TÜ ökoloogia ja maateaduste instituudi, TÜ molekulaar- ja rakubioloogia instiuudi ning TÜ bio- ja siirdemeditsiini instituudi kraadiõppurid Liivi Plumer, Rudolf Bichele, Hanna ning Andres Ainelo, Robin Gielen, Kristina Põšnograjeva ning statistik Mark Gimbutas seda kindlasti on. Tänan kõiki häid kolleege TÜ-st, kes on alati aidanud õpilasi ette valmistada olümpiaadiks. Tänu ka TÜ-le ning haridus- ja teadusministeeriumile, kelle materiaalne tugi on äärmiselt oluline, et kaasa lüüa rahvusvahelises olümpiaadiliikumises. Suurim lugupidamine aga IBO-l osalenud Meerile, Kirkele, Anna Pauliinale ja Martinile, kes olid isegi pärast olümpiaadi motiveeeritud lugema näiteks kaasavõetud mahukat taimefüsioloogiaõpikut ja mõtisklema ning arutlema bioloogia kui eluteaduse üle.

FOTOD: SULEV KUUSE

Eesti võistkonnas saavutasid kõik medali. Vasakult Martin Rahe, Anna Pauliina Rumm, Kirke Joamets, Meeri Jürgenson

Vaade Teheranile Tochali mäelt

IBO ajal ja ka pärast selle ametlikku lõppu oli kogu võistkonnal ja nende juhendajatel võimalus tutvuda Pärsia iidse kultuuri ja ajalooväärtustega nii Teheranis, Eşfahānis kui ka Shīrāzis. Turniti üle 15 miljoni elanikuga Teheranist põhjakaares Darbandis (pärsia k 'uks' või 'tee mägedele') algava Tochali mäe (3933 m) radadel ning suviselt kõrbenud maastikel. Käidi tutvumas maailma kõrguselt kuuenda Miladi torniga (435 m), mis valmis 2007. aastal. Erilised vaatamisväärsused olid Teherani mošeed ja nende naabruses asuvad turud.

Muljetavaldav oli Sa'd Adabi muuseumikompleks, mis on olnud Iraani šahhide suveresidents, ning kus täna on 110 hektaril võimalik külastada paleesid ja muuseume. Saadi aimu kunagise Safaviidide riigi pealinna, tänase Iraani suuruselt kolmanda linna Eşfahāni kultuuripärandist. UNESCO pärandi nimistusse kuulub näiteks Nagsh-e Jahani väljak, mis valmis aastatel 1598–1629. See Šahhide ehk Imaami väljak oli koht, kus kohtusid riigi vägevad ja rahvas. Võimsa mulje jättis Rahmati mägedes Darius Suure 518–516 eKr rajatud Pärsia suurriigi ehk Ahhemeniidide riigi imposantne ja tseremoniaalne kuningate valitsemispaik Persepolis (kreeka k 'Pärsia linn'). Seda kasutati ilmselt vaid sesoonselt – näiteks Pärsia uue aasta pühitsemise ajal Nowruzi pidustustel, mis märgib ka kevade algust 21. märtsil.

Iraani kultuuri ja ajaloo poolest rikkal maal on elanud ning töötanud ka mitmed teaduse suurkujud. 9. sajandi matemaatik Muhhamad ibn Mūsā al-Khwārizmī lõi logaritmilise tabeli, arendas algebrat ning tema tööde tõlked aitasid kaasa varakeskaegse matemaatilise mõtte levikule Läänes. Pärsia poeet Firdausi kirjeldas juba 10. sajandil keisrilõike tegemist narkoosiga. Tänapäevase meditsiinilise mõtte arendaja ja teerajaja omas ajas oli kindlasti mõtleja ja kirjanik Avicenna, kelle tööd ulatusid ka füüsika ja astronoomiani. Astronoomiast rääkides ei saa mööda al-Bīrūnī kui varakeskaja islami suurimast õpetlasest. Näiteks füüsikas osutas al-Bīrūnī, et valguse kiirus on lõplik suurus. Selliseid näiteid võib tuua väga palju.

Hea on teada ning tunda, et bioloogia on olnud üks põnev ja vajalik suund nii iidse Pärsia mõtlejate huviobjektina kui ka õpetliku ning vajaliku valdkonnana meie tänases, teinekord nii materiaalseks muutuvas maailmas. •

Sulev Kuuse, Eesti bioloogiaolümpiaadi žürii esimees

M
MAATEADUS

ANDREAS MUST

MAATEADUSED KÕIGI JAOKS

8.–17. augustil toimus Tais Kanchanaburi maakonnas 12. rahvusvaheline maateaduste olümpiaad (International Earth Sciences Olympiad ehk IESO). Esimest korda oli olümpiaadil esindatud ka Eesti.

Mis on IESO?
Nimi „Maateaduste olümpiaad" võib eesti keeles viidata justkui olümpiaadile, kus on fookuses kartograafia või riikide ja paikade tundmine. Tegelikkuses on IESO fookuses just planeet Maaga seotud teadused, sealhulgas geoloogia, geofüüsika, astronoomia, meteoroloogia ja teised loodusteadused. Olümpiaadi eesmärgiks on tõsta teadlikkust maateadustest ja populariseerida seda noorte seas. Esimene maateaduste olümpiaad toimus 2007. aastal Lõuna-Koreas Daegus. Sellel aastal Kanchanaburis toimunud olümpiaadil osales juba 150 õpilast 39 riigist.

Okkaline tee rahvusvahelisele olümpiaadile
Eesti võistkonna rahvusvahelisele maateaduste olümpiaadile viimise mõtte eestvedaja oli Tallinna tehnikaülikooli (TTÜ) professor Alvar Soesoo, kes oli osalenud juba eelmisel aastal IESO-l vaatlejana. Olümpiaadidega tegelemine on keeruline ja raske töö ning osalemiseks tarviliku rahastuse leidmine on tihti kõige keerulisem. Tartu ülikooli teaduskool hetkel maateaduste olümpiaadil osalemist ei toeta, seega tuli täielikult toetuda teistele abistajatele. Just eelkõige raha-, aja- ja korraldajate puuduse tõttu otsustati, et võistkond valitakse Tallinna reaalkooli õpilaste seast ning lisaks saavad olümpiaadile kaasa sõita Tallinna reaalkooli õpetajad. Märtsi alguses teavitas meie geograafiaõpetaja kogu gümnaasiumi võimalusest kandideerida IESO võistkonna liikmeks. Kandideerimiseks oli tarvis esitada motivatsioonikiri, mis kinnitas huvi maateaduste vastu ja valmidust valdkonnaga põhjalikumalt tegeleda. Välja valiti kaheksa õpilast, keda hakati põhjalikumalt ette valmistama. Nendele õpilastele korraldati mitu õppekogunemist, milles keskenduti geoloogiale ning varasemate aastate küsimustele. Lisaks toimus Särghaual kahepäevane treeninglaager, kus omandati põhjalikud teadmised kivimite määramisest, sedimentoloogiast, hüdroloogiast, geoloogiast ja välitöö põhimõtetest. Juuni alguses toimus valikvõistlus, kus testiti kandidaatide teadmisi läbitud teemadest. Lisaks tuli ennustada, mis juhtub Eesti jõgedega maakerke jätkumisel. Võistluse alusel moodustatigi Eesti võistkond rahvusvaheliseks maateaduste olümpiaadiks: Andres Sakk ja Willem Klaassen 10. klassist ning Andreas Must ja Robin Haljak 11. Klassist. Edasi jätkati õpinguid iseseisvalt, kuid olulisel kohal oli ka omavaheline suhtlus.

On aeg!
7. augusti õhtupoolikul oli Eesti võistkond jõudnud lennujaama. Mentoritena osalesid olümpiaadil professor Alvar Soesoo ja Sigrid Hade TTÜ-st ning Tallinna reaalkoolist koolijuht Ene Saar ning füüsikaõpetaja Toomas Reimann. Mentorid TTÜ-st olid Taimaale lennanud juba päev varem, et jõuda žürii koosolekule. Viimased särgid ja meened kohvritesse jagatud, asusime reisima Bangkoki poole. Ja reisida oli tõesti üksjagu, sest lendasime nii läbi Helsingi kui ka Doha. Viimase lennu pea kolmetunnise hilinemise tõttu jõudsime ka Bangkokki planeeritust hiljem. Lisaks ootas meid ees veel kolmetunnine bussisõit majutuskohta Kanchanaburi provintsis. Lõppkokkuvõttes jõudsime kohale pool kolm öösel, millele järgnes veel registreerimine ja elektroonika äraandmine. Uni jäi tol ööl vägagi lühikeseks.

Suurejoonelised pidustused ja ekskursioonid
Kohe järgmisel hommikul toimus suurejooneline avatseremoonia, kus osales ka Tai printsess Sirindhorn, kes on uue kuninga noorem õde. Tai kuningakoda on püha ning rahva poolt palavalt armastatud. Seda oli näha turvameetmetes, mida tol päeval rakendati, ja ka üleüldises ürituse pidulikkuses. Pärast avatseremooniat oli ette nähtud vaba aeg, mida Eesti võistkond kasutas unetundide tagasitegemiseks. Järgneval päeval ootasid meid ekskursioonid dolomiidikaevandusse ja hüdroelektrijaama. Kõige meeldejäävam ekskursioon toimus olümpiaadi teises pooles, kus meil avanes võimalus sõita kohaliku rongiga mööda kuulsusrikast surmaraudteed ja üle Kwai jõe silla. Hiljem viidi kõiki osalejaid veel Mallika linna, mis kujutas endast suurt vabaõhumuuseumi erinevate toidukohtade ja töötubadega. Meeleolukaks tantsupeoks kujunes ka eelviimasel õhtul toimunud riikide kultuuriõhtu.

ERAKOGU

Eesti võistkond koos mentoritega. Pildil vasakult paremale Sigrid Hade, koolijuht Ene Saar, Andreas Must, Robin Haljak, Willem Klaassen, Andres Sakk, Alvar Soesoo ja füüsikaõpetaja Toomas Reimann

ERAKOGU

Eesti võistkond pärast praktilist vooru puud istutamas

Individuaalvõistlus algab

Laupäeval algas kaheosalise teooriavooruga individuaalvõistlus. Ülesandeid oli väga erinevatel teemadel, alates geoloogiast ja meteoroloogiast ning lõpetades astronoomiaga. Näiteks tuli arvutada tahkete osakeste hõljumise kõrgust, uurida planeet Marsi pinda ja leida seoseid liustike ning pinnavormide vahel. Sarnaselt teistele rahvusvahelistele olümpiaadidele on riikidel võimalus ülesanded emakeelde tõlkida ning enamik neist seda võimalust ka kasutas (Eesti ülesandeid ei tõlkinud). Olümpiaadil olid sarnaselt rahvusvahelisele bioloogiaolümpiaadile ainult valikvastused, kusjuures oli nii ühe kui mitme õige vastusega ülesandeid. Eestlastel läks teoreetiline osa suures plaanis kenasti. Samal õhtul tutvustati kõikidele (mõnede riikide tungival soovil) kompassi kasutamist. Järgmisel päeval ootas meid aga ees neljaosaline praktiline töö. Esimene osa oli puhas geoloogia ja kivimite tundmine. Vastata tuli 18 küsimusele ja igale küsimusele vastamiseks ning kivimite uurimiseks oli aega 2,5 minutit. Esimene praktiline töö läks Eesti võistkonnal kõige kesisemalt. Teises praktilises töös ootas võistlejaid ees ülikooli geoloogiapargis kivimite määramine ning murrangu kallakusnurga (ingl k *dip*) ja rõhtsihi (*strike*) määramine. Järgmises osas tuli kogutud andmeid analüüsida ja teha järeldus geoloogiapargi geoloogilise läbilõike kohta. Neljas praktiline töö hõlmas füüsikat ja keskkonnateadusi, sest katse põhjal tuli hinnata maailmamere veetaseme kasvu ning leida jõge kroom(VI)-ioonidega reostav tehas. Viimane osa läks meie võistkonnal väga hästi. Sellega sai individuaalvõistlus läbi ning õhtul ootas võistlejaid ja mentoreid ees ühine õhtusöök ja Tai kultuuri tutvustus. Enne õhtusööki istutasid kõik võistkonnad ülikooli geoloogiapargi juurde ka puu. See pühapäev oli ka Tai emadepäev, millega tähistati kuninganna Sirikiti sünnipäeva. Selle auks toimus küünlatseremoonia, millele järgnes langevate tähtede vaatamine. Langevaid tähti polnud kahjuks tiheda pilvkatte tõttu siiski näha.

ITFI ja ESP

Rahvusvahelise maateaduste olümpiaadi teine pool oli pühendatud International Team Field Investigationile (ITFI) ja Earth System Projectile (ESP). ITFI osas uuritakse olümpiaadi osalistest moodustatud rahvusvahelistes võistkondades koos erinevaid vaatluskohtasid, võetakse proove, viiakse läbi eksperimente ja püstitatakse hüpoteese. Hiljem koostatakse kogutud andmete põhjal ettekanne, mida esitletakse rahvusvahelisele žüriile. ESP-i osas uuritakse sellesama rahvusvahelise meeskonnaga teatud probleemi, püütakse selle kohta võimalikult palju infot leida ja koostatakse poster, mida samuti hindab žürii. IESO on üks kolmest rahvusvahelisest olümpiaadist (lisaks astronoomia ja lingvistika), kus sedalaadi koostööd tehakse. Sellel aastal keskenduti ITFI-l maa sfääridevahelistele seostele ning ESP-i temaatika oli Bangkoki vajumise probleem. Aeg presentatsiooni ja postri valmistamiseks oli suhteliselt piiratud ning seetõttu tegid nii mitmedki võistkonnad ettevalmistusi hiliste õhtutundideni. Samas täitsid mõlemad ülesanded oma peamise eesmärgi, sest Eesti võistkond kogus sõpru ja tuttavaid üle kogu maailma.

Esimene vasikas aia taha ei läinud

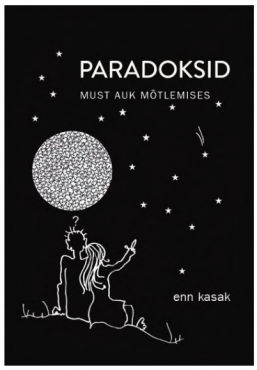
Pidulikul lõputseremoonial selgus, et Eesti võistkond oli esinenud olümpiaadil vägagi edukalt. Robin Haljak saavutas hõbemedali ning Andreas Must, Andres Sakk ja Willem Klaassen pronksmedalid. Lisaks tasub ära märkida, et Andres Sakk sai oma rahvusvahelise võistkonnaga nii ITFI kui ka ESP-i projektides kolmanda koha, samuti sai kolmanda koha ESP-i teises rühmas Andreas Must. ESP-i esimese koha saavutas oma võistkonnaga aga Willem Klaassen. Eesti mentorid olid tulemusega rahul (eriti arvestades, et tegu oli esimese korraga). Olümpiaadi üldvõit läks tänavu Lõuna-Koreasse, teise koha sai Ameerika Ühendriikide õpilane ja kolmanda koha Jaapani õpilane.

Tagasi kodumaale

Viimasel päeval Taimaal oli meil võimalus veel olümpiaadiväliselt Bangkokiga tutvuda. Külastasime erinevaid templeid, nägime nii istuvat kui lamavat Buddhat, proovisime kohalikke puuvilju ning sõitsime praamiga. Tagasi Eestisse jõudsime ilma suuremate viperusteta. Siinkohal tänab meie võistkond veel kord meie juhendajaid ning ka toetajaid, kelle abita poleks olümpiaadil osalemine olnud võimalik. Olümpiaadil osalemist toetasid Eesti geoloogiateenistus, Tallinna haridusamet, Tallinna reaalkool, Tallinna reaalkooli hoolekande selts, Tallinna tehnikaülikool, Tartu ülikooli geoloogiaosakond ja mitmed maateaduste valdkonna spetsialistid. Loodame, et panime alguse ilusale traditsioonile ning et Eesti võistkond jõuab maateaduste olümpiaadile ka järgmisel aastal. •

Andreas Must, IESO 2018 pronksmedalist

Loogika loogiline ebaloogika



PARADOKSID: MUST AUK MÕTLEMISES
Enn Kasak
Toimetaja Triin Olvet
160 lk
ARGO, 2018

Teadusfilosoof, sakslane Carl G. Hempel tõi oma 1966. aastal ilmunud raamatus „Loodusteaduse filosoofia" (mis ilmus aastal 2014 ka eesti keeles) ühe näitena teadusliku uurimise loogikast Ungari arsti Ignaz Semmelweisi avastuse seoses küsimusega, miks 19. sajandi keskel suri Viini üldhaiglas nõnda palju vastsündinuid. Loogilise välistamise teel jõudis ta järeldusele, et põhjuseks ei ole „atmosfääri kosmilistelluurne muutus", salapärane epideemia, seliliasend sünnitamisel või hirm preestri ees. Ehkki Semmelweis tegi oma arutluses ühe loogilise vea, eeldades vääralt: „Kui H on tõene, siis seda on ka I; I on (vaatluse järgi) tõene, järelikult on seda ka H."

Ometi jõudis ta õigele järeldusele: arstid ei pese enne sünniabi andmist oma käsi. Jõuga sunniti neid käsi pesema, suremus vähenes, kuid jõuga sundisid arstid Semmelweisi lahkuma (võib-olla polnud see väga keeruline, kuna Semmelweis ei pärinenud Viinist, vaid Budapestist, mille asukaid Austria-Ungari impeeriumis viinlastest alamateks, seega ka rumalamateks peeti).

Eesti teadusfilosoof, astrofüüsiku haridusega Enn Kasak sellest juhtumist oma mõtlemisparadokside raamatus ei kõnele. Tema teesile, et paradoks mõtlemises on vältimatu, seda võib vaid edasi lükata, ent mitte kõrvaldada, see kasuks ei tule. Teaduses on küllalt näiteid, mil vale loogika on viinud kogunisti Nobeli preemiani. Seda saab selgitada kasvõi itaalia füüsiku Enrico Fermi näitel, kelle elementide muundamine neutronpommitamisega transuraanseteks oli üldjoontes õige ja viljastav, ent mitte tema artiklis, mille põhjal ta Nobeli sai (seal oli järeldatud hoopis raskemate elementide teke kui tegelikuks osutus).

Paradoks on arutlus, mille lõppjärelduses ilmneb paradoks. Enn Kasak kirjutas raamatu „Paradoksid". Enn Kasak on inimene. Järelikult: inimese mõtlemine on paradoksaalne. Raamat „Paradoksid" on paradoksaalne. Ja ongi: kui raamatu alapealkiri, mis viitab, justkui oleks paradoksi puhul tegemist musta auguga meie mõtlemises, oleks õige, siis ei saaks me paradoksist teada midagi. Kogu teadmise neelaks alla must auk, kiirates välja vaid paradokse. Nõnda on juba Kasaku raamatu pealkiri paradoksaalne

Saksa keemik August Kekulé nägi ühel 1865. aasta õhtul kamina ees tukkuma jäänuna benseeni rõngast Uroborosena unes oma saba närimas. Sellest sai alguse orgaaniline keemia, sealhulgas elusorganismide keemia. Kuid enne pidi ta looma aatomite valentsiteooria. Selle peale omistas keiser Kekuléle aadlitiitli, von Stradonitzina esitles ta end aastakese enne surma 1896. aastal. Paradoksaalne lugu, kuid enne unenägu tuli leiutada valents. Selliseid paradoksaalseid lugusid on teadlastega juhtunud hulgem.

Kasak pajatab oma raamatus lugusid paradoksidest meie elus. Ning lugemise hõlbustamiseks annab osa teavet hallipõhjalistes kastikestes. Ta alustab optilistest illusioonidest, liigitades ka need paradokside alla (nagu rõhtsa joone pikkuse näiline muutus, kui joone otstes on sissepoole või väljapoole suunatud nooled) ja Penrose'i kolmnurk. Seejärel siirdub ta Vana-Kreeka noorte filosoofide pakutud apooriate juurde: noole lend, Achilleus ja kilpkonn ja mis need kõik olid või on. Jah, paradoksaalsel kombel polnud Vana-Kreeka filosoofid ilmtingimata vanad. Kuid nende apooriad on mulle nendega tutvumisest alates (ülikooli esimesel kursusel) tundunud äärmiselt kunstlikena. Lihtsalt õpilaste lollitamiseks välja mõeldutena. Ometi aitasid need leiutada diferentsiaal- ja integraalarvutuse ehk kalkuluse.

Toredamad on valetaja ja habemeajaja paradoksid: kui inimene ütleb, et ta parajasti valetab, siis ei saa teada, kas öeldu on tõsi või väär; kui habemeajaja ajab habet neil ja ainult neil, kes enesel habet ei aja, kas saab ta siis endal habet ajada või mitte? Selgub, et tal ei jää üle muud, kui end maha koksata. Niisiis – enne mõtle, siis ütle. Ma ei saa eales ütelda, et „kõik eestlased valetavad alati" – see on ju määramatu väljundiga. Olen valetaja ja ei ole ka. Ühekorraga. Umbes nagu kvantarvuti olek, kubit (mitte segi ajada bitkoiniga). Võib-olla näitab see, et kvantmaailma seadused määravad teatud tingimustel ka meie makromaailma elu (minu spekulatsioon).

Üsna loogiliselt, mitte paradoksaalselt jõuab Kasak Schrödingeri kassini, mille kohta saame teada, kas ta on surnud või elus vaid siis, kui kassi asupaigaks oleva kasti avame. Muidugi on see paradoks vaid meie „suures" maailmas, mida mugavalt kirjeldas Newton. Kvantmaailmas pole see mingi paradoks, vaid lihtne tõsiasi. Nii nagu põimumine, komplementaarsus ja määramatuse printsiipki.

Kasak püüab sisse tuua ka loogika matemaatilist maailma, tõestada selle abil mõndagi, täpsemalt: näidata tõestuse võimalust, paradoksidest väljumise võimalikkust ja võimatust. Kuid siin läheb asi mu meelest liiga segaseks. Tõsi, Hempel on veelgi segasem ja minul õppinud füüsikuna tekib küsimus: miks pagana pärast peab loodusteaduse filosoofia olema keerulisem kui loodusteadus, sealhulgas füüsika ise? Milleks sellist sehkendamist vaja on? On ju selge, et suur osa paradoksidest peitub meie keeles, mis ei võimalda välismaailma absoluutse adekvaatsusega kirjeldada, ja kõik. Mida tõestas (nagu ka Kasak mainib) saksa matemaatik Kurt Gödel möödunud sajandi keskel. Järjekindel loogiline süsteem pole mõeldav! Hüüe „Mõtle loogiliselt!" pole alati loogiline.

Kasak tutvustab ka Georg Cantori leiutatud hulgateooriat, millega too järeldas, et üks lõpmatus saab olla võimsam kui teine. Kahjuks ei ava ta Cantori leiutatud diagonaalmeetodi geniaalset sisu. Selle abil avas saksa matemaatik, keda tema ülemus Leopold Kronecker teaduses löögile ei lasknud, ukse lõpmatuste lõpmatusse maailma, mis üllatas mind esmatutvumisel oma elukauguse ja teisalt elulähedusega. Kronecker nimelt arvas, et Jumal lõi täisarvud ja matemaatikale pole muud vaja. Isegi Wittgenstein lõi Cantori üle lamenti, ent Henry Poincaré kaitses Cantori lõpmatusi, mis ei takistanud saksa matemaatikul hulluda. Paradoksaalsel moel on ebamaiste paradokside ümber möllanud suisa maised, mitte paradoksaalsed kired.

Kasak on paradokside raamatu kirjutanud kirglikult, ehkki sellele, kes on tema loenguid kuulanud, ei tule see tõsiasi üllatusena. Nimelt on Kasak

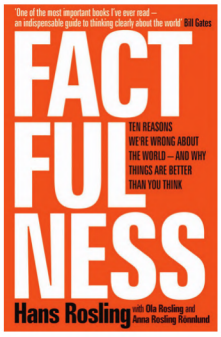
kõneanniga õnnistatud teadlane ja tema juba oskab asja keeruliseks kruttida ning end sellest puntrast osavalt välja rääkida.

Mõttemõlgutamise ergastamiseks on teos igatahes väärt tegu. Raamat on tublisti illustreeritud ja registriga varustatud, nõnda sobib see elu paradoksides väsinud mälu toetamiseks ka pärast läbilugemist. Nimelt on selgeks saanud, et osale küsimustele ei olegi vastust olemas. Millistele, pole täpselt teada. Ja selge seegi, et me ei tea seda, mida me teada ei saa. Näiteks tundub, et küsimusele, miks on pigem miski kui eimiski, maist vastust pole.

Cambridge'i ülikooli matemaatik ja esmaklassiline teaduskirjanik John D. Barrow toob oma raamatus „100 Essential Things You Didn't Know About Math and the Arts" (mida soojalt soovitan) näite selle kohta, et täielik teadmine on vahel halvem kui osaline teadmatus. (Näiteks kui mängitakse selle peale, kes kahest teineteisele vastu kihutajast enne ära pöörab.) Tore on. Seega on paradoksid vajalikud. •

Tiit Kändler, teaduskirjanik

Üheksa korda mõõda, üks kord lõika



FACTFULNESS
Hans Rosling
Sceptre, 2018,
342 lk

Rootsi arst ja tervishoiuspetsialist Hans Rosling (1948–2017) on äärmiselt sisutiheda raamatu autor, mis ilmus pärast tema surma tema poja Ola Roslingi ja minia Anna Rosling Rönnlundi kaasautorlusel. Lühidalt öeldes kajastab raamat „Faktitäius" tõsiasja, et inimkonna teadmised maailmast on hoolimata olemasolevast informatsioonist kasinad. Paraku on kasinad teadmised ka otsustajatel ning mõjukatel inimestel.

Hans Rosling on oma laia rahvusvahelise teadmistepagasiga jõudnud järeldusele, et meie maailmas valitsevad negatiivsus, kartus, müüdid, süüdistamine jne, ning meie arusaamad põhinevad peamiselt instinktidel. Et oma väiteid kontrollida, võttis Rosling aluseks ÜRO statistika aegread.

Nende põhjal formuleeris ta tosin küsimust, millele palus vastata erinevatel kogukondadel. Küsimused ise olid lihtsad ja kajastasid ülemaailmset olukorda: kui suur protsent tüdrukuid lõpetab algkooli, kui paljudel on võimalus kasutada elektrit, kui palju lapsi sünnib ÜRO hinnangul aastal 2100, mitu protsenti ühe aasta vanustest lastest on vaktsineeritud, kas viimase 20 aasta jooksul on vaesus maailmas suurenenud või vähenenud jne. Vastajaid grupeeris autor nii riikide kui ka institutsioonide järgi. Küsitletute hulgas olid osavõtjad näiteks maailma majandusfoorumist (World Economic Forum, WEF), suurte finantsorganisatsioonide esindajad, ülikoolide õppejõud, poliitikud, ajakirjanikud jpt. Hans Rosling oli masendunud sellest, kui vähe tegelikult inimesed teadsid globaalsest olukorrast – enamik vastanutest valis kolme valikvastuse seast vale vastuse.

Raamatus on püütud lahata maailma olukorda ÜRO tegelike aegridade, ilmekate skeemide ja analüüside abil, kasutades rühmitamist vastanute sissetuleku järgi. Loomulikult kajastab selline rühmitus ebavõrdsust maailmas, kuid Rosling näitab kujukalt, kuidas see ebavõrdsus väheneb. Ta võrdleb arenevate maade arengut Rootsi arenguga viimase sajandi jooksul. Üldise arusaama järgi on olukord nendes maades halb, kuid ometi oli Rootsi veel 80 aasta eest enam-vähem samal tasemel. Terve hulk aegridu demonstreerib globaalset arengut, olgu näitajateks kirjaoskus, orjus, surmad õnnetustes või laste suremus, rahvusvaheline looduskaitse (mis ei välista plasti kuhjumist kui tänapäeva häda), põldude saagikus jm. Ka laste sündimuse vähenemine, mis meid ärevaks teeb, on tegelikult ülemaailmne tendents.

Autori põhiküsimust aga iseloomustab raamatu alapealkiri, mis kõlab järgmiselt: kümme põhjust, miks me saame maailmast valesti aru ja miks asjad lähevad paremini, kui me arvame. Loomulikult on taoline olukord eriti häiriv otsustajate puhul. Valede arusaamade üks põhjus on see, et rajame oma otsused tunnetele või instinktidele ja reeglina vaid ühele arvnäitajale, mitte aga sisulisele mõtlemisele ja aegridade uurimisele. Nii toob Rosling rida näpunäiteid, kuidas otsustajad peaksid kaalutlema. Näiteks tuleks alati võrrelda aegridu, leida arvuliste näitajate suhtarve ja proportsioone, sarnasusi ja erinevusi, ning pidevalt otsida uut informatsiooni. Ta hoiatab ennustajate eest ja soovitab võrrelda erinevaid arengustsenaariume, vältida seisukohti „meie ja nemad", mitte tsenseerida ajalugu, otsida põhjusi ja mitte süüdlasi, jne. Kõik taolised õpetussõnad võivad kõlada retooriliselt – me ju teame neid – kuid Roslingil on need tuletatud värvikatest näidetest ja ametlikest ÜRO aegridadest ning seotud globaalse maailmaga. Tasub teada, et lineaarne ekstrapoleerimine ei anna reeglina häid tulemusi, arengukõverad sisaldavad teinekord kühme ning muutused on sageli kirjeldatavad S-kõvera abil.

Tegelikult on ka eesti rahvatarkus täis arutlusi iseloomustavaid mõtteid: enne mõtle, siis ütle; üheksa korda mõõda, üks kord lõika jne. Selle raamatu kaante vahel on aga globaalne vaade ja seda peaksid eelkõige lugema kõik, kel vähegi pistmist ühiskonna huvides otsuste langetamisega. Ei saa ju vastu võtta otsuseid, kui puudub arusaam tegelikust olukorrast. Kuigi Roslingile vastanute hulgast puuduvad Eesti inimesed, pole mingit alust arvata, et meie teadmised oleksid paremad kui ülejäänud maailmal. Rosling ise rõhutab hariduse tähtsust ja annab rea soovitusi kooliharidus tõhustamiseks.

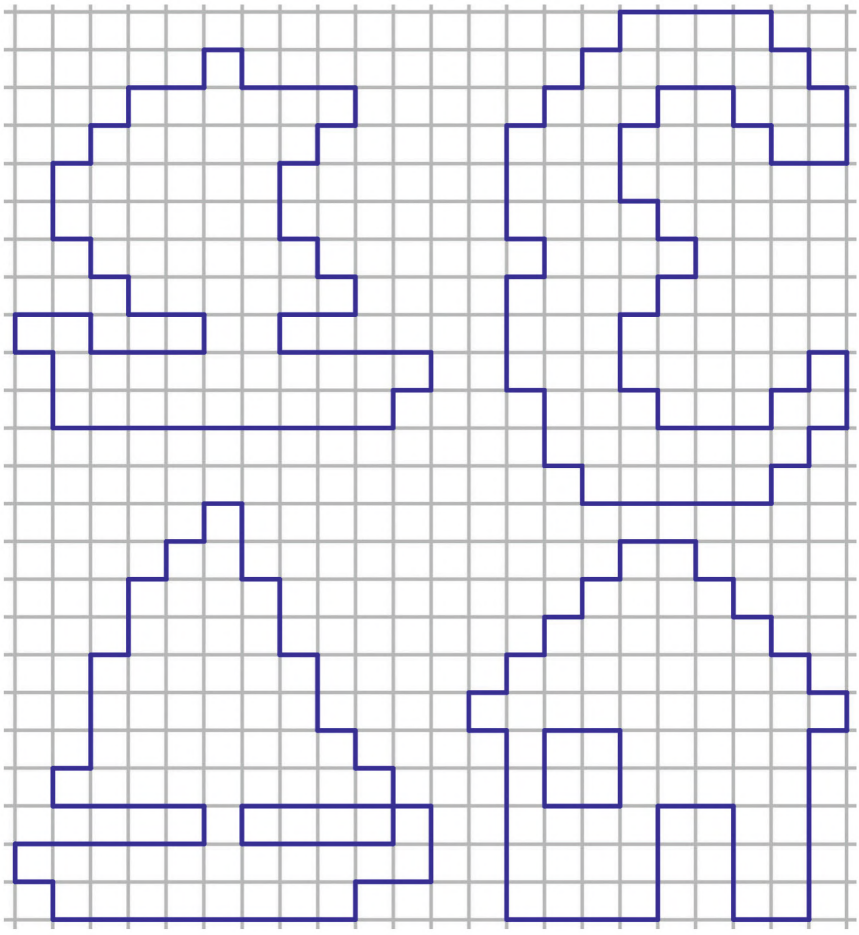
Kõik teoses esitatud arvulised andmed on viidetest hõlpsasti leitavad. Ola Roslingi initsiatiivil loodud veebiplaform (www.gapminder.org) koondab kõiki loodud analüütilisi tulemusi. Kirjastus „Tänapäev" ilmutab raamatu peagi eesti keeles, inglise keeles on see veebis vabalt kättesaadav. •

Jüri Engelbrecht, akadeemik

Jaota objektid pentamino kujunditeks

Kõiki pentamino kujundeid on kujutatud alljärgneval joonisel:

Iga joonisel tuleb 60 ruudust koosnev objekt (viikingilaev, epsilon, purjekas ja maja) jagada kaheteistkümneks erinevaks pentamino kujundiks. Iga pentamino kujundit võib pöörata ja peegeldada. Seekord tuleb iga objekti puhul püüda leida kõik võimalikud tükeldused. Et ülesanded on tavapärastest raskemad, siis tasub oma lahendused ka sel juhul ära saata, kui mõni ülesannetest lahendamata jääb.



Neljanda vooru ülesannete vastused

$343 = (3+4)^3$ $\quad 736 = 7 + 3^6$ $\quad 1285 = (1+2^8) \times 5$

$2502 = 2 + 50^2$ $\quad 2592 = 2^5 \times 9^2$

$32768 = (3-2+7)^6/8 = (-3+2-7)^6/8$

$4096 = (4 \pm 0 \otimes 9)^6 = 4^{(\pm 0 \otimes 9+6)}$, kus $\pm$ võib tähendada liitmise või lahutamise, $\otimes$ aga korrutamise, jagamise või astendamise märki.

Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. oktoober 2018.

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

2018. aasta parimale nuputajale

auhinnaks 100 euro eest raamatuid Tallinna ülikooli kirjastuselt.

TALLINNA ÜLIKOOLI KIRJASTUS

Vooru võitja

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

Neljanda vooru tulemused

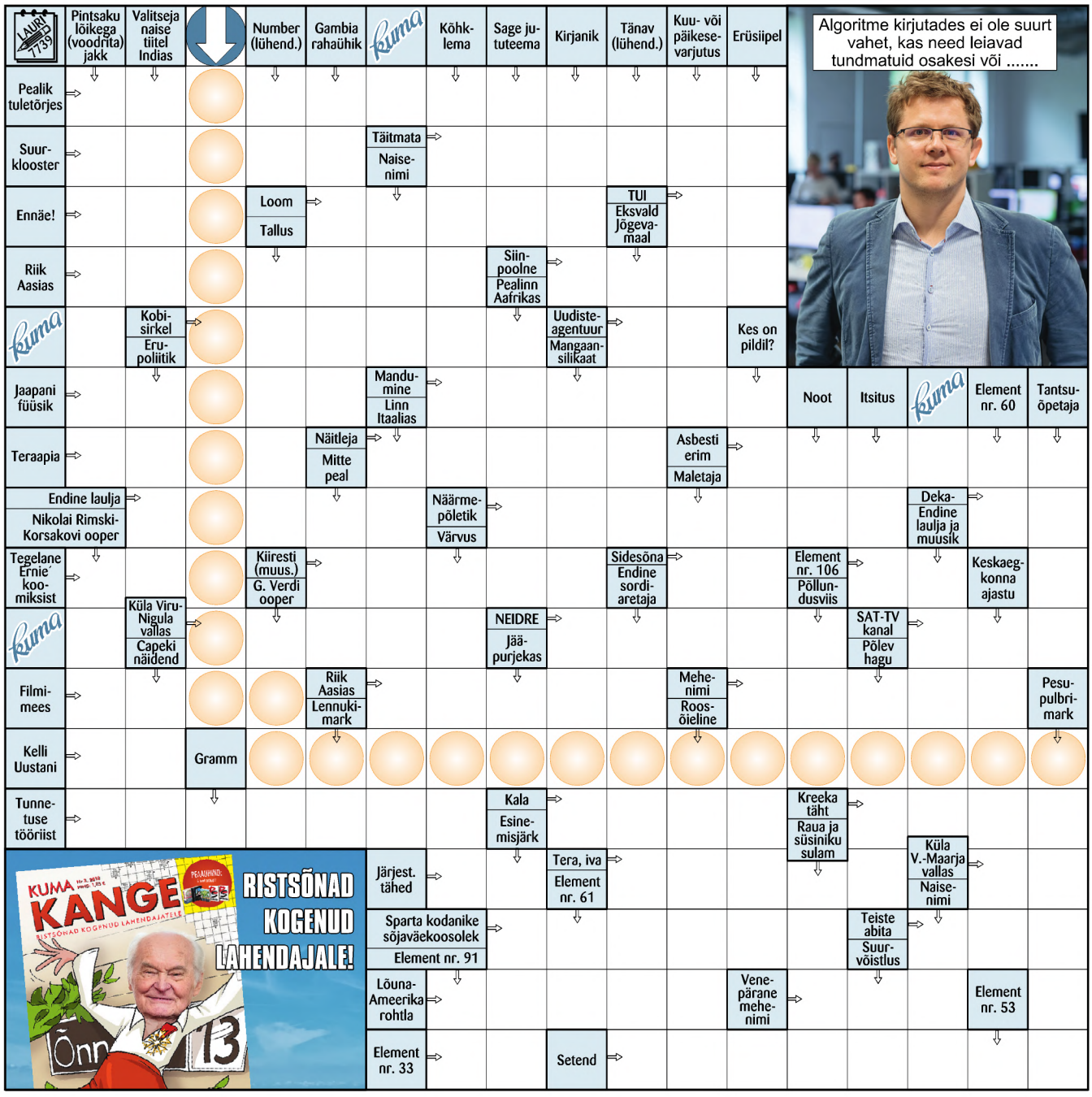
Enamik neljanda vooru ülesannetest olid lihtsad ja andsid ühe punkti, kaks viimast pakkusid aga rohkem võimalusi. Need, kes leidsid arvude 4096 ja 32768 esitamiseks rohkem kui ühe võimaluse, teenisid ka rohkem punkte. Kuldar Traks ja Hannes Valk teenisid arvu 4096 esitamisvõimaluste eest kaks punkti, Kalle Kulbok, Marko Orav ja Martiina Viil kolm punkti. Martiina Viil leidis ka 32768 esitamiseks kaks erinevat võimalust. Seega oli neljanda vooru ülesannete parim lahendaja **Martiina Viil**, kelle punktiarvele lisandus 10 punkti. Juba teist vooru järjest võitis tema ka vooru auhinna.

Vaata veebilehelt

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

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

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



Lahendajate vahel läheb loosi ristsõnaajakirja Ristsõnarõõmud aastatellimus.

Eelmise ristsõna õige vastus „EESTI TEADUSSÜSTEEM on mulle kui mässumeelsele suisa ideaalne keskkond!" viitab 2018. aasta mai-juuni Horisondis ilmunud intervjuule Els Heinsaluga.
Loosi tahtel sai Lemmikristsõnad 9 TIIU LINDSALU.

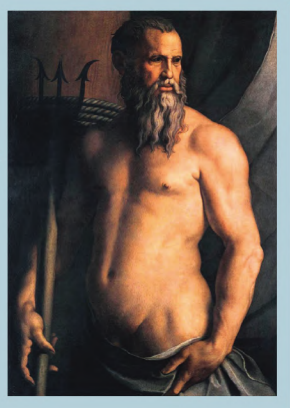
Kõigil lahenduse saatjatel palume ära märkida ka selles numbris KÕIGE ENAM MEELDINUD KIRJUTIS!

Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK

Lugejate lemmiklugu eelmises numbris oli „Ohtlik äike", autor Jüri Kamenik. Pole lugenud? Osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

1 Sellel umbes 1530. aastal valminud maalil on kujutatud Neptunina ühte tolleaegset tuntud admirali. Tema karjäär kestis kaua – olles merelahingutes edukas juba varases nooruses, juhtis ta lahinguid piraatide vastu ka veel 84-aastaselt. Tema nime on kandnud aja jooksul mitmed laevad, millest vähemalt üks hävitaja, mida on muuhulgas kasutatud tänapäevaste piraatidega võitlemisel, on rivis ka praegu.
Kes oli see admiral?



2 See ühe USA osariigi rahvustaim kasvab kuival kruusasel pinnasel eelmäestikes. Kohalike indiaanlaste uskumuse järgi on taimel tähelepanuväärne võime peatada ründav karu. Seda hinnatud ilutaime on nimetatud ka mäestikutaimede kollektsiooni briljandiks. Taim on väga vastupidav – tal on võime ärgata ellu ka pärast mitmeaastast puhkeperioodi (kuivamist) ning ta talub isegi keetmist. Oma rahvusvahelise nime on ta saanud ühe maadeuurija järgi, kes taime 1809. aastal läänemaailma jaoks avastas. **Mis taim see on?**

3 1883. aastal avaldas küsitud prantsuse kunstnik ja kirjanik futuristliku raamatu, mis kirjeldab eeldatavat elu 20. sajandil. Juuresoleval raamatu illustratsioonil on kujutatud õhus liikuvat ja pöörlevat maja. **Kes on selle raamatu ja illustratsiooni autor**, kelle teoseid on võrreldud Jules Verne'i loominguga?

FOTOD: WIKIPEDIA

4 Ta on olnud seni ainus näitlejanna, kellel oli kuus parima naisnäitleja Oscari nominatsiooni, kuid kes seda auhinda ei võitnud. See-eest on ta võitnud Kuldgloobuse ning muid auhindu. Ta on enda kohta öelnud: „Ma olen ... nagu ilus jersey tõugu lehm: silmanurgad samamoodi kurvalt allapoole". Ta oli tuntud kui elegantne, tasakaalukas ja distsiplineeritud näitleja. **Kellest on jutt?**

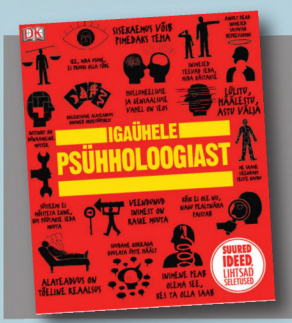
5 Näete lippu, mis kuulub riigile, mille alguseks loetakse aastat 1670. Riik eksisteerib teatud kujul (ühe iseseisva riigi osana) ka tänapäeval. **Millisest riigist on jutt?**

MÄLUSÄRU 4/2018 VASTUSED

1. Brighton
2. Maria Goeppert Mayer
3. Merapi
4. Sarah Brightman (pidi osalema kosmoselaeva Sojuz TMA-18M lennul).
5. Carl Timoleon von Neff

● Mälusäru auhinnaraamatu Jean-Christophe Grangè „Reisija" võitsid Hans Markus Kalmer, Helin Põldve ja Sven Soovik.

Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid



VASTA JA VÕIDA RAAMAT!
Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut „Igaühele psühholoogiast" kirjastuselt KOOLIBRI.

➔ Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmiklugu.

VASTUSED
ootame 15. oktoobriks 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

Imagine Eesti

Põnev seletusmäng, aga mitte sõnadega, vaid läbipaistvate kaartide abil!

Seleta ja mõistata
ameteid, filme,
raamatuid, esemeid.
Kokku üle
1000 mõistatuse!

Prantsuse aasta mängu 2017 auhinna nominent

fun.dada.ee
Saadaval Apollo ja Rahva Raamatu kauplustes üle Eesti,
Kingituste Kiirabis, Marta Raamatus, Pöialpoisis, Tartu ja Tallinna Kaubamajas, Võru Maksimarketis, Prismades.

INNOVATIIVSED UUDISTOOTED KIKASELT !

KIKAS®

Korralik kõhutäis!®

DOKTORI-LEMMIKRULL®

Praetud, paneeritud sealiha ja kanahakkrull tillivõide täidisega. Parima täidisega, värske, maitsev ja kodune. Esimene Eestis!

IGAVESTI 25®

Broilerifileest paneerimata, praetud lihatükid. Mõeldud tervislikke eluviise harrastavale Inimesele, kes tahab olla ilus ja noor!

www.kikas.ee facebook.com/kikaseesti