NEUTRONTÄHTEDE KIRJU MAAILM

CALIFORNIA KULLA RADADEL

FÜÜSIKUGA RANNAS

PIDUMENÜÜ KÄNNU KUKES

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2017

4/2021 ■ JUULI-AUGUST ■ HIND 5.90 ■ 55. AASTAKÄIK

ROOTSI AJA SUURIM LAEVAHUKK

ISSN 0134-2282
9 770134 228007

AKADEEMIA PEATOIMETAJA TOOMAS KIHO TEADUSEST

ARHEOLOOG AIVAR KRIISKA KIVIAJA ELUST JA INIMESTEST

EESTI LENNUPÄEVAD 2021

TOIMUVAD 7.–8. AUGUSTIL

Lennupäevade põhiesineja on Soome Õhuväe lennugrupp Midnight Hawk ja hävitaja F/A-18 Hornet.

Olete oodatud Eesti Lennundusmuuseumi ja samas toimuvatele lennupäevadele.

Eesti Lennundusmuuseum, Lange, Kastre vald, Tartu maakond
www.lennundusmuuseum.ee
koordinaadid: N58°17’16.5”, E26°45’ 51.01”

horisont
55. AASTAKÄIK
RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015
RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2017
4/2021
juuli-august

SELLES NUMBRIS

Marten Seppel
Rootsi aja suurim laevaõnnetus: laevahukk Tallinna sadamas 1696. aasta augustitormis 8
Rootsi aja ühes traagilisemas laevaõnnetuses sai surma 24 inimest ja põhja läksid ka Eestimaa hiljutise ulatusliku revisjoni materjalid.

Ene Ergma 24
Neutrontähed Raadiopulsaritest „ämblikeni“
Lähema vaatluse alla võetakse raadio- ja millisekundpulsarid. Et saada aimu, mida need neutrontähed endast kujutavad, on nad erinevuste järgi eri rühmadesse paigutatud.

Helen Rohtmets-Aasa
California kulla radadel 42
Vaikse ookeani rannikul asuvast Californiast avastati 19. sajandi keskpaiku sedavõrd rikkalikult kulda, et see meelitas sinna paari aasta jooksul sadu tuhandeid õnneotsijaid.

Mihkel Järveoja, Kaupo Voormansik
Mis Eesti põldudel kasvab? Põllukultuuride automaatne tuvastamine satelliitseirega 50
Uus satelliitseirepõhine põllukultuuride määramise metoodika võimaldab kindlaks teha, mis kultuur igal põllul kasvab.

HORISONT KÜSIB

Intervjuu 16
Kiviaja elust ja inimestest
Tartu ülikooli laboratoorse arheoloogia professori Aivar Kriiskaga vestles Horisondi toimetaja Helen Rohtmets-Aasa.

Mina ja teadus 39
Ajakirja Akadeemia peatoimetaja Toomas Kiho

SIIT- JA SEALTPOOLT HORISONTI

Piret Pappel
Mure teeb tõesti peast halliks 3

Piret Pappel
Suur tükk ei ajagi suud lõhki: üllatavalt palju ämblikke püüab madusid 6

Sõnalugu 7
Udo Uibo. Apelsin ja oranž

Teine maailm 14
Andres Krumme
Elektrokedratud kiud

Sündmuste horisondil 30
Andi Hektor, Kristjan Kannike
Füüsikuga rannas ehk Täna teeme liivakooke

Ain Kallis
Ilm ja selle ennustajad 32

Harakale haigus 34
Ken Kalling
Veenuse naudingute tõbi

Dokument kõneleb 36
Anu Kannike, Ester Bardone
Restorani Kännu Kukk õhtusöögimenüü aastast 1972

Bioloogiafilosoofia 40
Edit Talpsepp
Linné taksonoomiaga seotud probleemid

Kosmosekroonika 56

OLÜMPIAAD

Mihkel Pajusalu
Viimase aasta loodusteaduste olümpiaadid 60

PRAKTILIST

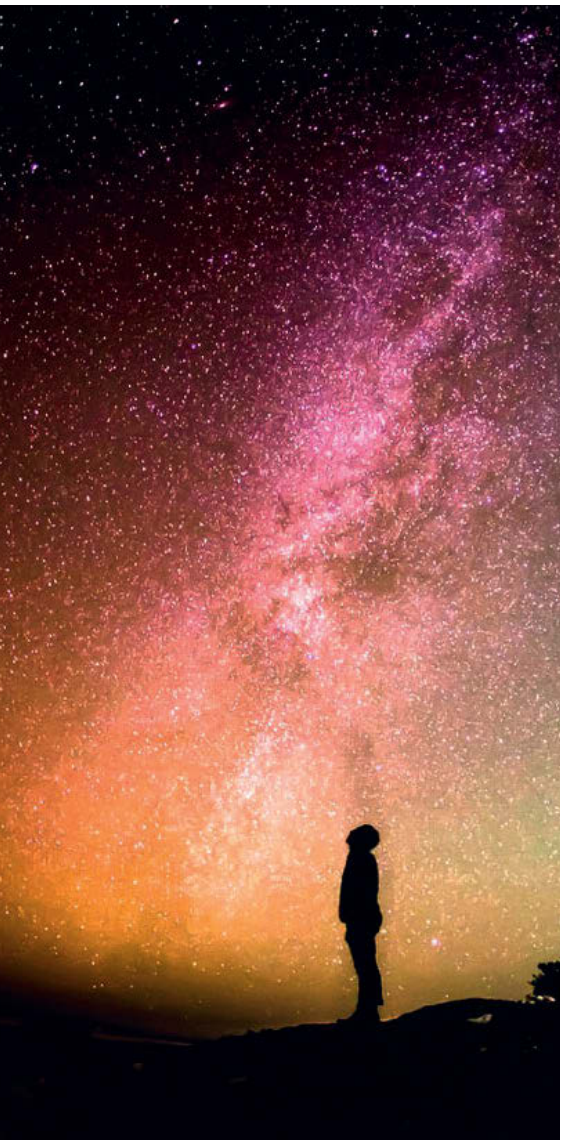
Raamat 58
Piret Kuusk
Albert Einstein ja tema üldrelatiivsusteooria 58
Ago Pajur
Üks sajand Eesti sõjaajaloos 59

Enigma 62
Tõnu Tõnso
Kolm arvu aritmeetilisest jadast

Ristsõna 63

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

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Reinu meenutades

Oli aasta 1966, kui Eestis, tolleaegses Eesti NSV-s, alustati seninägematu tööga. Hakati kokku panema toimetust uuele ajakirjale, millist ei olnud siinmail varem olnud. Ajakiri sai nimeks Horisont ja vastse kuukirja esimene number ilmus 1967. aasta jaanuaris.

Õige pea tuli käibele väljend „horisontlased“, mis tähistas loomulikult toimetust. Neid horisontlasi on üle 50 aasta jooksul olnud omajagu, aga siiski mitte ülearu palju. Mitmed tulid ja jäidki horisontlasteks.

Rein Veskimäe kuulub kindlasti põlishorisontlaste hulka. Ta tuli toimetusse 1967. aastal ja töötas järgnevad 45 aastat reaalteaduste toimetajana. Pikaaegne Horisondi peatoimetaja Feodor Feodorov meenutab, et Reinu soovitas Horisondile astronoom Peep Kalv. Ei maksa imestada, et Reinu keskseks ainevaldkonnaks sai kohe pärast toimetusse tulekut täheteadus ja kosmoloogia selle kõigis aspektides. Just maailmaruumi uurimise teemadest tegi Rein omal ajal Horisondi firmamärgi.

Tänu Reinule, kellel oli hea vaist ja suurepärane oskus suhelda, tihenes kiiresti koostöö Tõravere astronoomidega ja eestlaste lugemislauale ilmus ajakiri, mis kõneles Suurest Paugust, kosmilistest udukogudest ja mustadest aukudest, mis olid tol ajal lugejale kindlasti suur uudis. Horisondil oli algusaegadel üle 50 000 tellija.

Rein lahkus meie seast hiljuti jäädavalt, kuid põhjaliku ja korrektse toimetaja ning autorina jättis ta peale Horisondis tehtud tööde maha neli raamatut artiklitega paljudelt teadlastelt. Nende raamatute nimekood on Universum. Minule, pikaaegsele kolleegile, meeldib väga, et Rein valis oma tööde kokkuvõttele sellise pealkirja. Reinu Universum on sama suur kui see, kus me praegu elame. Seal on nii makro- kui ka mikromaailmad, seal kihutavad tsunamid ja globaalsed hoovused. Ja seal on veel üks nurgakene, kus inimene saab lasta oma mõtetel lennata kas Magalhãesi tähepilve või lõpuks isegi Läänemere põhja. Rein jõudis tegeleda väga paljude teemadega ja tegi oma tööd põhjalikult, sirgeseljalise eneseväärikusega.

Olen töötanud koos Reinuga aastakümneid. Talle ei meeldinud, kui keegi jäi hiljaks või hilines lubatud töödega. Hilinejatega kokku puutudes kergitas ta aga vaid korraks kulmu ning kirus neid vist pigem omaette.

Iga järelmeenutuski on ju hilinemine. Rein ei saa enam kulmu kergitada, aga oma elus lõi ta Universumi, kus on esikohal teadus ja teaduse tutvustamine. •

Indrek Rohtmets, horisontlane

ESIKAANE foto: VIDA PRESS / ALAMY

EESTI TEADUSTE AKADEEMIA

horisont

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

Helen Rohtmets-Aasa, toimetaja
helen@horisont.ee
Monika Salo, keeletoimetaja
monika.salo@loodusajakiri.ee
Kersti Tormis, kujundaja
kersti@horisont.ee
Mariliis Kesküla, turundusjuht
mariliis@loodusajakiri.ee

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

Tellimine: 617 7717,
www.tellimine.ee

Ilmub aastast 1967, 6 numbrit aastas.
Toimetus: Endla 3, 10122 Tallinn
tel 610 4105
e-post: horisont@horisont.ee
Vaata ka Horisondi seina Facebookis!

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

ISSN 2228-3471 (e-luger)
Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, 2021
Trükkinud Printall AS

Trükitoode
4041 0820

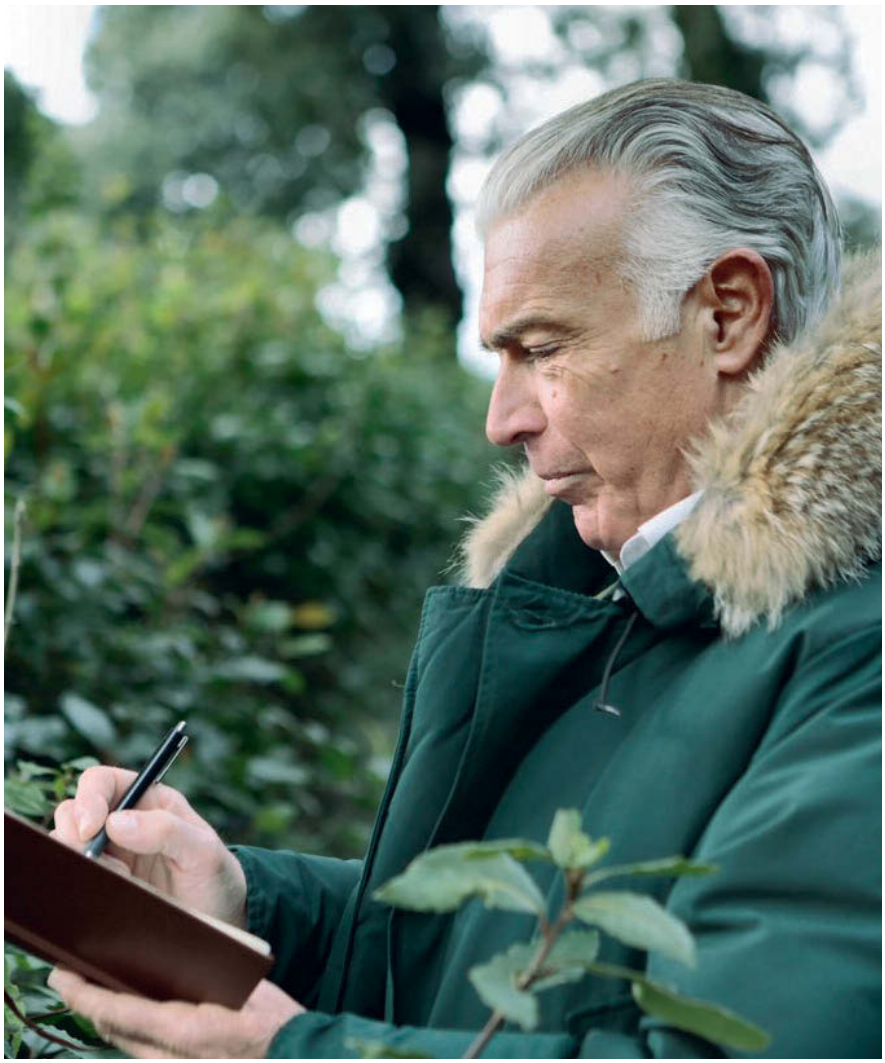
HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Mure teeb tõesti peast halliks

Columbia ülikooli Vagelose meditsiinikolledži uurimus pakub tõendusmaterjali, et psühholoogiline stress võib juuksed halliks muuta.



UNSPLASH

„Sa ajad mu juuksed halliks! Sinu pärast tuleb mulle iga jumala päev uus korts!" kurjustab ema Kristiina Kassi lasteraamatus „Samueli võlupadi" oma laisa pojaga. Juuste halliks minekut on stressi ja murega seostatud pikka aega, kuid napib tõendeid, et see teooria päriselt paika peab. Ajakirjas eLife ilmunud Columbia ülikooli uurimuse kinnitusel on võimalik hinnata seda, mis juuste halliks mineku ajal kehas juhtub, ja üllataval kombel saab värvimuutust mõnikord tagasi pöörata.

Juuksed lähevad halliks, kuna hakkavad inimese vananedes kaotama pigmenti ja see ei jaotu enam ühtlaselt. Üleöö halliks mineku kohta käiv kuulsaim legend räägib Prantsusmaa kuninganna Marie Antoinette'i juustest, mis läinud halliks enne tapalavale minekut.

Mõne tunniga juuksed halliks minna siiski ei saa. Karvanääpsust juba välja kasvanud juuksed võivad küll päikese käes pleekida, kuid rohkem need värvi märkimisväärselt ei muuda. Kui inimesele tundub, et ta on väga kiiresti halliks läinud, tähendab see enamasti seda, et ta pole esimeste hallide karvade teket märganud ja paneb muutust tähele alles siis, kui neid on peas ohtralt.

Columbia ülikooli Vagelose meditsiinikolledži teadlased värbasid oma uurimuse tarbeks 14 vabatahtlikku katsealust, kelle juuksed olid keemiliselt töötlemata. Katseisikute seas oli eri etnilist päritolu mehi ja naisi; nende keskmine vanus oli 35 aastat.

Kõik pidasid isiklikku stressipäevikut, samuti uuriti nende juukseid põhjalikult. Juuksekarvadest tehtud lõike pildistati mikroskoobi all, mõõdeti pigmendikadu ning uuriti karvade keemilist koostist. Juuksed kasvavad välja nahast ja on selge, et keha toodetud stressihormoonid mõjutavad neid.

Selgus, et stressirohkel ajal hakkas pigment tõesti vabatahtlike juustest kaduma. Kui elutempo rahunes, võis juuste värvus taastuda. Halliksmineku ajal täheldasid teadlased muutusi ligi 300 juuksekarvades sisalduva valgu koguses.

Andmete põhjal on valminud matemaatiline mudel, mis kirjeldab inimjuuste pikaajalisi muutusi. Mudeli järgi on inimese elus kindel stressitase, mis võib juuksed ajutiselt halliks muuta, kuid rõõmsamate aegade saabudes tuleb algne värvus tagasi. Põhjuseks võivad olla mitokondrites toimuvad biokeemilised protsessid. Neid tasub põhjalikult uurida kindlasti inimesel, kuna meie ja näriliste karvanääpsude vahel on olulisi erinevusi.

Nimelt on hiljutised laborihiirtega tehtud katsed näidanud, et närilistel on stressist tingitud karvavärvimuutused pöördumatud; põhjuseks on karvanääpsus olevate tüvirakkude surm. Inimese halliksmineku põhjused on tõenäoliselt teist laadi – sel juhul ei saa hiirte abil saadud andmeid inimesele üle kanda.

Uurimus lisab kaalu mõtteviisile, et vananemine pole sirgjooneliselt kulgev bioloogiline protsess, vaid seda saab aeglustada või isegi ajutiselt tagasi pöörata.

Loomulikult tiivustab see mõttelendu tuleviku fantaasiailma, kus hallidest juustest ei saa lahti mitte juuksuris, vaid hoopis apteegis või arsti juures. •

Mudeli järgi on inimese elus kindel stressitase, mis võib juuksed ajutiselt halliks muuta, kuid rõõmsamate aegade saabudes tuleb algne värvus tagasi.

Piret Pappel

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Eesti teadlane hakkab uurima, kuidas piim meie toidulauale jõudis

Tartu ülikooli arheokeemik Ester Oras on pälvinud maineka stipendiumi Pro Futura Scientia, mida annab välja Rootsi süvauuringute kolleegium (Swedish Collegium for Advanced Study). Oras hakkab uurima piimaloomapidamise algusaegu Läänemere idakaldal. Uurimistöö keskmes on loomade kodustamine ja selle tõttu inimese toidulaual ja tervises tekkinud muutused.

Põlluharimise ja loomade kodustamise algus on inimkonna ajaloos tähtsad verstapostid, mis ei ole mõjutanud mitte ainult meie igapäevast toidulauda, majandusviisi ja elukorraldust, vaid ka ehitisi ja maastikku. Piimaloomade ilmumine tõi kaasa ka uued haigused ning muutis inimese ainevahetust ja mikrobioomi.

Algavas uurimisprojektis uurib Oras arheoloogilist leiumaterjali tipptasemel laboris. „See projekt võimaldab meil rohkem teada saada eestlaste kui piimarahva mineviku kohta – tulemused näitavad, milliseid loomi meie esivanemad kodustasid ja millise jälje see siinsele elule jättis," selgitab ta. „Lisaks kultuurilisele mõjule muutus ka inimeste tervislik seisund: loomkaasnevad haigused, seedesüsteemi kohanemine ja laktoositaluvuse teke on vaid mõned projektiga seotud märksõnad."

Pro Futura Scientia uurimisstipendiumi saamiseks tuleb läbida tihe konkurss. Kandideerida saavad ainult valitud ülikoolide noored tippteadlased, kellele koduülikool tagab võimaluse pärast stipendiumiaja lõppu oma tööd jätkata. Eestlastest on kolleegiumi rahastuse saanud Jüri Allik, Meelis Friedenthal, Martin Hallik, Pärtel Piirimäe, Anu Realo, Peeter Tulviste ja Richard Villems.

Ester Oras peab märkimisväärseks just seda, et programm pakub raha ja aega olulise teema uurimiseks, ilma et side senise tööga katkeks. Nii jätkab Oras koostööd enda loodud erialadevahelise arheokeemia uurimisrühmaga Archemy ja juhendab üliõpilasi.

Cambridge'i ülikoolis doktoritöö kaitsnud Orase peamine uurimisvaldkond on lipiidide ja valkude biomolekulaaranalüüs ja muistse toidukultuuri uuringud, aga ta on osalenud ka näiteks isotoobipõhistes rändeuuringutes. Ester Oras on Eesti noorte teaduste akadeemia liige. •

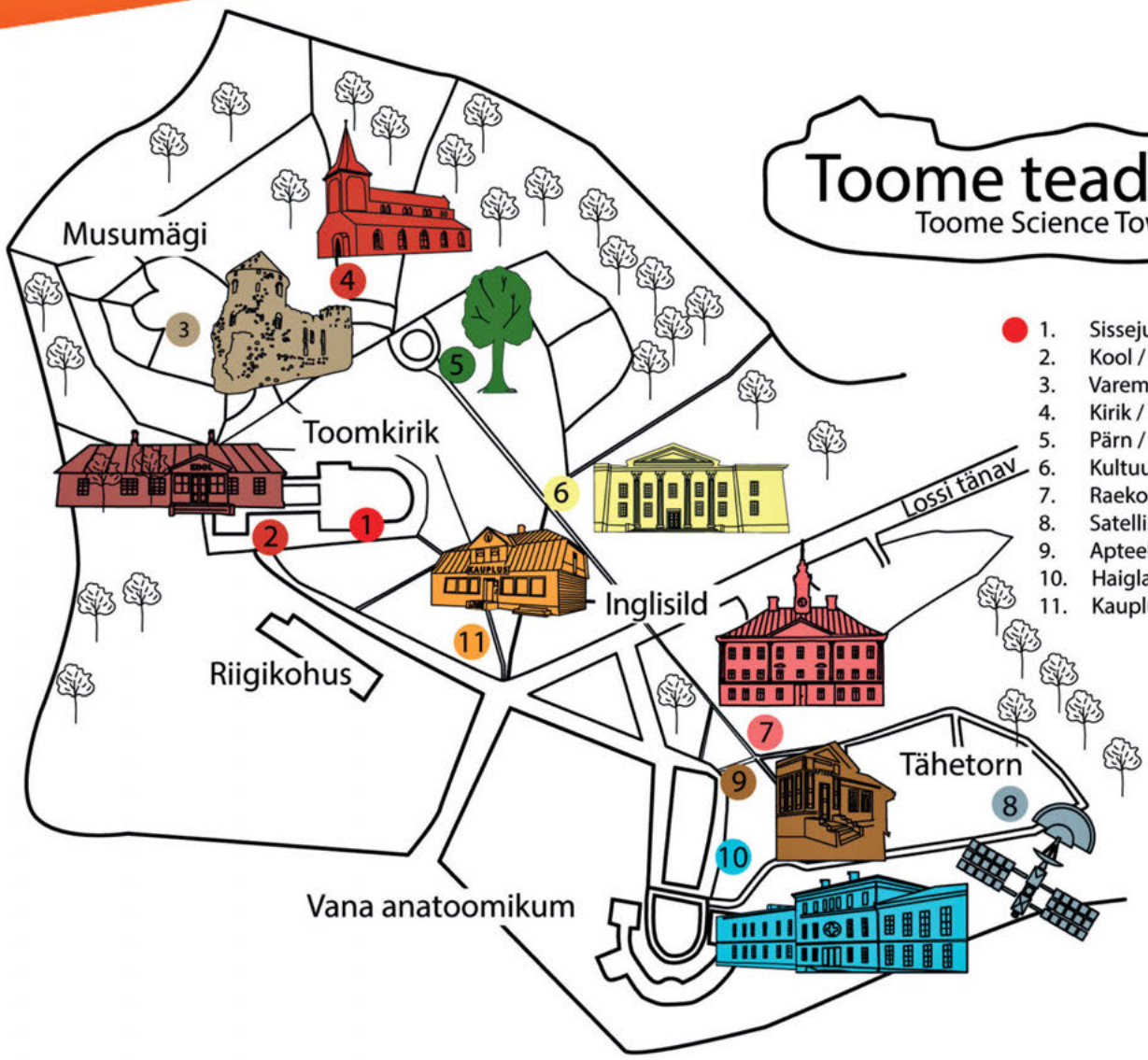
Tartu ülikool / Horisont

FOTO: SNDRA SAMMLER

Tartu ülikooli arheoloogia ja analüütilise keemia kaasprofessor Ester Oras on asutanud Baltikumi esimese arheokeemialabori, kus uuritakse muistseid leide keemia, bioloogia ja teiste loodusteaduste meetodite abil

TARTU ÜLIKOOL
muuseum

Toome teaduslinn
Toome Science Town



1. Sissejuhatus / Introduction
2. Kool / School
3. Varemed / Ruins
4. Kirik / Church
5. Pärn / Linden Tree
6. Kultuuride maja / Center of Cultures
7. Raekoda / Town Hall
8. Satelliit / Satellite
9. Apteek / Pharmacy
10. Haigla / Hospital
11. Kauplus / Shop

Avastamist täis teaduslinnak Tartu Toomemäel

Vaimustumist tervele perele!

17.07-30.09

Mängulehe täitmisel soodsam pilet Tartu Ülikooli muuseumisse, Tartu tähetorni ja Tartu Ülikooli kunstimuuseumisse!

tinyurl.com/teaduslinn

Eesti Teadusagentuur
Estonian Research Council

Tartu
heade mõtete linn

Suur tükk ei ajagi suud lõhki: üllatavalt palju ämblikke püüab madusid

JULIA SAFER

Põhja-Ameerikas elutseva hariliku tripimao (*Thamnophis sirtalis*) noorloom on jäänud kinni pruuni leskämbliku (*Latrodectus geometricus*) kootud võrku

Keskmise inimese arvates on ämblikud eelkõige putukatest toituvad olendid. Võrku jäävad suuremad loomad kuuluvad pigem õudusfilmi. Ometi on näiteks madudest toituvate ämblike kohta teateid paljudest riikidest. Ajakirjas American Journal of Arachnology ilmunud uuring koondab ligi 300 teaduskirjanduses ilmunud vaatlust ämblike haruldase toitumiskäitumise kohta.

Uuringu põhjal elutseb madudest toituvaid ämblikke peaaegu kõikidel mandritel. 80 protsenti kõigist teadaolevatest vaatlustest on tehtud Ameerika Ühendriikides ja Austraalias. Euroopas on roomajaid söövad ämblikud pigem haruldased ja nende saagiks langevad pisikesed pinnases elutsevad ilma mürgita pimemaod sugukonnast *Typhlopidae*. Nastikud, rästikud ja muud sedalaadi liigid on Euroopa ämblike ja nende võrkude jaoks liiga suured ja rasked.

Üllataval kombel on madudest toituda suutvate ämblike mitmekesisus väga suur. Selliseid liike leidub koguni 11 sugukonnas. Kõige edukamad maokütid on mustad leskämblikud (*Latrodectus mactans*). Ligemale pooled maopüüdmisjuhtudest langevad nende arvele.

See keraämbliklaste (*Theridiidae*) hulka kuuluv liik koob vägeva ja tugeva võrgu, mis asub maapinnast kuni meetri kõrgusel. Võrgu küljest jooksevad kleepuvad niidid aluspinnani. Kui saakloom võrku jääb, ründab teda leskämblik, kerides ohvri paksult võrguniidi sisse ja hammustades. Musta leskämbliku võrku jäävad peale madude kinni ka konnad, hiired, linnud ning teised roomajad, kuid põhiline toit on ikka putukad.

Andmestikku analüüsides selgus, et keskmine ämbliku saagiks langev madu on 26 sentimeetrit pikk, kuid võrku on jäänud ka meetrine isend.

Seevastu Brasiilias elutsev linnutapikuliik *Grammostola actaeon* hoiab madu lõugtundlatega kinni ja ootab, kuni mürk mõjuma hakkab.

Nii mõnelgi edukalt madusid püüdval ämblikuliigil on tugev mürk, mis võib mõjuda ka inimesele. Leskämblike mürk sisaldab just selgroogsetele loomadele mõjuvat närvitoksiini. Nende mürgi koostis ja ohtlikkus on hästi teada, kuid paljude teiste liikide puhul on infot vähe. Teated selgroogseid söövate ämblike kohta aitavad seda lünka täita ja juhatada võimalikke inimesele ohtlike liikide mürke uurima.

Kogu andmestikku analüüsides selgus, et keskmine ämbliku saagiks langev madu on 26 sentimeetrit pikk, kuid võrku on jäänud ka meetrine isend. Enamasti püütakse kinni väga noored hiljuti koorunud maod. Ligi kolmandik ämblike püütud madudest on väga mürgised. Näiteks Ameerika mandril kütivad ämblikud edukalt lõgismadusid (*Crotalus*), Austraalias aga pruunmadusid (*Pseudonaja*). Siiani puuduvad andmed, et end kaitsev mürkmadu oleks ämblikule liiga teinud.

Tasub märkida, et olemas on siiski ka maoliike, kes toituvadki peamiselt ämblikest. Näiteks Kesk-Ameerikas elutsevad nastiklaste sugukonda (*Colubridae*) kuuluvad maod *Stenorrhina degenhardtii* ja *Stenorrhina freminvillei* söövad enamasti ämblikke ja skorpione ning on ka skorpionimürgi suhtes immuunsed.

Kui ämblik mao kätte saab, toitub ta sellest tükk aega ja kogub endale kehasse tagavarasid, mis aitavad saaginapi aja üle elada. Siiski ei söö ämblikud ära kogu maokorjust. Ülejäägist saavad söönuks kärbsed, sipelgad ja muudki pisiloomad.

Kogu maailma ämblike isu rahuldamiseks kulub aastas sadu miljoneid tonne toitu, mis peab pärinema võimalikult mitmekesistest allikatest. Maopüük aitab edukalt ämblike toidubaasi suurendada.

•

Piret Pappel

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

SÕNALUGU

Apelsin ja oranž

Eksootiliste fruktide nimetused on eesti keelde jõudnud hilja ja veel hiljem on need viljad ise jõudnud eestlase toidulauale. Neid tähistavad sõnad on meile enamasti tulnud saksa keele vahendusel ja nende esmakasutajad on olnud sakslased, kes on eesti kirjakeelt ühel või teisel põhjusel pruukinud. Aga lühikese ajaloo kiuste on mõnel eksootilisel viljal koguni kaks nime, üks varasem ja teine hilisem – see, mida praegu tunneme.

Sõna *apelsin* esmakasutaja eesti kirjakeeles näikse olevat Otto Wilhelm Masing. 1823. aasta „Marahwa Näddala-Lehes" tutvustab ta maarahvale Sitsiiliat ja kirjutab: *Ma on soe ma, ja wägga õnnistus; kaswatawad seäl mitmet suggu viljapuud kõiksugu kallist wilja, muist hopis harrimata. Seält tullewad Sitronid, Appelsinid, wigid, mandlid, rosinad ja kallid plumid; seält tuakse sidi, kallist elli, jodawat wina, ja muud igga paika tarwitatawad kaupa*. Aasta hiljem tuleb sama sõna ette kokaraamatus „Uus kögi- ja kokka ramat", milles tutvustatakse apelsini- ja sidrunikoore tarvitust toiduvalmistamisel.

Tänini kasutatava eesti sõna *apelsin* aluseks on saksa samatähenduslik *Apfelsine*, mis on omakorda laenatud hollandi sõnast *appelsien*. Hollandi sõna on esimest korda tarvitatud XVII sajandi viimase veerandi algul, täpsemalt aastal 1676, esialgu ka kujul *Appel Sina* ja *appelsina*. See tähendab tegelikult Hiina õuna. Apelsinid tõid Hiinast Euroopasse XVI sajandil portugallased, Põhja-Euroopasse levisid need Hollandi ja Saksamaa sadamate kaudu.

Aga sellesama vilja kohta on eesti kirjakeeles peaaegu pool sajandit varem kasutatud teist sõna. Meie esimeses, 1781. aastal ilmavalgust näinud kokaraamatus õpetatakse, kuidas *Oransi wet tistillerida* (*Orange wasser zu distilliren*): *Wotta pool teist naela wärskid Oransi öisi, noppi katki, ja touka neid kiwwi Möösri, ehk pu nuiaga ühhe kiwwi waagna sees. Walla üht kanno kaewo wet senna peäle, katta tihti kinni, ja panne sedda ahjo peäle, et ta sojas seisab. Saab se 24 tundi seisnud, siis kalla sedda ühhe pissikesse Tistilleer katla sisse, märi sedda taignaga hästi kinni, ja lasse sedda tassa sütte tulle peäl seista, nenda et ta pipo seest pitka wäljatilkub. Lasse sedda tilkuda, kunni temmal weel Oransi öie maggo on. Panne agga tähhele, et wessi tündri sees ikka külm on. Kui ta pipo seest wälja tilkub, siis pea ühhe Puddelli, mis kitsa kaelaga on, pipo all, ja üks pissike trehter ühhe linnase nartsoga sees, peab Puddelli su sees ollema, siis se kangem wäggi ei hinga ärra. Ja kui ni paljo katla seest on jooksnud, kui agga hea on, siis segga keik teine teisega ärra, panne Puddellitte sisse, ja te neid korgi ning wahhatud Pabberiga hästi kinni, ja hoia neid keldris.*

Sedasama sõna *oranž* on apelsini kohta kasutatud ka 1796. aastal ilmunud kärneri käsiraamatus „Aija-Kalender" – ning see leidub samas tähenduses ka Wiedemanni sõnaraamatus. Värvuse tähenduses, mida me praegu tunneme, on seda esimest korda tarvitatud alles XIX sajandi lõpu poole. Seegi sõna on meile üle võetud saksa keelest, kus seda tänase päevani kasutatakse niihästi värvuse kui söödava vilja kohta, viimases tähenduses praegu rohkem küll saksa keeleala lõunaservas. Apelsini tähendus on algne ja sellelt üle kandunud vilja iseloomustavale värvusele. Sõna on pärit Indiast draviidi keeltest ning jõudnud pärsia (*nāraṅǧ*) ja araabia (*nāraṅǧ*[*a*]) keele kaudu Lõuna-Euroopasse, kus sõnaalguline *n* on mõnes keeles kaduma läinud (vrd hispaania *naranja*, aga itaalia *arancio*, *arancia*). Prantsuse keeles omakorda on esisilbi *a* muutunud *o*-ks (*orange*) ja sellisena on ta laenatud saksa keelde ja sedakaudu meilegi. •

Udo Uibo, keelemees

HORISONT KIRJUTAS

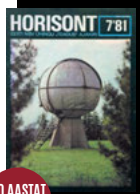
50 AASTAT TAGASI

HORISONT 7/1971, LK 18

Pedagoogikakandidaat Inge Unt kirjutab loovusest ja intelligentsusest:

„Me räägime, et see või teine inimene on andekas, erakordselt andekas või lausa geenius. Aga kuidas õieti mõõdetakse vaimseid omadusi? Peab kohe märkima: inimese intellekti uurimine on käesoleva sajandi psühholoogias olnud üks peaküsimusi. Põhimeetodina kasutatakse intelligentsusteste. On välja töötatud sadu erisuguseid testide seeriaid ja nende alusel loodud mitmesuguseid teooriaid intelligentsuse olemasolu, päritolu, tegurite jm kohta. Kõige sagedamini väljendatakse intelligentsust teatud arvnäitaja, nn intelligentsuse kvootsiendi IQ kaudu. Mida edukamalt isik testid õiendab, seda suurema arvuga tema intelligentsi kvootsient väljendub."

40 AASTAT TAGASI



HORISONT 7/1981, LK 15

Tollase Tallinna polütehnilise instituudi soojusenergeetika kateedri professor Arvo Ots heidab pilgu oma uurimisala tulevikku:

„Hästi huvitavaks suunaks meie uuringutes tõotab kujuneda aurugeneraatorite loomine magnethüdrodünaamilistele generaatoritele. Need ettevõtmised on praegu üsna suure hoo sisse saanud, kuid tulemustest on veel vara rääkida. Tegutseme tulevikutehnika nimel. Põhjus – jällegi ressursside säästlikum rakendamine. Kütuses peituvast energiast saame praegusaja jõujaamas kätte kõige paremal juhul 42 protsenti, rohkem välja ei pigista. Kui aga soojus vahetult elektrienergiaks muuta? Magnethüdrodünaamilistele seadmetele üle minnes loodetakse kasuteguri tõusu umbes 50–60 protsendile. Kasu on silmaga nähtav. Niisiis tasub selle nimel pingutada."

30 AASTAT TAGASI

HORISONT 7/1991, LK 1

Egüptoloog Sergei Stadnikov kirjeldab surma ja teispoolsuse tähtsust vanas Egiptuses:

„Väga väheste rahvaste religioonis on surmal ja lootusel täisväärtuslikule elule teispoolsuses olnud niisugune valitsev koht nagu muistsetel egiptlastel. Seepärast jagavadki mõned egüptoloogid egiptuse religiooni kaheks: jumalate kummardamine ja surnukultus. Alates Vana Riigi ajast viimase tähtsus suurenes, kuni surnukultus moodustas pärisreligiooniga võrreldes midagi teataval määral erinevat – kuigi jumalad olid samad."

20 AASTAT TAGASI

HORISONT 5/2001, LK 52

Horisondi tollane peatoimetaja Indrek Rohtmets jagab Etosha rahvuspargis kogetud elamusi:

„Istume Halali kämpingu üüribungalos ja silmitseme, kuidas meie akna tagant alguse saav telkimisplats, mis veel hiljuti oli lihtsalt üks tolmune lagendik, mõnekümne minutiga järveks muutub. Vett kallab taevast alla nagu toobriga ning vastset järvepinda lõhestavad võimsad hoovused. Autoteed on muutunud mäslevateks jõgedeks. Pikne väristab aknaklaase ning meile näib, et veel viis minutit ja sogased veevood tungivad tuppa. Äike kärgatab veel mõned korrad, ent ühtäkki lõikub madalatesse pilvedesse triibuke sinitaevast. Päike paneb särama iga viimse kui veetilga ning põõsaste vahelt rulluvad välja võimsad aurupilved."

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

MARTEN SEPPEL

ROOTSI AJA SUURIM LAEVAÕNNETUS

LAEVAHUKK TALLINNA SADAMAS 1696. AASTA AUGUSTITORMIS

RAHVUSARHIIV

Johan Holmbergi Tallinna plaan 1689. aastast. Oletatavasti purunes revisjonikomisjoni laev 21. augustil 1696 tagumise sadamamuuli vastu, mis on Holmbergi plaanil joonistatud kokku rannast kaugel asunud vahitorniga (*Blockhuset*)

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Liivimaa kroonik Christian Kelch jutustab osana oma 1696.–1697. aasta suure näljahäda kirjeldusest loo hirmsast laevahukust Tallinna sadamas ööl vastu 21. augustit 1696. Laevaga läksid põhja Eestimaa hiljutise ulatusliku revisjoni materjalid ja hulk aadlikke eesotsas kindralmajori ja maanõuniku vabahärra Johan Andres von der Pahleniga (1642–1696). Ühtlasi oli ta Eestimaal Habaja ja Järlepa mõisa omanik ning rentis Liivimaal üht suurimat redutseeritud mõisakompleksi – Põltsamaa lossimõisat ja selle allmõisaid. Tegemist on Eesti ajaloos vähe tuntud episoodiga, ehkki see oli üks traagilisemaid laevahukke kogu Rootsi ajal.

Samast perioodist on märksa paremini teada kaks teist laevaõnnetust: Bengt Gottfried Forseliuse elu nõudnud sügistorm 1688. aastal ning 1696. aasta novembris Toolse lähedal karile jooksnud Pärsia armeenlaste kaupu vedanud laeva St. Johannes rüüstamine. Kumbki neist polnud Rootsi toonasele keskvõimule ja Eestimaa rüütelkonnale aga kaugeltki nii kaaluka tähendusega kui õnnetus, mis juhtus 1696. aasta augustis Eestimaa revisjonikomisjoni laevaga.

Peale Kelchi kroonika on sellest laevaõnnetusest lühema ülevaate andnud maanõunik Otto Fabian von Wrangell oma Eesti- ja Liivimaa ajaloos. Samuti on selle juhtumi kohta säilinud aruanded Rootsi riigiarhiivis. Ent tähelepanu äratab asjaolu, et üheski otseses 1696. aasta laevahukku käsitlevas allikas pole märgitud õnnetusse sattunud aluse nime. Räägitud on üksnes kuudist või laevast. Wrangell on ainus, kes täpsustab, et tegemist oli ühe Soome kuudiga (*eine Finische Schüte*). Kuut oli 17. sajandil Läänemerel levinuim kaubalaeva põhivorm ning Soome kuut (*Finnskuta*) oli üks selle alatüüpe, mida on allikates sageli nimetatud.

Soodne tuul osutus petlikuks

Allikate võrdluse järgi tugines Christian Kelch oma kokkuvõtlikus ülevaates laevaõnnetuse kohta kõige tõenäolisemalt maakohtunik Engelbrecht Mannerburgi (†1719) seitsmeleheküljelisele tunnistusele „Täielik ja tõene aruanne suurest ja ülimalt kurvastavast õnnetusest, mis Tallinna sadama juures öösel 20. ja 21. augusti vahel 1696 juhtus ja kulges“. Tunnistus oli koostatud kõigest neli päeva pärast traagilisi sündmusi. Mannerburg ise oli Eestimaa revisjonikomisjoni juhtliige, kes oli õnnelikul kombel laevahukust eluga pääsenud ja toonitas pikas aruandes oma panust teiste päästmisel.

Mannerburgi kirjelduse põhjal siirdunud Stockholmi Tema Kuningliku Majesteedi juurde läkitatud esinduslik reisiseltskond Tallinna sadamas kuudi pardale 20. augusti õhtul kell seitse (neljapäeval, uue kalendri järgi 30. augustil). Peale Mannerburgi ja Pahleni kuulusid auväärsemate reisijate hulka Eestimaa asehaldur Matthias von Porten, Otto Reinhold Nieroth ja teised revisjonikomisjoni liikmed. Koos meeskonnaga oli laeval üle 60 isiku, neist kümme olid lapsed, sest nii Mannerburg ise, von der Pahlen kui ka mõned teised aadlikud suundusid Rootsi koos perega.

Kuna esialgu näis tuul soodne, sõideti kohe õhtul sadamast välja reidile. Siis saabus aga täielik tuulevaikus, mistõttu tuli ankrusse jääda. Kui kell ligines üheteistkümnele, soovitas kipper kõigil kajutitesse puhkama minna. Reisi taheti jätkata koiduvalgel, kuid selleks ajaks oli tõusnud tuul ja laev kiikus jubedalt. Pärast kella ühtteist paisus tuul järsku kohutavaks tormiks ja algas tugev äikesevihm, „mida ei suuda ei keele ega sulega kirjeldada“.

Tormis hakkas laev sadama poole tagasi triivima, seepärast heideti merre teine ankur (Mannerburg ei ole taas jätnud rõhutamata oma panust, sest erinevalt paljudest magamaläinutest oli tema olnud tekil). Laeva triivi see siiski ei pidurdanud ning alus õõtsunud tohututes lainetes üles ja alla. Sestap otsustati suur mast maha raiuda ja üle parda visata. Samal ajal tuli aga lahti ankruvinn ja laev kaotas ühe oma kahest põhjas olnud ankrust. Lõpuks paiskasid tormlevad lained kuudi hooga vastu pulvärki (sadamamuuli), mis purustas kajutipoole ja tekitas iga uue tõukega järjest suuremaid auke laevakeresse. Laeval olijaid oli juba haaranud suur paanika: lained ei olnud mitte ainult laeva tunginud, vaid täielikult segi paisanud ka pagasi, mis põhjustas reisijaile vigastusi ja raskendas väljapääsu laevast.

Teadupärast asus Tallinna sadam tollal Suure Rannavärava esisel.

Kottpimedas märga hauda

Umbes kella kaheteistkümne ja ühe vahel õnnestus osal reisijatel hüpata purunevalt laevalt pulvärgile. Tuleb silmas pidada, et väljas pidi olema kottpime. Muulile pääsenute seas olid Mannerburg, Pahlen, komisjonisekretär Johan Corylander, kantsellist Claus Reinholt Vollstein ja veel 11 meest (kokku 15). Esialgu oli pääsenute hulgas ka kindralmajor von der Pahlen, kuid ta püüdis laevale tagasi minna, et teisi päästa: seal oli kogu tema pere. Seda seika ei ole Mannerburg õigupoolest oma aruandes otseselt kirjeldanudki. Ta märgib üksnes põgusalt, et osa pulvärgile pääsenutest sai ikkagi surma või vigastada, kui neid tabasid lainete lahti rebitud palgid ja kivid.

Kogu laevaõnnetuse ja iseäranis kindralmajor von der Pahleni viimaste tegemiste kohta leidub aga teinegi kirjeldus. Selle olid kuningale mõni nädal pärast õnnetust saatnud von der Pahleni vennad. Ehkki nad ise laeval ei viibinud, olles seega üksnes kaudsed tunnistajad, esitavad nad oma ülevaates seiku, mida enesekeskne Mannerburg ei ole maininud. Kindralmajori surma põhjus olnud järgmine: kui Pahlen püüdnud end laevavrakile tagasi upitada, saanud ta pulvärgi küljest lahti löönud suure ja jämeda palgiga otse vastu rinda. Hoolimata kaaslaste „ägedatest palvetest Jumala poole“, osutus löök 54-aastasele kindralmajorile surmavaks. Teised pulvärgile pääsenud inimesed, kellest paljud olid samuti vigastatud, jõudsid ühe Hollandi purjelaeva abiga maale alles kell veerand viis hommikul. Teadupärast asus Tallinna sadam tollal Suure Rannavärava esisel.

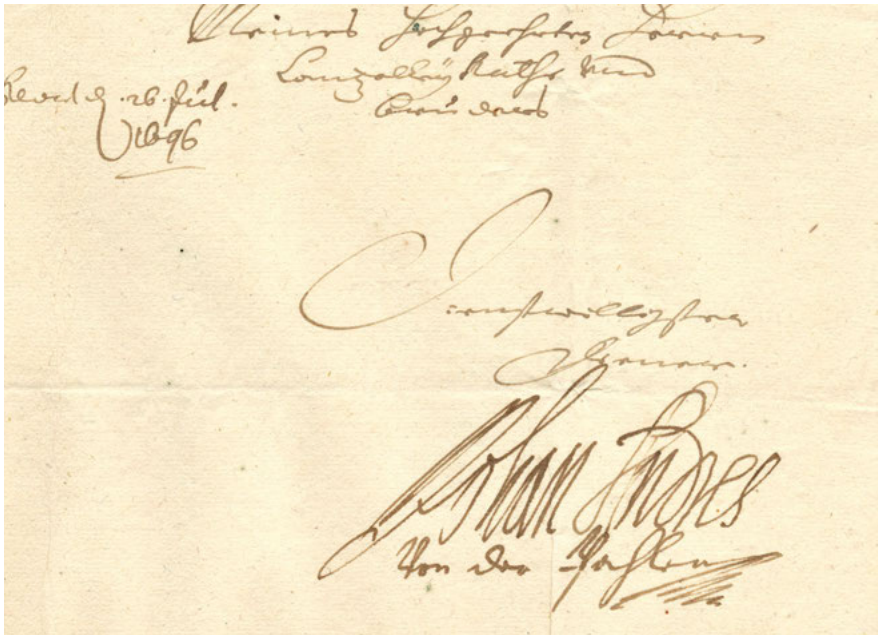
Vahepeal oli tuul ranna poole pöördunud ja tõukas nüüd maa poole ka külili vajunud katkist laevavrakki,

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

mille küljest oli teinegi ankur lahti rebitud. Madalamas vees jäid laevarusud lõpuks merepõhja kinni, kuid alus oli maast endiselt sedavõrd kaugel, et laevaküljele roninud inimesed randa ei pääsenud. Päästma hakati neid alles siis, kui pulvärgi seltskond oli kell veerand viis maale jõudnud ja lärmi teinud, et vrakk koos paljude hädalistega on merel.

Taas rõhutab Mannerburg enda rolli abi korraldamisel, kuid tõstab esile ka kantsellist Vollsteini, kel ühena vähestest pulvärgilt pääsenutest oli veel jõudu paate otsima minna. Nõnda suudeti kell pool kuus hommikul vrakilt eluga päästa veel 25 inimest, nende seas olid kuudi kipper ja asehaldur von Porten koos mitme teise tähtsa aadlimehega. Paljud neist olid vraki külge klammerdunud üksnes särgiväel, paljasääri ja osa koguni täiesti paljana.

Pardal olnud kümnest lapsest elas mereõnnetuse üle ainult üks: kindralmajor von der Pahleni noorem tütar. Kogu ülejäänud Pahleni perekond hukkus: peale kindralmajori tema naine, ainus poeg, kelle surnukeha leiti hiljem vraki juurest, ning vanem tütar, kelle surnukeha üles ei leitudki. Ka Mannerburg kaotas kõik oma neli last, neist kahe surnukehad jäid leidmata. Niisamuti hukkus Mannerburgi laste koduõpetaja Marten Henrich Bull. Kokku sai laevaõnnetuses hukka 24 isikut, kellest 13 olid aadlisoost.



ROOTSI RIIGIARHIIV

Johan Andres von der Pahleni allkiri ühel tema viimastest kirjadest Stockholmi. Saadetud 26. juulil 1696, jõudis see läkitus kohale küll alles 11. septembril (SRA, Biographica, vol. P 2). Kirjast nähtub, et õieti oleks laevareis pidanud toimuma juba mitu nädalat varem, juuli lõpus või augusti alguses, mil ilm oleks olnud arvatavasti soodsam. Kindralmajor vabandas ja kahetses, et revisjonitööd olid veninud eeldatust palju pikemaks, mis ei olnudki lubanud plaanitud reisi kuninga juurde varem ette võtta. Lõpuks jõuti revisjonimaterjalidega Toompeal valmis alles 10. augustil

Augustitormid

Nende kaasaegsed ei suutnud ära imestada, kuidas säärane kohutav marutorm sai „pea keset suve“ üldse aset leida. Teisalt paistab, et kogu see 1696. aasta augustinädal oli tähelepanuväärselt tormine.

Kõigest kaks päeva enne revisjonikomisjoni laevaõnnetust, 18. augustil 1696, oli suure pidulikkusega saabunud Tallinna kuninga nõunik ja võitluskaaslane, Liivimaa kindralkuberneriks määratud krahv Erik Dahlbergh. Ta pidas oma reisiteekonna kohta pedantselt päevaraamatut, kust nähtub, et temagi jahti oli 17. augustil merel tabanud „suur torm“, kui ta oli teinud Porkkalast esimese katse üle Soome lahe Tallinna purjetada. Raju sundis laeva Porkkalasse tagasi pöörduma, nii et merereis õnnestus ette võtta alles järgmisel päeval. On täitsa kindel, et Stockholmist saabunud Dahlbergh kohtus ka Johan Andres von Pahleni ja teiste Stockholmi õukonda siirduvate reisijatega. Kuna Dahlbergh reisis Tallinnast edasi Riiga alles 23. augustil, pidi ta saama kaasa elada ka laevaõnnetuse tragöödiale ja pääsenute muljetele.

Loomulikult polnud Eestimaa revisjonikomisjoni kuut ainus laev, mis 20. augusti tormi ajal Tallinna reidil seisis. Maakohtunik Mannerburg mainib oma õnnetuse aruandes, et reidil olnud veel „palju teisi laevu ja kuute“. Kõige traagilisem õnnetus paistab aga olevat juhtunud ikkagi Mannerburgi ja Pahleni reisiseltskonnaga.

Ent tormi eest ei olnud kaitstud needki laevad, mis olid sel ajal Tallinna sadamas varjul. Üks neist oli seesama kuninglik jaht Catharina, millega oli Tallinna saabunud Erik Dahlbergh. Eestimaa kubermanguvalitsuse kuluaruannetest ilmneb, et 24. augustil 1696. aastal eraldati erakorralise väljaminekuna 20 hõbetaalrit, et parandada nimetatud kroonujaht, mis oli „möödunud suurest tormist siinses sadamas kahju kannatanud“.

Suurejoonelised matused

Kui uudised laevaõnnetuse kohta olid Stockholmi jõudnud, kirjutas kuningas Karl XI 28. septembril 1696. aastal alla korraldusele katta kõik kindralmajor Johan Andres von der Pahleni ja tema omaste matusekulud riigikassast tänutäheks Pahleni truu teenistuse eest. Sellest anti teada Eestimaa kindralkubernerile. Samuti kinnitas eelarvekontor Stockholmis von der Pahleni revisjonikomisjoni liikme palgaraha üheks „armuaastaks“ pere ainsa ellujäänud tütre ülalpidamiseks; kindralmajori nooremad vennad olid kuningalt talle toetust palunud.

Matuste ettevalmistused võtsid omajagu aega, nii et kindralmajori, tema naise ja poja pidulik matusetalitus peeti alles 1. märtsil 1697. aastal. Von der Pahleniga kaasas olnud teener ja teenijatüdruk olid maetud juba 1696. aasta novembris. Mannerburg mattis oma kaks laevaõnnetuses hukkunud last Tallinna toomkirikusse 31. jaanuaril 1697 ning ooberstleitnant Otto Reinhold Nierothi naise ja poja matused peeti sealsamas 4. veebruaril.

Laevahuku ohvrite matustest olid von der Pahleni perekonna omad vaieldamatult kõige suurejoonelisemad. Ilmselt Tallinnas kulusid kokku ei hoitud, kui juba kuningas ise oli lubanud matusekulud riigikassast tasuda, ja seetõttu kestsid ka ettevalmistused kõige kauem. Stockholmi eelarve-

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

MATUSED SUURE NÄLJA AJAL

Tuleb arvestada, et kindralmajor Johan Andres von der Pahleni ja tema omaste suurejoonelisi matuseid peeti sügaval näljaajal: 1697. aasta märtsis oli nälga suremus kogu Eesti alal jõudnud haripunkti. Tõsi, Tallinna puudutas näljahäda vähem: ümbruskonna mõisad müüsid oma toodangu ikkagi linnas. Turg toimis ka ikaldusaastatel, kuigi viljahinnad tõusid. Teisalt sattus Tallinn lahedamate olude tõttu maalt linna tikkuvate vaeste kasvava surve alla. 1697. aasta jaanuari keskel kirjutas Eestimaa kindralkuberner Axel Julius De la Gardie kuningale, et provintsis valitses kirjeldamatu häda, „kus nii palju sadu inimesi teedel ja tänavatel iga päev näljast hukkub". De la Gardie sõnul polevat Tallinna rael võimalik kõigile hädalistele appi rutata, sest neid saabuvat maalt linna iga päev sadade kaupa. Näljahäda maal oli põhjustanud ennekõike katastroofiline viljaikaldus kahel järjestikusel sügisel aastatel 1695–1696.

20. augustil 1696 ehk samal päeval, kui juhtus traagiline laevaõnnetus, andis kindralkuberner De la Gardie kuningale ülevaate järjekordsest raskest rukkiikaldusest. Ta märkis, et pikka aega oli provintsis valitsenud suur lootus, et sel aastal soovib Jumal õnnistada Eestimaad hea rukkisaagiga, kuid augustiks oli see lootus täielikult luhtunud enneolematu järjepideva vihma tõttu, mis ei lubanud rukkil valmida ega järgmiseks külviks seemnevilja varuda. Seepärast oli maal suur rukkipuudus, ja kuivõrd mõisatel ei olnud külviseemet, asuti vana rukkiseemet kokku ostma linnadest. Samuti polnud kroonumõisate pidajatel võimalust tolle aasta rendimakseid rukkis tasuda. Ent Tallinnas jätkati samal ajal suure hooga toomkiriku taastamistöid ning remonditi Toompea lossi. •

kontorile esitati lõpuks arve: 1536 riigitaalrit. Matusekuluna oli see märkimisväärne summa, võrdväärne ühe kõrgema ametniku kahe aasta palga või ühe keskmise kroonumõisa aastasissetulekuga.

Suurimad väljaminekud olid tasud memoriaalkunsti eest (Christian Ackermannile ja Ernst Wilhelm Londicerile) – kokku 474,5 riigitaalrit; matusetalitusega seotud kulud – kokku 358,3 riigitaalrit ning peieliste kostitus – 325,5 riigitaalrit. Küllaltki kulukas oli ka matusekutsete ja leinavihiku (*Carmina*) trükkimine Tallinna trükkali Christoph Brendekeni trükikojas: kokku 43,5 riigitaalrit. Kuna 1697. aasta aprilli algul kuningas Karl XI suri, tegeles matusearvetega ka Karl XII eestkostevalitsus, kuni need lõpuks Tallinnale tasutud said.

1. märtsil helisesid mälestuskellad kõigis Tallinna kirikutes (toomkirikus, Tõnismäel Kaarli kirikus, Oleviste, Niguliste ja Pühavaimu kirikus ning Mihkli kloostris). Kogu Pahleni perekond maeti toomkirikusse. Kuna pere vanema tütre surnukeha oli jäänud leidmata, pole tema nime 1. märtsi matusetalitusel märgitud. Kindralmajor von der Pahleni, tema proua ja poja jaoks olid seevastu tellitud uhkete puunikerdiste ja metallkaunistustega kirstud. Noorparuni kirstu oli meisterdanud tislermeister Hans Hinrich Sahstedt. Toomkiriku matusetalitusel mängis orelit kubermanguvalitsuse palgal olnud organist Peter Trump, kes sai selle eest kopsaka tasuna 20 riigitaalrit.

Peielaua põhirõhk oli maiustustel, mis olid tellitud õukonna kondiitrilt Johan Dransfeldtilt. Eriti elegantseks ja luksuslikuks osutus suhkrustatud puuviljadest ja kompvekkidest sümmeetriliselt laotud suur püramiid. Seda toestas tislerilt tellitud liistudest alusraamistik. Dransfeldt oli valmistanud vähemalt 74,5 kg kondiitritooteid ja maiuspalu, mida serveeriti paberiga kaetud vaagnatel. Hõrgutiste põhikomponendid olid mandlid, pirnid, õunad ja loomulikult väga palju suhkrut, samuti jahu ja mune.

Võttes arvesse, et matusele oli nimeliselt kutsutud 354 inimest (trükitud kutsete arvu järgi), kuid mälestusvihikuid oli tellitud 300 eksemplari, oleks see teinud 300 külalise korral umbes 250 g maiusi inimese kohta, mida võib päris realistlikuks pidada. Matusepeol pruugiti kokku 292,5 toopi veini ehk umbkaudu üks toop iga külalise kohta (1 Tallinna toop = 1,1 liitrit). Peamiselt pakuti reinveine, kuid üks ankur oli ka Prantsuse veini. Alkoholi peale kulus 146 riigitaalrit.

Kas põhja läks suur hõbedalaadung?

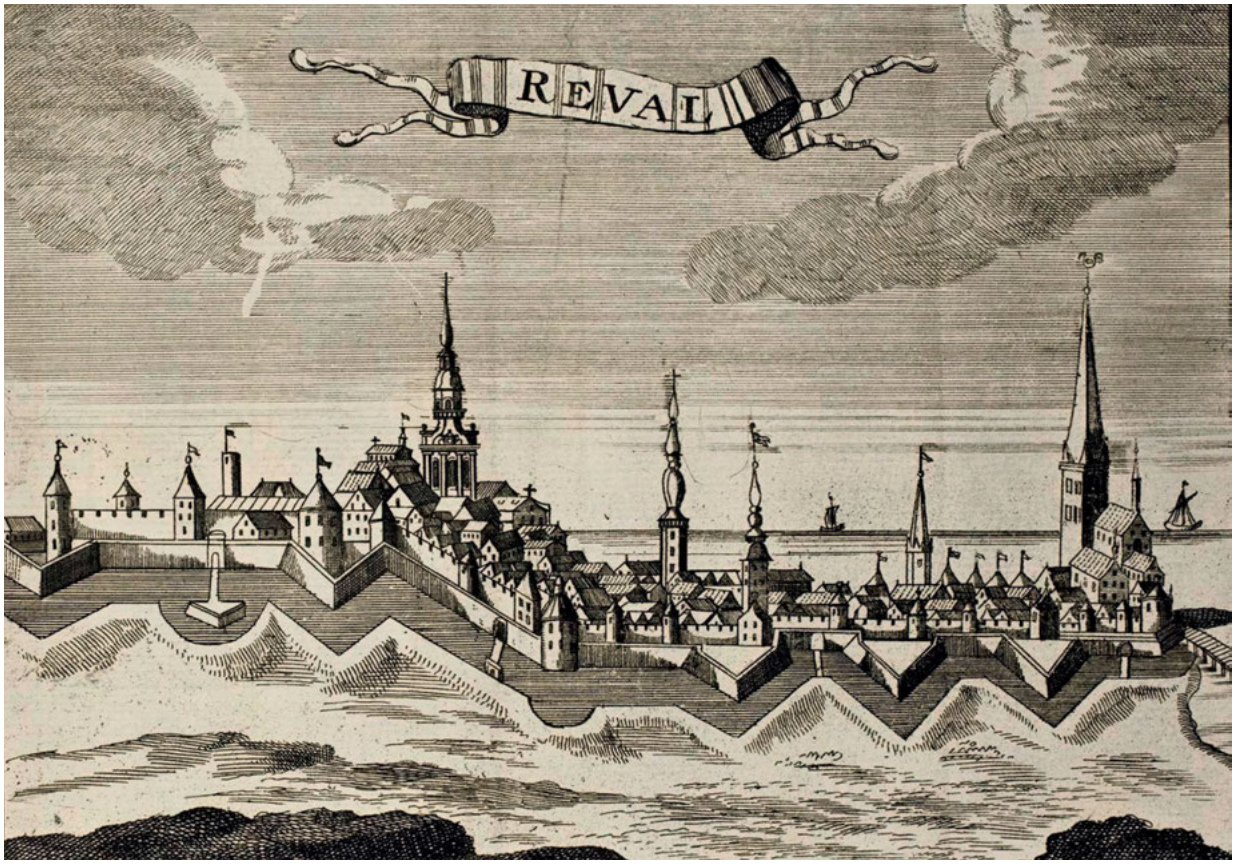
Eestimaa revisjonikomisjoni laeva traagilist hukku on tosin aastat hiljem kirjeldanud ka Regensburgis tegutsenud publitsist ja ametnik Johann Georg Gölgel. Ta avaldas 1708. aastal ülevaate Rootsi riigist ja tema provintsidest. Üldjoontes kattub tema ülevaade 1696. aasta augustitormist ja Tallinna reidi laevaõnnetusest teiste allikate omaga, kuid selles leidub ridamisi ebatäpsusi. Gölgeli järgi olevat laev purunenud vastu Tallinna lahe vahitorni (*Blockhaus*), mille tõttu paiskunud hulk reisijaid merre.

Kõige huvitavama seigana on ta andnud teada, et põhja läks suur kogus sularaha: koguni 50 000 riigitaalrit, millest osa kuulunud kuningale, osa aga aadlile. Selline summa on ilmselge liialdus, sest tegemist olnuks tohutu rahakogusega. Umbes niisama suur oli kõigi Eestimaa kroonumõisate aastane kogutulu. Ametkondlikus kirjavahetuses ega üheski õnnetust käsitlevas allikas ei ole märgitud, et selle laevaga oleks püütud Stockholmi viia Eestimaa maksuraha või üldse suuremat rahasummat. Kahjudena on alati esmalt mainitud kuningliku ratsateenistuskomisjoni koostatud akte ja materjale. Samuti on ära märgitud, et mereõnnetuses läks kaduma kogu reisijaskonna kaasa võetud isiklik vara. Seega polnud allikate põhjal tegu rahalaevaga ja kindlasti ei küündinud laeval olnud rahahulk 50 000 riigitaalrini.

Teisalt pole kahtlust, et laevaõnnetuse põhjustatud varaline kahju oli suur, pidades silmas eelkõige aadlike isiklikku kraami. Stockholmist tulnud juhiste järgi maksti laevaõnnetusest pääsenud revisjonikomisjoni liikmetele 1696. aasta novembris välja hüvitis (*Soulagement*), mis pidi leevendama õnnetuse üleelamise valu ning ühtlasi korvama isikliku vara kahjusid. Kokku maksti hõbemüntides välja 2100 taalrit (s.o 1050 riigitaalrit), mis sisaldas ka intressi. Seda hüvitist anti kuuele pääsenud revisjonikomisjoniliikmele, kusjuures suurima osa – 1000 taalrit ehk ligi poole kogu väljamakstud summast – sai maakohtunik Mannerburg.

Kindlasti polnud tegemist täpse kalkulatsiooniga, kui palju vara keegi oli laevahuku tõttu kaotanud. Summa jagamise alus oli ametnike positsioon kuninglikus komisjonis. Näiteks maksti laevaõnnetusest päästetud maamõõtjale Johan Holmbergile 100 hõbe-

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



NIEDERSÄCHSISCHE STAATS- UND UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK GÖTTINGEN

Vaade Tallinnale. 17. sajandil ei kulgenud laevatee Stockholmi otse üle mere, vaid Tallinnast liiguti esmalt üle lahe Porkkala neemeni ning sealt Hanko, Ahvenamaa ja Kapellskäri kaudu Stockholmi. Gravüür on pärit Regensburgis tegutsenud publitsisti ja ametniku Johann Georg Gölgeli 1708. aastal ilmunud raamatust „Historisch-Politisch- und Geographische Beschreibung Des Königreichs Schweden", II osa (Franckfurt, Leipzig). Samas raamatus andis Gölgel teada, et 1696. aasta augustitormis hukkunud laevaga läks põhja ka 50 000 riigitaalrit sularaha, mis on ilmselge liialdus

taalrit kahjutasu, ehkki on teada, et peale tema isiklike asjade, mis uppusid, oli Eestimaa kindralkuberner andnud talle nädal enne õnnetust reisirahaks kaasa 125 taalrit hõbedas. Tasub märkida, et Holmbergile oli 1696. aasta õnnetu, kuigi ta ei olnud pereliikmeid laevale kaasa võtnud: alles veebruaris oli ta matnud oma varakult surnud lapse.

Kaotatud revisjoniaktid

Eestimaa revisjonikomisjoni Stockholmi sõidu põhieesmärk oli esitleda revisjonitulemusi kuningale. Seega oli üks laevahuku põhjustatud tõsisemaid kaotusi 1695.–1696. aasta Eestimaa revisjoniaktide põhjaminek. Kuna selle revisjoniga fikseeriti Eestimaa asustusolud vahetult enne suurt näljahäda ja sellele järgnenud Põhjasõja pöördelisi sündmusi, on nende aktide kaotsiminek jätnud suure tühimiku Eesti demograafilise, asustus- ja mõisate ajaloo uurimisse. Pealegi, erinevalt Liivimaast ei jõutud Eestimaal 1680. aastatel korraldada maarevisjoni.

Ometigi jõuti kubermanguvalitsuses enne reisi, s.o 10. augustil 1696. aastal, teha ümberkirjutused revisjoni koondandmetest: aadli- ja kroonumõisate omanikest ja adramaade arvust, mille järgi arvestati nii ratsateenistuskohustuse kui ka tollivilja (riigimaksu) suurust. Fakt, et uued Eestimaa mõisate adramaade arvud oli enne revisjoniaktide hävimist jõutud kubermanguvalitsuses kirja panna, tuli muidugi suure kurvastusena Eestimaa aadlile, kelle maksukoormus seeläbi tunduvalt suurenes. Kui neid ümberkirjutusi poleks jõutud teha, olnuks kohalikul rüütelkonnal kahtlemata põhjust revisjoniaktide põhjamineku üle rõõmustada.

Veel 1698. aastal lähetas Eestimaa rüütelkond saadikud Stockholmi palvekirjaga, milles paluti kuningal „uue revisjoni" tulemused ja selle alusel arvestatud maksud ja kohustused uuesti üle vaadata. Kuningale mõeldud palvekirjas nimetas rüütelkond hiljutist revisjoni „kannatamatuks koormuseks", eriti kui võtta arvesse maad tabanud näljahäda, kus „nii palju tuhandeid inimesi surnud ja palju sadu adramaid jäänud tühjaks".

Vastuses jäi kuningas Karl XII aga kindlaks, et Eestimaa aadlile pole viimastel aastatel ega uue revisjoniga lisatud uusi ennenägematuid koormiseliike, mis poleks kooskõlas varasemate kokkulepetega. Siiski lubas Karl XII näljahäda tõttu teha järeleandmisi ikaldusaastate tollivilja koguses ja rendivõlgnevuste suuruses. Ent pärast seda, kui Eestimaa oli 1710. aastal kapituleerunud Vene keisrile Peeter Esimesele, võeti aadli ratsateenistuskohuse arvestamisel aluseks ikkagi needsamad 1695.–1696. aasta revisjoni andmed. •

Vaata lisaks

• Christian Kelch. Liivimaa ajaloo järg. Tõlk. Ivar Leimus. Tartu, 2009.
• Tiina-Mall Kreem, Triin Kröönström, Isabel Aaso-Zahradnikova, Hilkka Hiiop, Anneli Randla. Christian Ackermann – Tallinna Pheidias, ülbe ja andekas. Tallinn, 2020.
• E. Manerbär. Die Katastrophe bei Reval im Jahr 1696. – Das Inland 1858, nr 14.
• Andres Tarand, Jaak Jaagus, Ain Kallis. Eesti kliima minevikus ja tänapäeval. Tartu, 2013.
• Enn Tarvel. Adramaa. Eesti talurahva maakasutuse ja maksustuse alused 13.–19. sajandil. Tallinn, 1972.

Marten Seppel (1979) on Tartu ülikooli varauusaja kaasprofessor, kes uurib peamiselt sotsiaal- ja majandusajalugu 17.–18. sajandil, muu hulgas näljahädasid, pärisorjust ja majandusliku mõtte kujunemist.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

KUULDEAPARAADID.EE

Sest iga sõna on oluline.

Pakume Teile tasuta konsultatsiooni, paigaldust, kuulmisuuringuid ning soovi korral ka **12 kuud järelmaksu 0% intressiga.** Esindame üht maailma suurimat kuuldeaparaatide brändi GN Resound Taanist.

Broneeri aeg personaalsele ja turvalisele nõustamisele!

Leidke endale lähim kuulmiskeskus ja broneerige aeg tasuta konsultatsioonile kodulehel **kuuldeaparaadid.ee** või lihtsalt helistage meile lühinumbril **17800.**

Selle reklaami ettenäitamisel iga uue kuuldeaparaadi ostjale **tasuta 2 aastane varu patareisid** (120 patareid).

17800

KIIRELT vastuvõtule!

TASUTA kuulmisuuring!

PARIMAD aparaadid!

TALLINN Tulika 19 C, 2. korrus
Telefon: 53 011 529
Tallinn@kuuldeaparaadid.ee

Lasnamäe Medicum, Punane 61, kab 344, 3. korrus,
Telefon: 53 011 529
Tallinn@kuuldeaparaadid.ee

TARTU Medita Kliinik
Teguri 37B, 2. korrus, kab 4
Telefon: 53 807 287
Tartu@kuuldeaparaadid.ee

RAKVERE
Tuleviku 1, kab 32
Telefon: 324 3253
Rakvere@kuuldeaparaadid.ee

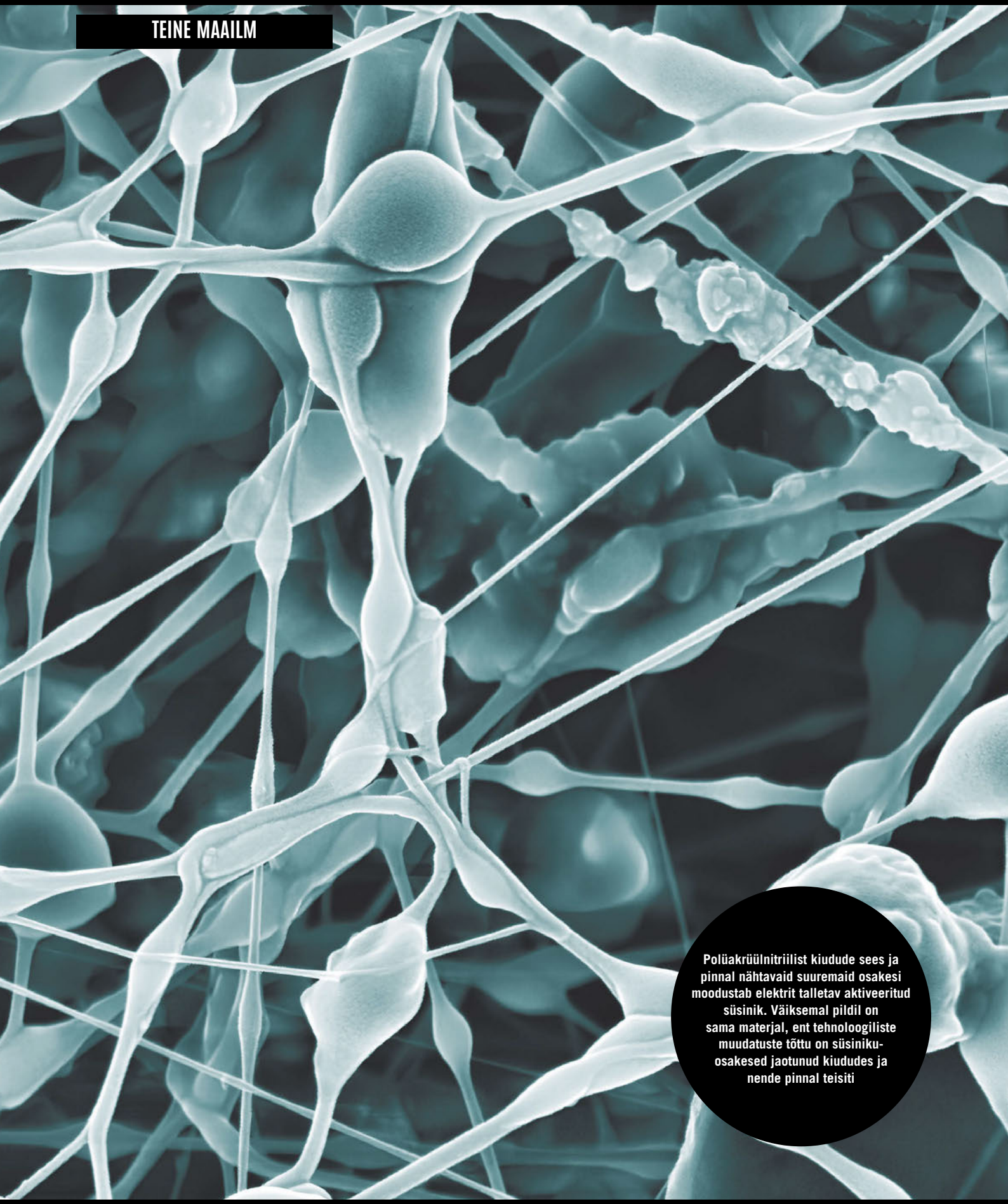
NARVA Kerese keskus
Kerese 3, 3. korrus, kab 311
Telefon: 53 011 529
Narva@kuuldeaparaadid.ee

VILJANDI Tervisekeskus, I korrus, B korpus, sissepääs Turu tänavalt
Telefon: 433 3783
Viljandi@kuuldeaparaadid.ee

PÄRNU Ülejõe Tervisekeskus
Jannseni 7a
Telefon: 53 011 529
Parnu@kuuldeaparaadid.ee

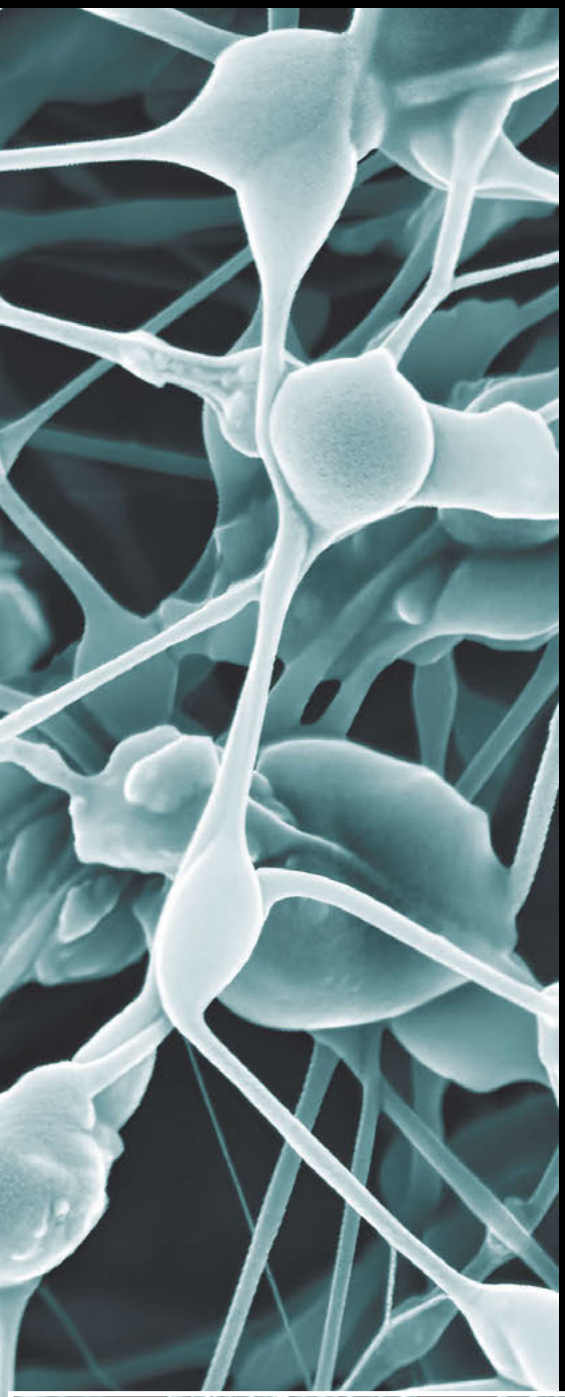
PAIDE AS Järvamaa Haigla
Tiigi 8, kab. 412
Telefon: 53 011 529
Paide@kuuldeaparaadid.ee

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Polüakrüülnitriilist kiudude sees ja pinnal nähtavaid suuremaid osakesi moodustab elektrit talletav aktiveeritud süsinik. Väiksemal pildil on sama materjal, ent tehnoloogiliste muudatuste tõttu on süsiniku-osakesed jaotunud kiududes ja nende pinnal teisiti

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



FOTOD: ANDRES KRUMME

Andres Krumme

Elektrokedratud kiud

Tallinna tehnikaülikooli polümeeride ja tekstiilitehnoloogia labor on koostöös ettevõttega Skeleton Technologies OÜ arendanud Euroopa kosmoseagentuuri toel välja uut tüüpi elektroodid ehk elektrienergia kandjad superkondensaatoritele. Polümeeride ja eri süsinikuvormide segust on elektroketrustehnoloogia abil valmistatud ülipeenikesed kiud.

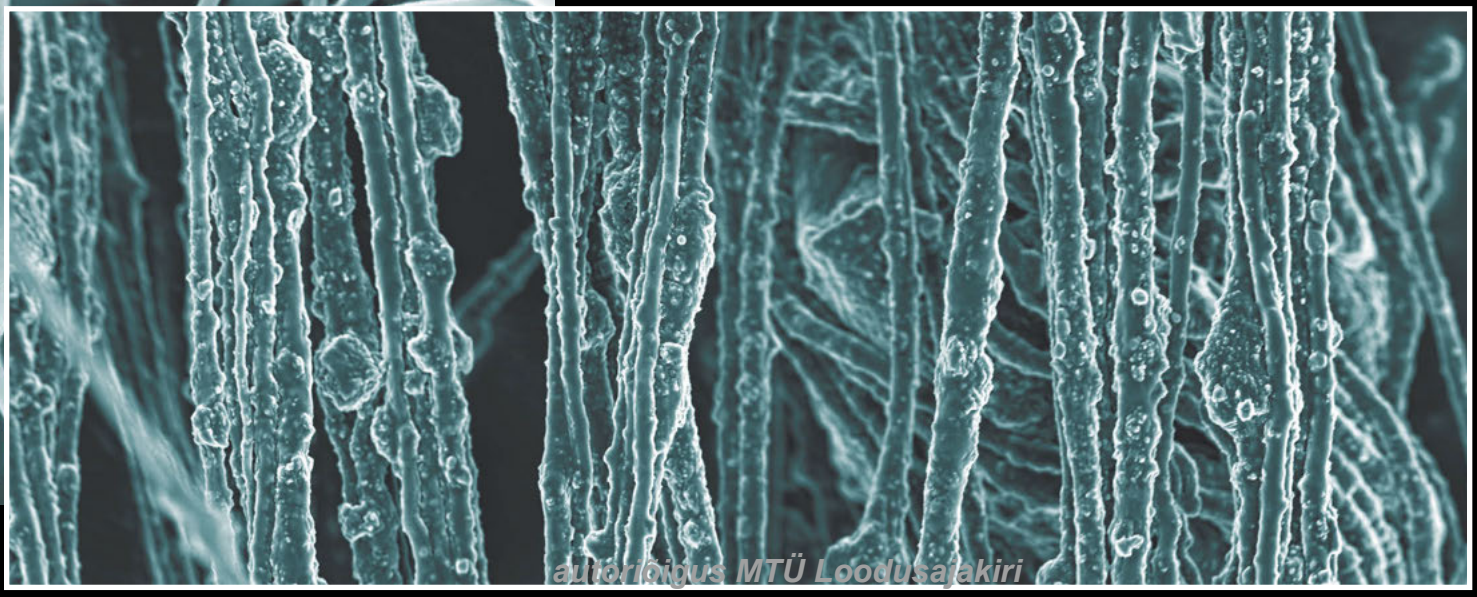
Elektroketrusel suunatakse elektriliselt laetud polümeerilahus kõrgepingeväljas kollektori poole. Välja toimel venitatakse lahus kiududeks ning lahusti aurustub kollektori poole liikudes. Selle tulemusel kogunevad kollektorile kiud, mille läbimõõt on mõnikümmend nanomeetrit kuni paar mikromeetrit.

Selliste kiudude eelis on hea vastupidavus ja suur eripind, mis võimaldab talletada rohkem elektrienergiat. Kiudude sees ja pinnal olevad suuremad osakesed kuuluvad aktiveeritud süsinikule, mis vastutab elektrienergia talletamise eest. Kiud sisaldavad ka tahma, mille osakesed on väiksemad ja mis annavad kiududele elektrijuhtivuse. Süsinikuosakesi hoiab kiududes koos polümeer polüakrüülnitriil, mis on tuntud rõivamaterjalide kiulises koostises.

Uute superkondensaatorite painduvus, kergus ning samas väga suur tugevus on eriti oluline näiteks kosmoseseadmetes. Nimelt, niisuguse painduva materjaliga saab satelliitides valitsevas ruumikitsikuses ruumi võimalikult tõhusalt ära kasutada, näiteks edukalt katta satelliidi seinad ja muud tasapinnad. Superkondensaatori erakordne tugevus ja vibratsioonitaluvus on aga vajalik näiteks satelliiti üles lennutava raketi stardihetkel.

Praegu on superkondensaatori moodulid kasutusel näiteks autotööstuses mootori käivitusabina ja pidurdusenergia talletamiseks ning tõstukites ja kraanades: et samuti taaskasutada energiat kauba laskumise ja tõstmise ajal. Nn painduva elektroonika rakendusi leiab omakorda nutikatest tekstiilidest ning nendega salvestatakse kandja liikumisest tekkivat energiat, et seda vajaduse korral hiljem kasutada. Tulevikus võivad sellised nutikad materjalid aidata jälgida näiteks eakate inimeste tervise seisundit. •

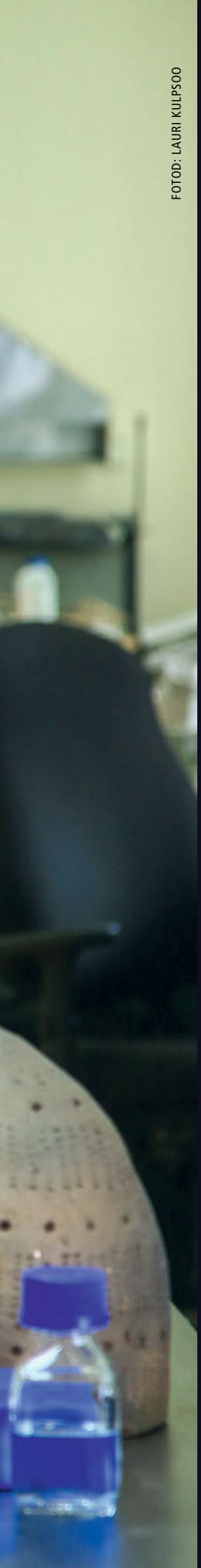
Andres Krumme (1972) on Tallinna tehnikaülikooli polümeeride ja tekstiilitehnoloogia professor ja labori juhataja.



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ARHEOLOOG AIVAR KRIISKA

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



FOTOD: LAURI KULPSOO

KIVIAJA ELUST JA INIMESTEST

Tartu ülikooli laboratoorse arheoloogia professor Aivar Kriiska on karjääri jooksul uurinud eri ajastuid. Enamjaolt on ta teadustöödes siiski keskendunud kiviajale ning teinud tihedat koostööd nii arheoloogide kui ka teiste teadusalade esindajatega meilt ja mujalt. AIVAR KRIISKAGA vestles arheoloogiavallas tehtavast ja kiviaja inimeste eluolust Horisondi toimetaja HELEN ROHTMETS-AASA.

Suvi on arheoloogidele kibekiire aeg: välitöödel kogutakse materjali, mida külmal ajal laboris analüüsida. Kui palju sa ise väljakaevamistel osaled?

Jätkuvasti väga palju. Ekspeditsioonid – väljakaevamised, uute muististe otsingud, looduslike kivimite levikualade piiride selgitamine – kõik see on mulle endiselt huvitav. Paar-kolm kuud aastas olen välitöödel, lisaks Eestile käin regulaarselt uurimisreisidel Soomes ja Venemaal, aeg-ajalt ka Lätis ja Valgevenes. Praegu on just vaikus enne tormi: homme sõidan kaevama kiviaegset asulakohta Narva lähedal, järgmisel nädalal alustan muinaspõldude uurimist Jägalas, siis olen traditsiooniliselt kaks nädalat välitöödel Soomes, seejärel lähen Lätti jne. Arheoloogid on selles mõttes erinevad: minul on vaja näha muistist kohapeal, tunda seda materjali näppude vahel, näha kohti, mida ma uurin. Saada paigakogemus, siis ma tunnen ennast hästi.

Kuidas kujunevad väljakaevamiste kohad? Kui palju on päästekaevamisi paigus, kuhu hakatakse midagi ehitama? Kui palju otsivad arheoloogid neid kohti ise?

Umbkaudu 95 protsenti töödest tehakse päästekaevamistena: kuna arheoloogide arv on piiratud ja uusehitisi on sedavõrd palju, siis ega väga palju aega teaduskaevamiste ehk probleemuuringute jaoks üle ei jää. Mul on õnnestunud probleemkaevamisi teha siiski suhteliselt palju. Kui rääkida kohavalikust, siis lähtub see suuresti teadlasest endast. Sul peab olema selleks huvi ja võimalusi, sest kaevamised on kallid ja väga ajamahukad. Üks võimalus on saada asjast huvituma potentsiaalsed rahastajad, teine, mida olen ka ise palju rakendanud, on kaevamine harrastusarheoloogidega, kes soovivad sellises uurimistöös osaleda ja on valmis oma osalemist ise finantseerima.

Kõige olulisem on siiski see, et sul peab olema mingisugune teaduslik küsimus, millele sa tahad vastust saada. Küsimustega on omakorda selline lugu, et kui hakkad otsast mingit tööd tegema, siis tuleb neid küsimusi nii palju, et neid ei peagi enam otsima: siis juba soovid, et jaguks ainult

Kui hakkad otsast mingit tööd tegema, siis tuleb küsimusi nii palju, et neid ei peagi enam otsima: siis juba soovid, et jaguks ainult nii palju elupäevi, et neile kõigile vastuseid leida.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

nii palju elupäevi, et neile kõigile vastuseid leida. Ja nende küsimuste järgi sa validki järgmise koha, kus kaevata. Näed, et suudad oma senise tööga midagi seletada, aga ikka on midagi puudu. Ja väga oluline on, et sul oleks materjali, mida võrrelda, mis tähendab, et pead hankima seda eri kohtadest. Kõigepealt Eestist, aga ka ümbruskonnast, et näha laiemat pilti, saada aru, mis uuritaval ajajärgul siinses piirkonnas toimus, millised olid kontaktid, kuidas eri regioonid üksteisest erinesid. Ja nii me enamasti leiamegi ise need kohad, kus kaevata. Uut materjali, uusi muistiseid, on uurimistöö jätkamiseks väga-väga vaja.

Kuidas arheoloog üldse tuvastab paiga, kus võib midagi põnevat varjul olla?

Kui ma alustasin arheoloogina kiviaja uurimist, siis oli üks suuremaid puudusi, et me teadsime Eestis vaid väheseid kiviaegseid asulakohti. Üks minu esimesi ülesandeid oli seega suurendada allikalist baasi. Tavaliselt tehakse seda nõnda, et kui sul juba on olemas mõned varasemad leiud, siis sa tead, kuidas kiviaegsed asukad oma elukohti valisid, ja saad selle teadmisega edasi liikuda. Seal on oma süsteem. Eesti kiviaja uurimise rajaja Constantin Grewingk kirjutas juba 1865. aastal, et kiviaegsed inimesed elasid veekogude kallastel. Seega on veekogude kaldad ja rannad need, kust on kõige kergem uusi asulakohti otsida. Muidugi tuleb arvestada, et Eesti rannajoon on aastatuhandete jooksul oluliselt muutunud, mis tähendab, et tuleb teha paleogeograafilisi rekonstruktsioone: selgitada välja, kus oli mingil ajajärgul mererand, lahed, jõesuudmed. Nende rekonstruktsioonide abil on võimalik tänapäeval juba merest väga kaugele jäävaid muistseid rannavorme maastikul ära tunda ja seda eriti saartel, kus muistne mererand on eriti hästi aimatav.

Ja lõpuks ongi selgunud, et Grewingkil oli õigus: kiviaegsed kütid ja korilased elasid tõepoolest veekogude kallastel, ehkki ajal, mil Grewingk selle järelduse tegi, ei olnud tal Eestist teada ühtegi kiviaegset asulakohta. Ta vaid oletas seda omaaegsete loodusrahvaste ja teistel aladel tehtud uurimistöö põhjal. See oli pigem hüpotees või õigemini heit, mille sa nipsuga lahti lased, aga teaduslikult tõestada ei suuda. Nüüdseks oleme välja selgitanud juba enam kui viissada kiviaegset asulakohta, mis tähendab, et nende arv on sellest ajast peale, kui ma arheoloogina alustasin, umbes kümnekordistunud. Me võime nüüd juba julgelt rääkida seaduspärasustest ja kirjeldada kiviaegsete inimeste elupaikade muutusi pikemal perioodil.

Kui palju sul on olnud õnnestunud leida midagi sellist, mis paneb käed erutusest värisema?

Ikka väga palju. Mul ei ole palju selliseid uhkeid leide, mis on kuidagi väga erilised ja ainulaadsed. Neid on, aga mitte palju. Enamik asju toimib siin maailmas ju pisiasjades. Suure osa ajaloost on inimesed kasutanud lihtsaid tööriistu, teinud lihtsaid potte, valmistanud neis oma lihtsat toitu ja elanud lihtsat elu. Kõik need väikesed leiud, iga väike teadusavastus, on lõppkokkuvõttes tohutult oluline: iga leid, isegi kui see on vaid väike kvartsikild, annab uut teadmist, kui asetada see mingisugusesse süsteemi. See, mida me vajame, on ju süsteemne arusaam sellest, kuidas need inimesed minevikus elasid, mida nad tegid ja kust nad pärit olid. Ajaloolane Yuval Noah Harari on oma raamatus „Sapiens. Inimkonna lühiajalugu“ öelnud, et ajalugu on see, mida tegid vähesed, samal ajal kui teised kandsid pangedega põldudele vett. Minu jaoks ei ole ajalugu ainult see, mida tegid need vähesed. Suurema osa ajaloost ongi inimesed teinud väga lihtsaid asju.

Enamik asju toimib siin maailmas ju pisiasjades. Suure osa ajaloost on inimesed kasutanud lihtsaid tööriistu, teinud lihtsaid potte, valmistanud neis oma lihtsat toitu ja elanud lihtsat elu.

Esiaeg on jagatud perioodideks – kivi-, pronksi- ja rauaajaks – selle järgi, millisest materjalist peamiselt tööriistu valmistati. Kuidas sünnivad selliste periodiseeringute algus- ja lõpudaatumid ning kui palju need on ajas nihkunud? Kui palju sa ise oled neid piire nihutanud?

Periodiseerimine on kõige tänamatum asi maailmas ja eriti arheoloogias, kui me räägime, et meil on tohutult vähe materjali. Samas on seda vaja, et kuidagiviisi ajalugu lahterdada, korrigeerida oma mõtteid ja luua ajastutele raame. Mingis mõttes on see ju kõik jama. Mida annavad meile sõnad „uusim aeg“ või „kiviaeg“? Mitte midagi. Ajaloolastele ja arheoloogidele on see lihtsalt üks abivahend, et teha oma tööd, ilma et peaks iga kord ütlema, mis aastatuhandest või sajandist sa räägid. Mina eelistan siiski rääkida aastatuhandetest, olla ajaskaalas, mis on igale inimesele mõistetav. Ajaskaalas, kus Kristuse sünd on see kokkuleppeline punkt, millest ette- ja tahapoole me oma aega mõõdame.

Neid perioodide piire olen ma aga nihutanud palju ja põhjusi on olnud mitmesuguseid. Esiteks on paranenud dateerimismeetodite täpsus: oleme juba jõudnud olukorda, kus saame rääkida aastatuhandeid tagasi toimunud asjadest poolesaja-aastase täpsusega. Teine põhjus on dateeringute rohkus, mida on olnud võimalik uute leidude põhjal teha selle aja jooksul, mil ma olen arheoloogina tegutsenud. Iga kord, kui me loome mingisuguse kronoloogilise pildi või periodiseeringu – ma olen seda teinud oma tegevuse jooksul kümneid kordi –, siis me lähtume ju ikka neist andmetest, mis meil käepärast on. Vahel on küsimus ainult sajandites – me leiame uuest leiukohast, et savinõusid ei hakatud Eesti alal valmistama mitte 5000, vaid 5100 või 5200 aastat eKr. Praegu ongi selleks daatumiks aasta 5200 eKr. Kahe järgmise aasta jooksul võib selguda, et see oskus pärineb aga juba aastast 5400 eKr, mis tähendab, et võimalused sajanditega mõõdetavateks muutusteks on üpris suured.

Kui mõelda, millega ma ise kõige aktiivsemalt tegelen, siis on see ajavahemik umbes 9000–2000 eKr. See on periood, kus ma tunnen ennast kõige paremini ja mille kohta püüan mingisugust koondpilti hoida. Aga oma pika arheoloogielu jooksul olen tegelenud väga mitmesuguste probleemide ja ajastutega. Arheoloogias ei ole probleemi ega ajastut, mis ei oleks minu jaoks huvitav. Kõike aga paratamatult ei jõua ja tuleb teha valikuid.

Enamik su uurimistöödest ongi seotud kiviajaga ehk perioodiga umbes 9000–2000 eKr. Eesti esiajalugu algab just sel perioodil – umbes 11 000 aasta eest –, mil mandrijääst vabanenud Eesti aladele asusid elama esimesed inimesed. Kust need inimesed siia tulid?

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Tänapäevaste loodusrahvaste toitumise uurimine näitab, et inimestel on kummalised tabud, nad ei söö kõike, mis ümberringi kasvab. Seega võib väide, et küllap kiviaja inimesed sõid seeni, olla õige, aga sama hästi võib see olla vale.

Meie kõige varasemad inimasustuse jäljed pärinevad ajast umbes 9000 eKr või on isegi veidi nooremad. Uued dateeringud näitavad, et päris 9000 ei tule täis. Või õigemini, ei tule päris täis selle koha peal, kust me oleme oma varaseimad materjalid saanud, ehk siis Pulli asulakohas.

Loomulikult pidid need inimesed siia kusagilt tulema ja nagu meie uurimistöö Eestis ja naaberriikides näitab, on see esimene asustuslaine väga tihedalt seotud sellega, mida me näeme lõunapoolses Soomes, Lätis ja läänepoolsel Venemaal. Näeme, et selle ulatusliku territooriumi esmaasukad on hoidnud omavahel kontakti, sellest annab tunnistust samasugune materiaalne kultuur. Need suhteliselt väikesed inimrühmad olid sajandeid ühenduses, et nad saaksid üleüldse toimida ja ka bioloogilises mõttes jätkuda. Tuhanded kilomeetrid ei olnud nende jaoks küsimus. Umbes 8500–8400 eKr need kontaktid aga järsku katkevad. Materiaalses kultuuris toimub muutus, mis ei seo Eesti ja Läti ala enam nii tugevalt Põhja- ja Ida-Euroopa metsavööndi teiste piirkondadega. Võõrad materjalid peaaegu kaovad, põhiliselt pruugitakse kohalikke materjale, välja kujunevad omanäolised esemed. See tähendab, et inimesi on olnud siin juba piisavalt palju, et vajadus niisuguse läbikäimise järele kaob. Oleme teinud kiviaja kohta ka demograafilisi konstruktsioone, mille järgi võis Eestis sel ajal elada juba paarsada inimest.

Aga kust nad siia tulid? Ma ootaksin sellega veel kaks aastat. Oleme nende inimeste geneetilise pildi teadasaamisele väga lähedal. Kuna Eestist ega Lätist ei ole leitud esmaasukate luid, ja Soomes on kogu kiviajast neid säilinud vaid üksikuid, siis alustame koos geneetikutega uuringuid, kus vana DNA-d ei ammutata mitte inimluudest, vaid kasetõrvast. Sellest valmistati toona liimainet, mida inimesed on enne kasutamist suus pehmendanud ja jätnud sinna nii oma pärilikkusainet. Usun, et sealt saadava materjali abil on võimalik jõuda nende inimeste päritolule väga lähedale.

Kuidas sa Eesti esmaasukaid kirjeldaksid: kus nad elasid, mida nad sõid?

Esimesed kolonistid pidid olema raudselt seotud paigaga, kus on suured siseveekogud, sest Läänemere äärde jõudes ei olnud neil erilist huvi kasutada selle veekogu ressursse. Esimesed jäljed hülgeküttimisest jäävad siin kandis ajajärku 7800 eKr. See on Pulli asula rajamisest umbes tuhat aastat hiljem. Merelise asustuse kujunemine jääb veelgi hilisemasse aega, umbes 7000 eKr. See tähendab, et kulus tuhatkond aastat, enne kui need inimesed hakkasid endale Läänemerest toitu hankima. Selle muutuse uurimine, mereäärse asustuse ja merelise majanduse tekkimine on muide valdkond, millega ma oma aktiivsemat teaduslikku tegevust kunagi üldse alustasin.

Ühesõnaga, Eesti esmaasukad peavad olema pärit kusagilt metsavööndist, siseveekogude äärest, ja me näeme seda ka nende toiduvalikust. Kuna meil ei ole sellest ajast inimluid, ei saa me uurida stabiilsete isotoobide abil ka nende individuaalset toitumist, aga üldisem plaan tuleb arheoloogilisest materjalist välja. Muidugi püüdsid nad siseveekogudest kala ja jahtisid loomi, kõige enam põtru ja kopraid.

Inimluud on tundlik materjal, kuid meie teadmised minevikust oleksid mitu korda vaesemad, kui me ei uuriks inimsäilmeid: neist saame teada oma eellaste välimuse, päritolu, põetud haigused, toitumuse jms

Küttimise juurde kuulus ka korilus, aga sellest teame arheoloogiliste andmete põhjal paraku väga vähe, need materjalid lihtsalt ei säili. Põhiline, millest korilus välja tuleb, on pähklikoored, nii et me teame kindlalt vaid seda, et nad sõid pähkleid. Teoreetiliselt pidi korilus moodustama suure osa nende toidulauast, aga me oleme sellega hädas. Tänapäevaste loodusrahvaste toitumise uurimine näitab, et inimestel on kummalised tabud, nad ei söö kõike, mis ümberringi kasvab. Seega võib väide, et küllap kiviaja inimesed sõid seeni, olla õige, aga sama hästi võib see olla vale. Võib-olla nad ei söönud seeni. Võib-olla välistas nende kultuuriline käitumine seente söömise. Selleks et püsida toonaste inimeste toidulauast rääkides teaduslikul lainel, peab olema väga hea alus üht või teist asja väita.

Milliseid kiviajal toimunud muutusi seletatakse tänapäeval migratsiooniga? Mitu suurt rändelainet kiviaegsest arheoloogilisest materjalist aimub?

Kui me vaatame kiviaega tervikuna ehk ajavahemikku umbes 9000–2000 eKr, siis näeme pidevalt mingeid väikesi muutusi asustuses, rahvastikus ja materiaalses kultuuris. Näeme, et kogu aeg on midagi toimunud: kui 8500 eKr

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

toimub materiaalses kultuuris muutus, mis seob Eesti ala lahti ümberkaudsetest metsavööndi piirkondadest, ja umbes 7000 eKr hakkab siinmail kujunema mereline asustus, siis umbkaudu 5200 eKr järgneb sellele täiesti uue esemeliigi ilmumine: õpitakse valmistama savinõusid, mis tähistab uue arheoloogilise kultuuri, niinimetatud Narva kultuuri algust (Eestis ja Lääne-Venemaal umbes 5200–3900 eKr).

Umbes 3900 eKr jõuame aga väga suure muutuseni, see kajastub peaaegu kogu materiaalses kultuuris, millega algab niinimetatud kammkeraamikakultuur. Kuni senimaani on väga raske või isegi mõttetu otsida ainelise kultuuri või püügiviiside muutuste tagant suuremaid migratsioone, sest nendeks muutusteks ei olnud vaja tugevat välist mõju. Need võisid kujuneda siinsamas või olla naabritelt õpitavad. Kammkeraamikakultuuriga tulnud muutusi on pikka aega seostatud migratsiooniga ja nüüd me saame sellest ajast pärit geneetilise materjali uurimise järel öelda, et jah, oli küll migratsioon. See tähendab, et me võime unustada vaidlused, kas keegi tuli või ei tulnud. Tuli küll. Umbes 3900 eKr toimus sisseränne, sest muutunud ei ole mitte üksnes materiaalne kultuur, vaid ka inimeste geneetiline pilt.

Järgmine muudatus, mille taga me näeme uute inimeste tulekut, paigutub ajaperioodi 2800 eKr, kui siia tulevad jälle sootuks teistsugused inimesed, niinimetatud nöörkeraamikakultuuri esindajad. Seega näitavad nii arheoloogiline materjal kui ka vana DNA uuringud kiviajal esmaasustamise järel kahte väga suurt muutuste ajajärku, millega seondub arvukam uute asukate lisandumine.

AIVAR KRIISKA

- **Sündinud 15. augustil 1965 Mustvees**
- **1992. aastal lõpetas Tartu ülikooli (TÜ) ajaloolase-arheoloogina**
- **1994. aastal kaitses samas magistritöö Narva jõe alamjooksu neoliitilisest keraamikast**
- **2001. aastal kaitses Helsingi ülikoolis doktoritöö „Stone Age Settlement and Economic Processes in the Estonian Coastal Area and Island" („Kiviaegsed asustus- ja majandusprotsessid Eesti rannikul ja saartel")**
- **1993. aastast töötanud TÜ arheoloogia õppetoolis: alguses assistendi, seejärel õppetooli hoidja ja lektorina, 2001. aastast arheoloogia dotsendina. 2007. aastast laboratoorse arheoloogia professor**
- **2006–2013 TÜ ajaloo ja arheoloogia instituudi juhataja, alates 2020. aastast arheoloogia osakonna juhataja, 2017. aastast TÜ senati liige**
- **Üle 420 teadusliku ja populaarteadusliku publikatsiooni autor ja kaasautor, sh üks kahe Eesti ajaloo üldkäsitluse („Eesti ajalugu" Avita, 2017; „Eesti ajalugu I",TÜ ajaloo- ja arheoloogia instituut, 2020) autoreid**
- **Peale Tartu ülikooli, kus õpetab enamasti kiviaja ja laboratoorse arheoloogiaga seotud aineid, on ta õpetanud ajaloolist keraamikat Eesti kunstiakadeemias ning pidanud loenguid Soome ja Venemaa ülikoolides**
- **Mitme arheoloogia- ja ajalooajakirja ning sariväljaande toimetuskolleegiumi liige Eestis, Soomes ja Venemaal**
- **Hobid: maailm ja inimesed selle sees – meeldib reisida ja vaadata seda imet**

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Mulle tundub järjest enam, et tänapäevane teadus ei ole enam üksikute inimeste pärusmaa. Suures osas sünnivad uued teadmised ikkagi töörühmades ning eri uurimisviise ja teadmisi ühendades.

Neist rännetest viimasele järgnes umbkaudu 5000 aasta eest pöördeline muutus inimeste elatusviisis: Eesti alal hakati küttimisele ja korilusele lisaks põldu harima ja karja kasvatama. Kas maaviljelus jõudis siia puhtalt uute inimestega või oli oma osa ka varasematel kontaktidel?
Ükskõik, milliseid maaviljeluse algeid siin enne seda ka polnud, maaviljeluslik kultuur ja põllumajandusliku ühiskonna teke seostub selgelt viimase suure kiviaegse rändega umbes 2800 eKr. Need inimesed, kes siis siia tulid, tõid kaasa uue kultuuri, nende tööriistad-tarbeesemed olid teistsugused, nende ühiskond oli teisiti organiseeritud ja nad valisid elamiseks hoopis teistsuguseid elupaiku. Miski pidi seda tingima ja parim, millega seda seletada, on elatusviis: kui su igapäevane toit ei tule suurtest veekogudest, siis sa ei pea elama jõekaldal või mererannas. Nöörkeraamikakultuurist ei ole meil teada ühtegi vahetult mererannas paiknevat elukohta. Neile ei olnud vahetu veekogu ääres elamine enam tähtis. Muidugi püüdsid ka nemad kala ja pidasid jahti, aga nende põhiline toiduallikas oli põllumajandus.

Igale sisserändele järgneb kohanemine kohalike oludega ja kokkupuuted varem olnutega. Kas arheoloogiline materjal näitab midagi ka selle kohta, kuidas maaviljelejad varasemate küttide-korilastega läbi said?
Kui seda ajajärku võrdlevalt vaadelda, siis need inimesed elasid 800 aastat kõrvuti, aga mõlemad kultuurid jäid väga selgesti eraldi seisvaks. Olen teinud prognoosi, et toona elas Eesti alal umbes 5000 inimest, aga kui palju neist oli ühe või teise kultuuri esindajaid, ei julge öelda. Kammkeraamikakultuur jätkus ja ilmselt segunesid sellesse need, kes siin varem elasid. Nende kõrval eksisteeris aga justkui paralleelne maailm, milles elasid nöörkeraamikakultuuri esindajad, ning välja kujunes ka omanäoline Eesti nöörkeraamikakultuur, mille esindajad tegid silmaga kivikirveid ja savinõusid veidi teisiti kui nöörkeraamikakultuuridesse kuulunud inimesed teistes piirkondades.

Kui vaadata kamm- ja nöörkeraamikakultuuri inimeste asulapaiku, siis oli viimastel mitu korda suurem võimalus endale elukohta valida kui kammkeraamikakultuuri esindajatel, kes elasid vaid veekogude kallastel. Oleme seetõttu võtnud kasutusele sellise mõiste nagu „sallitud migratsioon“: kuna nöörkeraamika inimesed ilmselt ei ohustanud algul otseselt siinsete küttide-korilaste toidubaasi, siis neil võidi lubada täiesti rahumeelselt siinsetele territooriumitele asuda. Kui vaadata nende asulakohti, arvestada nende materiaalse kultuuri mittesegunemist ja väheseid teadaolevaid konfliktijälgi, siis kaldun arvama, et nende tulekut tõepoolest salliti.

Siis, 800 aastat hiljem, umbes aastal 2000 eKr nöörkeraamikakultuur aga järsku kaob ja me ei tea, mis neist inimestest sai. Kammkeraamikakultuur jätkus veel paarsada aastat. Seejärel valitseb meil Eesti ajaloos aga üldse must auk või valge laik: 800-aastane periood, mille kohta me oskame vaid õlgu kehitada.

Millest see auk? Kas pole leitud piisavalt materjali?
Jah, meil on väga-väga vähe materjali ajajärgu kohta umbes 2000–1200 eKr. See on periood, millele tahaks oma järgmistes Eestit käsitlevates uurimistes keskenduda, et seda auku täita või vähemasti püüda aru saada, mis siin juhtus. Meil on praegu juba teada üks Hiiumaa asulakoht, mis on dateeritud 1500 eKr, nii et unistus on seal lähiaastatel kaevama hakata.

Arheoloogia puhul on see üks sagedasemaid ja vihastavamaid küsimusi üldse. Me suudame kirjeldada pikemaid protsesse, aga nende servad kipuvad minema uduseks. Jah, me teame, et umbes 3900 eKr elasid siin Narva kultuuri esindajad, kellele tulid ida poolt juurde kammkeraamikakultuuri kandnud inimesed, aga me ei näe seda väikest, kaks-kolm inimpõlve kestnud segunemist, mis nende vahel toimus. Kiviaja uurija jaoks on see liiga lühike aeg.

Muutused toimuvadki aga enamasti väga kiiresti, näiteks uute asjade kasutuselevõtt: kui sul on kõht tühi ja sul pole tulekivi, siis tuleb kohe leida mingi uus materjal, sest muidu sa lihtsalt sured ära. Meil ei ole meetodeid, et näha asju, mis toimuvad tundide või mõne põlvkonna jooksul. Hirmsasti tahaks näha, kuidas nad omavahel suhtlesid, piiluda kusagilt põõsa vahelt, kas neil olid konfliktid või ei, aga me ei näe seda, näeme vaid protsessi.

Kuidas arheoloog kiviaegsele põllupidamisele jälile saab?
Karjakasvatuse kohta on meil säilinud loomaluud: nöörkeraamikakultuuri haudadest on leitud sea-, lamba- ja veiseluid ning nendest tehtud tööriistu. Viljelusmajanduse kohta on otseseid tõendeid vähem. Meil on savinõudele jäänud viljaterade jäljendeid ja ühel juhul koguni söestunud viljatera. Otsene tõend on ka soo- ja järvesetetesse talletunud põlluviljade õietolm. Samuti annavad maaviljelusest tunnistust stabiilsete isotoopide uuringud: leitud inimluude lämmastiku ja süsiniku uurimine, mis näitab, et nöörkeraamikakultuuri esindajate toidulaud erines totaalselt sellest, mida kammkeraamika inimesed sõid.

Nii et meil on loomaluud, natuke õietolmu, säilinud viljatera, viljaterade jäljendid, individuaalne toitumine ja erinev asustusviis, ning tervik tekib alles siis, kui see andmestik kokku panna. Ükski neist allikatest ei anna iseseisvalt täit pilti. See on loomulik ja kehtib kõigi ajastute kohta. Ainult üht allikat kasutades saad sa suure tõenäosusega veidi väära pildi. Mida rohkem eriilmelisemat teadmist sa mineviku uurimiseks kasutad, seda suurema tõenäosusega sarnaneb su käsitlus sellega, mis sel perioodil tegelikult toimus.

Oled öelnud, et hea teadus on kahe *inter*'iga teadus: esiteks peab see olema internatsionaalne, teiseks interdistsiplinaarne. Oled aastaid teinud tihedat koostööd nii teadlastega välisriikidest kui ka teiste erialade esindajatega oma koduülikoolist.
Mulle tundub järjest enam, et tänapäevane teadus ei ole enam üksikute inimeste pärusmaa. Suures osas sünnivad uued teadmised ikkagi töörühmades ning eri uurimisviise ja teadmisi ühendades. See tähendab, et üha rohkem tuleb teha koostööd ka sellistel erialadel, kus on seni harjutud töötama üksinda.

Ma olen alati arvanud, et kõige parema tulemuse annab see, kui ühendada mingi asja uurimisse parimad võimalikud meetodid ja inimesed ehk kaks peamist ressurssi, mis meil teaduses on, kui rahad ja muu materiaalne kõrvale

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

jätta. Kui eri uurimisviisidega saadud tulemused haakuvad, siis on võimalik luua hea üldpilt. See on põhjus, miks eri teadused peavad kokku saama. Mulle tundub, et just neis hõõrdekohtades, kus eri teadused üksteist leiavad ja loovad mingisuguse uue sünergia, sünnib midagi, mis muudab maailma. Ei ole tähtis, kas see muutus sünnib meie teadmistes mineviku, tuleviku või mingisuguste protsesside kohta. Eri teaduste kokkupuuted ja sünergiad on igal juhul väga andvad, suurt pilti loovad või kinnitavad, ning aitavad ära hoida neid pingeid, mis tekivad siis, kui sa istud üksinda, vaatad oma potikildu ja mõtled, mis nüüd edasi saab.

Olen teinud uurimistööd peamiselt koostöös geoloogide, geograafide, geneetikute, keemikute, zooloogide ja antropoloogidega. Arheogeneetikutega me elamegi täielikus sümbioosis: me ei saa teineteiseta. Ei ole võimalik kasutada tänapäevase geneetika meetodeid ja oskusi, kui meil ei oleks arheoloogiliselt välja kaevatud objekti, näiteks kusagilt Moskva või Kohtla-Järve lähedalt leitud inimjäänuseid, mille konteksti arheoloogid on selgitanud ja andnud radiosüsinikumeetodil dateeringu.

See on justkui uus teadusharu, mis kasutab kahe senise teadusharu uurimisviise ja meetodeid ega saa eksisteerida, kui üks neist välja jätta. Arheoloogid ei saa oma meetoditega öelda midagi pärilikkusaine kohta, ja ehkki geneetikud saavad, ei kõneleks see midagi minevikus toimunud protsessidest, kui arheoloogid ei oleks neid minevikusündmusi oma vahenditega mõtestanud.

Räägime veel kiviaegsetest inimestest. Mis ajast on pärit vanimad Eestist leitud inimluud?

Kõige vanemad on kahjuks alles umbkaudu aastast 6500 eKr. Kokku on kiviajast leitud sadakonna inimese luid, üheksal juhul on tegu nöörkeraamikakultuuri esindajatega, ülejäänud pärinevad varasemast ajast. Kogu see materjal on väga hästi uuritud: oleme väga lähedal sellele, et Eestis ei ole enam kiviaegsete inimeste luid, kelle DNA-d me ei teaks. Ja see on üks laboratoorse arheoloogia suurimaid võlusid. Kui me esiaja puhul oleme harjunud uurima eelkõige suurte protsesside ajalugu, siis laboriuuringud toovad neisse sisse indiviidid.

Suurepärane näide on Sope nöörkeraamika matmispaigast leitud naine, kelle näorekonstruktsiooni me hiljuti tegime ja oskame geneetiliste andmete alusel öelda, milline oli tema silmade ja juuste värv. Teame, et nii kamm- kui ka nöörkeraamikakultuuri esindajad olid tumeda naha ja tumedate juustega, kuid „kammkeraamikute“ hulgas võis esineda enam sinisilmsust. Lisaks oli seesama Sope naine viis aastat tagasi, kui need uurimistulemused valmis said, kõige vanem kopsukatku põdenud inimene kogu Euroopas.

Mida sa kiviaegsete inimeste tervise kohta oskad öelda?

Esiteks on võimalik puhtalt luude mõõtude põhjal öelda, kui pikk inimene oli. Samuti oskame kolju järgi teha oma praeguste kogemuste ja oskuste pinnalt suhteliselt usaldusväärse rekonstruktsiooni tema näost, nagu sellesama Sope naise puhul on tehtud. Kui luudel on säilinud patoloogiaid, siis on võimalik uurida kiviaegsete inimeste haigusi; kui luudelt leiab vigastuste jälgi, siis on võimalik vaadata, kuidas need vigastused tekkisid. Ja seejärel saab uurida luude keemilist koostist, et teha kindlaks, kust see isik on pärit.

Stabiilsete isotoopide, lämmastiku ja süsiniku abil saame teada, mida see inimene on söönud, ja kui me räägime ebastabiilsetest isotoopidest, siis on süsiniku järgi võimalik dateerida, mis ajast see inimene pärineb. Dateeringu täpsus võib sel juhul olla koguni pluss-miinus 25 aastat, aga tekkida võib nihkeid, näiteks mõjutab dateeringuid toit, mida see inimene oli söönud. See on üks ülesanne, mida me püüame Eestis oma uurimisrühmaga lahendada: leida uusi viise, et saada neid dateeringuid võimalikult täpseks. Peale selle saab luude ja hammaste põhjal tuvastada liigese- ja hambahaigusi, mida oli palju. Selle poolest ei erine kiviaegsed inimesed nüüdisaegsetest.

Teiseks, arheogeneetika abil on võimalik välja selgitada haigusi, mida inimene on põdenud. Kiviaja kohta on meil praegu olemas katku-uuringud. Mul on aga lootus, et eri uurimisviiside ja eriti paleogeneetika abil on meil võimalik nende vanade inimluude põhjal lõpuks välja selgitada ka midagi sellist, mis aitab jagu saada mingitest tänapäevastest haigustest, näha nende muutumise kiirust vms. Tore on mõelda, et me saaksime olla oma minevikus elanud inimestega abiks, et muuta tänapäevaste inimeste elu kuidagiviisi kergemaks.

Millised uurimused sul praegu käsil on?

Mulle meeldivad väga rühmatööd, mis tähendab, et olen praegu ühel või teisel viisil osaline eri uurimisrühmades. Sel suvel alustame geoloogide, geofüüsikute ja arheoloogide koostöös üheaastast projekti, mis uurib muinaspõlde ja inimese mõju loodusele ajavahemikul umbes 1000 eKr kuni 1000 pKr. Seda projekti rahastab National Geographic Society, mis on Eestis esmakordne.

Teiseks käib suur töö, et selgitada välja tulekivi looduslikud leiukohad: levikuala piirid ja ulatus. Olen tegelenud sellega aastaid, sellest ajast peale, kui ma arheoloogiasse tulin, ja minu unistus on sellega aasta või kahe jooksul valmis saada. Kuna tulekivist valmistati kiviajal tööriistu, siis me oleme hädas, kuni me ei oska öelda, kust kiviaegsed inimesed seda kivimit said. Tõenäoliselt ida ja lõuna poolt, aga ma tahaksin minna täpsemaks ja olen sellele üpris lähedal. Seegi uuring on rahvusvaheline ja interdistsiplinaarne, ainult et selle algne idee on sündinud minu peas.

Ühtlasi käib suurem uuring, mis on seotud Narva kultuuriga, perioodiga 5200–3900 eKr. Märkasin juba aastaid tagasi kummalist erinevust: kui läänepoolses Eestis kasutati sel ajal kvartsi ja Siluri tulekivi, siis idas tehti tööriistu Karboni ladestust pärit tulekivist, mis pärineb ida poolt. Tekib küsimus, miks ja kuidas see materjal toona Eesti alale jõudis. See protsess on vaja dateerida ja mõista, kas tegu oli pika- või lühiajalise kontaktiga.

Loomulikult jätkub tihe koostöö geneetikutega, sealhulgas juba aastaid kestnud uuring, mis on keskendunud pikaajalistele populatsiooniajaloolistele muutustele soomeugrilaste asualal. See loetelu ei ole siin kaugeltki ammendav, peale selle on mul pooleli hulk muid töid. Arheoloogias võtab iga asja väljaselgitamine aastaid, nii et selleks, et mingeid uurimusi pidevalt valmis saaks, peabki mitu asja korraga käsil olema. Pealegi pole ma kunagi suutnud tegeleda vaid ühe asjaga, minu vaimne tervis nõuab, et mul oleks pidevalt korraga käsil viis-kuus projekti. Mõni aeg tagasi lugesin arvutis pooleliolevaid faile kokku ja sain 72 artiklit ja raamatut, aga neid on vahepeal kindlasti veel juurde tulnud. •

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Karjääriredel viib kosmosesse

26. augustil Tõraveres

Kuidas Eestis kosmosevaldkonnas karjääri teha ning millised põnevad töövõimalused ootavad reaalainete õppijaid?

33 töötuba

13–19-aastastele noortele

TASUTA!

Eelregistreerimine ja lisainfo: esero.ee

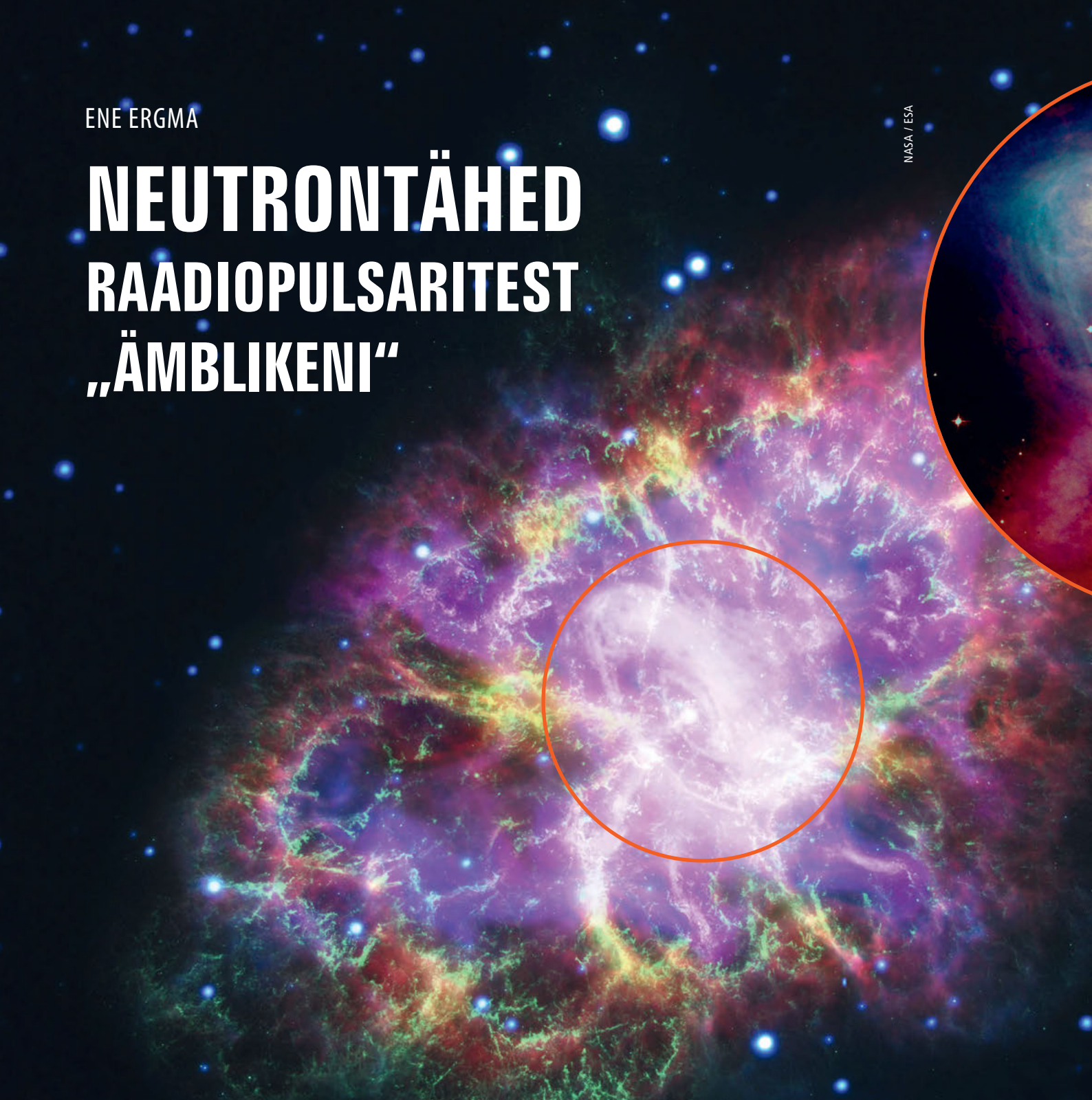
Registreeri kohe!

TARTU ÜLIKOOL Tartu observatoorium · esa · Estonia esero · 30 NÕO VALD · Eesti Teadusagentuur Estonian Research Council · STARTUP DAY · DEWALT · CYBEXER · SKELETON TECHNOLOGIES

KESKKONNAAGENTUUR · CGI · wise · guardtime · MILREM ROBOTICS · KAPPA ZETA · peaasi.ee · EDU-KOHT · CHANGEMAKERS · SALVEST

ENE ERGMA

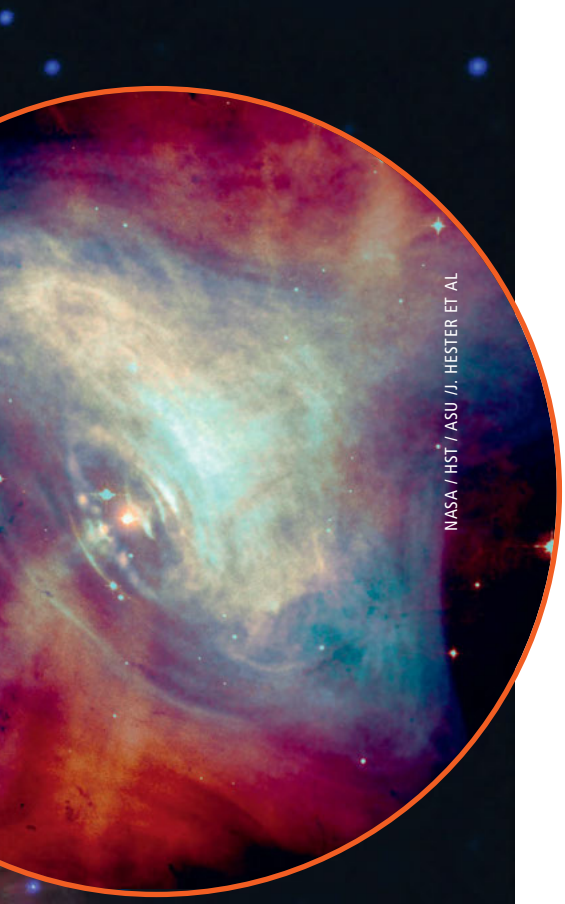
NEUTRONTÄHED
RAADIOPULSARITEST „ÄMBLIKENI“



NASA / ESA

Praegu on raske ette kujutada, et ainult sada aastat tagasi ei tundnud astronoomid huvitei neutrontähtede ega mustade aukude vastu. Tollal polnud veel kellelgi aimu, et neutrontähed üldse eksisteerivad, kuid mustad augud olid siis olnud juba sajandi jagu üksnes teoreetikute huviobjekt. Miks see nii oli? Seepärast, et kogu inimkond kasutas sada aastat tagasi väga piiratud võimalustega vaatlusaparatuuri: kas lihtsalt oma silmi või siis astronoomid alates Galileist ka teleskoopi. Niisuguste vaatlusviisidega sai meie universumist infot vaid väga väikeses elektromagnetilise kiirguse, nähtava valguse spektri osas. 20. sajandi alul tuli inimeste ellu raadio ja 1932. aastal avastas ameeriklane Karl Guthe Jansky Linnuteelt lähtuvad raadiolained. Sellest sai alguse raadioastronoomia, millel oli tähtis roll neutrontähtede avastusloos.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Udukogu keskmes justkui südamena tuksuva pulsari ümbrus lähivaates. Arvatakse, et pulsari sisemine hele röntgenrõngas on lööklaine, mis tähistab piiri ümbritseva udukogu ning pulsaril oleva aine ja antiaine osakeste voolu vahel. Rõngaga risti olevad heledad joad on pulsari poolustest välja paiskuvad kiirgusvood

Komposiitpilt 1054. aastal Maalgi vaadeldud supernoova tulemusel tekkinud Krabi udukogust. Röntgenikiirguses on näha selle seest leitud pulsari mäslev lähiümbrus. Krabi udukogu asub Sõnni tähtkujus, meist 6500 valgusaasta kaugusel

4. oktoobril 1957. aastal esimese tehiskaaslasena Maa orbiidile lennutatud piiksuv Sputnik pani aluse uuele suunale: universumi uurimisele väljaspool Maa atmosfääri. Kiirelt arendati satelliite, mis võimaldasid vaadelda universumit suure energiaga ultraviolett-, röntgen- ja gammakiirguse abil – arusaam meie maailmaruumist muutus drastiliselt. Astronoomiliste vaatlusviiside laienemisega kaasnes füüsikas tohutu areng, eriti 20. sajandi alul, kui klassikalise füüsika kõrvale tekkis kvantfüüsika. Inimkonna ellu tungis mikromaailm oma veidrustega.

Kui aatomituuma olemus lahti muugiti ja James Chadwick avastas ühe tema põhiosakese neutroni, said nutikad füüsikateoreetikud pakkuda uue liigi, neutronitest koosneva stabiilse tähe. Niisuguses tähes ei võimalda neutrongaasi rõhk neutronkeral gravitatsiooni mõjul kokku variseda, kui selle mass on väiksem 1,5–3 Päikese massist. Teoreetikud kasutasid seejuures noore India astrofüüsiku Subrahmanyan Chandrasekhari töid: ta selgitas välja, miks ei kuku surnud tähed ehk valged kääbused kokku, kuigi neil puudub termotuumareaktsioonideks energiaallikas. Valgetes kääbustes on stabiliseeriv roll gravitatsioonilise kokkusurumise vastu elektrongaasil, kuid neutrontähes täidab seda osa neutrongaas. Mõlemad osakesed alluvad kvantmaailmas nn Pauli keeluprintsiibile, mis lubab ühele aatomi energiatasemele alates kõige madalamast ainult kaht osakest ja „hilinejad“ peavad seetõttu okupeerima üha kõrgemaid energiatasemeid. Sellepärast tasakaalustabki nii elektron- kui ka neutrongaasi rõhk gravitatsiooni mõju.

Astronoome, kes uurisid tähistaevast tavaliste optiliste teleskoopidega, jättis neutrontähtede võimalik olemasolu külmaks, kuna väikese raadiuse tõttu (vaid umbes 10 km) on neutrontähe kiiratav pind väga väike. Kui neutrontähe pinnatemperatuur oleks sama mis Päikesel ehk umbes 6000 kelvinit, oleks selle kiirgus Päikese omast 0,000000000001 korda väiksem. Seetõttu, et Päikese raadius on tunduvalt suurem: ligi 700 000 kilomeetrit. Sel põhjusel suhtusidki astronoomid esialgu neutrontähtedesse suure skepsisega. Siiski mitte kõik. Kaks kanget astronoomi, Walter Baade ja Fritz Zwicky, püstitasid erakordse hüpoteesi, mille kohaselt tekivad neutrontähed supernoovade plahvatuses. Kõik see juhtus ajal, kui polnud veel teada, mis on tähtede energiaallikas ja kuidas üldse tähed sünnivad, elavad ja surevad.

Neutrontähed ilmuvad lavale

Esimesena avastatud neutrontähed olid raadiopulsarid. 1968. aastal teatas doktorant Jocelyn Bell Burnett koos oma juhendaja Antony Hewishiga maailmale esimese raadiopulsari avastamisest. Selle statsionaarse raadiokiirguse foonil tehti kindlaks suure täpsusega perioodilised korduvad raadioimpulsid. Kuna tuvastatud impulsid kordusid püsikindlalt, arvati alul, et mõni maaväline tsivilisatsioon võis sel moel soovida maalastega kontakti luua. Taeva skaneerimisel avastati veel teisigi selliseid objekte ja sai selgeks, et need on taevakehad, mida polnud enne vaadeldud.

Kui niisugused uudised olid Moskvasse jõudnud, peeti seal akadeemik Jakov Zeldovitši juhatusel astrofüüsika seminar. Sternbergi astronoomiainstituudi saal oli puupüsti täis üliõpilasi, õppejõude ja teadustöötajaid kogu Moskvast (olin tol ajal neljanda kursuse tudeng). Zeldovitš esitas temale omase julgusega seda nähtust seletava võimaliku mudeli: valge kääbuse võnkumine kõrgematel harmoonikumidel. Siiski vedas intuitsioon Zeldovitši seekord alt ja pärast olevat ta olnud väga õnnetu, et kohe neutrontähtede peale ei tulnud. Ta pidas ju enda õpetajaks Lev Landaud, kes ühe esimesena pärast neutroni avastamist selgitas teoreetiliselt, et eksisteerida võivad ka neutrontähed. Ameerika teoreetikud pakkusidki kiiresti, et Bell Burnetti avastuse taga on kadunud poeg või tütar – neutrontäht.

1968. aastal avastati pulsar ka supernoova SN 1054 jäänukis Krabi udukogus. Leitud noore neutrontähe pöörlemisperiood oli 0,033 sekundit ja see suurenes päevas 38 nanosekundi võrra. Kuna kõnealune supernoova oli niivõrd hele, vaadeldi seda 1054. aastal

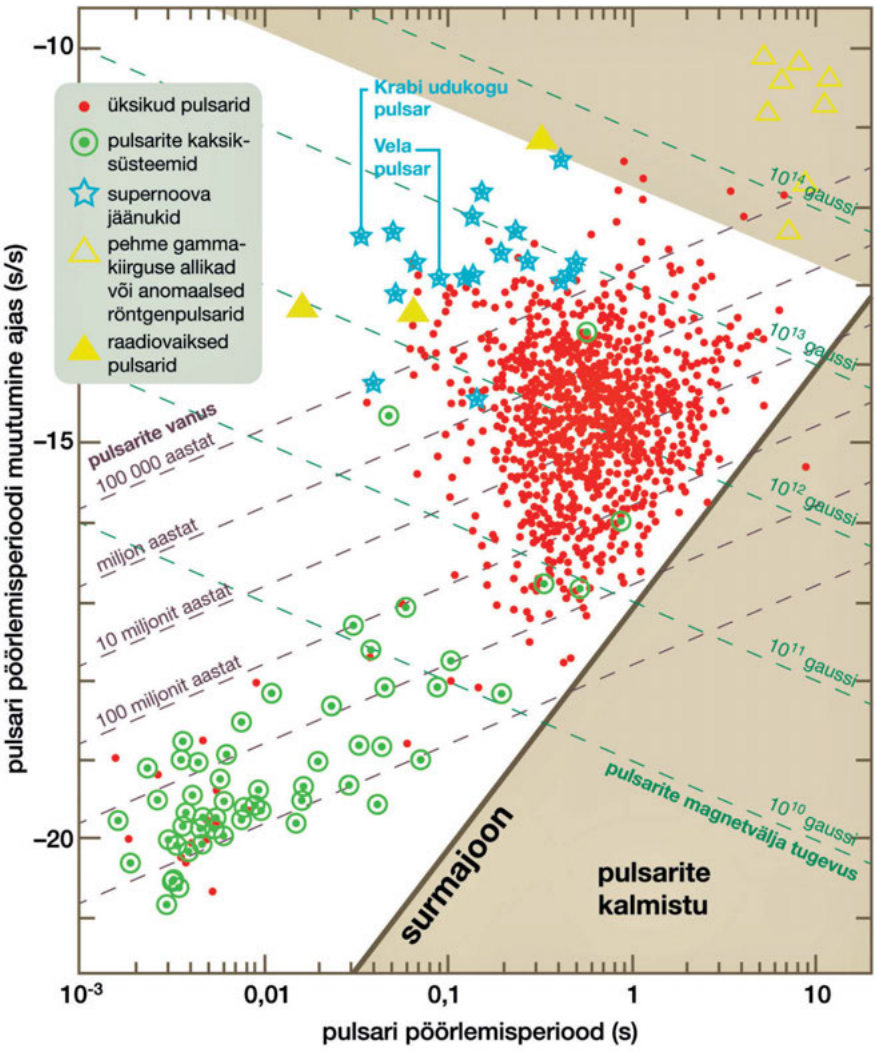
Esimesena avastatud neutrontähed olid raadiopulsarid. Kuna tuvastatud impulsid kordusid püsikindlalt, arvati alul, et mõni maaväline tsivilisatsioon võis sel moel soovida maalastega kontakti luua.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

palja silmaga ka Maal. Hiina ürikutes kasutati selle nähtuse ülestähendamisel esimest korda mõistet „supernoova". Kuigi mõiste viitab uue tähe sünnile, on tegelik sündmus hoopis tähe võimas hukk.

Neutrontähtede sünd

Peagi selgus, et Baade ja Zwicky esialgu uskumatuna tundunud hüpotees oli täiesti õige: neutrontähed tekivadki supernoovade plahvatuste tagajärjel. Tähe- ja tuumafüüsika kiire arengu tulemusel leiti, et massiivsed tähed (üle 15–20 Päikese massi) lõpetavad oma elutee nii, et selle keskel tekib ülikuum, peaaegu miljardikraadine rauast tuum, mis hakkab tuumkütuse ammendudes tohutu gravitatsioonijõu mõjul kokku kukkuma. Niisugust protsessi nimetatakse gravitatsioonilisekс kollapsiks ja selle käigus eraldub kolossaalne energia (2–4 · 10^{53} ergi), millest üksnes tühine 0,01% on vaadeldav nähtava valgusena. Ülejäänud osa energiast varastavad ära eksootilised osakesed neutriinod. Kollapsi esimese sekundi vältel on neutriinoheledus, kui seda saaks vaadelda, niisama suur kui kogu universumi nähtava valguse heledus.



PULSARITE JAOTUMIST ISELOOMUSTAV DIAGRAMM. Joonise horisontaalteljel on kujutatud pulsari pöörlemisperiood ja püstteljel tema perioodi muutus ajas. Ilmneb, et enamik vaadeldavatest raadiopulsaritest satub justkui kahele saarekesele. Ülemine tihedam saareke on noorte raadiopulsarite päralt, alumisel on vanemad ehk uuesti kiirendatud pulsarid (ingl *recycled pulsars*). Kohe näeme ka kahe saarekese vahelist erinevust. Esimesel juhul on pulsarite pöörlemisperiood kümnendiksekundite kuni sekundite piires ja pöörlemine aeglustub kiirusel 10^{-16}–10^{-13} s/s. Teisel juhul on neutrontähe pöörlemisperiood 1,4–20 millisekundi piires ja pöörlemine aeglustub tunduvalt pikaldasemalt: 10^{-18}–10^{-20} s/s.
Need andmed annavad astronoomidele väga huvitavat informatsiooni. Nimelt on pulsari pöörlemisenergia kadu seotud kahe protsessiga: magnet-dipooli kiirguse ja pulsari tuulega (relativistlikud osakesed). Nende põhjal saab omakorda teha huvitava järelduse: noortel pulsaritel, mille pöörlemisperiood suureneb kiiresti ning võimalik tugev magnetväli ühtaegu väheneb, kaob magnetpoolustel võime kiirata raadiokiirgust. Seetõttu polegi niisugused pulsarid Maal oleva vaatleja raadioekraanil enam nähtavad. Säärased pulsarid jäävad joonisel kujutatud surmajoonest paremale. Kuna selles piirkonnas ei ole vaadeldud ühtegi raadiopulsarit, on hakatud seda ala nimetama pulsarite kalmistuks. Meie Galaktikas on hinnanguliselt miljard surnud neutrontähte.

(JOONIS ON KOOSTATUD 2004. AASTAL AVALDATUD KOGUMIKUS „HANDBOOK OF PULSAR ASTRONOMY" ILMUNUD VERSIOONI ALUSEL.)

Neutrontähed pool sajandit hiljem

Siinses artiklis tutvustan peamiselt raadio- ja millisekundilisi pulsareid.

Praeguseks on andmeid ligikaudu 3000 raadiopulsari kohta. Röntgenpiirkonnas tehtud vaatluste põhjal lisandub veel paarsada teadaolevat neutrontähte. Võib öelda, et neutrontähtede loomaaed on ajaga tunduvalt suurenenud ja sinna on lisatud palju eksootilisi objekte.

Neutrontähtede raadiovaatluste puhul tasub ühe erisusena märkida asjaolu, et sel viisil saab pulsarite pöörlemisperioode määrata väga suure täpsusega: isegi kuni 16 kohta pärast koma. Seesugune täpsusaste võimaldab pulsari perioodi muutumise kiiruse leida lühikese vaatlusaja jooksul.

Neutrontähtede loomaaed

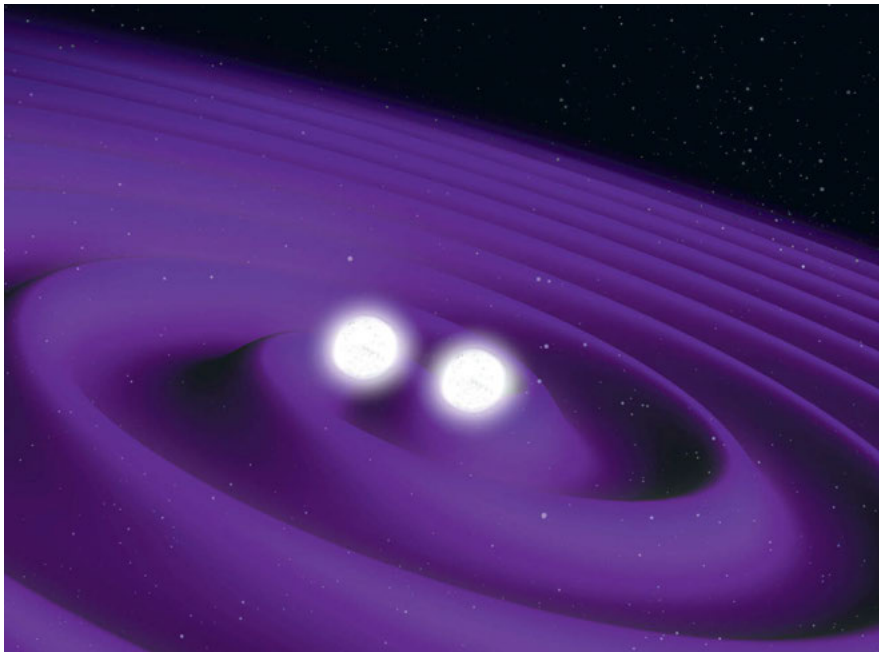
Selleks et saada natuke aimu, mida kujutavad endast vaadeldavad neutrontähed, jagame nad erisuste järgi loomaaialoomade kombel eraldi aedikutesse. Alustame raadiopulsaritest. Kõige suurem osa neist on üksikud raadiopulsarid (3000 raadiopulsarist 89%). Need raadiopulsarid sünnivad oma ematähe, massiivse põhijadatähe surma tulemusena võimsas supernoovaplahvatuses. Enne plahvatust olid paljud neist kuulunud kaksiktähesüsteemi, kuid otsustasid oma kaaslasest, tavaliselt tunduvalt väiksema massiga (üks kuni viis Päikese massi) tähest,

Üksikud raadiopulsarid sünnivad oma ematähe, massiivse põhijadatähe surma tulemusena võimsas supernoovaplahvatuses.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ANGLO-AUSTRAALIA OBSERVATOORIUM / AAO

Suures Magalhãesi Pilves jäädvustatud supernoova plahvatus SN 1987A. Parempoolsel pildil osutab nool samale tähele enne plahvatust. Supernoova asus Maast umbes 168 000 valgusaasta kaugusel ning selle valgus jõudis Maale 23. veebruaril 1987. SN 1987A oli esimene supernoova, mida nüüdisaja astronoomid said detailselt uurida. Selle vaatlused andsid gravitatsioonilise kollapsi tagajärjel tekkinud supernoovade ja tähtede elutsükli viimaste päevade kohta palju uusi teadmisi



ESA

Illustratsioon kahe neutrontähe ühinemisele eelnevast spiraaltantsust ja sellega tekkivatest gravitatsioonilainetest. LIGO ja Virgo projekti koostöös registreeriti esimesed neutrontähtede ühinemisest lähtunud aegruumilained 17. augustil 2017. Vaid mõned sekundid pärast lainete tuvastamist registreerisid sellise kosmilise kokkupõrkega kaasnenud gammasähvatuse Euroopa kosmoseagentuuride teleskoobid Integral ja Fermi

lahti saada. Pärast supernoova plahvatust lakkasidki kaksiktähesüsteemid olemast.

Üksikute pulsarite eluiga küünib paarikümne miljoni aastani. Magnetvälja nõrgenemise ja pulsari pöörlemisperioodi suurenemise tõttu kaovad selle magnetpoolustel raadiokiirguse tekkeks sobivad tingimused ning pulsar satubki lõpuks pulsarite kalmistule. Esimese pulsari avastamise eest anti 1974. aastal Nobeli füüsikaauhind, aga kahjuks mitte esmaavastajale Bell Burnettile, vaid tema juhendajatele Antony Hewishile ja Martin Ryle'ile.

Kaksikneutrontähed

Järgmises aedikus on seitse kaksikneutrontähesüsteemi, sealhulgas kuulus Nobeli auhinna vääriline Hulse-Taylori süsteem. See avastati 1974. aastal ning Nobeli füüsikaauhind saadi selle eest 1993. aastal. Selle süsteemi pikaajalised raadiovaatlused näitasid, et Einsteini üldrelatiivsusteoorias ennustatud gravitatsiooniliste lainete kiirgamisest tingitud energiakadu on teooriaga suurepärases kooskõlas.

2017. aastal määrati järjekordne Nobeli füüsikaauhind ameeriklastele Kip Thorne'ile, Rainer Weissile ja Barry Barishile, kes avastasid kahe neutrontähe ning neutrontähe ja musta augu kokkusulamisel tekkinud gravitatsioonilained. Kulus peaaegu pool sajandit, enne kui LIGO ja Virgo projekti käigus õnnestus lõpuks avastada need ülinõrgad signaalid. Seeläbi said üle saja aasta tagasi esitatud geniaalsed Einsteini ideed vaatlustega tõestatud.

Siinkohal tasub märkida, et kahe neutrontähe kokkusulamisel tekib suur kogus kulda. Nii et kuldehteid kandes võiks meeles pidada, kuivõrd dramaatilises sündmuste jadas on see metall tekkinud.

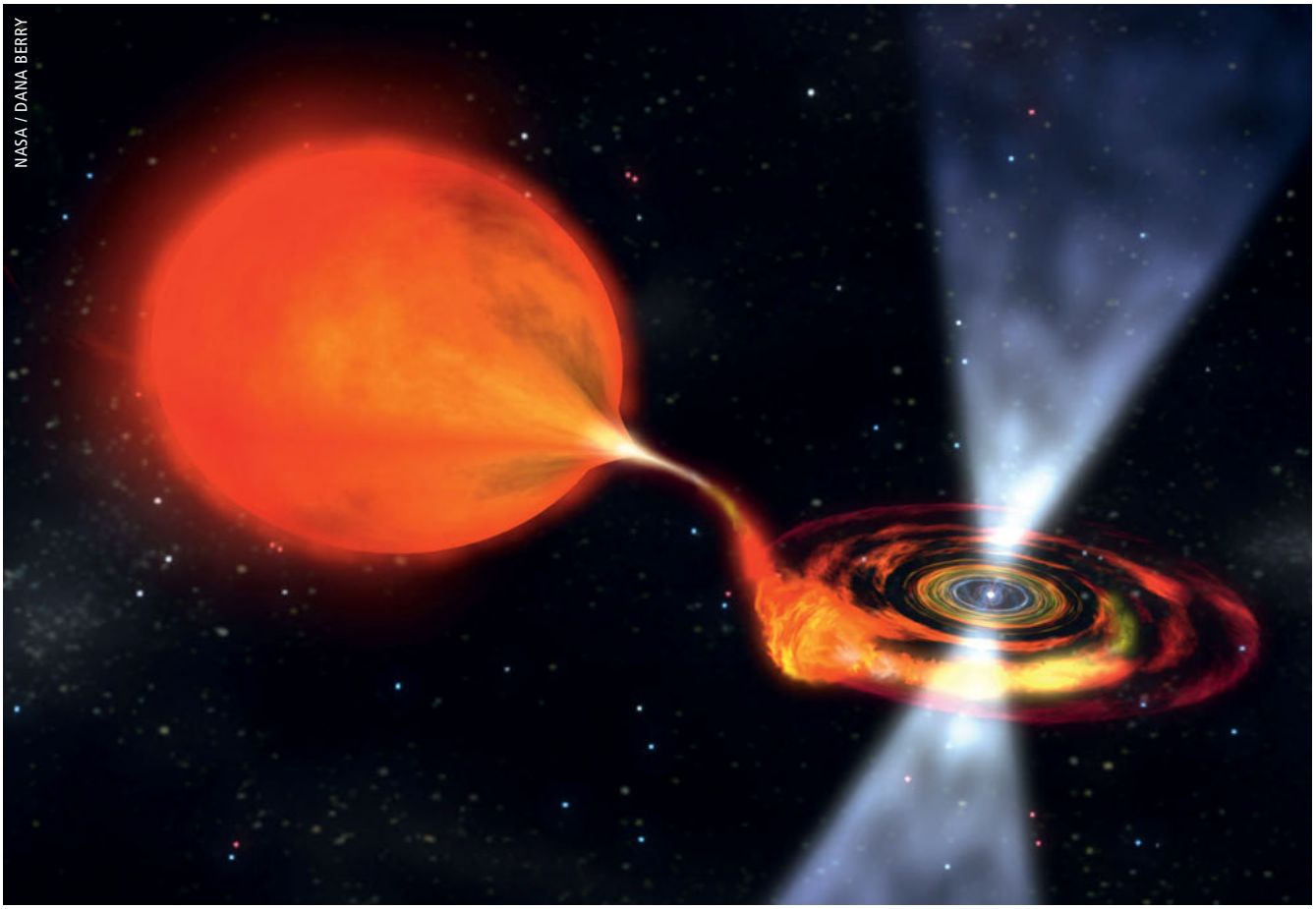
Järgmises kahes aedikus on väliselt küllaltki sarnased kaksiksüsteemid. Esimeses on pulsarid koos valgete kääbustega, millel on süsinikust või hapnikust tuum. Siin võib tuua näiteks kaks noort süsteemi B2303+46 ja J1141-6545. Kusjuures raadiopulsarid ei kuulu neis millisekundpulsarite hulka. See näitab, et akretsioonifaas, mille vältel pulsarid kaaslase kulul oma pöörlemiskiirust kasvatasid, oli olnud suhteliselt lühike. Millisekundpulsarid, mille seltsiline on süsinikust või hapnikust tuumaga valge kääbus, on omaette latris. Kaks sellist süsteemi, J2222-0137 ja J0621+1002, kuuluvad vanade hulka. Erinevalt noorematest on need läbinud pika akretsioonifaasi ja seeläbi on pulsari pöörlemiskiirus suurenenud millisekundilise perioodini.

Järgmises aedikus on 35 objekti, mis koosnevad millisekundpulsaritest ja väikese massiga heelium-valgetest kääbustest.

Ämblike eriruum

Nüüd jõuame oma kaaslasi hävitavate ohtlike ämblike juurde, sestap ei saa me siin rääkida järgmisest aedikust. Selliseid ohtlikke tegelasi tuleb hoida eritingimustes. Alul räägiti seesuguse

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Kunstniku nägemus neutrontähe akretsiooniprotsessist. Selle käigus kasvab neutrontähe (paremal) pöörlemisperiood kaaslase kulul kuni millisekunditeni ning neutrontäht muutub millisekundpulsariks

olemusega ehk kaaslasi hävitavatest tähtedest kui mustadest leskedest (*Latrodectus mactans*, ingl *black widow*; üks Ameerika mandri mürgisemaid ämblikke, emastel on kombeks oma isane partner pärast suguakti nahka pista). Austraallased pakkusid veel ühe liigi, kellel on Ameerika suguvendadega niisama halvad kombed: punaselg-ämblik (*Latrodectus hasselti,* ingl *redback*).

Nüüdseks on avastatud kuusteist musta lese süsteemi, neist esimese leidis juba 1988. aastal Ameerika raadioastronoom Andy Frucher. Californias elades teadis ta hästi selles piirkonnas elavate mustade leskede omapära ja nii saadigi nendelt ämblikelt samalaadse olemusega tähesüsteemidele tabav nimetus.

Nn *redback*'ide peres on leitud kuus süsteemi. Erinevus musta lese ja punaselg-ämblike süsteemide vahel seisneb põhiliselt asjaolus, et esimeses rühmas on tähe kaaslase mass väiksem kui 0,01 Päikese massi ning teises üle 0,1 Päikese massi.

Niisuguseid uusi süsteeme on muu hulgas suudetud avastada seetõttu, et raadiopiirkonna vaatluste täpsus on suurenenud. Samuti on aidanud uusi gammakiirguse allikaks olevaid millisekundpulsareid (ühtekokku 43 teadaolevat allikat) leida Fermi kosmoseteleskoop. Üllatavalt suur osa nendest uutest millisekundilistest pulsaritest kuulub varjutusmuutlike ehk teineteist vaheldumisi varjutavate kaksiktähtede hulka.

Millisekundpulsarid

Umbes 12% kõikidest teadaolevatest raadiopulsaritest on millisekundpulsarid. Enamikul ehk umbes kahel kolmandikul neist on ka kaaslane. Kaaslaseks võib olla erisuguse keemilise koostisega valge kääbus, neutrontäht, põhijada täht või isegi planeet. Esimene millisekundpulsar avastati 1982. aastal.

Umbes 12% kõikidest teadaolevatest raadiopulsaritest on millisekundpulsarid. Enamikul ehk umbes kahel kolmandikul neist on ka kaaslane.

Kuidas sellised pulsarid tekivad? Teoreetikute stsenaariumi järgi eksisteerib säärases süsteemis esialgu kaksiktäht, kusjuures ühe tähe mass on tunduvalt suurem (10–15 Päikese massi) kui kaaslase oma (1,0–1,5 Päikese massi). Tähe eluea määrab suuresti ära tema mass ja aeg, kui kiiresti põleb selle keskmes vesinik. Näiteks meie armsal Päikesel on vaja tervelt 10 miljardit aastat, et tema kütuseks olev vesinik ära põleks. Aga Päikesest 15 korda massiivsem täht põletab vesiniku ära paarikümne miljoni aastaga.

Vesinikust järgmiste elementide heeliumi, süsiniku, hapniku, magneesiumi, neooni ja räni põlemisaeg on tunduvalt lühem. Kõnealuse kaksiktähe süsteemis tähendab see, et üks täht läbib oma arengutee kaaslasest palju kiiremini ja pärast supernoova plahvatust (juhul kui süsteem ei lagune, mis enamasti juhtub), tekib kaksik-

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

tähesüsteem, kus tavalise põhijadatähe kaaslaseks on noor neutrontäht – raadiopulsar. Paarikümne miljoni aasta pärast, kui pulsar on tublisti aeglustunud, tema magnetväli on nõrgenenud ning tavaline täht on täitnud kriitilised tingimused, saabki alata massi ülevoolamine neutrontähele. See leiab aset nn akretsioonikettas: neutrontähe kui gravitatsioonilise tõmbekeskme ümber kogunevas gaasikettas.

Astronoomidele ja tähtede evolutsiooniga tegelevatele teoreetikutele olid juba küllaltki kaua teada sellised süsteemid, kus aine voolab tavaliselt tähelt üle teisele, arenguteel tunduvalt kaugemale jõudnud valgetele kääbustele. Niisugused süsteemid pakkusid huvi, kuna neis kasvas noovade heledus tihti plahvatuslikult. Seetõttu oli isegi vaatlevatel astronoomidel küllaldaselt materjali, mille alusel sedalaadi süsteemide arengu kohta järeldusi teha.

Akretsioonikettas voolava aine liikumismoment kiirendab neutrontähte olenevalt selle magnetvälja tugevusest ja üle kantava aine massist kuni millisekundiliste pöörlemisperioodideni. Kuna neutrontähel on väga tugev gravitatsiooniväli, siis iga grammi aine langemisel eraldub selles väljas hiiglaslik energiahulk: 10^{20} erg/g. Võrdluseks: näiteks vesiniku muundumisel heeliumiks eraldub energiat $6 \cdot 10^{17}$ erg/g. Massi ülekanne kiirusega 10^{-8}–10^{-9} Päikese massi aastas vastab seejuures 10^{38}–10^{37} erg/s, mis on võrreldes Päikesega üliere röntgenallikas.

Kuna pärast akretsiooni on millisekundpulsariks muutunud neutrontähe magnetväli väike, võib selle pöörlemiskiirus aeglustuda miljardeid aastaid ehk nad ei kustu raadiotaevas veel niipea. Samas võib noortel neutrontähtedel aeglustumisele kuluda üksnes kümneid miljoneid aastaid.

Kosmiline muusika

On arvatud, et üksikud millisekundpulsarid, millest oli eespool juttu, on mustade leskede einest järele jäänud lõppsaadused. Seejuures on leitud isegi selline üksik millisekundpulsar, mille ümber tiirlevad planeedid ja asteroidide vöö.

Veel tasub mainida, et millisekundpulsarid on erilised oma musikaalsuse poolest. Nimelt kattub nende pöörlemissagedus nootide sagedusega. Iga pulsar laulab ainult ühte nooti. Näiteks kõige esimesena avastatud musta lese tüüpi pulsari B1957+20 pöörlemissagedus on 621 Hz. Kui näiteks lanoodi sagedus on 440 hertsi, siis sellele kõige lähedasemat heli tekitab oma 457-hertsise pöörlemissagedusega pulsar J2241-5236. Niisuguse tähemuusika näidispalasid leiab kuulamiseks hõlpsasti Youtube'ist.

Kuid see ei ole veel teekonna lõpp. Universumi suures füüsikalaboris tehakse üha uusi ja uusi katseid ning meil jääb ainult üle neid vaadata ja püüda seejuures aru saada, mis toimub. •

Ene Ergma (1944) on astrofüüsik ja akadeemik. 1969. aastal lõpetas *cum laude* Moskva ülikooli astronoomina. 1984. aastal kaitses Nõukogude Liidu teaduste akadeemia kosmiliste uuringute instituudis füüsika-matemaatika doktoritöö, milles uuris termotuumaaine põlemist tähe hilistes evolutsioonistaadiumides. Aastatel 2003–2006 ja 2007–2014 oli riigikogu esimees. 2017. aastal pälvis Eesti teaduse populariseerimise elutööpreemia. Mullu ilmus tema sulest raamat „Kosmos".

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

FÜÜSIKUGA RANNAS EHK TÄNA TEEME LIIVAKOOKE

Et teha avastust, ei pea füüsikule tingimata õun pähe kukkuma, piisab rannaliivaga mängimisest.

Suvine lugeja, seda kirjutist soovitame lugeda rannas, et loost täit mõnu tunda. Seal istud sa ümbritsetuna algava loo peategelasest. Küllap oled rannaliivaga mängides märganud, et see on üks müstiliselt vahva ollus! Näiteks, kui liivakuhjale kühvliga ettevaatlikult kuiva liiva peale kallata, hakkab liiv varem või hiljem varisema, kuni kuhja külg on endise nurga all. Liiv, mille terad on ümarad, hakkab muidugi varisema enne, kui nurgeliste teradega liiv, mille varisemisnurk on suurem. Märga liiva annab samuti kuhjata järsema nurga all kui kuiva. Varisemisnurk oleneb terade kujust ja materjali tihedusest. Muide, kuigi Kuu peal on väga kuiv ja enne Kuule minekut kardeti, et kosmoselaev võib kuutolmu koguni ära uppuda, sarnaneb kuutolm pigem märja liivaga. Kuutolmu terad on mikroskoobi all vaadates sakilised, sest nad pole kokku puutunud vee ja õhuga, ja see takistab nende veeremist.

Kui variseb lapse tehtud väike liivakuhi, ei juhtu midagi. Aga suurtesse kuhilatesse kogutud liiva, kruusa või vilja varisemine võib olla eluohtlik. Kui varisemisnurka ei arvestatud, võis purjelaevade ajastul ähvardada koguni laevahukk (vt Horisondi 2003. aasta neljandas numbris ilmunud Vello Mässi artiklit). Kuna viljaterad on ümarad ja libedad, siis on nende varisemisnurk väike. Kui laev kaldub ühele poole, kipub vili laevatrümmis seetõttu samale küljele vajuma. Veel paar-kolm tugevamat tormilainet ja laev lähebki ümber! Seda saab vältida, tehes lastiruumi vaheseinad, mis takistavad vilja liikumist. Samamoodi peab puistematerjali varisemisnurka arvestama tee- ja raudteetammide muldkeha ehitades, kaevandatud maake ja aherainet ladustades, karjäärinõlvu planeerides jne.

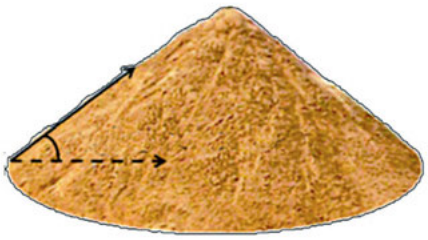
Mõistagi on sellel, kui mõistame teraliste ainekuhjade käitumist, suur rakenduslik väärtus. Aga see pole siiski peamine põhjus, miks matemaatikud ja füüsikateoreetikud liivaga mängida armastavad. Nii nagu Newton nägi oma õunajuhtumi taga suuremat gravitatsiooniteooriat, nii mõistsid ka teadlased, et väike liivahunnik peidab endas midagi hoopis põnevamat. Kujutage ette liivakella, kus liiv terahaaval kuhjale nõriseb. Liiga järsu nurga all kuhjunud liiv vallandab viimaks varingu, mis tasakaalu taastab. Liiv hakkab uuesti kuhjuma ja kõik juhtub otsast peale. Enamik varinguid ei ole kuigi suured, sest on tõenäolisem, et liiv variseb paika, kui on kuhjunud alles 10, mitte 100 liivatera, rääkimata 1000-st. Me ei tea, milline tera järgmise varingu esile kutsub ja kui suur see on, kuid teame, et mida suurem on varing, seda vähem tõenäoliselt ta tekib.

Füüsikud Per Bak, Chao Tang ja Kurt Wiesenfeld avaldasid 1987. aastal teadustöö, kus tegid selgeks, et liivahunnik kõlgub pidevalt kahe oleku vahelisel kriitilisel piiril. Üks olek on liivaterade varisemine ja teine nende paigalolek. Me võime koormate viisi liiva juurde kallata, aga liivakuhja sein käitub lähemal vaatamisel ikka ühtemoodi. Liivaterad kuhjuvad ja siis varisevad ning seda viisil, et väiksed varisemised on sagedasemad ja suured harvemad.

Füüsikud kutsuvad sellist kahe oleku vahelist piiri kriitiliseks olekuks. Neid on kõikjal meie ümber, olgu selleks siis vee külmumine või keemine, raua magneetumine või vihmapilve kondenseerumine veeks. Liivahunnik on aga kriitiliste nähtuste maailmas erilisel kohal. Kui näiteks vett tuleb selle külmumispunktis hoida täpselt temperatuuril null kraadi, siis liivale omase varisemisnurgaga liivakuhi tekib alati, kuidas iganes liiva maha kallame. Kui mingi objekt käitub nii, et tema omadused on teatud aja möödudes sarnased, siis nimetavad füüsikud seda iseorganiseerumiseks. Kui aga objekt käitub nii, et ta „korraldab“ ennast ise kriitilisse olekusse, siis kutsume seda iseorganiseeruvaks kriitilisuseks. Selle suurepärane näide ongi liivakuhi.

Peale liivalaviinide lükkasid Bak ja tema kaastöötajad käima ka vaimse laviini: järgmistel aastatel avastati füüsikas, bioloogias, geoloogias, planetoloogias ja veel paljudes teistes teadusharudes, et iseorganiseeruv kriitilisus on väga olulisel kohal nii eluta kui ka elusas looduses. Erilist tähelepanu on see muidugi pälvinud bioloogias ja ökoloogias. Tundub, et elusloodusele on iseorganiseeruv kriitilisus lausa ellujäämise küsimus. Täpset põhjust, miks see nii on, me veel ei tea. Siiski, intuitiivselt on ju selge, et teatud biokeemilisi reaktsioone on kiirem teoks teha kriitilises olekus. Tavalises kriitilises olekus võivad reaktsioonid kergelt kontrolli alt väljuda, kuid iseorganiseeruva kriitilisuse korral seda muret pole, sest reaktsioon läheb ise kriitilisse olekusse tagasi.

Leidub ka olendeid, kes liiva varisemisnurka väga otseselt ära kasutavad. Ka Eestis elab sipelgakiil, kelle vastseid



Kui rannas kuivast liivast kuhja ehitada, siis tekivad selle külgedel pidevalt väiksed liivavaringud. Just need varingud on põhjus, miks liivakuhja varisemisnurk jääb alati enam-vähem samaks. Liivakuhi otsekui tahaks alatasa olla varingu piiril – seda nimetatakse iseorganiseeruvaks kriitilisuseks. Tuleb välja, et just elusloodusesleidub üllatavalt palju sedalaadi nähtusi

WIKIPEDIA

Liivalehter. Ka Eestis elavad sipelgalõvid (*Myrmeleon*) oskavad liiva kriitilist omadust enda kasuks ära kasutada. Kui sipelgas satub liivalehtrisse, hakkab ta liivaga koos alla varisema, otse lehtri põhjas asuva sipelgalõvi tugevate lõugade vahele

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Kallis lugeja, võta rannakühvel ja asu liivakuhja tegema. Seda imetledes meenuta, et sinu aju toimetab samuti varisemise piiril.

kutsutakse sipelgalõvideks. Need röövlid kasutavad liiva varisemisnurka ära selleks, et endale lõunasööki hankida. Sipelgalõvi kaevab liivasse lehtri, mille seinad on täpselt varisemisnurga all. Kui lehtrisse satub sipelgas, hakkab liiv tema jalgade all varisema. Sipelgalõvi tajub seda ja aitab liiva üles visates kaasa, et saak tema tugevate lõugade vahel lõpetaks.

1999. aastal püstitas Per Bak põneva hüpoteesi, et aju võib samamoodi kui liivakuhi balansseerida iseorganiseeruval kriitilisel piiril. Meie aju kümnete miljardite närvirakkude vahel on keeruline ühenduste võrgustik. Närvirakkude vahel käivad pidevalt edasi-tagasi elektriliste signaalide puhangud. Iga närvirakk ehk neuron võib omakorda saata signaali ühele või enamale rakule. Kui kuhjale kukkuv liivatera tekitab liivavaringu, siis teistele neuronitele signaale saatev närvirakk võib esile kutsuda terve signaalivalangu. Nagu liivakuhjaski, tuleb väiksemaid „varinguid“ ette sagedamini kui suuri. Uurijad leiavad, et kriitilisel piiril on aju võime informatsiooni töödelda kõige suurem.

Aju on ebakindlas tasakaalus igava juhuslikkuse ja igava korrapära vahel. Kui aju töötaks allpool kriitilist piiri, siis kustuksid meeleorganitest tulevad signaalid kiiresti ilma ajutegevust mõjutamata – samamoodi nagu siis, kui üritad rääkida magava või purjus inimesega. Säärane aju ei suuda muutuvate tingimustega kohaneda. Seegi, kui signaal plahvatusena mööda aju laiali leviks, ei oleks hea. Näiteks on langetõve põhjus närvisignaalide kontrollimatu võimendamine, kui aju haarab suurem elektriline „varing“.

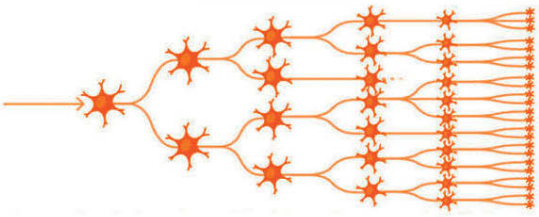
Kriitilisel piiril töötades aktiveerib iga neuron oma signaaliga keskmiselt ühe uue neuroni. Nõnda levib informatsioon neuronite signaaliahela teel ühest ajuosast teise, kustumata ära ega paisumata liialt suureks. Muidugi tekib küsimus, kuidas nii mürarikas süsteem kui aju saaks niimoodi noateral püsida. Signaalide virvarris võiks kergesti juhtuda suurem „varing“ ja kriitilisus kaduda. Teadlased ei kahtle enam, et aju töötab kriitilise piiri lähedal, kuid mõned uurijad arvavad, et pigem on aju töörežiim veidi allpool kriitilist. See teeb aju töö stabiilsemaks, aga info liigub ja seda töödeldakse ikka peaaegu sama hästi.

Mõned teadlased väidavad, et meie aju käitub samamoodi kui liivakuhi ehk teisisõnu, aju on iseorganiseeruvas kriitilises olekus. Liivaterade varingu asemel kulgeb ajus signaalide „laviin“ närvirakkude vahel.

Alakriitiline aju: aktiveeritud neuron aktiveerib vähem kui ühe järgmise neuroni.

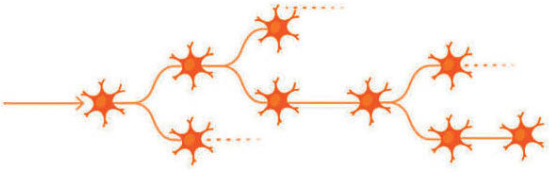
Sisenev närvisignaal kustub kiiresti.

Ülekriitiline aju: aktiveeritud neuron aktiveerib rohkem kui ühe järgmise neuroni.



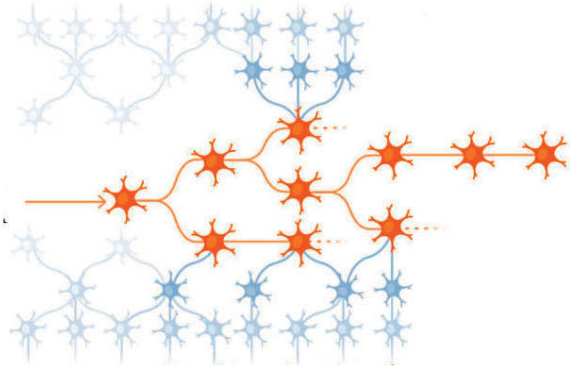
Sisenev närvisignaal kutsub esile kontrollimatu laviini.

Kriitiline aju: aktiveeritud neuron aktiveerib keskmiselt ühe järgmise neuroni. Siiski, sellises ajus on pidev laviinioht, kuna närvirakkudes eksisteerib ka taustmüra, kus rakud aktiveeruvad kas juhuslikult või teiste sisendsignaalide mõjul.



Sisenev närvisignaal levib efektiivselt rahulikus ajupiirkonnas.

Kvaasikriitiline aju: aktiveeritud neuron aktiveerib natuke vähem kui ühe järgmise neuroni aktiivses („mürarikkas”) ajus ja rahulikus ajupiirkonnas keskmiselt ühe järgmise neuroni.



Sisenev närvisignaal levib efektiivselt nii rahulikus kui ka mürarikkas ajupiirkonnas.

Ahvide, rottide ja kasside närvisignaalide uurimisel on tehtud kindlaks, et kui neuron saab teiselt signaali, saadab ta selle edasi keskmiselt 0,98 kuni 0,99 neuronile. See kinnitab, et aju töötab üsna kriitilise piiri lähedal. Ajuaktiivsuse mõõtmine langetõvehoo ajal näitab jällegi, et kriitilise piiri väikseid „varinguid“ siis ei toimu.

Kallis lugeja, võta nüüd oma laste käest rannakühvel ja asu ise liivakuhja tegema. Ja seda imetledes meenuta, et sinu aju toimetab samuti varisemise piiril. Vaata hoolega enda ümber. Ehk oled sina järgmine Newton või Bak, kes leiab oma õuna või liivakuhja, mille põhjal teha suuri järeldusi maailmale. •

Andi Hektor (1975) on keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur. Tema teadustöö põhisuunad on osakestefüüsika, astroosakestefüüsika, kosmoloogia, kosmilised kiired ja andmeteadus.

Kristjan Kannike (1978) on keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur. Tema teadustöö põhisuunad on osakestefüüsika, kosmoloogia ja varajase universumi füüsika.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

AIN KALLIS

ILM JA SELLE ENNUSTAJAD

Ennustamine olla täideminekuga või ilma selleta. Viimast juhust kutsutaksegi seepärast ilmaennustamiseks.

Noorem teaduslik töötaja P. Pussak (Paul Vassar)

Ajaleht Nelli Teataja kirjutas 1997. aastal: „Kui mõtleme, et kunagi inimesed elasid, külvasid ja töötasid ilmajaamata, siis näib ilmajaam üldse luksusena, mis on meid ära hellitanud“. Samal ajal väitsid ka mõned talunikud, et õige külviaja määramiseks pole üldse tarvilik ilmaprognoos, sest mulla soojust saab küllaltki täpselt määrata palja tagumikuga kraadides. Kaugel 1898. aastal kirjutati ühes USA ilmafolkloori käsitlevas raamatus: „Iga vana lehm on parem ilmaprohvet kui ilmaennustused ajalehtedes!“.

Sünoptikuamet on tänamatu. Kui vanasti jaht õnnestus, sai suguharu nõid preemiaks suurema lihatüki, kui aga ilm ürituse untsu keeras, löödi ebaprofessionaalne ennustaja lihtsalt maha.

See elukutse on ka paljude sajandite möödudes jäänud üpris ohtlikuks, vähemalt mõnel maal: 1996. aasta aprillis sadas Peruu Sicuani linnas populaarse telesünoptiku Francisco Arias Olivera prognositud 50 mm asemel maha tervelt 483 mm vihma (peaaegu Eesti aastane kogus!), kohalik jõgi tõusis üle kallaste, hukkus 17 elanikku. Vihased linnakodanikud ründasid telestuudiot ja lintšisid süüdlase. Sünoptiku koht olevat senini vakantne.

Teine kõmu tekitanud karistus rappaläinud prognoosi eest – kuus kuud aresti – tabas 2002. aastal Rio de Janeiro ilmateenistuse juhti Luis Carlos Austinit, kuna karnevali ajaks ennustatud tugev torm suundus mujale. Osavõtjate arv aga kahanes ligi miljoni võrra.

Eestis pole õnneks lood nii täbaraks läinud: paarikümne aasta eest olevat küll üks talumees sünoptik Helve Kotlit püssiga ähvardamas käinud ja ilmatark Vadim Želninil lubati piip puruks lüüa: mõlemal korral ootamatu vihmahoo eest palaval heinaajal.

Ilmabüroosid on sageli püütud panna vastutama valeprognoosi eest. See pole õnnestunud, sest sünoptiline meteoroloogia ei ole täppisteadus, tegemist on ennustustega, nagu on sedastanud kohtud.

Kes vastutab?

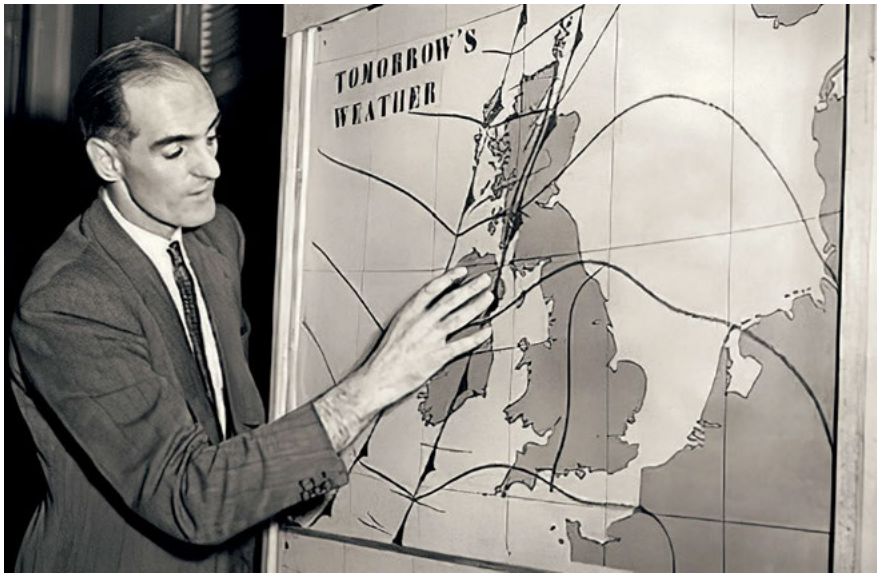
Ilmabüroosid on sageli püütud panna vastutama valeprognoosi eest. Prantsusmaal on Météo-France vähemalt 15 korda antud kohtusse vale prognoosi eest. Asjatult. See pole õnnestunud ka USA-s ega Venemaal, sest sünoptiline meteoroloogia ei ole täppisteadus, tegemist on ennustustega, nagu on sedastanud sealsed kohtud.

Paar näidet naabrite juurest. Aastal 2010 pani tollane Vene eriolukordade minister (nüüdne kaitseminister) Sergei Šoigu riigiduumale ette karistada meteorologe valeprognooside eest. Oma vastukommentaaris teatas ilmateenistus, et juba sõna „prognoos“ sisaldab mingit määratlematust, absoluutselt täpseid prognoose ei tule

WIKIPEDIA

2012. aasta juulis Krõmski linna uputanud vihmavesi sai saatuslikuks enam kui 170 inimesele

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



WIKIPEDIA

BBC esimese ilmateadustaja George Cowlingi esimene teleesinemine 11. jaanuaril 1954

kunagi. Ebaõiged ennustused tulenevad nii ilmateaduse tasemest kui ka vaatlusvõrgust. Ja et nelja-viie päeva prognoosid on saavutanud taseme, mis oli 1970. aastatel järgmiseks päevaks tehtud ennustustel.

2012. aasta juulis tabas Lõuna-Venemaal Krasnodari krais Krõmski linna uputus, kus hukkus üle 170 inimese. Kuulujutud rääkisid veehoidla lüüside avamisest, et päästa Novorossiiski linn väikese Krõmski hinnaga. Kohalik päästeamet süüdistas sünoptikuid hilise prognoosi andmises.

Mis juhtus tegelikult? Ilmateenistus oli juba ööpäev varem andnud paduvihmahoiatuse, mida hiljem aina korrati. Vihma tuli aga pool aastanormist ehk üle 300 mm! Vesi kogunes raudtee- ja maanteetammide taha, siis murdis sealt „tsunamina“ läbi. Päästetööd olid aga mannetud.

Kordus peaaegu sama lugu mis 2002. aastal naabrite juures Stavropoli krais. Äkktulv uputas toona 102 inimest, hukkus 11 000 karilooma.

Kuhu jäi sünoptikute hoiatus, põrutas Šoigu. Nood pareerisid: paduvihma hoiatus anti, aga seda ei osanud keegi ennustada, et polnud kohta, kuhu seda edastada, sest krai päästetöötajaist polnud kedagi tööpostil.

Eestis oli prognooside täpsus rohkem kõne all pärast 2005. aasta jaanuari suurtormi. Mäletatavasti oli siis tuuleprognoosiga kõik korras, kuid selleks, et ennustada arvutimudeliga rekordilist veetõusu, toona riigil raha polnud.

Kes olid tookord peamised ilmateenistuse kirujad? Muidugi Pärnu maavanem, keda valitsus kritiseeris aeglase tegutsemise pärast, ja üks rikkur, kelle mereäärse villa mööbel sai kahjustada. Ta väitis koguni: „Inglismaal kehtib siiamaani vale ilmaennustuse eest surmanuhtlus, seetõttu on Inglismaa ennustajad alati väga täpsed“. Väide, mis lõbustas sealseid sünoptikuid.

Näiteid on veelgi. Aastal 2012 kirjutati Lõuna-Aafrika vabariigi uuest seadusest: saata erafirma, kes on teinud vale ilmaennustuse, mis toob kaasa paanika, kuni viieks aastaks trellide taha.

Muuseas, on teada üks juhtum, kui sünoptik on vallandatud õige prognoosi eest! 1995. aasta aprillis plaaniti Californias San Joaquin Valley's korraldada suurt rahvapidu. Kohaliku telejaama sünoptik ennustas vihmast ilma. Teda püüti igati veenda ilma, õigemini küll prognoosi, parandama, aga asjata. Kangekaelne mees lasti lahti; ilm, muide, keeras aga õige hulluks.

Ilmaennustajad kui meediatähed

„Eestis pole ilmaennustaja kaugeltki enam tavaline teletöötaja. Ta on seltskonnalõvi ja meediastaar!“, kirjutati Eesti Ekspressis 2007. aastal. Muide, toona intervjueeris leht Kanal 2 nn ilmatüdrukuid.

Sellest ajast, kui Jim Fidler luges 1940. aastal Cincinnati TV-s ette maailma esimese teleilmaprognoosi või kui briti sünoptikud 1954. aastal helendavale ekraanile pääsesid, on televisioonis leidnud aset väga suured muutused, seda nii saadete tehnikas kui ka „elavjõus“.

Esimesed BBC ilmatutvustajad pidid olema meteoroloogilise kõrgharidusega noored mehed (ilma prillideta, sest need läikisid). Hiljem said ekraanile ka vanemad mehed: nende etteasted olevat veenvamad. BBC telesünoptikuist kõige kuulsama – Michael Fishi – karjäär kestis näiteks üle 25 aasta.

Enamikus maades on ilmaennustus endiselt meeste ala. Õrnemast soost töötajaid oli 2007. aastal ilmateenistuses kõige vähem Süürias (0 protsenti), Pakistanis (0,3 protsenti) ja Jaapanis (1,6 protsenti). Televisioonis olukord nii hull ei ole: ekraanidel võib näha nii elegantseid Pikse-Peetreid kui ka Baromeetri-Barbie'sid. Muidugi eelistatakse värvata telegeenseid, samas kogemustega sünoptikuid. Nemad oskavad operatiivselt, juba eetris olles, ilmamuutusi tõlgendada.

Prognoos atraktiivsemaks!

Paarkümmend aastat tagasi nentis Peeter Volkonski, et eelistab vene ilmateateid: nood olevat seksikamad. Meie telekanaleist on talle vastu tulnud eelnimetatud Kanal 2, kus ilma- ja horoskoobinäitsikute kirevus peaks aparaatide juurde meelitama eeskätt meessoost vaatajaid.

Sealsete esinejate riietus ongi tegelikult arukalt läbi mõeldud, kusjuures sünoptiline kaart koos andmetega jääb tagaplaanile. Mõned näited.

Kui kaunitaride huuled talvel läikisid, oli selge, et oodata on jäidet. Avaram dekoltee viitas selgemale taevale, paksem topp aga külmale. Kui suvel välguvad silmad, siis läheneb äike.

Aastal 2006 võeti ilmatüdrukute väljanägemises kasutusele uuendused, nimelt kehamaalingud. Prognoose piltlikustades oleks võinud riietusesemete matkimise asemel keha kaunistada Eesti maakaart, millel on näha pilved, vihm ja äike kas või (põhja)nabani välja.

Üks tollaseid telejaama juhte Toomas Lepp kommenteeris tehtut: „Meie .. meelelahutuslikku teed ei lähe. Kui aga eesti rahva iive peaks striptiisist ilmateates suurenema, siis on sellel mõtet“.

Säärase ilmateate esitamise moodu-se vastu protestijatele võib öelda, et kelmikast etlemisviisist iivet tõstva striptiisini on veel tükk maad (nahka). •

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

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Veenuse naudingute tõbi

Gonorröa on eeskätt sugulisel teel leviv nakkushaigus, mis tabab valdavalt kuse-suguteid, aga ka pärasoolt ja silmi. Viimasel juhul võivad lapsed olla nakkuse saanud sündides emalt. Tõbi sai nime antiikajal. Vana-Rooma teadlane Aulus Cornelius Celsus kasutas 1. sajandil ladinakeelset terminit *profusio seminis* (seemne voolus), kreeklasest arst Galenos sajand hiljem aga mõistet *gonorrhoia* (kr *gone* 'seeme'; *rhoia* 'voolama').

Antiikaja arstid käsitlesid haiguse tekitatud mädast eritist tahtmatu seemneeritusena, mis ei paku naudingut. Arvatavasti seetõttu omistati tõbe pigem meestele. Kuigi juba antiikajal leidus uskujaid, et gonorröad võivad põdeda ka naised, kohtas veel 20. sajandil mõttearendusi, et tegemist on eeskätt meeste haigusega, mida levitavad „kergete elukommetega naised". Näiteks väljendati sellist seisukohta Eestis 1927. aastal ilmunud raamatukeses „Suguhaigused – tegeliku arsti seletused suguhaigustest hoidumisest ja nende arstimisest", mille autor on arstiteadlane Juhan Vilms. Tõepoolest, naistel avaldub gonorröa tuntuim sümptom – valulik urineerimine – leebemalt, mistõttu võidi nende puhul rääkida lihtsalt mingist voolusest („valgest").

Enne antibiootikumide kasutuselevõttu oli gonorröa, mida rahvakeeli tuntakse tripperina (keskülemsaksakeelsest sõnast *trippen* 'tilkuma'), väga ränk haigus, sest välja ravimata kroonilise põletiku tõttu kuseteed ahenevad, peale selle võib tekkida eesnäärme- või liigesepõletik, südame sisekesta põletik ning ajukelmepõletik (meningiit), mille kätte võib inimene surra. Naistel põhjustab tripper emakakaela ja -manuste (munasarjad ja -juhad) põletikku. Kahtlemata tähendas kroonilise haigusega kaasnev viljatus traagikat üksikindiviididele, kuid sellest võis kujuneda ka riiklik murekoht ühiskondades, kus eesmärk oli sündimust suurendada.

Protogonorröa

Vihjeid tripperile võib leida juba vanast testamendist. Kolmanda Moosese raamatu 15. peatükist loeme: „Iga mees, kellel on ihust voolus, on selle vooluse tõttu roojane". „Veenuse naudingutega" kaasnevat tõbe, mis võis patsienti kurnata aastaid, tundis ka Hippokrates. Usuti, et gonorröad põde-

TARTU ÜLIKOOLI MUUSEUM

Suguhaigused kujutasid suurt ohtu 19. sajandi eliidile, kuhu kuulunud meestel soovitati abielluda alles 40-aastaselt. Seni võis aga nii mõndagi juhtuda, näiteks põdes 1892. aastal süüfilist 24% Tartu ülikooli üliõpilastest. Tripper oli ilmselt veel rohkem levinud. Pildil joonistused Tartu ülikooli kartseri seinalt

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

vad mehed kaotavad oma mehisuse ja elujõu, naised kipuvad aga minetama „vooruslikkust“. Antiikautorid soovitasid raviks rahu ja paastu, alakeha jahutamist ning oksendamist. Mõelda tulnuks sugulisele karskusele ja seksuaalfantaasiate piiramisele.

Samas ei ole lõplikult selge, kas toonase *gonorrhoia* puhul oli tegemist praeguse tripperiga, sest antiikautorid ei ole tõve sümptomina kordagi maininud valulikku urineerimist. Viimasel ajal ongi molekulaarbioloogia meetodeid rakendades jõutud selgusele, et nüüdsete gonorröatüvede ühine eellane eksisteeris 16. sajandil. Seega võiks arvata, et aja jooksul on gonorröatekitaja muundunud varasemast vähevirulentsest ja leebemate sümptomitega tõvest, mida kirjeldasid antiikaja autorid, nüüdisaegseks tripperiks. Seejuures on huvitav, et sedalaadi „hüpe“ toimus samal ajal ilmselt ka süüfilisetekitajaga.

EESTI MEREMUUSEUM

Suguhaiguste riskirühm on alati olnud sõjaväelased ja meremehed. Pildil on gonorröa raviks mõeldud süstal, mis pärineb veel antibiootikumide-eelsest ajast

Tripper uusajal

Alates 15. sajandist on arutletud selle üle, kas tripperi ja süüfilise puhul võiks olla tegemist sama tõve eri avaldumisvormidega. Alles 1838. aastal tõestas prantsuse arst Philippe Ricord, et tegu on eri haigustega.

16. sajandil raviti gonorröad elavhõbeda(ühendite)ga, millelt loodeti abi ka süüfilise korral. Vahe seisnes selles, et süüfilise raviks võeti elavhõbedaühendeid sisse, tripperi korral viidi neid aga kuseteedesse (jutt käib ikka meestest). Elavhõbedaravi õpiti araablastelt, kes kasutasid seda nahahaiguste, näiteks leepra vastu. 18. sajandil loputati kusejuha kuuma veega, kusjuures usuti, et raviefekt on seda parem, mida suuremad on patsiendi kannatused. 19. sajandil lisandusid ravimite nimekirja kroomi- ja hõbedaühendid ning kaaliumpermanganaat (siit ka rahvakeelne nimetus „tripperililla“).

Pärast seda, kui Albert Neisser oli 1879. aastal ära määranud gonorröa tekitaja – see on gonokokkide hulka kuuluv bakter *Neisseria gonorrhoeae* – ja oli selgeks saanud, et mikroorganismid kardavad kõrgeid temperatuure, võeti kasutusele kuumutamisteraapia (püroteraapia). Selleks paigutati patsient neljaks kuni kuueks tunniks kambrisse (pea jäeti välja), kus hoiti 41-kraadist temperatuuri. Rakendati sellistki meetodit, kus soojuselement paigutati patsiendi tuppe või pärakusse.

Haigustekitajast püüti valmistada ka vaktsiini, kuid see osutus ebaefektiivseks. Murrang saabus tripperi ravis alles 1930. aastate keskel, kui võeti tarvitusele esimesed antibakteriaalsed sünteetilised ravimid – sulfoonamiidid. 1940. aastatel tulid kasutusele juba penitsilliin ja teised antibiootikumid, millega ravitakse tripperit ka tänapäeval, mil uueks mureks on kujunenud ravimiresistentsete tüvede teke.

Vastuoluline profülaktika

19. sajandi keskel seletas kuju võttev nn degeneratsiooniteooria populatsioonis leiduvaid vaimuhaigusi ja muid nõrkusi eellaspõlvkondade vale eluviisi (sh vale seksuaalkäitumise), aga ka põetud haigustega. Suguhaigustevastases võitluses pöörati teravik prostituutide vastu. Võitlus oli vastuoluline, sest ajastu mõtteviisi järgi peeti iseenesestmõistetavaks, et mehed rahuldavad oma „loomulikke“ sugulisi vajadusi väljaspool abielu. Käike prostituutide juurde peeti pereõnnele koguni kasulikuks, sest sel juhul ei „ahistanud“ mehed oma (ega ka mitte „ligimese“) abikaasasid, kelle puhul eeldati seksuaalsuse ohverdamist emaduse kasuks. Seetõttu ei selgitatud prostitutsiooni vastu võideldes selle nähtuse põhjusi, vaid pigem püüti prostituute allutada suuremale kontrollile. Meesarstide ja -ametnike jõhkrus andis tekkivale naisliikumisele seega veel ühe valdkonna, millega tegelda. Nõudmisest tagada naistele võimalus, et neid vaataksid üle naissoost günekoloogid, sai üks tegureid, mis avas alates 19. sajandist naistele ülikoolide arstiteaduskondade uksed.

Võitlust suguhaiguste vastu takistas ka moraalne kitsarinnalisus. Ehkki lateks oli võetud tarvitusele juba 19. sajandi keskpaigas ning 20. sajandi alguses oli leiutatud ka kautšuk, läks neist valmistatud kondoomide kasutuselevõtt ometi visalt. Ühelt poolt ei aktsepteerinud kirik asjaolu, et kondoomiga saab ära hoida rasedust (USA-s võrdsustati kondoomide reklaam koguni pornograafiaga ning keelati). Teisalt oldi arvamusel, et „ärahoidvate“ vahendite tutvustamine näiteks sõjaväes tekitab noortes meestes „ebatervet“ huvi vastassugupoole vastu. Ka Eestis arvati sõja eel, et vähemalt „rikkumata“ maapoisse peaks sellisest teabest säästma.

Samuti püüti sedalaadi teabest „säästa“ naisi. Eestis kurtis arstiteadlane Henrik Koppel juba Esimese maailmasõja ajal, et suguelulist tervishoidu käsitlevad üllitised näivad olevat mõeldud ainult meestele. Ent olukorras, kus enam ei vaieldud selle vastu, et naisel on mehega võrdsed õigused, ei saanud tema meelest kuidagi põhjendada seda, et naisterahvad „mõnda enesekaitse abinõu mitte ei peaks teada tohtima“. Ometi võis veel 1933. aastal, kui Tartu ülikoolis loeti arstitudengitele esimest korda meditsiinieetikat, selle aine konspektist lugeda: „Kui nt noor abielunaine oma abielu alul nakatatakse oma mehe poolt gonorröaga, siis üldiselt küll on otstarbekas haiguse tõelist iseloomu naise eest varjata“.

Selline suhtumine on jäänud minevikku, ent tripper on endiselt meiega. 2019. aastal registreeriti Eestis 81 gonorröa juhtu (2020. aastal vaid 23, seda „tänu” pandeemiale), maailmas tervikuna aga miljon korda rohkem. •

✎ **Ken Kalling**, meditsiiniajaloolane

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ANU KANNIKE, ESTER BARDONE

RESTORANI KÄNNU KUKK ÕHTUSÖÖGIMENÜÜ AASTAST 1972

Nõukogude ametliku retoorika järgi olid kõik kodanikud küll võrdsed, kuid tegelikult said mõndagi hüve, sealhulgas külluslikke eineid, nautida ainult vähesed. Omaette priviligeeritute klassi kuulusid nomenklatuursete ametite esindajad (kommunistliku partei juhttegelased, kõrgemad sõjaväelased, tööstusettevõtete juhid), kes said osta kvaliteetsemat kaupa eripoodidest, einestada argipäeviti kinnistes sööklates ja nautida pidupäevadel erimenüüsid restoranides.

ANU KANNIKESE ERAKOGU

Toitlustustöötajad Kännu Kuke restoranis, 1970. aastad

EESTI ARHITEKTUURIMUUSEUM

Restorani Kännu Kukk interjöörivaade

autorõigus MTÜ Loodusajakiri

Üks dokumente, mis annab aimu tavainimesele kättesaamatutest nõukogude gurmeeroogadest, on 1972. aasta oktoobris Tallinna külastanud Iraani šahhi ja šahhinna auks restoranis Kännu Kukk korraldatud õhtusöögi menüü. Küpse sotsialismi ajal olid Balti liiduvabariigid tuntud kui Nõukogude Lääs – siinne kõrgem elamis-, teenindus- ja toidukultuur võimaldas näidata väliskülalistele režiimi mahedamat palet.

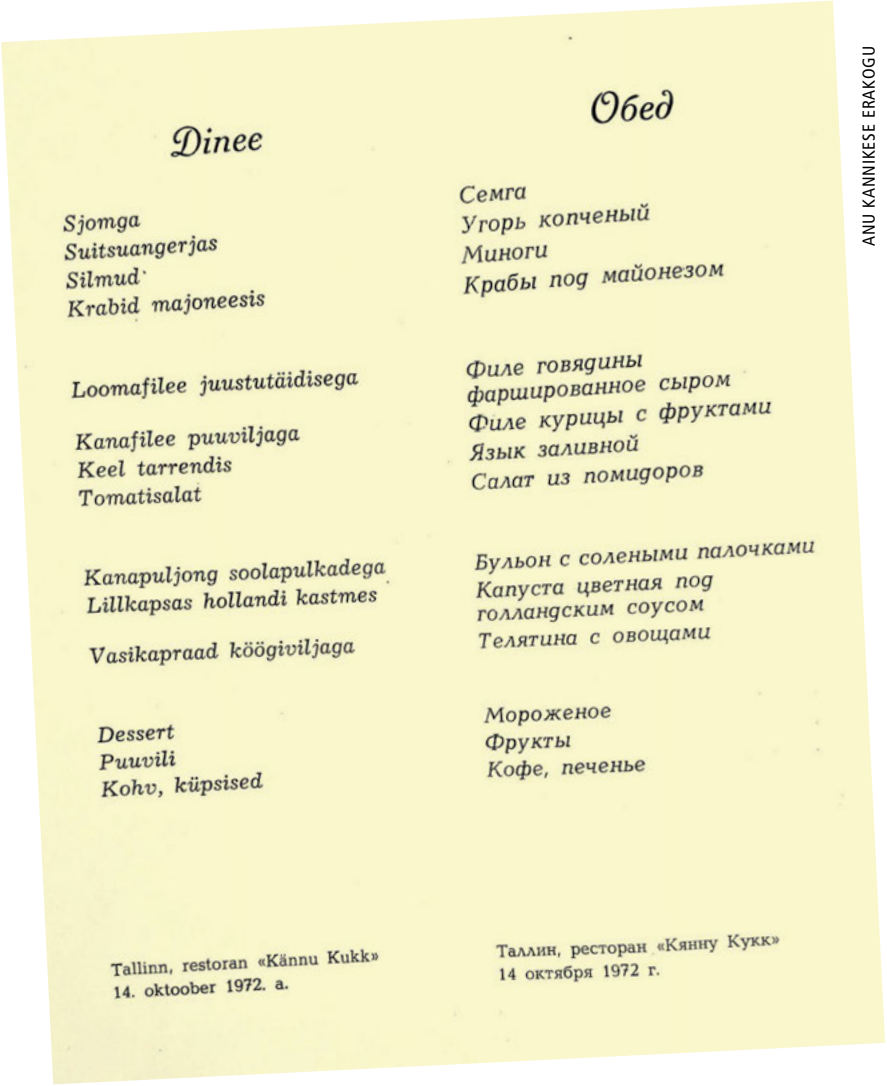
Nõukogude Eesti modernsuse lipulaev: Kännu Kuke keskus

1960. aastail kerkis Tallinna Eesti esimene modernistlik uuselamurajoon Mustamäe. Igasse valmivasse mikrorajooni oli kavandatud uut tüüpi ühiskondlik-kaubanduslik keskus, mille eeskujuks olid võetud Rootsi ja Soome sõjajärgsed eeslinnad. Toonane puitu, tellist ning klaasi kombineeriv stiil kehastas moodsa ajastu optimismi ja positiivsust, kuid ka Eesti arhitektide ja disainerite lääne orientatsiooni. Kõige esinduslikumaks peeti Peep Jänese kavandatud ABC-5 kompleksi Vilde teel (avati 1970). Sealse restorani järgi hakati seda nimetama Kännu Kuke keskuseks. Sellesse keskusesse kuulusid ka toidu- ja tööstuskaupade pood ja populaarne kulinaariakauplus ning pakuti muidki teenuseid.

Restoranis Kännu Kukk oli kohti 380 einestajale. Saali kaks seina olid klaasist, viimistluses oli kasutatud vaske ja musta drapeeritud kangast, uksed olid kaetud heleda ja istmed tumeda nahaga ning kardinatele olid maalitud kukemotiivid. Läbi klaasseina avanes vaade purskkaevuga siseõuele. Eraldi oli sisse seatud kaminatega banketisaal.

Kännu Kukk oli 1970. aastatel mainekas ja kõrgetasemeline restoran, kus korraldati ka kelnerite ja kokkade võistlusi. Restorani tasemest andis tunnistust asjaolu, et köögis töötasid kõrgema, IV kategooria peakokad ja baarmenina üleliiduliste võistluste võitja Dimitri Demjanov. Seejuures polnud Kännu Kukk mitte üksnes mainekas söögikoht, vaid ka menukas peo- ja tantsupaik, kus õhtuti mängis elav muusika.

1970. aastad olid Kännu Kuke tippaeg, 1980. aastail hakkas koha kuulsus tuhmuma ja 1990. aastail saabus lõplik allakäik, kui kunagises suurejoonelises lokaalis hakkasid pigem käima kuritegelikud isikud.



Dinee

Sjomga
Suitsuangerjas
Silmud
Krabid majoneesis

Loomafilee juustutäidisega

Kanafilee puuviljaga
Keel tarrendis
Tomatisalat

Kanapuljong soolapulkadega
Lillkapsas hollandi kastmes

Vasikapraad köögiviljaga

Dessert
Puuvili
Kohv, küpsised

Tallinn, restoran «Kännu Kukk»
14. oktoober 1972. a.

Обед

Семга
Угорь копченый
Миноги
Крабы под майонезом

Филе говядины
фаршированное сыром
Филе курицы с фруктами
Язык заливной
Салат из помидоров

Бульон с солеными палочками
Капуста цветная под
голландским соусом
Телятина с овощами

Мороженое
Фрукты
Кофе, печенье

Таллин, ресторан «Кянну Кукк»
14 октября 1972 г.

ANU KANNIKESE ERAKOGU

Iraani šahhi Mohammed Reza Pahlavi ja šahhinna Farah Pahlavi auks restoranis Kännu Kukk 14. oktoobril 1972 korraldatud õhtusöögi menüü

Tallinna restoranikultuur küpse sotsialismi ajal

1970. aastatel olid Tallinna menukaimad restoranid juba sõjaeelsel ajal tuntuks saanud Astoria (Võidu, praegusel Vabaduse väljakul), kus 1967. aastal avati ka esimene varietee, ja Gloria Müürivahe tänaval, 1964. aastal avatud Pegasus ja aasta hiljem uksed avanud Tuljak ning 1972. aastal välisturistide vastuvõtuks valminud hotelli Viru restoran, kohvik ja grillbaar. Mustamäel tegutsesid juba enne Kännu Kukke ka restoran Szolnok (1966), kus pakuti mh ungaripäraseid toite, ja kohvik Tuluke (hilisem Schwerin; 1967).

Restoranitoidu hinnad olid nõukogude ajal suhteliselt mõõdukad. Sisse saamiseks tuli aga sageli seista pikkades sabades või kasutada tutvust šveitseri või administraatoriga. Kuna restoraniskäik oli pidulik üritus, siis kontrolliti uksel riietust ning võis juhtuda, et lipsuta mehi või pikkades pükstes naisi sisse ei lastudki.

Restoranimenüüsid kujundasid üleliidulised normid ehk GOST-id (riiklikud standardid), mille järgimist regulaarselt kontrolliti. Juba 1955. aastal avaldati esimene „Retseptide kogumik toitlustusettevõtetele“, mis sisaldas tuhatkond retsepti koos toorainete kulunormide ja tehnoloogiliste juhistega. Olenevalt sellest, kas tegu oli tavalise, kõrgema järgu või koguni kinnise toitlustusasutusega, kehtis toitudele kolm koguse- ja kvaliteedinormi. Näiteks 1975. aasta normide kohaselt tuli vasikašnitsel valmistada kas 217, 176 või 132 grammist lihast, kasutades vastavalt kas 8, 5 või 4 grammi

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

võid. Lihasalatis võis liha kogus varieeruda koguni 131 ja 44 grammi vahel. Võimaluse üleliidulist standardit mõningal määral teisendada pakkusid restoranidele firma- ja rahvusroad, mis tuli kaubandusministeeriumis kinnitada ja mida võisid välja töötada ainult meisterkokad.

Nõukogude ajal olid restoranide kelnerid, baaridaamid ja šveitserid samuti omamoodi privilegeeritud klass. Neil oli ligipääs paremale toidule ja nii sai palgale tublisti lisa teenida, kalkuleerides toiduaineid ja jooke enda kasuks: kallid ja kvaliteetsed koostisosad, nagu näiteks või, konjak või kallim liha, asendati sama kalorisisalduse, kuid odavamate komponentidega. Baaris lahjendati jooke veega või valati lihtsalt vähem pitsi, kandikule seati roogi ettenähtust õhulisemalt, ja nii mõnigi kord peteti kliente arvega.

Šahh ja šahhinna Kännu Kukes

Iraani šahh saabus Tallinna koos oma kaaskonna ja kõrgete Moskva võimukandjatega 13. oktoobril 1972. Käidi mitmes tootmisettevõttes ja Kirovi kalurikolhoosis ning vahetati kallihinnalisi kingitusi, näiteks sai valitsejapaar valge Estonia klaveri, kandle, kasuka ja Muhu rahvariided. Esimese päeva õhtul Viru hotellis peetud dineel pakuti kõrgetele külalistele suitsuangerjat ning musta ja punast kalamarja. 14. oktoobril tutvus šahhipaar Tallinna vaatamisväärsuste ja Sakuga, õhtul oli ette nähtud pidulik õhtusöök, millega tähistati ka šahhinna sünnipäeva. Esialgu pidi õhtusöök toimuma kesklinnas Astoria restoranis, kuid julgeolekukaalutlustel otsustati siiski Kännu Kuke kasuks.

Kõrgetele külalistele pakuti esmalt rikkalikke ja mitmekesiseid eelroogi nii kaladest ja mereandidest kui ka lihast. Laual oli Põhja-Venemaa delikatesskala sjomga (lõheline), kohalikud hõrgutised silm ja angerjas ning krabid majoneesikastmes. Veel 1960. aastate algupoolel oli tavainimeselgi võimalik neid – küll kalleid – tooteid aegajalt poest osta, kuid 1970. aastateks olid need muutunud kättesaamatuks defitsiidiks. Lihatoitudest serveeriti juustutäidisega loomafileed ja puuviljaga kanafileed ning keelt tarrendis. Liharoad olid klassikalised peotoidud, mida võis leida ka esimese iseseisvusaja restoranide menüüdest. Soojade toitude vooru juhatasid sisse kanapuljong soolapulkadega ja hollandi kastmes lillkapsas, pearoaks kanti ette hõrk vasikapraad köögiviljadega. Ka vasikaliha oli tavakodanikule tollal juba haruldaseks muutunud delikatess. Desserdiks pakuti jäätist puuviljadega ja küpsiseid – küllap eriti külluslikke, või ja munadega tehtud kondiitrimaiusi.

ANU KANNIKESE ERAKOGU

Eesti NSV meisterkokkade valmistatud peolaud, 1970. aastad

Menüüs ei kajastu küll toitude kõrvale serveeritud joogid, kuid kahtlemata kuulusid iga käigu kõrvale ka veinid, desserdi juurde ilmselt nii konjak kui ka liköör (ehk pakuti isegi Kännu Kuke nimelist jooki). Õhtusööki teenindasid ainult kõrgema kategooria kelnerid, kes said külalistelt idamaise kombe kohaselt tänuks eksootilise kingituse – kuldmündi.

Ehkki Iraani šahhi delegatsiooni kuulusid erakordsed külalised, osutab see õhtusöök siiski ilmekalt, kuidas nõukogude eliit sai nautida peaaegu läänelikul tasemel tarbimisühiskonna hüvesid, samal ajal kui tavakodanikud pidid seisma pikkades toidusabades ja hankima suure vaevaga defitsiitseid kaupu. Isegi need, kes said endale lubada restoranis einestamist, võisid eelkirjeldatud menüüst ainult unistada. •

LOE LISAKS:

Josef Kats. Restoran Kännu Kukk – Mustamäe möödunud aja legend. – Mustamäe nr 9, 2. oktoober 2020.
Maire Suitsu. Eks elati ju ennegi. Sotsialismiaja söögimälestusi. – Hea Lugu, 2017.
Andreas Johandi. Kui šahh Eestis õunu sõi ja kuldmünte jagas. – Horisont nr 5, 2016, 33–38.
Mägi Jürka. Hoiab oma leib. Nõukaaja kelneri pöörased memuaarid. Pootshaak, 2015.
Retseptide kogumik toitlustusettevõtteile. ETKVL, 1975.

Anu Kannike (1967) on etnoloog, ERMi vanemteadur, kes uurib 20.–21. sajandi argikultuuri, eeskätt kodu- ja toidukultuuri teemasid.

Ester Bardone (1975) on Tartu ülikooli etnoloogia lektor, kes on teadustöös keskendunud toidukultuuri ja kultuuripärandiga seotud teemadele.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

FOTO: IRMA LEENE KIHO

TOOMAS KIHO

AJAKIRJA AKADEEMIA PEATOIMETAJA

Olen üliõpilaste laps. Muidugi puuduvad mul sündimise ajast mälupildid, kuid üks otspunkt minu ettekujutluslikul sirgel ideaalsest kõrgharidusteest kinnitub sellesse aega ometi. Kõnelen lineaarsest ideaaljoonest, mis peaks seisma iga alustava üliõpilase silme ees ja tipnema teadlase, laiemas mõttes akadeemiku või õpetlase staatusega, – seda joont olen justkui alati teadnud. Muidugi jõuavad selle lõppsihini ainult üksikud, ometi on see just see, mida taotleda ja mille poole püüelda.

Ideaalmaailmas on asi lihtne: gümnaasiumidest võetakse ülikooli ainult parimad, ülikoolidiplomi saavad nendest parimad, nendest omakorda küünivad vaid parimad teaduste doktori kraadini ning nendest parimad kuulutatakse lõpuks nobelistideks. See on lihtne maailmateaduse ja -teadmise edendamise sirge. Need, kelle tiivad – õigemini pea – ei kanna, pudenevad tegelema muude asjadega. Ja mida karmim ja õiglasem on sõel, seda tõhusam on kogu teadusmehhanism ning seda tulemuslikum on teadus *per se*.

Paraku massiülikoolide ajastu koos professorikutse madaldumisega siin joonistatud ideaalpilti ei sobitu. Ometi pole kahtlust: teadus on inimkultuuri kõige ülemine ja kõige targem kiht. See on mulle olnud elementaarne tõde algusest peale. Seetõttu tuleb ka vääraks pidada mõne akadeemiku tagasihoidlikke kinnitusi, justkui oleks teadus pelgalt üks inimtegevuse valdkond teiste seas, võrdväärne kõigi muudega, ja teadlase teele võiks asuda justkui igaüks. Ei või. Sest pea ei võta. Pole väärikamat ametit kui professor ning väärikamat elukutset teadlase omast. Muud ametid on nendele, kelle arul pole tiibu, et nii kaugele ja kõrgele lennata. Nii on see vähemalt ideaalmaailmas.

Eks ole teadus ja teaduslik maailmapilt olnud ülimuslik alati, aga kindlasti valgustusest peale. Ideaalteadlased, näiteks Newton ja Leibniz, on püüdnud ikka maailmakõiksust mõista. See on viinud nemad ja nende järel üha järgmised uute avastuste ja objektiivselt verifitseeritavate teooriateni. Nad on küündinud puudutama maailma objektiivset palet ja nad on meile seda selgitanud, igaüks oma erivaldkonnas, s.o aines, milles nad on parimad, jah, miks mitte maailma parimad. Ja nende parimate õpetlaste teadmiste ja teooriate summa annab kokku kogu inimteadmise maailmakõiksuse kohta. Seepärast ongi teadus rahvusvaheline.

Aga teadlase missioonil – või tema hingel/vaimul – on ka teine pool, mis on niisama oluline. Nimelt, olles tipp küll oma erialal, orienteerub ta vabalt ja targalt kõikides teisteski valdkondades, tema üldteadmistele, tema avarale maailmapildile ja -nägemisele saab alati toetuda, ja nõnda koguneb tal ühiskonnas laiem respekt – see on teaduse rahvuslik pool.

Sellele lisandub niisama olulisena veel ülikooli ja teadlaste-professorite füüsiline kohalolu konkreetses keskkonnas, mõelgem või Krause rajatud klassitsistlikule ülikoolihoonestule Tartus või hilisemale professorite linnajaole Tähtveres. Nende teaduse ja ülikooliga, n-ö akadeemiaga kaasas käivate tehiste otse füüsilist mõjujõudu meie rahvuslikule eneseteadvusele on raske üle hinnata.

Õpetlane teab esiteks kõigest kõike sedasama, mis kuulub haritlase, iga kõrgesti haritud inimese maailmapilti, ning teiseks, oma valdkonnas uurib ta ja lõpuks saab teada seda, mida keegi teine veel ei tea. Sellega koos on tal võimalus luua oma koolkond, ja seda edukamad õpetlased ongi suutnud, süvendades niiviisi omaenda jälge teaduses.

Ja mina? Akadeemiasse olen jõudnud oma ideaalsirgel mina, üliõpilaste laps. •

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

EDIT TALPSEPP

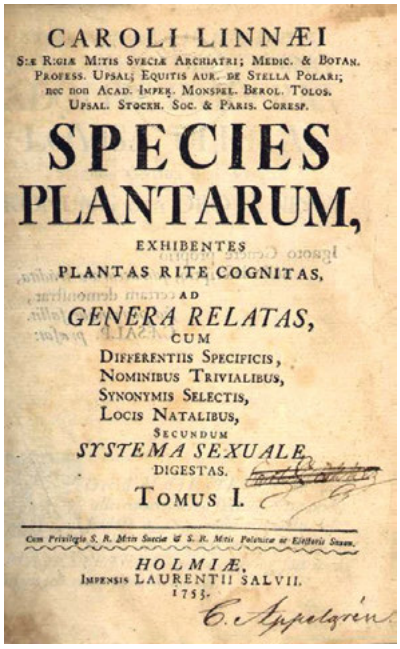
LINNÉ TAKSONOOMIAGA SEOTUD PROBLEEMID

Carl von Linné (ladina keeles Carolus Linnaeus, 1707–1778) oli Rootsi botaanik, zooloog ja arst, keda peetakse nüüdisaegse bioloogiasüstemaatika ja taksonoomia rajajaks. Oma kuulsa süsteemi aluspõhimõtted esitas ta ladinakeelses teoses „Systema Naturae“, mille esmatrükk ilmus 1735. aastal. Esimene teos, kus ta kasutas taimede puhul läbivalt oma binomiaalset nomenklatuuri, oli 1753. aastal avaldatud „Species Plantarum“, loomade puhul aga 1758. aastal ilmunud „Systema Naturae“ 10. trükk.

Linné taksonoomiliste printsiipide tuum on elusloodus jaotamine hierarhiliselt asetuvatesse taksonoomilistesse kategooriatesse, kuhu kuuluvad konkreetsed taksonoomilised üksused ehk taksonid. Tema algses süsteemis oli neid kategooriaid viis: riik, klass, selts, perekond ja liik. Aja jooksul on niisugune hierarhia täienenud veel kahe põhikategooriaga: sugukond ja hõimkond. Ent kui arvestada bioloogia arengu käigus tehtud korrektiivide tulemusena lisandunud ülem- ja alamkategooriaid, nagu alamliik, ülemperekond jne, on mõnede allikate kohaselt Linné taksonoomia moodsas versioonis lausa 21 hierarhilist tasandit ning võib arvata, et see arv ei pruugi olla lõplik.

Teine Linné taksonoomia erijoon on juba mainitud binomiaalne nomenklatuur ehk liikidele antud kaheosalised ladinakeelsed nimetused, kusjuures nime esimene osa tähistab liigi perekondlikku kuuluvust ning teine konkreetset liiki (nt *Felis catus* – kodukass, *Homo sapiens* – tark inimene) jne. Eelmise sajandi keskpaigast on Linné süsteemile lisandunud uusi nomenklatuurireegleid kõrgemate taksonite kohta, näiteks zooloogiliste (loomariigi) taksonite puhul käib triibuste (ingl *tribe*) nimetuste juurde sufiks *-ini* (nt *Hominini*), sugukonnanimetustele lisatakse aga sufiks *-idae* (nt *Hominidae*). Alamliike (või taimede puhul näiteks varieteete) tähistatakse trinomiaalsete ehk kolmeosaliste nimetustega (nt *Canis lupes familiaris* – kodukoer).

Linné hierarhiline taksonoomia on elusloodus teadust üldiselt hästi teeninud ning olnud kaua ainuke enamvähem universaalselt aktsepteeritud bioloogiline klassifitseerimissüsteem. Siiski on eriti viimastel aastakümnetel


CAROLI LINNÆI
SÆ R:GIÆ M:TIS SVECIÆ ARCHIATRI; MEDIC. & BOTAN. PROFESS. UPSAL; EQUITIS AUR. DE STELLA POLARI; REC NON ACAD. IMPER. MONSPEL. BEROL. TOLOS. UPSAL. STOCKH. SOC. & PARIS. CORESP.
SPECIES PLANTARUM,
EXHIBENTES PLANTAS RITE COGNITAS, AD GENERA RELATAS, CUM DIFFERENTIIS SPECIFICIS, NOMINIBUS TRIVIALIBUS, SYNONYMIS SELECTIS, LOCIS NATALIBUS, SECUNDUM SYSTEMA SEXUALE DIGESTAS.
TOMUS I.
Cum Privilegio S. R. M:tis Suecie & S. R. M:tis Polonicæ et Electoris Saxon.
HOLMIÆ, IMPENSIS LAURENTII SALVII. 1753.

1753. aastal ilmunud teose „Species Plantarum“ tiitelleht. See oli esimene teos, milles Carl von Linné esitas taimeliikide nimetused kaheosaliste ladinakeelsete nimetustena

esile kerkinud järjest enam viiteid Linné süsteemi problemaatilisusele. Üks kitsaskohti on seotud peamiste metafüüsiliste eeldustega elusloodus kohta. Linné ise oli kristlane ja kreatsionist, kes ei teadnud midagi evolutsiooniteooriast ega saanud seetõttu seda ka oma taksonoomia rajamisel arvesse võtta. Organisme klassifitseeris ta pigem nende morfoloogiliste sarnasuste põhjal. Näiteks taimed jagas Linné perekondadesse paljunemisorganite ehituse järgi ning need perekonnad omakorda liikideks peamiselt taime selliste organite alusel, mis on seotud toitainete omastamisega.

Ent kui me arvestame elusloodus evolutsioonilise muutlikkusega ning loodusliku valiku aluseks oleva tohutu variatiivsusega, muutub konkreetsete füüsiliste sarnasuste alusel klassifitseerimine problemaatiliseks. Isegi mõne madalama tasandi konkreetse taksoni (nt liigi) organismid ei pruugi niisuguseid tunnuseid jagada, rääkimata siis kõrgema tasandi taksoni organismidest või koguni samal hierarhiatasandil olevatest eri taksonitest. Kui me näiteks vaatleme hõimkondade makroevolutsiooni, loob see illusiooni reaalsusest erineva sarnasuse kohta nende hõimkondade vahel. Sama hierarhilise kategooria taksonid (nt mõned looma-, taime- või seenehõimkonnad) võivad üksteisest evolutsioonilise vanuse, liigilise mitmekesisuse jms poolest sel määral erineda, et paljude autorite väitel on need kategooriad üksnes pragmaatiline konstruktsioon, millel ei ole elusloodus reaalset vastet.

Kuna bioloogiline klassifikatsioon on nagunii vähemal või suuremal määral konsensuslik, pole ülalmainitu iseenesest veel surmahoop Linné taksonoomia pihta. Hullem on, kui konkreetsete hierarhiatasandite eeldamine läheb vastuollu mõnede evolutsioonibioloogia nõuetega taksonitele kui teoreetiliselt tähenduslikele üksustele. Taksonoomilised süsteemid erinevadki üksteisest selle poolest, kas ja milliseid sedalaadi nõudmisi nad esmatähtsaks peavad.

Feneetiline taksonoomia, mis üritab organisme klassifitseerida nende üldise sarnasuse alusel, ei ole tänapäeval enam tõsiselt võetav, kuna teooriavabalt võivad kaks organismi olla omavahel lõpmatutel viisidel sarnased või erinevad. **Evolutsiooniline taksonoomia**, millel Linné taksonoomia moodne variant näib enim põhinevat, võtab arvesse nii organismirühmade põlvne-

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

vussuhteid kui ka nende evolutsiooni käigus kujunenud sarnasuste ja erinevuste määra. Järjest enam populaarsust koguv fülogeneetiline ehk kladistlik taksonoomia aga sätestab, et ainsad looduses esinevad reaalsed taksonoomilised üksused on monofüleetilised rühmad, mis koosnevad ainult vanemrühmast ning kõigist selle vanemrühma järglasrühmadest.

Praegu üldtunnustatud bioloogilises klassifikatsioonis leidub üksusi, mis kladismi kohaselt reaalsed monofüleetilised üksused ei ole. Üks selline tuntud näide on roomajate klass: sellest on omaette klassina välja jäetud linnud, kes ometi põlvnevad roomajatega samast vanemrühmast. Kuna roomajate klass ei kätke kõiki sama vanemrühma järglasrühmi, pole tegu monofüleetilise, vaid parafüleetilise grupiga. Roomajate ja lindude vahel on taksonoomiline eristus tehtud evolutsioonilise taksonoomia põhjal ehk arvesse on võetud seda, et linnud on evolutsiooni käigus arenenud roomajatest palju erinevamaks, kui seda on roomajad omavahel.

Nende kahe taksonoomia vastuolu ei tähenda tingimata seda, et alati tuleks õigus anda kladismile: on olukordi, kus võib olla pragmaatilisem ja informatiivsem rakendada osaliselt sarnasuse järgi moodustatud üksusi kui pelgalt põlvnevussuhteid kajastavaid monofüleetilisi gruppe. Viimased võivad mõnes teoreetilises kontekstis olla üsna 'tühjad': kui neid moodustavad omavahel suuresti erinevate organismide rühmad, ei saa nende kohta alati kuigi huvitavaid ja sisukaid üldistusi teha. Samas, kuna moodne bioloogiline taksonoomia peab vähemalt osaliselt arvesse võtma evolutsioonilisi põlvnevussuhteid, seavad kladistliku meetodi rakendamise komplikatsioonid Linné hierarhilise taksonoomia raames kahtluse alla selle, mil määral viimane üldse evolutsioonibioloogia konteksti sobitub.

Evolutsiooni käigus jaguneb elupuu ühtesoodu aina uuteks harudeks. Kui kladistid tahavad seda harunemist klassifikatsioonis kajastada, tähendab see üha uute hierarhiliste tasandite lisamist juba eksisteerivatele. Aga pragmaatiliselt ei ole otstarbekas selliseid tasandeid aina lisada ning kui sama kategooria taksonitel ei pruugi palju ühist olla, on see ka reaalsuse kajastamise seisukohast küsitav.

Problemaatiline on ka taksonite hierarhilise positsiooni muutmine uute andmete, näiteks fossiilsete leidude tõttu. Kui leiame, et varem liigiks peetud takson on tegelikult perekond, tuleb kõik antud haru taksonid ülespoole nihutada, st enne perekonnaks peetud taksonist saab hõimkond jne. See tähendab segadust ka taksonite hierarhilist kuuluvust väljendavas nimepanekus: kaheosaline liiginimetus tuleb asendada perekonnanimetusega, eri sufiksid asendada teistega jne. Veelgi enam: autorid, kes on taksonite hierarhilise positsiooni asjus eriarvamusel, on isegi sunnitud samale taksonile eri nimetustega viitama.

Selleks, et vältida Linné hierarhiapõhise nomenklatuuriga seotud probleeme, on pakutud teisigi nimetamissüsteeme. Neist üks tuntumaid on fülogeneetiline nomenklatuur, mille rahvusvaheline reeglistik kannab inglise keeles lühendatud nime PhyloCode (The International Code of Phylogenetic Nomenclature). Selles süsteemis väljendavad taksonite nimetused nendevahelisi põlvnevussuhteid ilma universaalsete hierarhiatasanditeta – hierarhilisus on pigem lokaalne ja suhteline.

Kuid ükski ainulist elupuud eeldav klassifikatsioon (põhinegu see siis evolutsioonilisel või kladistlikul taksonoomial) pole ideaalne süsteem näiteks genealoogilise diskordantsuse kontekstis. See on nähtus, kus üht bioloogilist süsteemi moodustavate üksuste (nt geenide) elupuud erinevad üksteisest ja neid sisaldava üksuse (nt liigi) omast. Kui seda arvesse võtaksime, poleks tulemuseks mitte üks kogu elusloodust hõlmav puu, vaid pigem midagi põimunud okstega põõsastiku taolist.

Kõigist mainitud probleemidest hoolimata on Linné süsteemil piisavalt palju toetajaid, kes taksonoomilise paradigma vahetusest kuuldagi ei taha. Eelkõige ajaloolisi põhjusi silmas pidades on see igati mõistetav, kuid ei tasu siiski unustada, et Linné hierarhia on paljuski konstrueeritud järjestus, mitte reaalsuse ainuline ja tõsikindel kajastus. •

WIKIPEDIA

Uute fossiilileidudega selgub tihti, et mõni varem liigiks peetud organismirühm on hoopis perekond. See tekitab segadust nii taksonite hierarhilises süsteemis kui ka fossiilide kuuluvust kajastavate nimede andmisel. Pildil on juuraajastul elanud molluskite *Inoceramus* kivistised

Edit Talpsepp (1981) on Tartu ülikooli teadusfilosoofia teadur.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

HELEN ROHTMETS-AASA

CALIFORNIA KULLA RADADEL

Ameeriklased on pannud oma riigi koosseisu kuuluvatele osariikidele hüüdnimesid, milles peaks kajastuma midagi neile piirkondadele eriomast. Nii tuntakse Vaikse ookeani rannikul asuvat Californiat ühtlasi Kuldse osariigina – piirkonnana, kust 19. sajandi keskpaiku avastati sedavõrd rikkalikult kulda, et see meelitas sinna paari aasta jooksul sadu tuhandeid õnneotsijaid. Kullaleiukohtadesse kerkisid asulad, kuid paljud neist pulbitsesid elust siiski vaid lühikest aega: kui kullavarud olid ammendunud, muutusid inimestest tühjaks voolanud buumilinnad kummituslinnadeks. Üks selliseid linnu on Sierra Nevada mäestiku idanõlval asuv Bodie.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

AUTORI ERAKOGU

Californias asuvat endist Bodie linnakest püütakse säilitada sellisena, nagu see viimastest elanikest möödunud sajandi keskpaiku maha jäi

Jõuame Bodiesse aprillikuus. Teekond kunagise kurikuulsa buumilinnani kulgeb kõledas maastikus, kus kasvavad vaid üksikud madalad pujupuhmad. California Keskorus oli sel ajal juba suviselt soe, kuid siin kandis on õhk karge – Bodie asub 2,5 km kõrgusel mägedes –, olgugi et päike hõredas õhus halastamatult kõrvetab. Suved on Sierra Nevada siinsetel nõlvadel lühikesed ja suveööd jahedad, talved aga pikad, külmad ja lumised, nii et endisele linnakesele on kuude kaupa keeruline ligi pääseda. Raske on ettegi kujutada, kuidas selles troostitus paigas kunagi elati. Tänapäeval võib Bodie kõrvalist asukohta kõrgel mägedes ning eemal suurematest asulatest ja teedest pidada aga tõeliseks kingituseks: tänu sellele on linnake sedavõrd hästi säilinud. Ehkki Bodiest, mis kunagi mahutas ligi 10 000 elanikku, on praeguseks alles ainult sadakond hoonet, on see ometi üks Metsiku Lääne suurimaid ja esinduslikemaid kummituslinnu ning sellisena ka riikliku kaitse all.

Ajaloohuviliste rõõmuks ei ole siinseid hooneid vuntsitud: neid on püütud säilitada sellisena, nagu need olid möödunud sajandi keskpaiku, mil kaevandus suleti ja asula elanikest lõplikult tühjenes. Tehtud on vaid hädapäraseid parandus- ja toestamistöid, et majade lagunemist peatada. Luitunud hoonete akendest saab sisse kiigata kunagisse klassiruumi, trahterisse (ingl *saloon*), kirstuvalmistaja töökotta, poodi ning endiste bodielaste eluruumidesse, kus seintelt koorub tapeeti ja mööbel on kaetud paksu tolmuga. Taamal seisavad aga ajakapslisse pandud kaevandushooned, mis meenutavad meile, et California kullapalaviku järellainetustes võeti siinsetest nõlvadest välja üle saja miljoni dollari eest kulda.

Kuld Ameerika jõest

California kullapalaviku vallandanud sündmused hakkasid hargnema 1848. aasta alguses Ameerika jõe ääres Coloma orus, kuhu ehitati šveitsi päritolu ärimehe John Sutteri tellimusel saeveskit. Sutter oli toona veel Mehhikole kuulunud Californiasse tulnud juba 1840. aastate alguses, saanud harimiseks suure hulga maad ning pidas ambitsioonikaid plaane, kuidas selle varal rikkaks saada. Sutteri plaanid olid aga määratud nurjuma: 24. jaanuari hommikul torkas Colomas ehitustöid juhtinud James Marshallile äsja süvendatud veski voolukanalis silma sädelev metallitükk. Järgmisel päeval leidis Marshall kanalist veel paar kollast metallitükikest, mida koos ehitusmeestega nii hamba kui ka haamriga prooviti. 28. jaanuaril näitas Marshall erakordset leidu Sutterile, kellega koos metallitükke ka Ameerika entsüklopeediast leitud näpunäidete järgi katsetati. Polnud mingit kahtlust: Ameerika jõest oli avastatud kulda.

Leiu ajastus oli Ühendriikidele suurepärane. Ajal, kui Marshall Ameerika jõest esimesi kullatükke korjas, kuulus California, mille USA väed olid küll juba kaks aastat väldanud USA-Mehhiko sõja käigus okupeerinud, ametlikult siiski veel Mehhikole. Kui uudised kullaleiu kohta laiemalt levima hakkasid, oli piirkond aga juba USA valduses: 2. veebruaril 1848. aastal loovutas Mehhiko California koos ulatuslike maaladega nüüdse USA lõuna- ja edelaosas Ühendriikidele.

Ehkki Sutter ja Marshall palusid töömehi, et nad leiust laiemalt ei räägiks, olid jutud juba liikvele läinud. Laviini, mis nüüd vallandus, ei olnud enam võimalik peatada. Esimesena tormasidki kulda otsima Sutteri töölised, kellele oli tuginenud kogu tema äriplaan – šveitslasel ei jäänud muud üle, kui jõuetult pealt vaadata, kuidas tema sööti jäänud põldudel trampisid loomakarjad ja seejärel järjest suurem hulk kullaotsijaid.

Kaugemal suhtuti Colomast tulnud teadetesse esialgu kahtlevalt. Olukord muutus alles mai keskel, kui asja kohapeal uurimas käinud ajakirjanik Sam Brannan tõi San Franciscosse kaasa kindla asitõendi – kullapuruga täidetud rohupudeli, mida ta linnatänavatel rahvale näitas, ise hõikudes: „Kuld! Kuld! Kuld Ameerika jõest!“ Vaatepilt mõjus: juuni keskpaigaks olid San Francisco tänavad tühjad, kauplused ja ärid suletud ning sadam ummistunud Californiasse kaupa toonud laevadest, mille meeskonnad olid kullaleiust kuuldes samuti jõgede äärde tormanud. Teiste seas tõttasid kullaväljadele ka sõja järel Californiasse korda tagama jäetud Ameerika sõjaväelased, keda polnud nende ülemuse sõnul võimalik ühegi ähvardusega tugipostidel hoida.

Suve lõpul hakkasid uudised Californias leitud varanduste kohta üha suuremat tähelepanu pälvima ka idaranniku ajalehtedes. Ameeriklased lugesid läänest tulnud teateid suure huviga. Ent selleks, et pikk ja kulukas reis ise ette võtta, oli tarvis veenvamaid tõendeid, mis kinnitaksid, et tegu pole kuulujutuga. Selline kinnitus saabus detsembri alguses. Nimelt käis Californias asunud sõjaväeüksuste

Ehkki Bodiest, mis kunagi mahutas ligi 10 000 elanikku, on praeguseks alles ainult sadakond hoonet, on see ometi üks Metsiku Lääne suurimaid ja esinduslikemaid kummituslinnu.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

WIKIPEDIA

Samuel Brannan (1819–1889) saabus paarisajaliikmelise mormoonide seltskonna eesotsas San Franciscosse (toona veel Yerba Buena nime kandnud väikesesse asulasse) 1846. aastal. Kaks aastat hiljem andis ta välja linna esimest ajalehte, tegutses aktiivselt San Francisco kinnisvaraturul ning oli avanud Sutteri maavalduste keskuses oma esimese poe. Kui kuuldused kullaleiust Brannani kõrvu olid jõudnud, käis ta asja kohapeal uurimas ning ostis seejärel kiiresti kokku kaevandamiseks vajalikku varustust. Brannan ei olnud rumal mees: kullapuruga täidetud purgiga sammus ta San Francisco tänavaile kullaleiust hõikuma alles siis, kui oli oma poe korralikult varustanud ja teinud ümbruskonnas ettevalmistusi teistegi kaupluste avamiseks. Mõistagi õitses Brannani äri hästi olukorras, kus nõudlus kullaotsimisvarustuse järele ületas kaugelt pakkumise, ning temast sai väidetavalt üks esimesi California kullapalaviku miljonäre

juhataja kolonel Richard B. Mason juulis isiklikult kullakaevanduspiirkonda väisamas. Nähtu põhjal koostas ta sõjaministeeriumile põhjaliku aruande, lisades sellele käegakatsutava tõendi: 6,5 kilo Californiast leitud kulda. Masoni aruandele, mille järgi ei olnud uskumatult rikkalikke leide saadud mitte üksnes Ameerika jõest, vaid ka paljudest teistest ümberkaudsetest jõe- ja ojasängidest, tugines omakorda president James K. Polk detsembri algul kongressile esitatud iga-aastases pöördumises. Presidendi kinnitus, et kuuldused California kullaleiust vastavad tõele, ning Masoni aruanne, mis seejärel samuti ajalehtedes ära trükiti, ergutasid kümneid tuhandeid ameeriklasi läände tõttama, et saada sealsetest rikkustest osa.

Mõistagi levisid uudised kullaleiu kohta teistelegi mandritele, kust asus omakorda teele tuhandeid õnneotsijaid – tuldi Lõuna-Ameerikast, Euroopast, Hiinast jm. Viie-kuue aastaga saabus Californiasse kulda otsima kokku ligemale 300 000 inimest. Neist 90 000 jõudis kohale juba 1849. aastal – kullapalaviku tippaastal, mille järgi tuntakse toona Californiasse tõtanuid ka *forty-niner*'itena (tuletatud arvust 49, ingl *forty nine*).

Teekond eldoraadosse

Enne kulla avastamist rännati Mississippi ja Missouri jõe tagustelt aladelt Californiasse enamasti terve perega, et kaugel läänes püsivamalt kanda kinnitada ja põldu harides paremale elujärjele jõuda. Kuna piirkond oli ameeriklastele kauge ja suhteliselt tundmatu, küündis selliste ümberasujate arv ajavahemikul 1841–1848 umbkaudu 2700 inimeseni. See seltskond, kes 19. sajandi keskpaigas Californiasse kulda otsima tormas, erines täielikult varasemast rändevoost: enamjagu kullaotsijaid olid noored mehed, kes lootsid ruttu rikkaks saada, et seejärel jõukana koju naasta.

Minna sai mitut moodi. Kõige kiirem, kuid samas kulukam viis oli sõita laevaga Panamasse, kus tuli ületada maakitsus, et teisel pool uuesti laevale istuda. Teine võimalus oli sõita laevaga San Franciscosse ümber Hoorni neeme. Kolmas, kuid kaugeltki mitte lihtsaim viis, oli reisida maad mööda üle kontinendi, kraam pakitud kangaga kaetud vankritesse, mida vedasid hobused või enamasti mitu härja- või muulapaari.

Igal juhul tuli reisiks kõvasti aega varuda. Ümber Hoorni neeme sõites kulus idarannikult San Franciscosse jõudmiseks umbes kuus kuud. Panama kaudu sai tavaliselt kohale märksa kiiremini, kuid 1849. aastal tuli paljudel kullaotsijatel sealgi kolm-neli kuud oodata, et saada koht põhja poole suunduvale laevale: soovijaid oli tekkinud liiga palju, et laevad suutnuks neid kõiki piisavalt kiiresti San Franciscosse toimetada. Ka maad mööda jõuti lääneranniku kohale keskmiselt viie kuuga – Missouri jõe äärest alanud ligi 3000 km pikkune teekond (nn California teerada) viis läbi preeria ja kõrbe ning üle mägede. Viimase katsumusena tuli ületada Sierra Nevada mäestik, mis osutus eriti kõvaks proovikiviks neile, kes sellega hilja peale jäid: septembris-oktoobris võis mäekurudesse olla juba sadanud esimest lund.

Vankriga mineku kasuks otsustasid enamasti ameeriklased, kes elasid rannikust kaugemal. Teekonda üle Suure

Seltskond, kes 19. sajandi keskpaigas Californiasse kulda otsima tormas, erines täielikult varasemast rändevoost: enamjagu kullaotsijaid olid noored mehed, kes lootsid ruttu rikkaks saada, et seejärel jõukana koju naasta.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

WIKIPEDIA

Enne kullapalavikku asus nüüdse San Francisco kohapeal väike Yerba Buena nime kandev asula, mis nimetati San Franciscoks ümber 1847. aastal. Ajal, kui Marshall leidis Ameerika jõest kulda, elas linnakeses umbes 800 elanikku. 1848. aasta suvel tormas enamik neist Sierra Nevadast alla voolavate jõgede äärde kulda otsima ja sama teed läks enamik San Franciscosse meritsi saabunud inimestest. Teiste seas tõttasid jõgede äärde paljude linna saabunud laevade meeskonnad ning San Francisco reidile kogunes arvukalt hüljatud aluseid. Osa neist muutsid ettevõtlikud linnaelanikud peagi kaubamajadeks, hotellideks ja kõrtsideks.

1849. aastast, kui San Franciscosse saabus meritsi kümneid tuhandeid *forty-niner*'eid, kes vajasid süüa, varustust ja öömaja, hakkas linn tohutu hooga kasvama. Seejuures ei käinud San Franciscost läbi üksnes inimesed, kes kaevandustesse pöördusid või sedakaudu uuesti koduteele asusid, vaid ka toidu- ja tarbekraam, mida Californias tarvitseti. 1850. aastate keskpaigaks oli kunagisest pisikesest asulast saanud Vaikse ookeani äärne metropol, mis meelitas juba ligi kõikvõimalike erialade esindajaid, kes lootsid kiiresti arenevas Ameerika läänes kanda kinnitada ja haljale oksale jõuda. Pildil mahajäetud kaubalaevad 1850. aastate alguses San Francisco sadamat ummistamas

WIKIPEDIA

Kullapesijad Californias 1950. aastate alguses pika *tom*'i (ingl *long tom*) nimelise seadeldisega, millesse rajatud kärestik pidi kasti tõstetud põhjasetetest kinni püüdma kullaterasid

tasandiku alustati tavaliselt aprilli lõpus või mai algul Missouri jõe äärsetest linnadest, peamiselt Independence'ist ja St. Josephist – n-ö piirilinnadest, millest lääne poole jäi toona veel hõlvamata Metsik Lääs. Mineku algusaega tuli sättida rohu tärkamise järgi, et veoloomadel oleks teekonnal piisavalt ninaesist. Võib vaid ette kujutada silmapiirini ulatuvaid vankririvisid, mis 1849. aasta kevadel Missouri jõe äärest veerema hakkasid – hinnangute järgi asus toona teele ligemale 12 000 vankrit.

Tunduvalt tröötitum oli pilt lääne pool, kus sügavasse roopasse sõidetud teeradu ääristasid purunenud vankrijäänused, veoloomade korjused ning lõputu kogus kõrvale heidetud prügi ja muud kraami. Kuna enamikul kullapalavikust haaratuil puudusid sääraseks reisiks igasugused kogemused, kiputi kaasa võtma liiga palju asju, mida arvati teel või Californias kohapeal vaja minevat. Paljudest neist asjadest tuli teel olles raske südamega loobuda. Koormat hakati kergendama juba üsna varakult, kui vankrid roobastesse kinni jäid ja rattad purunesid, eriti rohkelt heideti kandamit kõrvale aga mägedes, kus allesjäänud loomad vankri vedamisega kõvasti hätta jäid. Nii juhtuski, et asjadest, mille eest oli makstud idas hingehinda, selleks teinekord koguni laenu võttes, tehti lääne pool lihtsalt lõket.

Muu kraami seas võeti läände kaasa hulgaliselt relvi, et küttida toiduks ulukeid ja kaitsta end indiaanlaste eest, kes võisid nende elupaikadesse ja toidulauale tunginud emigrante rünnata. Enamikul hambuni relvastatud meestest jäid indiaanlaste kallaletungid nägemata. Küll said nii mõnedki õnneotsijad ränki või surmavaid vigastusi oma reisikaaslastelt, kes polnud püssi kunagi varem käes hoidnud ja sellega oskamatult vehkisid. Kahtlemata andis relvaarsenal, mis koos kullaotsijatega Californiasse jõudis, aga oma panuse, kinnistamaks Metsiku Lääne kuvandit sealsetes buumilinnades.

Suurim oht, mis vankrireisijaid pikal teekonnal varitses, oli aga haigestumine kõikvõimalikesse nakkushaigustesse. Nende levikut soodustasid nii täistuubitud laagrikohad, prügihunnikud (sh nakkushaigustesse surnute vedelema jäetud riided) kui ka saastunud veevõtukohad. Hävitavaim neist tõbedest oli koolera, milles-

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

se 1849. aastal suri arvatavasti koguni poolteist tuhat Suurt tasandikku ületanud ameeriklast. Veelgi laastavamat hävitustööd tegid koolera ja teised kullaotsijatega kaasa rännanud tõved aga Ameerika põliselanike seas. Viimastele tähendas California kullapalavik, mis nende senise elukorralduse pöördumatult pea peale pööras, täielikku katastroofi: kümmekonna aastaga vähenes Kuldse osariigi põliselanike arv haiguste, tapmiste ja tagakiusamiste tõttu ligi neli korda.

Jõgedest mägedesse

Jõudnud Californiasse, ei olnud kullaotsijatel aega väsitavast teekonnast pikalt puhata: kohe tuli tööle asuda, et kulukas reis võimalikult kiiresti ära tasuks. Seda ebameeldivam oli paljude *forty-niner*'ite üllatus, nähes, et jõekaldad olid juba inimesi täis.

Kõige paremas seisus olid kullaotsijad, kes olid saanud suunduda California jõgede äärde juba 1848. aastal: kuna sealsetest jõe- ja ojasängidest leitud kuld oli pärit kõrgemal Sierra Nevada mäestikus paljastunud kivimikihtidest, mida vesi oli aastatuhandeid murendanud ja allavoolu uhtunud, polnud esialgu vaja teha muud, kui looduslike tõkete (kivide, kärestike jms) taha kinni jäänud kullatükke noaotsaga veest välja urgitseda. Peamiselt hakati kullapuru kättesaamiseks kasutama siiski laugjate servadega panni või kaussi, mida loksutati nii, et tekkinud keeris pori ja peenema liiva koos veega kausist välja viis, samal ajal kui raskem kuld pannipõhja vajus. Kuna sellise panniga sai korraga läbi pesta suhteliselt väikeseid settekoguseid, millele kulus pealegi palju aega, võeti peagi kasutusele suuremad kastid või künad, mida sai nagu lapsehälli küljelt-küljele kiigutada (sellest ka üks nimetusi – ingl *cradle* 'häll'). Kasti ühte otsa kinnitati puust sõel, millele tõsteti järjest jõepõhjast kruusa ja vett. Kasti pidevalt raputades sõeluti niimoodi välja kivid ja suurem praht. Kõik, mis sõelast läbi pääses, voolas omakorda läbi kasti põhjale tekitatud puupulkadest kärestiku, mis püüdis kinni kullaterad ja -helbed, samal ajal kui vesi kergema liiva ja kruusa kasti lahtisest otsast välja viis. Kärestikupõhimõttel töötasid ka pikemad puust kastid ja kanalid, mida hakati ajapikku ehitama, et pesta läbi järjest suuremaid settekoguseid.

Kullapalaviku puhkedes valitses Californias erakordne olukord, kus jõgedest võisid kulda võtta kõik, kes seda vähegi soovisid. Ehkki maa kuulus riigile ja seega pidanuks riigile kuuluma ka sealt korjatud kuld, ei suutnud USA võimud vallandunud protsessi kuidagi kontrollida ega maksustada: föderaalvõimu kehtestamine kaugel läänes võttis aega. See tähendas, et puudusid ka kehtivad õigusnormid, mille alusel oleks saanud korraldada kaevurite omavahelisi suhteid. Vajadus reguleerida, millisel maatükil keegi võib kaevandada, ilma et konkurent saaks teda sealt minema ajada, kasvas aga sedamööda, mida enam inimesi California jõgede äärde vooris. Sellises olukorras kehtestasid kaevurid asulates reegleid ise, tuginedes kaevandusküsimustes enamasti Mehhiko asjaomastele õigusaktidele: kaevuritele hakati välja mõõtma maatükke ja andma õigust soovitud maatükil kaevandada, mis kehtis seni, kuni õigustatud isik enda nimele saadud platsil ka tegelikult toimetas: õhtul ja öösel andsid sellest, et plats on juba võetud, tunnistust sinna jäetud tööriistad. Kui kaevur piirkonnast lahkus, võis kaevandusõiguse tema platsil üle võtta keegi teine.

Kullapalaviku puhkedes valitses Californias erakordne olukord, kus jõgedest võisid kulda võtta kõik, kes seda vähegi soovisid.

Samuti hakkasid kullaotsijad kohtute ja korrakaitsjate puudumisel ise uutes kaevanduskommuunides kohut mõistma ning kaevurite õiglustunnet teravalt riivanud süüasjades võisid karistused olla väga karmid. Küllap aitas teadmine, et varastamise eest võis „võlla kukkuda", buumiasulatesse kogunenud kirevat seltskonna veidigi kontrolli all hoida ja talitseda teiste tagant näppamast.

AUTORI ERAKOGU

Kaevandushooned Bodies (*the Standard mill*)

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Põhiküsimus, mis kullaotsijaid vaevas, puudutas aga kohta, kust kulda otsida: kus on kulda kõige enam? Kuhu tasub pikemalt paigale jääda? Kuuldused üha uutest leidudest kusagil kaugemal sundisid paljusid õnnekütte järjest edasi liikuma, ja seda eriti juhul, kui senine plats tõotas raske töö eest pigem mõõdukat tasu. Niisugusest ringisahmimisest võis võita, kuid suurema tõenäosusega tegi see õnneküti senisest vaesemaks.

Osa Californiasse saabunud kullaotsijaid sai sealsete jõgede ääres püstirikkaks, kuid suurem jagu neist teenis ränka vaeva nähes siiski vaid mõõdukat kasumit või kaotas sellegi, mis tal enne oli olnud. Nähes, et kullaotsimine ei olegi nii tasuv töö, kui seda enne võõrsile minekut oli ette kujutatud, otsustas osa õnneotsijaid juba mõne nädala või kuu pärast koju naasta. Osa ettevõtlikke kullakaevureid, kellel oli jõgede ääres viltu vedanud, otsis endale aga peagi tegevust muudes valdkondades, näiteks kaupmeestena kaevuritele kraami müües või neile vajalikke teenuseid pakkudes. Väidetavalt riisusid just kaupmehed California kullapalavikult kõige paksema koore. Kuna vajadus toidu- ja tarbekaupade järele kasvas hulgalise sisserände järel enneolematult suureks – vaja oli nii söökijooki, tööriistu, ehitustarbeid, tekke, patju ja eriti saapaid, mis pidevast vees ja teravatel kividel müttamisest kiiresti läbi kulusid –, oli ärimeestel võimalik hindu tavalisest kõrgemaks tõsta.

Aeg, mil California jõgedest sai kulda panni või teiste lihtsate seadeldistega välja korjata, jäi siiski suhteliselt lühikeseks. Kolme aastaga olid hõlpsasti kättesaadavad maapealsed varud hakanud ammenduma. Kullaotsinguil liiguti edasi kõrgemale mägedesse ja sisemaa poole ning rakendati üha uusi meetodeid, et pääseda ligi neilegi varudele, mis olid peidus sügavamal kruusa ja liiva all või kätketud maaalustesse kvartsisoontesse. Et viimasteni jõuda, tuli kaevata lõputuid šahte, puurida ja lõhata ning hankida seadmeid, mille abil väärtuslikku metalli sisaldavaid maagitükke purustada ja kulda muust materjalist eraldada. Kõik see tähendas, et 1850. aastate keskpaiku hakkas kullapalavik Californias läbi saama: jõgede ääres palavikuliselt kulda otsinud üksiküritajatest õnneküttide asemele astusid kaevandusettevõtted, mis jõudsid vajalikesse seadmetesse investeerida. Õnnelike kullaleidude korral läksid kasumid nüüd kaevandusomanike ja investorite taskusse. Samas pakkusid uued kaevandused paljudele endistele kullapesijatele püsivamat tööd.

Paha mees Bodiest

Osa California buumilinnadest, nagu Sonora, Placerville või Mariposa, on tänini elujõuliste asulatena alles. Kui kulda leiti paigast, kus ühendused suurematekskusteks kujunenud linnadega olid head ja elutingimused meeldivad, võis esialgne kaevandusasula jääda ka kullavarude ammendumise järel paljudele ahvatlevaks elupaigaks, kus leiti rakendust muudes sfäärides. Bodie-nimelise linnakese saatus oli seevastu tihedalt kullakaevanduste külge köidetud.

Oma nime sai asula William S. Bodey nimeliselt kullaotsijalt, kes avastas koos paari kaaslasega 1859. aastal Sierra Nevada idanõlvadelt rikkaliku kullaleiukoha. Linnakese ristiisaks sai Bodey siiski postuumselt: ise ta asula kerkimist ei näinudki, sest külmus järgmisel talvel lähedal asunud buumilinnast toidukraami tuues surnuks. Bodey isikuga seostub tänapäeval rohkem küsimusi ja legende kui tõsikindlaid vastuseid. Teadmata on tema täpne eesnimi (pakutud on ka Watermani ja Wakemani) ja seegi, kuhu on maetud tema maised jäänused. Omaette legend on seotud sellega, miks Bodey järgi nime saanud linn hoopis Bodieks ristiti: tegemist olla kohaliku sildimaalija taotluslikult tehtud kirjaveaga, et linna nimi ei sarnaneks kirjapildilt ega kõlalt liialt sõnaga „laip“ (ingl *body*).

NAISTE KULLAPALAVIK

California kullapalavikust loodud pilt on äärmiselt meestekeskne, mis on arusaadav, kui arvestada, et kulda otsima tõtanute hulgas oli mehi üle 90%. Siiski ei tohiks jääda muljet, nagu polekski naised kullajahil osalenud. Naisi leidus nii laeva kui ka vankritega Californiasse saabunud *forty-niner*'ite seas ja nii mõnelgi juhul oli just naine see, kelle eestvõttel teele asuti. Naiste osakaal Californiasse rännanute seas hakkas jõudsalt suurenema alates 1850. aastatest, mil üha suurem seltskond naisi reisis oma meestega kaasa või järgnes sinna juba varem rännanud abikaasale. 1860. aastal oli naisi California elanikkonnast juba üle kolmandiku.

Olgugi et kullapalaviku algusaastatel oli naisi Californias veel väga vähe, võis neid ometi leida kõikvõimalikest elusfääridest. Ka naised jahtisid kulda ning osa neist tegi seda meestega külg külje kõrval jõgedes sumbates. Enamjaolt teenisid naised oma kulda siiski võõrastemaja pidades, pesu pestes või buumilinnades enda küpsetatud pirukaid ja hautisi kullatükkide vastu vahetades. Küpsetamise ja pansionipidamisega võisid ettevõtlikud naised väga hästi teenida, mis andis võimaluse toetada vajaduse korral ka oma abikaasat, kui sel kullaväljadel viltu juhtus vedama. Samuti leidsid naised vabameelses Californias tegevust valdkondades, kus neid idarannikul õieti ei kohanudki, näiteks ajakirjanike või trahteripidajatena.

Kenakese teenimisvõimaluse leidsid toonases Metsikus Läänes ka prostituudid ning kõikvõimalikud artistid: lauljad, tantsijad ja näitlejad. Buumiasulates, kus tehti päevad läbi rasket üksluist tööd, januneti õhtuse meelelahutuse järele. Paljud artistid rändasid California buumilinnades ringi varieteenumbritega ning kui number publikule meeldis, oli peale kuulsuse võimalik koguda ka märkimisväärses koguses varandust. Näiteks hullutas Lola Montez meessoost publikut provokatiivse „ämblikutantsuga“, mille raames paljastas ta seeliku alt kelmikalt oma sääri, neilt justkui ämblikku ära ajades. 1860. aastatel lõi San Franciscos laineid Adah Menken väljakutsuva etendusega, mille tipphetkel ta justkui poolpaljana (tegelikult liibuvates nahavärvi pükstes) hobuse külge seotult lavale ratsutas. California buumilinnade superstaariks võib aga pidada kaheksa-aastaselt karjääri alustanud Lotta Crabtreed, kes tantsides ja sentimentaalseid laule lauldes kaevuritelt pisara välja meelitas. Valgesse kleiti rõivastunud punapäine tütarlaps osutus sedavõrd suureks publikumagnetiks, et tema emal andis etenduste järel lavale visatud kullatükke korviga kokku korjata. On arvatud, et just Lotta oli see, kes kogus Metsiku Lääne lavalaudadelt artistina kõige suurema varanduse.

Niisiis, toonane California võis ettevõtlikele inimestele kujutada tõelist imedemaad. Samas ei tohi unustada, et kõik see kehtis ennekõike angloameeriklaste ning teiste Euroopa päritolu uustulnukate kohta. Paljude California põliselanike ning sinna muudelt mandritelt rännanud naiste edaspidise elu ja hakkamasaamise määras suuresti ära hoopis nende etniline kuuluvus või nahavärvus. •

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

AUTORI ERAKOGU

Bodiest lahkunud inimesed jätsid sinna maha hulgaliselt kõikvõimalikku kraami, mida nad ei pidanud oluliseks või lihtsalt ei jaksanud kaasa võtta. Osa sellest kraamist on huvilistele vaatamiseks ruumides, kuhu saab katmata akendest sisse kiigata. Pildil sissevaade Bodies tegutsenud poodi

Tõsisemalt tehti kullakaevandamisega Bodies algust alles 1870. aastate lõpul: 1860. aastate alguses pälvisid kullakaevurite ja kaevandusfirmade põhitähelepanu hoopis suured kulla- ja hõbedaleiud naaberosariigis Nevadas. Kaevanduste rajamine andis linnakesele uue hingamise: Bodiest sai tõeline buumilinn, kus oli 1870. aastate lõpul ligi 10 000 elanikku. Tippaegadel ääristas linnakese tänavaid üle 2000 hoone, sh mitukümmend trahterit ja mängupõrgut, kus kaevurid said pärast rasket päevatööd lõõgastuda.

Elu tunnelites oli karm, ohtlik ja monotoonne, mis muutis tööjõu väga voolavaks ning himu õhtuste lõbustuste järele erakordselt suureks. Nagu ikka buumilinnades, mis tõmbasid ligi kõige kirevamat seltskonda, tuli siingi ette arvukaid tulevahetusi ja kaklusi. Ajalehtedes pöörati Bodies juhtunud tulistamistele suurt tähelepanu ning linnake sai ümberkaudu tuntuks oma eriliselt metsiku õhustiku poolest. Tänapäevalgi tavatsetakse Bodiest rääkida kui ühest California kurikuulsamast buumilinnast, kus püssipaugutamine olevat olnud igapäevane asi. Kohalike püstolikangelaste kvintessentsina sündinud kujund „paha mees Bodiest“ on osa sellest kuvandist.

Bodie tippaeg pahelise buumilinnana ei kestnud siiski kaua. Kui 1880. aastate alguses hakkasid ilmnema märgid seni leitud kullavarude ammendumisest, meelitasid uudised üha uute leiupaikade avastamise kohta teistes osariikides paljusid kaevureid linnakesest lahkuma. 1880. aastate keskpaiku oli Bodiesse jäänud veel vaid ligikaudu 1500 elanikku.

Väiksemas mahus jätkus kaevandamine seal kandis tõusude ja mõõnadega veel 20. sajandi alguseski, ehkki linnake jäi aegamisi üha rahvavaesemaks. 1932. aasta suvel puhkes asulas suur tulekahju, mis hävitas üle 90% sealsetest hoonetest, ent see räsis juba suhteliselt hõredasti asustatud Bodiet ja paljusid mahajäetud majasid. Kui 1940. aastate alguses suleti viimane kaevandus, hüljati linnake lõplikult. Kõik see, mis kunagisest buumilinnast on ajaproovile vastu pidanud, seisab Sierra Nevada idanõlvadel aga tänini mälestusmärgina aegadele, mil Californiast leitud kuld meelitas sadu tuhandeid inimesi kõikjalt maailmast Ameerika läände õnne otsima. •

Elu tunnelites oli karm, ohtlik ja monotoonne, mis muutis tööjõu väga voolavaks ning himu õhtuste lõbustuste järele erakordselt suureks. Nagu ikka buumilinnades, mis tõmbasid ligi kõige kirevamat seltskonda, tuli siingi ette arvukaid tulevahetusi ja kaklusi.

Vaata lisaks

• J. S. Holliday. The World Rushed. In: The California Gold Rush Experience. University of Oklahoma Press, 2002.
• So Much to Be Done: Women Settlers on the Mining and Ranching Frontier. R. B. Moynihan et al (ed.). University of Nebraska Press, 1998.
• Oxford History of the American West. M. A. Sandweiss et al (ed.). Oxford University Press, 1994.

Helen Rohtmets-Aasa (1977) on ajaloolane, ajakirja Horisont toimetaja. On uurinud kodakondsus- ja rändeküsimusi 19. ja 20. sajandil, sh kaitsnud TÜ ajaloo- ja arheoloogiainstituudis doktoritöö Eesti Vabariigi sisserändepoliitikast 1920. aastate alguses.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Osta e-poest:
www.aurearegina.ee
Telli telefoni teel 6018088
või tule poodi Vana-Viru 5!

Klondike kullapalaviku 125. aastapäevale pühendatud plato-tehnikas hõbemünt ehtsate kullamurdudega.

Kuld – glamuurne ja intrigeeriv kuid vahel ka hukutav. Kullapalavikku on maailma ajaloos on ette tulnud ikka ja jälle. Maapõues avastatud kulla leiukohad on ahvatlenud tuhanded inimesed kiiresti rikastuma.

16. augustil 1896. aastal avastasid Yukoni Klondike'i piirkonna kaevurid kohalikust jõesängist kulda. Uudised leiust jõudsid järgneval aastal Seattle'isse ja San Franciscosse, mis vallandas suure kullapalaviku ning õnneotsijate tulva Yukonisse. Kuna leid oli suur, mõistsid kõik, et piirkond peab olema väärtuslikust metallist rikkalik. Kui jõed järgmisel aastal lahti sulasid, levis uudis leiust ka Ameerikasse, kus see põhjustas üüratu huvi.

Kvaliteet: Proof
Emiteerija: Salomoni saared
Nimiväärtus: 5 $
Hõbe: 99,9 %
Kaal: 50 g
Läbimõõt: 70 mm
Tiraaž: 1999 tk
Hind: 195 €

"Taevas ja Põrgu" – tavakasutusse läinud käibeväljendid igapäevaelu erinevate emotsioonide ja olukordade väljendamiseks. Nüüd siis "punutud" ka iidse filigraantehnika abil kerakujuliseks mündiks.

2-untsine kerakujuline puhast hõbedat münt on osaliselt kullatud, eraldades head kurjast!
Taevas särab heledalt puhta kullaga kaetud poolel, mis on eraldatud süngest, antiikviimistluses põrgust ja saatanast, kes ootab kõiki patuseid.

Käsitsi joonistatud kujundus on teostatud ülitäpselt ja õhukese puhta hõbedase kihina on integreeritud pisikesed väljalõiked.

Maailma esimene: kahepoolne kerakujuline münt ülitäpse filigraantehnikaga!

Kvaliteet: antiikviimistlus
Emiteerija: Samoa
Nimiväärtus: 5 $
Hõbe: 99,9 % 24 K kullatis
Kaal: 2 untsi
Läbimõõt: 50 mm
Tiraaž: 1499 tk
Hind: 369 €

Kvaliteet: kahepoolne kõrgrelieef-tehnika, antiikviimistlus
Emiteerija: Prantsusmaa
Nimiväärtus: 2000 €
Kaal: 31,104 g
Läbimõõt: 34 mm
Tiraaž: 250 tk
Hind: 3190 €

Mündid on juba iidsetest aegadest kasutatud propaganda vahendina, kajastades neil imperaatorite portreesid ja edastades oluliste sündmuste motiive. Prantsusmaa rahapajas valminud erakordselt detailse ja uskumatu kahepoolse reljeefiga kuldmündi piltmotiivid pärinevad arhiivimaterjalides leitud medalilt.

Antiikviimistlusega kuldmündi aversil on kujutatud **George Washingtoni** profiili. Tagaküljel näeme Dorchester Heightsil asuvat Washingtoni, kes suundub oma nelja ohvitseriga hobustel Bostoni linna poole. Mündi paremal poolel asuvad linnus, kahurid ja maas lebavad kahurikuulid. Washington osutab linnast põgenevatele Briti laevadele. Mündi ülaosas saab kirjutise "HOSTIBUS PRIMO FUGATIS" tõlkida järgmiselt: "Vaenlased on esimest korda põgenevad"

Buddha

Naervat Buddha peetakse kuulsa filosoofi ja vaimse õpetaja rõõmsaks, ülevoolavamaks reinkarnatsiooniks. Head õnne, edu ja küllust loova salasoovide täitjana on Budda kuju paljude jaoks armastatud talisman.

Kuldmündil asetsev Buddha on ehtsast jadeiidist, mis on aastatuhandeid olnud Aasia kultuuride kultuskivim.

Kvaliteet: Proof
Emiteerija: Tuvalu
Nimiväärtus: 100 $
Kuld: 99,99 %
Kaal: 1 unts
Läbimõõt: 32,6 mm
Tiraaž: 288 münti
Hind: 2999 €

AUREA REGINA MÜNDIPOOD –
KAASAEGSE MÜNDIMAAILMA EKSPERT!

Kauplus avatud:
E-R 10 –17 • L 11–16
Vana-Viru 5,Tallinn 10111

Tel: 6018088
E-post: pood@aurearegina.ee
E-poest tellides kaup kätte 3 tööpäeva jooksul.

AUREA REGINA
MÜNDIPOOD

www.aurearegina.ee

MIHKEL JÄRVEOJA, KAUPO VOORMANSIK

MIS EESTI PÕLDUDEL KASVAB?

PÕLLUKULTUURIDE AUTOMAATNE TUVASTAMINE SATELLIITSEIREGA

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Rohepöörde ja ka üldise inimarengu taustal on üha olulisem saada meie koduplaneedist paremini aru. Tarkade otsuste aluseks on täpsed andmed. Satelliitseire on üks paremaid andmeallikaid, pakkudes ühtlase kvaliteediga ruumiandmeid tervete riikide ja regioonide kohta. OÜ KappaZeta ja Eesti ülikoolide koostöös on töötatud välja meie oludesse sobiv satelliitseirepõhine põllukultuuride määramise metoodika, mille abil on võimalik leida, mis kultuur igal põllul kasvab. Uudset võimalust kasutab juba põllumajanduse registrite ja informatsiooni amet (PRIA), aga see tehnoloogiline abimees on kasulik ka põlluraamatu tarkvarades ja riiklikus statistikas. Erinevalt juhuvalimiga välitöödel põhinevatest statistilistest meetoditest annavad satelliitseire kõiki põlde hõlmavad otsemõõtmised märksa usaldusväärsemaid tulemusi.

UNSPLASH

Põllukultuuride ja maakattetüüpide liigitamise viisid

Kaugseireteaduses on satelliidipiltidelt põllukultuure ja maakattetüüpe automaatselt kindlaks tehtud juba pikka aega. 1972. aastal saadeti orbiidile Landsati satelliidisarja esimene multispektraalne skanner, sellest ajast alates on olnud kättesaadavad kogu Maad katvad pildid eri otstarbeks.

Põllukultuure liigitatakse peamiselt kahel moel. Esimesel juhul kasutatakse ainult ühe hooajasisese satelliidipildi spektraalset infot, teisel juhul lisatakse spektraalsele dimensioonile ka ajaline mõõde: rakendatakse eri ajahetkede pilte kas ühest või isegi mitmest hooajast.

Kasutades ühte pilti, eeldatakse, et eri põllukultuuridel on teatud ajahetkel iseloomulikud, üksteisest eristuvad spektraalsed omadused. Piltide aegrea analüüsil lähtutakse aga asjaolust, et igal kultuuril on hooaja jooksul eriomane kasvukäik, mis väljendub spektraalsete näitajate aegrea kujus. Terve kasvuperioodi (või mitme kasvuperioodi) piltide töötlemine nõuab küll rohkem ressursse kui ühe konkreetse ajahetke oma, ent annab üldiselt täpsemaid ja universaalsemaid tulemusi.

Esimesed põllukultuuride tuvastamise uurimused ja rakendused põhinesid optiliste satelliitide (näiteks Landsat, MODIS Terra/Aqua, SPOT, Sentinel-2) andmetel. Multi- ja eriti hüperspektraalsed optilised satelliidipildid (vahe on eristatud spektrikanalite arvus, multispektraalsetel piltidel on üldjuhul alla kümne spektrikanali, hüperspektraalsetel piltidel võib olla sadu eristatud spektrikanaleid) on väga rikkalik andmeallikas, mille alusel saab eristada põllukultuure. Samuti pole mõne pilvevaba pildi leidmine hooaja jooksul üldjuhul probleem ka pilvisemates piirkondades. Küll aga on pilved suur nuhtlus, kui analüüsida piltide aegrida või valida sobiva pildi ajavahemik väga kitsalt: aegrida on lünklik ja meile olulist hoolikalt valitud ajahetke võib katta pikk pilvine periood, kus ühtki ülesvõtet ei saa kasutada.

Radarkaugseirega seda probleemi ei ole: olenemata pilvisusest on aegrida tihe ja pidev. Kuigi ainult üks radaripilt sisaldab põllukultuuride eristuse tarbeks enamasti vähem infot kui üks optiline pilt, leidub palju korduskaadreid, eristamaks taimede fenoloogilisi arenguetappe.

Pärast seda, kui orbiidile saadeti n-ö laiatarbesatelliidid Sentinel-1 ja Sentinel-2, on põllukultuure tuvastades pigem tavaks kasutada radari- ja optilist andmestikku koos. Mitmed teadustööd on kinnitanud, et kõige paremaid tulemusi saab mõlemat andmestikku kombineerides, seda eriti operatiivsüsteemides, kus on oluline esitada tulemusi peaaegu reaalajas. Paremini kui optiliste andmete põhjal saab radariandmete abil peale tiheda ja häiringuteta aegrea eristada taimede kuju muutusi, näiteks õitsemist, varresõlmede ja viljapeade arengut.

Eespool kirjeldatud andmestiku põhjal teevad lõpuks tuvastusotsuse klassifitseerimisalgoritmid, mille võib jagada kaheks põhirühmaks: parameetrilised ja mitteparameetrilised. Viimaste hulka kuuluvad ka mitmesugused masinõppealgoritmid, mis on pärast sügavõpperevolutsiooni olnud satelliidipiltide klassifitseerimisel üha laialdasemalt kasutusel ja annavad üldiselt täpsemaid tulemusi kui traditsioonilised parameetrilised klassifikaatorid. Peale tuntud ja küpsete masinõppealgoritmide, nagu tugivektorklassifitseerija (ingl *support vector machine*), otsustuspuu (ingl *decision tree*) ja juhumets (ingl *random forest*), tõlgendatakse satelliidiandmeid üha enam tehisnägemise valdkonnas laialdaselt levinud sügavate närvivõrkude kaudu (ingl *deep neural networks*), mis on tuntud ka kui sügavõpe (ingl *deep learning*).

Kohalike oludega sobitatud tuvastusmudel

Kokkuvõttes on satelliitseirepõhist põllukultuuride eristamist palju uuritud, katsetatud ja piiratud huvialadel selles vallas ka täpseid tulemusi saadud. Miks siis ei ole riiulis valmis toodet, mida kõik Euroopa riigid, põlluraamatute tarkvarad ja kindlustusfirmad saaksid kasutada? Euroopa Liidu (EL) ühise põllumajanduspoliitika reformi ootuses ja tuules on algatatud mitu Euroopa kosmoseagentuuri ja EL-i rahastatud katseprojekti (nt Sen4CAP), et Copernicuse programmi andmeallikaid põllumajandusmaa seires paremini ära kasutada. Ometi põrkuvad suure visiooniga algatused tihti reaalse maailma kiretute probleemide otsa, kus üks-suurus-kõigile-mudel siiski ei sobi kõigile. Ainuüksi Euroopa kliimaerinevused, mis mõjutavad kultuuride

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

kasvukäike ja külvipindu, on üks põhjus, miks eelistada tellimuslahendusena välja arendatud tehnoloogiat riiulitootele. Rääkimata eri riikide infosüsteemide peensustest ja traditsioonidest, millega tuleb teenust ühtlustades arvestada.

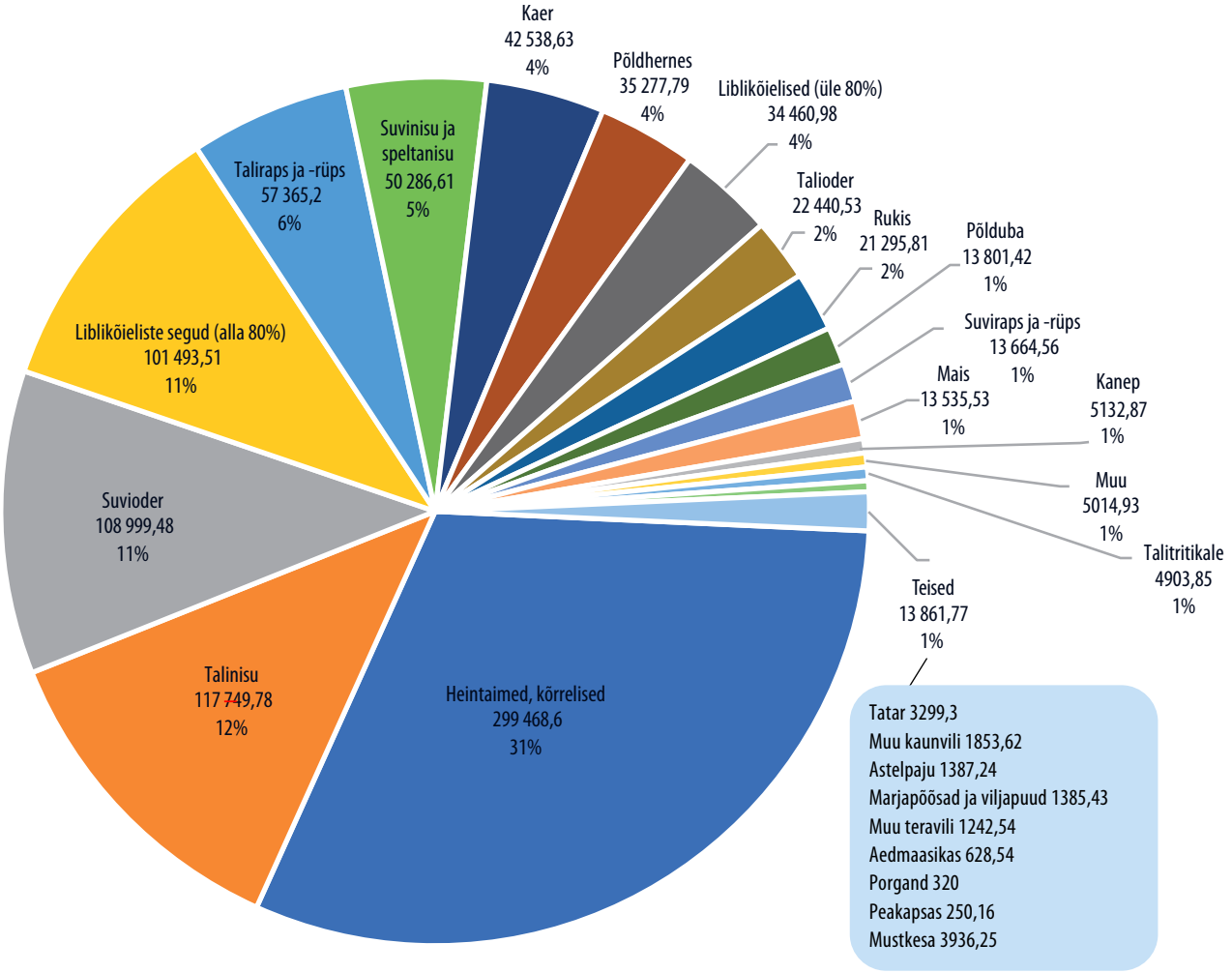
Eestile kohase mudeli väljatöötamisel püüti kasutada parimaid teadaolevaid põhimõtteid, arvestades seejuures algusest peale ühe lõppkasutaja ehk PRIA soove ja vajadusi. Tuvastusmudeli sisendandmetena kasutati nii Sentinel-1 kui ka Sentinel-2 satelliidipilte, lähtuti aegridadest ning hõlmati ka ilma- ja mullastikunäitajaid. Kõik Eestis kasvatatavad põllukultuurid jaotati 28 olulisemasse rühma (vt diagrammi). Nii suure hulga eri kultuurirühmade automaatne tuvastamine oli üsna ambitsioonikas eesmärk. Varasemates uurimustes ja rakendustes on enamasti tegeldud vaid maailma mastaabis majanduslikult oluliste põllukultuuridega, nagu mais, riis, nisu, soja, või siis teatud piirkonnale omaste viljadega. Klassifikatsioon on harva hõlmanud üle kümne kultuuri.

Kuigi moodsad masinõppealgoritmid näivad väliselt keerukad, on nende üks põhiomadus jäänud lihtsaks ja arusaadavaks: tulemused peegeldavad õpetusandmetes leiduvaid mustreid. Et luua Eesti oludes võimalikult hästi põllukultuure tuvastav mudel, tuleb seda treenida meie põldude andmetega. Praktilistes rakendustes peab mudel andma hinnanguid alati veidi uutes oludes: õpitud minevikusündmuste põhjal tuleb langetada otsuseid mingil määral tundmatus keskkonnas. Kuna ilmastikul on põllukultuuride kasvukäikudele vaieldamatu mõju, tuleb mudeli loomisel näidistena kasutada eri hooaegade andmeid, et valmistada seda ette arvestama eri aastate ilmast olenevaid fenoloogilisi kasvukäike. Kahtlemata erinevad vihmasel ja põuasel aastal arenenud herne kasvukäigud, kuid mudel peab suutma mõlemaid ikka samaks herneks määrata. Esialgset Eesti oludele kohandatud mudelit treeniti 2018. ja 2019. aasta andmete põhjal. Parimate tulemuste saamiseks tuleb mudelit regulaarselt täiendada, lisades näidiseid uutest kasvuperioodidest.

Põllukultuuride tuvastamise tulemused ja probleemid

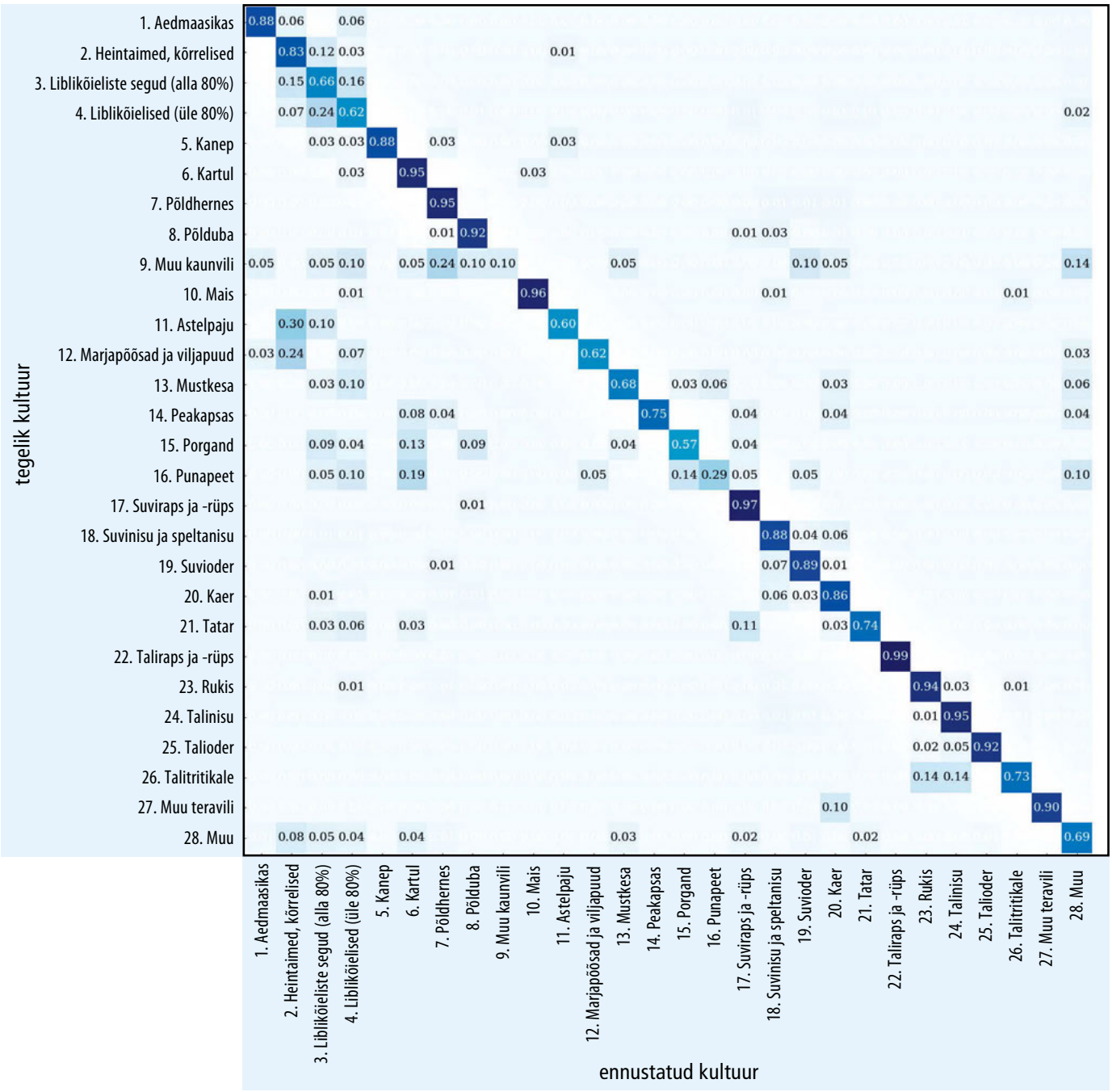
Kahe aasta andmestik jaotati alamhulkadesse, millest ühte kasutati mudeli õpetamiseks ja teist tema soorituse hindamiseks ehk tundmatuks proovikoguks. Kahe täissidusa kihiga närvivõrk õppis sisendtunnuste põhjal ära tundma igale kultuurirühmale iseloomulikke tunnuseid ja ennustas mudeli parameetrite kaalude järgi proovikogu põldude kuuluvuse ühte 28 kultuurirühmast. Tulemusi illustreerib proovikogu normitud eksimismaatriks, mis kõrvutab põldudel kasvavaid tegelikke kultuure tuvastusmudeli hinnangutega.

2020. aasta põllukultuuride jaotus külvipinna (ha) järgi 28 klassi



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Põllukultuuride automaatse tuvastusmudeli eksimismaatriks



Peale selle, et tuvastusmudel kipub sassi ajama heintaimede ja eri sisaldusega liblikõieliste ning kõrreliste segude rühmi, leidub veel probleeme. Suvistest teraviljadest on nisu, odra ja kaera saagis alla 0,9, mida on satelliitseirel raskem eristada. Teraviljadest on satelliidipiltidelt kõige keerulisem tuvastada tatart ja talitritikalet. Viimast on raske eristada talinisust ja rukkist, mille ristand tritikale on.

Niisugune eksimismaatriks võrdleb põldudel kasvavaid tegelikke kultuure tuvastusmudeli hinnangutega. Maatriksi sinistest ruutudest peadiagonaalil on esitatud iga põllukultuuri saagis (ingl *recall*), mis näitab, kui suure osa selle rühma põldudest on mudel ennustanud õigesti. Näiteks talirapsi ja rüpsi saagis 0,99 tähendab seda, et 99% kõigist proovikogus olnud talirapsi- ja rüpsipõldudest on mudel määranud õigesti. Eksimismaatriksi abil on võimalik hinnata, milliste kultuuride omavahelise eristamisega satub mudel raskustesse. Näiteks on keeruline eristada kõrreliste heintaimede ja eri sisaldusega liblikõieliste ja kõrreliste segusid, seetõttu ajab mudel neid kolme kultuurirühma (maatriksis 2–4) omavahel segamini. See on mõistetav, sest nende kultuurirühmade eristus ongi sageli tinglik. Kevadel kõrrelistepõlluks registreeritud alal võib tegelikult rohkemal või vähemal määral kasvada ka liblikõielisi taimi ja vastupidi.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

COPERNICUSE PROGRAMM JA ESTHUB

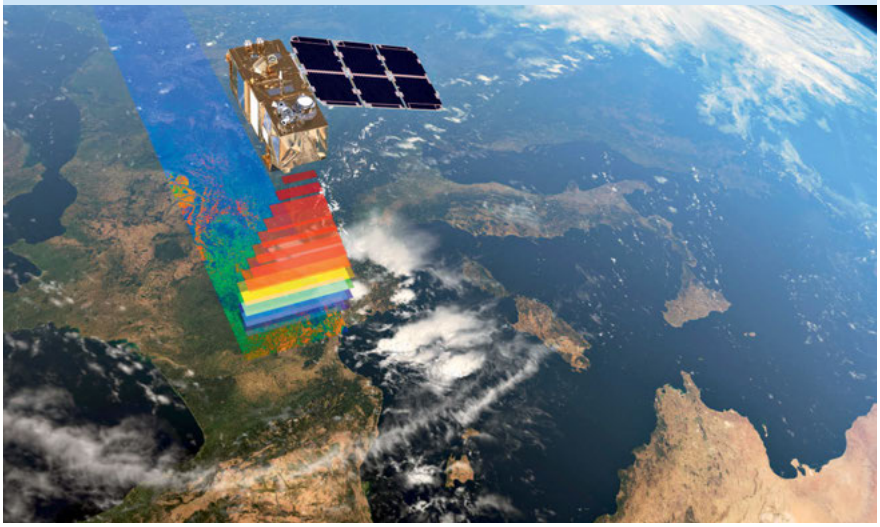
Maa seireprogrammi Copernicus peamine eesmärk on pakkuda Euroopale ja maailmale kaugseireandmeid ja neil põhinevaid avalikke teenuseid. Programmi taristu kosmoseosa koosneb kuuest Sentineli satelliidiperekonnast ja mitmest toetusmissioonist. Seireülesannete hulka kuuluvad näiteks atmosfääri koostise ja õhu kvaliteedi mõõtmine ning maa- ja merepinna topograafia ja temperatuuride jälgimine. Maismaaseires, sh põllumajanduse rakendustes, on kõige väärtuslikumad optilise satelliidi Sentinel-2 ja radarsatelliidi Sentinel-1 andmed.

786 km kõrgusel polaarorbiidil tiirlevatelt Sentinel-2 satelliitidelt saadakse peaaegu kogu maismaa kohta ühtlase kvaliteediga võrreldavad pildid vähemalt iga viie päeva tagant, Eestis isegi iga kahe-kolme päeva tagant. Piltide ruumiline lahutus varieerub olenevalt spektrikanalist kümnest kuuekümne meetrini.

Sentinel-1 satelliidipaar on maale 100 km lähemal ning teeb Euroopas kordusülesvõtteid vähemalt kuue päeva järel ja mujal 12 päeva tagant. Satelliitide pardal olev C-laineala tehisavaradar (C-SAR) töötab vaikerežiimis 20-meetrise ruumilise lahutusega.

Copernicuse kosmosetaristut toetab maapealne juhtimiskeskus ja andmejaotusplatvormid, mille üks osa on ka Eesti riiklik satelliidiandmete keskus ESTHub. Maa-ameti arendatud ESTHubi abil on võimalik vaadata, alla laadida ja töödelda Eesti ala katvaid satelliidiandmeid. Riigiasutustest kasutavad praegu ESTHubi PRIA põllumajandustoetuste kontrolliks ja keskkonnaagentuur jääseireks. Tulevik toob suure tõenäosusega ESTHubile veel palju riigi- ja erasektori kasutajaid oma mitmekülgsete rakendustega.

Kõik Copernicuse programmi andmed ja põhiteenused on kasutajatele tasuta ja avalikult kättesaadavad. •



ESA / ATG MEDIALAB

Kunstniku nägemus satelliidi Sentinel-2 maapinna mõõdistamistööst

Enamikku teravilju ja muid levinumaid põllukultuure suudab mudel väga hästi eristada. Eriti suur on rapsi tuvastamise täpsus. See on ilmselt tingitud mais-juunis puhkevatest kollastest õitest, mis on sellele taimele väga omased – neid on keeruline millegi muuga segamini ajada.

Paljude aed- ja köögiviljade puhul võib mudeli kehva soorituse põhjus olla vähesed õpetusandmed. Eesti põllukultuuride õpetusandmestik on tugevalt tasakaalust väljas: 11 arvukamat kultuuri katavad 92% kogu Eesti põllumaast, aga mõned köögiviljarühmad hõlmavad alla tuhandikosa. Masinõppemudelid kohandavad ennast arvukate klasside järgi ja hakkavad ignoreerima vähearvukaid. Et aidata mudelil ka haruldasemaid kultuure siiski täpsemalt määrata, tuleb klasse tasakaalustada digitaalsete jõumeetoditega. Arvukaid klasse saab kärpida, kustutades mõned näidised (ingl *under-sampling*), ja vähem arvukaid suurendada, tekitades näidiseid juurde (ingl *over-sampling*).

Põllu tunnuste aegridade juurde tekitamiseks ei sobi lihtne kopeerimine. Selle asemel võetakse olemasolevate põldude tunnuste aegread ja lisatakse teatud juhuslikult valitud lõikudesse müra. See on digitaalne maaharimine oma parimal kujul: nagu oleks algne porgandipõld, aga mitte päris. Mudelile sobib see siiski patta panna ja süüa nagu tavaline porgand. Sel viisil on suudetud ka väikeste kultuurirühmade tuvastamise tulemusi veidi parandada, kuid määramise täpsusastmed on jäänud ikkagi väikeseks. Seepärast jääb õhku küsimus: kas neid üldse on võimalik ja vaja suure täpsusega kindlaks teha, kui nad on nii vähe levinud ja majanduslikus mõttes kuigi palju ei määra? See jääb põllukultuuride tuvastusmudeli kasutajate otsustada.

Tulevik ja rakendused

Väljatöötatud tuvastusmudelit rakendatakse PRIA ja OÜ KappaZeta koostöös sel suvel esimest korda kõigil Eesti põldudel. Üleriigiline prooviuuring aitab leida võimalikud kitsaskohad ning valmistab ette operatiivkasutust riigi infosüsteemide digimise arenguteel. Lihtsustades nii põllumehe, põllumajandusametniku kui ka erksa Eesti kodaniku elu, kes tahab teada, mida Eesti põldudel igal aastal tegelikult kasvatatakse.

Tuvastusmudeli teadus- ja arendustöö on tehtud RITA-programmi projekti „Kaugseire andmete kasutuselevõtt avalike teenuste väljatöötamisel ja arendamisel“ raames. Projektimeeskonda kuulusid OÜ KappaZeta töötajad, Tartu ülikooli ja Eesti maaülikooli teadlased: Mihkel Järveoja, Kaupo Voormansik, Marharyta Domnich, Indrek Sünter, Tanel Tamm, Mait Lang, Valentina Sagris, Tõnu Oja, Kalev Sepp, Janar Raet, Anu Noorma ja Liisi Jakobson. PRIA-s juhtis koostööd Kai Raudvere ühes kolleegidega.

Valminud metoodika on avalik, kõik võivad seda tasuta kasutada. Dokumentatsiooni saab kätte Tartu ülikooli raamatukogu digikogust aadressilt: datadoi.ee/handle/33/314. •

Mihkel Järveoja (1986) on OÜ KappaZeta geoinfosüsteemide arendaja. 2012. aastal Tartu ülikooli loodusgeograafia ja maastikuökoloogia erialal kaitstud magistritöös uuris aerolaserskaneerimisega kogutud kõrgusandmestiku abil võimalike liustikutekkeliste aastamoreenide leidumist Alutaguse piirkonnas.

Kaupo Voormansik (1985) on Tartu observatooriumi kaugseire osakonna teadur ja OÜ KappaZeta radarseire ekspert. 2014. aastal Tartu ülikoolis kaitstud doktoritöös uuris tehisavaradari kasutusvõimalusi keskkonna kaugseires.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

TELESKOOP.EE

AINULT HEAD TELESKOOBID

SkyWatcher StarQuest 130P
Paraboloidse peapeegliga reflektor
Ø=130 mm
F= 650 mm
Suhteline ava F/5
Okulaarid 10 mm ja 25 mm
Punatäpp otsija
Uue disainiga Eq/AltAz monteering kolmjalal
369 €

Bresser Messier AR-102/1000 Exos-1
Arkomaatiline läätsteleskoop
Ø=102 mm
F=1000 mm
Suhteline ava F/10
26 mm okulaar
6x30 niitristiga optiline otsija
Komplektis päikesefilter
Stabiilne Exos-1 ekvaatoriline monteering terastorudest kolmjalal
525 €

BRESSER

Sky-Watcher

Mõõdud 110x33x123 mm
129 €

Mõõdud 388 x 43 x 288 mm
269 €

- **CO_2 indikaator,** mis annab märku, kui on vaja ruumi tuulutada
- ühik on ppm (parts per million), mille näit võiks jääda alla 1000 ppm
- lisaks näitab seade õhutemperatuuri ja suhtelist õhuniiskust

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

Biolux LCD Touch HDMI
Uus puutetundliku ekraaniga mikroskoop, mille pildi saad otse ekraanile kuvada (mikro-HDMI)! Suurendus 30x-1125x. 5 Mpix CMOS sensor.
319 €

Mikroskoop Biolux NV
Suurendus 20–1280×. Kohver ja vajalikud tööriistad, PC okulaar (1280×720 px), pealt- ja altvalgustus, peennihikuga slaidihoidik
Sobilik lapsele ja koolile!
155 €

Stereomikroskoop Analyth STR 10x-40x
Suurendus 10x, 20x, 40x. Toide AA patareidelt, USB kaabliga või vooluvõrgust.
Putukad, kahjurid, mineraalid, margid, mündid, trükkplaadid jne
239 €

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

Taust: Galaktika NGC 4651, ESA/Hubble & NASA, D. Leonard

MAI-JUUNI: ASKELDAMINE KOSMOSEJAAMADES JA MARSIL

• **2. mail** eraldus rahvusvahelisest kosmosejaamast (ISS) SpaceX-i kosmoselaev Crew Dragon ja tõi Maale tagasi neli astronauti: Shannon Walkeri, Victor Gloveri, Mike Hopkinsi ja Soichi Noguchi. Umbes kuue tunni pärast maanduti edukalt Mehhiko lahte. Mehitatud kosmoselendude ajaloos oli see kolmas öine maandumine vette. Esimene oli detsembris 1968, kui Apollo 8 maandus planeeritult enne koitu Vaikses ookeanis, ning teine oktoobris 1976, kui Nõukogude Liidu kosmoselaev Sojuz kaldus kursilt kõrvale ja sattus Kasahstanis suurde järve. Viimasel juhul kulus päästemeeskonnal üheksa tundi, et kosmoselaev kaldale tuua ja kosmonaudid päästa.

• **4. mail** startis NASA Kennedy kosmosekeskuse stardiplatvormilt nr 39A SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 60 järjekordset Starlinki seeria sidesatelliiti. Kokku on neid orbiidil 1565. Kanderaketi esimene aste maandus Atlandi ookeanis pargasele. Üheksa stardi ja maandumisega on see korduskasutatav raketiosa üks vanimaid omataoliste hulgas. Ühtlasi oli see SpaceX-i sajas raketistart, mille lend kulges viperusteta.

• **6. mail** startis Hiina edelaosast Xichangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 2C, et viia orbiidile kolm Hiina Yaogan 30 seeria militaartehiskaaslast ja üks tsiviilotstarbeline sidesatelliit.

• **9. mail** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardiplatvormilt nr 40 SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 60 järjekordset Starlinki seeria sidesatelliiti. Kanderaketi esimesele astmele oli see rekordiline kümnes start ja maandumine.

• **15. mail** eraldus Marsi orbiidil tiirlevast Hiina tehiskaaslasest Tianwen 1 maandumismoodul, mille tähtsaim komponent on kulgur Zhurong. Kolme tunni pärast maandus aparaat Marsi pinnal ning sealt saabunud telemeetriaandmed kinnitasid, et maandumine oli edukas. Kui kõik läheb plaani järgi, sõidab 240 kg kaaluv kulgur maandumisplatvormilt maha ja alustab Marsi pinna uuringuid. Seni oli õnnestunud Marsil edukalt maanduda ainult USA kosmosesondidel.

• **15. mail** startis Uus-Meremaa põhjasaarel asuvast Rocket Labi stardikompleksist kanderakett Electron, mis pidi viima orbiidile kaks firma BlackSky Maa seiresatelliiti. Kaks ja pool minutit pärast starti, kui esimene aste oli oma töö lõpetanud ja eemaldus, tekkis tõrge teise astme mootori töös, ta lülitus välja ning kogu missioon ebaõnnestus.

• **16. mail** startis NASA Kennedy kosmosekeskuse stardiplatvormilt nr 39A SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 52 Starlinki seeria sidesatelliiti, Tyvak Nano-Satellite Systemsi tehiskaaslase Tyvak 0130 ja Capella Space'i radarvaatlussatelliidi.

• **18. mail** startis Canaverali neeme kosmosejõudude stardiplatvormilt nr 41 United Launch Alliance'i kanderakett Atlas 5, mis viis orbiidile USA relvajõudude infrapunasatelliidi SBIRS GEO 5. Tehiskaaslane tuvastab rakettide starte nende mootorite heitgaaside kuumuse abil ja võimaldab nõnda saada võimalike raketirünnakute kohta eelhoiatusi. Tegemist oli United Launch Alliance'i 144. eduka stardiga.

• **19. mail** startis Hiina loodeosast Jiuquani kosmosekeskusest kanderakett Long March 4B, et viia orbiidile Haiyang 2D okeanograafiasatelliit.

• **22. mail** startis 15 km kõrguselt Virgin Galacticu kandelennukilt VMS Eve kosmoselennuk SpaceShipTwo. Kahe pardal olnud piloodiga lennuk jõudis 89,23 km kõrgusele ehk üle USA valitsuse määratletud kosmosepiiri (80 km). Mõneminutilise kaaluta oleku järel naasis lennuk New Mexico osariigis olevasse Spaceport America baasi. Selleks aastaks on planeeritud veel üks nelja reisijaga katselend ning ka kaks kommertslendu.

• **22. mail** sõitis maandumisplatvormilt Marsi pinnale Hiina kulgur Zhurong. Marsi põhjapoolkeral Utopia Planitia tasandikul ootab kulgurit kolmekuuline teaduslik missioon. Kulgurilt saabunud fotodel on näha üksikute suuremate kividega tasane pind.

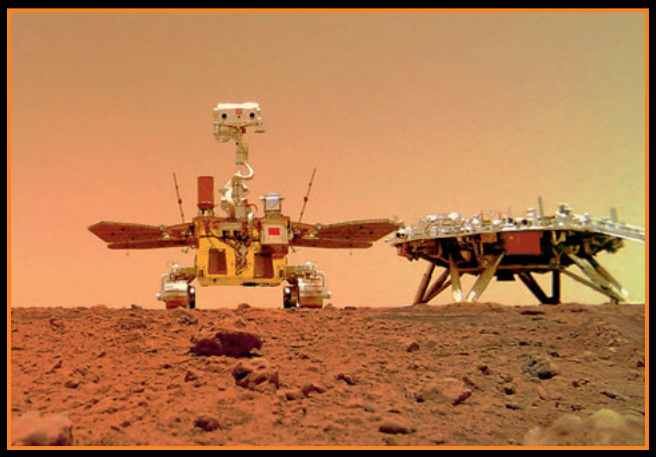
• **26. mail** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardiplatvormilt nr 40 SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 60 järjekordset Starlinki seeria sidesatelliiti.

• **28. mail** startis Vostotšnõi kosmodroomilt Venemaa kanderakett Sojuz-2.1b, et viia ettenähtud orbiitidele firma OneWeb 36 järjekordset lairibainternetiühendust pakkuvat satelliiti. Sellega on planeeritud 650 sateliidist orbiidil 218.

• **29. mail** startis Hiina lõunaosas Hainani saarel asuvast Wenchangi stardikompleksist kanderakett Long March 7, mis

VIRGIN GALACTIC

Kosmoselennuk SpaceShipTwo kihutab kosmosesse


CNSA

Hiina kulgur Zhurong Marsi pinnal, paremal on näha maandumisplatvorm

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

viis orbiidile veolaeva Tianzhou 2. Kaheksa tundi hiljem põkkus veolaev Hiina loodava orbitaaljaama mooduliga Tianhe, et viia sinna peagi saabuva meeskonna tarbeks 6,6 tonni lasti, sh kaks tonni kütust jaama manöövermootorite jaoks.

- **2. juunil** väljusid kosmosejaamast ISS avakosmosesse kosmonaudid Oleg Novitski ja Pjotr Dubrov, et hakata ette valmistama peagi asendatava mooduli Pirs eemaldamist.

- **2. juunil** startis Hiina edelaosast Xichangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 3B ja viis orbiidile meteoroloogiasatelliidi Fengyun 4B.

- **3. juunil** startis NASA Kennedy kosmosekeskuse stardiplatvormilt nr 39A SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile veolaeva Dragon. Selle laadungi põhiosa olid uued ISS-i päikesepatareid. 5. juunil põkkuti kosmosejaamaga ja toimetati sinna 3,3 tonni kasulikku lasti.

- **6. juunil** startis USA-st Canaverali neemelt kosmosejõudude stardiplatvormilt SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile SiriusXM-i digiraadiolevitehiskaaslane SXM 8.

- **11. juunil** startis Põhja-Hiinast Taiyuani kosmoskeskusest kanderakett Long March 2D ja viis orbiidile neli väiksemat tehiskaaslast, millega hakatakse vaatlema Maad, seirama asteroide ja korraldama tehnoloogiademoeksperimente.

- **13. juunil** katsetas Northrop Grumman USA kosmosejõudude tellimusel uut kiiret võimalust viia orbiidile väikesed tehiskaaslased. Vandenbergi kosmosejõudude baasist startinud kandelennuk L-1011 viis raketi Pegasus XL 12 km kõrgusele, kus see käivitas oma mootorid ja viis orbiidile väikese satelliidi Odyssey.

- **15. juunil** startis Virginia osariigis asuvalt stardiplatvormilt kanderakett Minotaur 1 ja viis orbiidile kolm USA riikliku luureameti luuresatelliiti.

- **16. juunil** väljusid kosmosejaamast ISS avakosmosesse astronaudid Thomas Pesquet ja Shane Kimbrough, et paigaldada esimene saabunud päikesepatarei. Ent Kimbrough' skafandri tehniliste viperuste ja uue patarei kinnitusmehhanismi probleemide tõttu jäi töö lõpetamata. 20. juunil õnnestus kordusväljumisel päikesepatarei siiski paigaldada.

- **17. juunil** startis Hiina loodeosast Jiuquani kosmosekeskusest kanderakett Long March 2F, mis viis orbiidile kosmoselaeva Shenzhou 12, pardal kolm taikonauti: Nie Haisheng, Liu Boming ja Tang Hongbo. Umbes 6,5 tunni pärast põkkuti uue Hiina kosmosejaamaga Tiangong ning siseneti selle tuumikmoodulisse Tianhe. Missiooni kestuseks on planeeritud kolm kuud.

- **17. juunil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude stardiplatvormilt nr 40 SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile firma Lockheed Martin ehitatud GPS-navigatsioonisatelliit.

- **18. juunil** startis Hiina edelaosast Xichangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 2C ja viis orbiidile kolm järjekordset Hiina Yaogan 30 seeria militaartehiskaaslast.

- **25. juunil** väljusid kosmosejaamast ISS avakosmosesse astronaudid Thomas Pesquet ja Shane Kimbrough ning paigaldasid teise kuuest uuest päikesepatareist.

- **25. juunil** startis Plessetski kosmodroomilt Vene kanderakett Sojuz-2.1b, mis viis orbiidile militaarradarsatelliidi, millega hakatakse tuvastama laevade asukohti.

- **29. juunil** eraldati kosmosejaamast ISS robotkäe abil firma Northrop Grumman veolaev Cygnus. Neljakuuline missioon lõpeb viie kuupsatelliidi orbiiile viimisega, enne kui veolaev Maa atmosfääris ära põleb.

- **29. juunil** startis Kasahstanist Bajkongõri kosmodroomilt Vene kanderakett Sojuz-2.1a ja viis orbiidile veolaeva Progress MS-17. Kosmosejaama ISS viidi kokku 2,4 tonni kütust, õhku, vett ja muud varustust.

- **30. juunil** viis Virgin Orbit orbiidile seitse kuupsatelliiti, kasutades selle algetapis kandelennukit Boeing 747. Lennuk viis 10,7 km kõrgusele raketi LauncherOne, mis toimetas omakorda militaartehiskaaslased ettenähtud orbiidile.

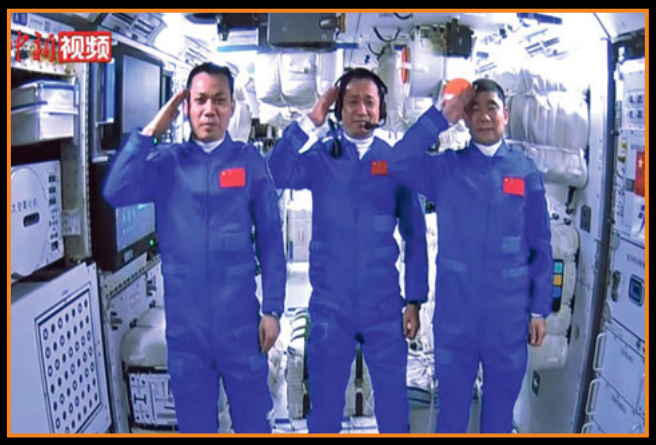
- **30. juunil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude stardiplatvormilt nr 40 SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia oma missiooni Transporter 2 raames orbiidile 88 väikest satelliiti.

NASA

Veolaev Cygnus vabaneb ISS-i robotkäe haardest

NORTHROP GRUMMANCTIC

Kandelennuk L-1011 kõhu alla kinnitatud raketiga Pegasus XL

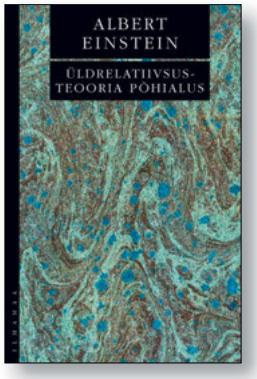


WIKIPEDIA / CHINA NEWS SERVICE

Hiina kosmosejaama Tiangong esimene meeskond Tianhe moodulis (vasakult): Tang Hongbo, komandör Nie Haisheng ja Liu Boming

Jüri Ivask,
Horisondi kosmosekroonik

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Albert Einstein
ÜLDRELATIIVSUS-TEOORIA PÕHIALUS
Tõlkinud Piret Kuusk
120 lk
Ilmamaa, 2021

ALBERT EINSTEIN JA TEMA ÜLDRELATIIVSUSTEOORIA

Albert Einstein (1879–1955) on tänapäeval muutumas niisama müütiliseks tegelaseks nagu Homeros. Üldiselt on ju teada, et mõlema looming kuulub inimkonna kullafondi: Homerosel kaks eepost, nimelt „Ilias“ ja „Odüsseia“, Einsteinil kaks relatiivsusteooriat. Kuid ainult vähesed on nendega põhjalikumalt tuttavad või neid kirjatöid vähemalt põgusalt lehitsenud. Mõlemaid persoone kujutatakse ette kui lehvivate lokkis juustega vanamehi, erineb ainult habe: Homerosel on ka see ohtralt lokkis ümber lõua, Einsteinil aga vaid lühikujul nina ja suu vahel. Olulisem erinevus on muidugi asjaolu, et Homerose kohta pole teada ta eluaastad ega isegi mitte see, kas ta tegelikult ikka oli olemas, ent Einsteini elu on igapidi dateeritud, hoolega läbi uuritud ja fotografeeritud, ehkki üksikasjades mitte eriti laialt tuntud. Aga need erinevused ei varjuta põhilist: mõlemat autorit küll teatakse ja nende nimesid lausutakse harda austusega, nende saavutusi osatakse ehk ka nimetada, aga saavutuste sisu jääb enamikule inimestele üsna hämaraks.

Homerose eeposte täielikud tõlked eesti keelde on ilmunud juba üle poole sajandi eest: „Ilias“ 1960 ja „Odüsseia“ 1963, mõlemad Eesti Riiklikult Kirjastuselt, tõlkija August Annist. Einsteini kirjatööde eestikeelsetel tõlgetel pole nii hästi läinud. Umbes samal ajal Homerose eepostega ilmus küll Einsteini kuulus aimeraamat „Füüsika evolutsioon“ (kaasautor Leopold Infeld; raamatusari „Teaduse teedelt“, Eesti Riiklik Kirjastus, 1962, tõlkinud Harry Õiglane), kuid järgmist Einsteini autorlusega raamatut tuli oodata ligi 40 aastat ja see oli selgesti müütilise Einsteini tekst: „Einsteini ütlemisi“ (Ersen, Tallinn, 2001, tõlkinud Marja Liidja). Nagu ütleb pealkirigi, on tegemist tsitaatide kogumikuga, millest enamik on pärit Einsteini mitteteaduslikest artiklitest ja erakirjadest; viimased osad sisaldavad ka Einsteinile omistatud tsitaate ja teiste ütlusi Einsteini kohta (mõlemad on väga levinud viisid tutvustada Vana-Kreeka mõtlejaid, kelle teosed pole säilinud).

Siis aga asus asja juurde Tallinna Ülikooli Kirjastus ja nende raudkindel soov avaldada oma sarjas „Gigantum humeris“ midagi Einsteinilt päädis Albert Einsteini raamatuga „Teaduslikku ja filosoofilist“, mis on publitseeritud 2015. aastal. See sisaldab neli teadusartiklit aastast 1905, nimetatud ka Einsteini *annus mirabilis*, imepärane aasta, sest kõik neli artiklit olid teoreetilise füüsika vastavates harudes murrangulised. Muu hulgas on seal artikkel „Liikuvate kehade elektrodünaamikast“, mis on Einsteini erirelatiivsusteooria esmaesitus. Nüüd on eraldi raamatuna avaldatud tõlge ka 1916. aastal ilmunud artiklist „Üldrelatiivsusteooria põhialus“.

Erirelatiivsusteooria sünd oli suhteliselt tavaline teaduse muutumise käik: katseliselt hästi kontrollitud Maxwelli elektrodünaamika sisaldas kiiruse dimensiooniga universaalkonstanti, tänapäeval nimetatud valguse kiiruseks *c*. Oli tarvis selgitada, mis juhtub, kui elektrivälja tekitav laeng liigub mõõteriistade suhtes mingi kiirusega *v*. Ülesande matemaatilise poole lahenduse esitas 19. sajandi lõpukümnenditel hollandlane Hendrik Antoon Lorentz (1853–1928), tema võrrandite katselised kinnitused järgnesid peagi, neist kuulsaim on ameeriklaste Albert Michelsoni (1852–1931) ja Edward Morley (1838–1923) aastal 1887 tehtud ebaõnnestunud katse mõõta Maa kiirust maailmaeetri suhtes. Einstein ei lähtunud siiski mitte nendest töödest, vaid mitmesugustest optikanähtustest: taevakehade aberratsioonist ja läbi voolava vee paistva valguse kiiruse mõõtmistest, mida oli teinud prantslane Hippolyte Fizeau (1819–1896). Kuid nii või teisiti, erirelatiivsusteooria oli toonase füüsika loomulik ja kollektiivne edasiarendus.

Teisiti on lugu üldrelatiivsusteooriaga. Füüsikud püüdsid aru saada erirelatiivsusteooriast ja asusid innukalt arutlema selle mitmesuguste detailide üle. Einstein seevastu nägi siin põhimõttelisi lahendamata probleeme ja vajadust jätkata alusuuringuid. Juba 1907. aastal esitas ta kaks olulist küsimust. Kui energial on inertne mass, nagu järeldub erirelatiivsusteooriast, siis kas tal on ka raske (graviteeriv) mass, mis Galilei-Newtoni füüsika järgi peab olema täpselt võrdne inertse massiga, et tagada kõikide kehade vaba langemise ühesugune kiirendus? Kas erirelatiivsusteooria aluseks olev relatiivusprintsiip peab olema kitsendatud ainult sellistele taustsüsteemidele, mis liiguvad teineteise suhtes ühtlaselt ja sirgjooneliselt, või saab seda mingil moel laiendada ka teineteise suhtes kiirenevalt liikuvatele taustsüsteemidele? Neist esimene küsimus kuulub eksperimentaalfüüsikasse, sest vaba langemise kiirenduse universaalsust kinnitasid kõik vaatlused alates Galilei kuulsatest katsetest viltusest Pisa tornist alla kukutatud kehadega. Teine küsimus on teoreetilisest mõtlemisest ajendatud soov laiendada relatiivsusprintsiibi kehtivusvaldkonda. Kummagi küsimuse vastu tol ajal erilist huvi ei tuntud, sest erirelatiivsusteooriagagi oli tegemist küllaga. Niisiis asus Einstein üksipäini, kuid tähelepanuväärse visadusega, otsima nendele küsimustele vastust andvat teooriat.

Teekond ei olnud kerge; tuli püstitada mitu hüpoteesi, millel õigupoolest ei olnud kindlamat põhjendust. Miks on gravitatsiooninähtuste kirjeldamisel kõige sobivam matemaatiline raamistik Riemanni kõver aegruum? Miks tuleb oletada, et aegruumi meetriline tensor (kauguste võrk) kirjeldab raskusjõudu? Miks tuleb oletada, et vabalt liikuva osakese trajektoor on aegruumi geodeetiline (ekstreemse pikkusega) joon olenemata sellest, kas liikumine on erirelativistlikus Minkowski aegruumis või üldises kõveras Riemanni aegruumis? Miks tuleb eeldada energia-impulsi jäävust füüsikalises süsteemis, mis koosneb mateeriast ja selle gravitatsiooniväljast?

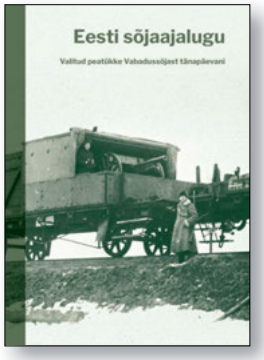
Einsteinil oli kõigile küsimustele vaid üks vastus: kui vaadata tema esitatud väljavõrrandite ligikaudseid lahendeid, mis kehtivad nõrgas gravitatsiooniväljas, näiteks Päikesesüsteemis, siis need kirjeldavad Newtoni gravitatsiooniteooriast täpsemini vähemalt kahte vaatlustulemust: valguskiire paindumist Päikesest möödumisel ja Merkuuri periheeli aeglast nihet. Neist esimese mõõtis Arthur Eddington (1882–1944) päikesevarjutuse ajal 19. mail 1919 ja sellest sai üldrelatiivsusteooria üldrahvalik triumf. Teine on teooria kinnitusena tähtsamgi: Newtoni mehaanika raames jäi põhjendamata Merkuuri periheeli üliväike nihe 43“ sajandi jooksul; Einstein oli selle nihke arvutanud juba 1915. aastal kui Newtoni teooria tulemuse üldrelativistliku paranduse. Ent erinevalt valguskiire paindumisest oli see asjaolu liiga teoreetiline, et seda rahva seas populariseerida.

Kõik need otsingud ja hüpoteesid on nüüd selges eesti keeles kättesaadavad ka siinsetele füüsikahuvilistele. Selle raamatu lugemine võib vast vähendada Einsteini müütilisust, sest näitab ausalt tema otsinguid, oletusi ja kahtlusi teel erirelatiivsusteooriast üldrelatiivsusteooriani.•

Piret Kuusk, Tartu ülikooli füüsika instituudi teoreetilise füüsika labori kaasprofessor

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Eesti sõjaajalugu: valitud peatükke Vabadussõjast tänapäevani Koostanud Tõnu Tannberg 674 lk Tartu ülikooli kirjastus, 2021

ÜKS SAJAND EESTI SÕJAAJALOOS

Raamatukauplustesse on jõudnud aukartustäratavalt mahukas üllitis Eesti sõjaajaloost. Käsikiri valmis kaitseministeeriumi projekti „Eesti sõjaajalugu maailma sõjaajaloo arengute kontekstis" toel ja raamatu koostanud akadeemik Tõnu Tannberg juhtis 17 inimesest koosnenud autorite kollektiivi edukalt läbi karidest kubisenud tormise mere.

Alustuseks tuli jõuda selgusele, mida õigupoolest hõlmab Eesti sõjaajalugu. Liigagi sageli peetakse selle all silmas üksnes Eesti pinnal peetud sõdade ajalugu. Vahel arvatakse koguni, et n-ö rahvusliku sõjaajaloo uurimisobjektiks saavad olla ainult need sõjad, kus eestlased astusid vabal tahtel võitlusse oma maa ja rahva eest. Sel moel jätkates võib jõuda absurdsele tõdemusele, nagu kuuluks Eesti rahvuslikku sõjaajalukku üksnes muistne vabadusvõitlus ja Vabadussõda. Nii see mõistagi ei ole – Eesti sõjaajalugu hõlmab kõiki Eesti maad ja eesti rahvast puudutanud sõjalisi konflikte, olenemata sellest, kuidas kaasaegsed nendesse suhtusid.

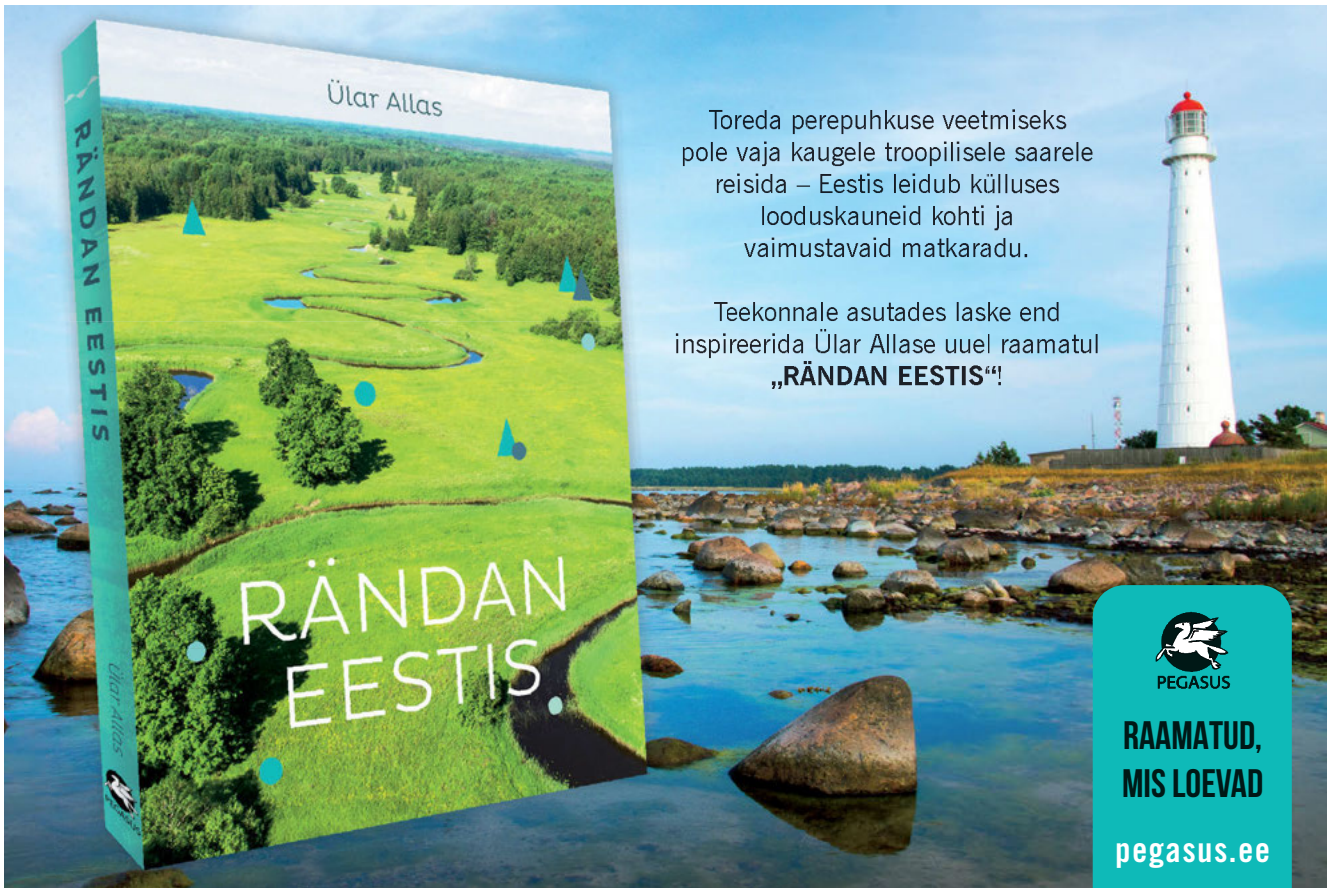
Enamgi veel, sõdade ajalugu on vaid üks tahk sõjaajaloost, mis sisaldab hoopis rohkemat, sh sõjandusega seotud tegevusi sügaval rahuajal: riigikaitsepoliitika kujundamist, inimeste ja institutsioonide kaasamist, relvajõudude korraldamist, moonastamist ja relvastamist jne. Teisest küljest kiputakse sõjaajalugu vahel segi ajama sõjateadusega, ehkki viimane on sõjaajaloost selgelt eristuv ja väga spetsiifiline distsipliin, millega tegelemine peaks jääma ennekõike professionaalsete sõjaväelaste pärusmaaks. Seda erinevalt sõjaajaloost, kus kandev roll võiks kuuluda pigem ajaloolastele.

Autorid on leidnud sellest segadikust igati aktsepteeritava väljapääsu. Ehkki koostaja ütleb saatesõnas, et „ .. tegemist ei ole temaatiliselt kõikehõlmava kogumikuga, vaid .. valitud peatükkidega viimase saja aasta Eesti sõjaajaloost", jääb säärane hinnang liialt tagasihoidlikuks. Mõistagi ei saa üldkäsitlus keskenduda kõigile sõjaajaloo aspektidele ega detailidele, kuid selle reservatsiooniga võib raamatut julgesti nimetada kõikehõlmavaks. Ja teisiti ei saakski see olla, kuivõrd enamik autoritest kuulub Eesti sõjaajaloolaste raskekahurväkke.

Silmapaistev saavutus on juba raamatu avapeatükk, milles Reigo Rosenthal annab kokkuvõtliku, ent ammendava, selge ja faktitäpse pildi Vabadussõjast. Kui läinud aastal ilmunud kaheköiteline „Eesti Vabadussõja ajalugu" jääb pigem sõjaajaloogurmaanide lugemislauale, siis siinne lühikäsitlus peaks olema jõukohane kõige laiemale publikule. Teise peatüki põhiautorid Urmas Salo ja Andres Seene pakuvad lugejaile asjatundlikku ülevaadet Eesti riigikaitse arengust Vabadussõja lõpust kuni II maailmasõja puhkemiseni. Eesti ja eestlaste rollile II maailmasõjas on pühendatud teose kolmas peatükk, millest valdava osa on kirjutanud Meelis Maripuu ja Peeter Kaasik. Neljandas peatükis keskenduvad Peeter Kaasik, Kristjan Luts jt, kelle tööd on keerustanud Venemaa arhiivides leiduvate allikate kättesaamatus, nõukogude okupatsioonikümnendite analüüsimisele. Lõpupeatükis aga tutvustavad Hellar Lill, Toe Nõmm, Henrik Praks jt riigikaitse arengut Eesti iseseisvuse taastamise järel, ehkki liialt lühike ajaline distants toimunu ja selle kirjeldamise vahel seab ajaloolased pahatihti olukorda, mida ei tasu kadestada.

Valminud raamatu kaante vahele on mahtunud siiski vaid viimane sajand Eesti sõjaajaloost ning nii tuleb kõigil huvilistel jääda ootama sama uurimisprojekti raames koostatava teise (kronoloogiliselt küll esimese) köite ilmumist. Pärast seda on Eesti sõjaajaloo hetkeseis fikseeritud ja nii kutselistel kui ka harrastusajaloolastel on hõlpsam seada edasisi sihte. Sest lõplikult valmis ei saa Eesti sõjaajalugu kunagi. •

Ago Pajur, Tartu ülikooli Eesti ajaloo kaasprofessor



L
LOODUSTEADUS

MIHKEL PAJUSALU

VIIMASE AASTA LOODUSTEADUSTE OLÜMPIAADID

Eesti loodusteaduste olümpiaadi (ELO) ja sellega seotud rahvusvahelise haardega Euroopa eksperimentaalteaduse olümpiaadi (European Olympiad of Experimental Science, EOES) ja rahvusvahelise loodusteaduste olümpiaadi (International Junior Science Olympiad, IJSO) eesmärk on pakkuda koolinoortele võimalust arendada ühe tervikuna loodusteaduslikku mõtteviisi ja eksperimentaalseid oskusi.

Integreeritud loodusteaduste olümpiaadid loodi, et siduda eri teadusvaldkondi tugevamalt, sest inimkonna ees seisvad probleemid vajavad üha enam valdkondadevahelist käsitust ja koostööd.

Osalus rahvusvahelistel olümpiaadidel on reguleeritud vanuse, ELO-l nii vanuse kui ka õpilase kooliklassi järgi. Tavaliselt osalevad ELO-l 7. ja 8. klassi õpilased.

ELO lõppvoor ja EOES keskenduvad eksperimentidele, ELO piirkonnavoor hõlmab teoreetilisi ülesandeid ja IJSO omakorda mõlemaid peaaegu võrdselt.

Viimane olümpiaadiaasta oli tavapärasest erinev, sest pandeemia tõttu nihutasime 2019/2020 ELO lõppvooru 2020. aasta septembrisse, IJSO jäeti ära ja muude probleemide tõttu asendab Euroopa Liidu loodusteaduste olümpiaadi EUSO nüüdsest EOES.

ELO 2020 lõppvoor kulges üsna tavapäraselt, välja arvatud see, et olümpiaad lükkus pandeemiatõrje nõuete tõttu aprillist septembrisse. Lõppvooru pidasime nagu ikka Tartu ülikooli Chemicumis, kuid jälgisime hajutamise nõudeid ja jagasime maske. Chemicumis võis viibida võimalikult lühikest aega; tulemused said õpilased teada kaugvormis.

Inspireerituna (kuid mitte nende nõudel) olümpiaadi lõppvooru peasponsorist Graanul Investist valisime olümpiaadi teemaks puidu. Kuigi puit on olnud üks esimesi materjale, mida inimkond kasutama hakkas, leitakse sellele järjest uusi rakendusi. Ka rohepööre eeldab üha laialdasemat puidutarvitust. Puidust saab üldjoontes teha kõike sama, mida naftast.

FOTOD: JAANUS UIBU

Õpilased 2020. aasta septembris peetud Eesti loodusteaduste olümpiaadi lõppvooru ülesandeid lahendamas

Praktikas leidub üsna vähe suurele hulgale õpilastele korraldatavaid katseid, mis suuresti kattuvad 7. ja 8. klassis omandatavate teadmiste ja oskustega. Näiteks 2020. aasta septembris pidime võistluse otstarbeka korralduse huvides tegema kõikidest katsetest üle 40 koopia, mis oli väga suur töö.

Sel korral tuli praktilistes ülesannetes määrata puiduliike lehtede järgi, uurida puidu ehitust okste ristlõigete põhjal ja selgitada välja puidutuha koostis; hõl-

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

FOTO: MIHKEL PAJUSALU

Eesti võistkonnad tänavusel Euroopa eksperimentaalteaduse olümpiaadil. Ees (vasakult) Gregor Ludvig Kikas, Kristjan-Erik Kahu ja Claudia Olev. Taga (vasakult): Anna Milena Linder, Aleksei Ganjukov ja Ellen Marigold Roper

matud oli ka puidu tiheduse ja veeimavuse teema.

2020. a ELO lõppvooru võitis Tobias Palm Tallinna reaalkoolist, kuid 2019/2020. a ELO koguvõitja oli Liisa Pata (koondtulemuses läksid arvesse piirkonna- ja lõppvoor), samuti Tallinna reaalkoolist. Koondarvestuse esiviisikusse mahtusid veel Lisette-Liis Loorits Tallinna inglise kolledžist, Marten Lõhmus Miina Härma gümnaasiumist ja Leo-Martin Pala Põlva koolist.

Eksperimentaalteaduste olümpiaad

2020. aastal tekkisid Euroopa Liidu loodusteaduste olümpiaadi (EUSO) korraldajate seas lahkhelid, mida ei õnnestunud lahendada. Seetõttu võeti nõuks korraldada uus võistlus: Euroopa eksperimentaalteaduste olümpiaad. EUSO-le said saatuslikuks otsus jätta ära 2020. aasta olümpiaad ning viimastel aastatel kuhjunud probleemid. EUSO kui rahvusvaheline olümpiaad oli keskendunud ainult ekseprimentaalülesannetele ning asjaosalised soovisid seda üritust jätkata.

Nõnda peetigi tänavu mais esimene Euroopa eksperimentaalteaduste olümpiaad EOES, mille korraldas Ungaris asuv Szegedi ülikool. Pandeemia piirangute tõttu ei olnud mõeldav Ungarisse sõita, sellepärast otsustati olümpiaad korraldada osavõtjariikides kohapeal. Eesti võistkond võttis mõõtu Tartu ülikooli Chemicumis: ruumides, kus tavaliselt on toimunud ELO ja tehtud olümpiaadi uurimuslikke laboritöid.

Olümpiaadi korraldus oli osavõtjariikidele väga keeruline, sest peale tavakohase ülesannete tõlkimise oli vaja võistluseks ette valmistada ka laborid ning seal tööd jälgida. Korraldajad saatsid Ungarist kastid osa katsevahenditega, ent ülejäänud vajaliku hankisime ise.

Olümpiaad koosnes kahest suurest ülesandest, kus õpilastel tuli kombineerida bioloogiat, füüsikat ja keemiat. Esimene ülesanne oli keskendunud ungarlaste rahvuspärandile – akaatsiameele. Kuna akaatsiamesi ei kristalliseeru, püsib see aastaid vedel. Seetõttu pididki õpilased uurima kõnealuse meeliigi erilisi füüsikalisi omadusi, näiteks viskoossust. Samuti keskenduti ülesandes mee tervislikele omadustele: õpilased määrasid mees sisalduvate ühendite antioksüdatiivset aktiivsust ja vaatlesid sisalduvate suhkrute võimalikke kasutusalasid. Ühtlasi tuli õppuritel kindlaks teha võltsitud meeproov ning lahendada ülesandeid mesilaste kohta.

Teine ülesanne käsitles Szegedist läbi voolavat Tisza jõge (nn *Blond river*), mis on alalise põua all kannatavale piirkonnale eluliselt tähtis. Esmalt pidid õpilased andma oma panuse põuakindlate taimekultuuride aretusse, uurides muutusi, mis toimuvad taimedes veepuuduse tõttu. Tisza jõe kallastel paikneb mitu tehast ja põllumajandusettevõtet, mistõttu ohustab veekogu pidevalt reostumine. Ent nii olulise jõe reostus võiks kaasa tuua katastroofi. Ülesandes mängiti läbi üks võimalik reostumise stsenaarium: õpilased said kehastuda juhtteadlaseks, kes peab kindlaks määrama saasteallikad, et päästa elusloodus hävingust. Seistes Szegedis Tisza kaldal, on näha, et jõgi kannab endaga kaasa väga peeneteralist kollakat liiva. Sellistel peeneteralistel materjalidel on eriskummalisi omadusi, mida õpilased pididki viimases ülesandes uurima.

Mõlemal päeval oli aega ülesandeid lahendada ainult neli tundi, seetõttu olid võistluspäevad väga pingelised.

Olümpiaadi üldvõit läks korraldajamaa Ungari A-võistkonnale. Eesti õpilased esinesid tublilt, saades 38 osalenud võistkonna hulgas 10. ja 15. koha ning kaela hõbemedalid. Võistkonnas A (üldarvestuses 10. koht) olid Kristjan-Erik Kahu Hugo Treffneri gümnaasiumist ning Claudia Olev ja Gregor Ludvig Kikas Tallinna reaalkoolist.

Võistkonnas B (üldarvestuses 15. koht) võistlesid Aleksei Ganjukov Narva Pähklimäe gümnaasiumist, Anna Milena Linder Gustav Adolfi gümnaasiumist ja Ellen Marigold Roper Tallinna reaalkoolist.

Õpilasi valmistasid ette, ülesanded tõlkisid ja muu vajalikuga tegelesid Ida Rahu, Kaarel Kivisalu ja Kristina Põšnograjeva. Laborite ettevalmistuse ja tehnilise korralduse eest kandsid hoolt Karin Hellat ja Siiri Velling.•

Mihkel Pajusalu, Eesti loodusteaduste olümpiaadi žürii esimees

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Kolm arvu aritmeetilisest jadast

Mõned alljärgnevate tabelite ruudud tuleb täita arvudega 0–9. Igas tabelireas ja -veerus peab olema kolm arvu. Need arvud peavad olema (vasakult paremale ja ülevalt alla lugedes) kasvava aritmeetilise jada kolm järjestikust liiget; see tähendab, et järjestikuste arvude vahe peab olema konstantne.

Alljärgneval joonisel näed näidisülesannet ja selle lahendust:

		1	
			5
2			
	6		

⇒

	0	1	2
1	3		5
2		5	8
3	6	9	

Ülesanded:

1)

		1		
	2			
0				
				9
			8	

2)

		3		
				7
			5	
4				
	5			

3)

					6
1					
				3	
			5		
		6			
	5				

4)

			5		
	3				
2					
				8	
		6			
					8

5)

		3				
	1					
				1		
			3			
3						
						8
					5	

6)

					5	
			4			
				7		
	0					
						6
5						
		6				

Kolmanda vooru ülesannete vastused

1) $\frac{1}{3}$ 2) $\frac{3-\sqrt{5}}{3+\sqrt{5}} = \frac{7-3\sqrt{5}}{2}$ 3) $\frac{2-\sqrt{2}}{1}$ 4) $\frac{5+\sqrt{5}}{10}$

Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. august 2021.

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

2021. aasta parimale nuputajale

auhinnaks 100 euro eest raamatuid Tallinna ülikooli kirjastuselt.

TALLINNA ÜLIKOOLI KIRJASTUS

Vooru võitja

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

Kolmanda vooru kokkuvõte

Kolmanda vooru ülesanded olid rasked. Kahjuks oli ülesannete lõpust trükiveana ära jäänud üks täpsustav tekstilõik: „Võimaluse korral tasub lahendajal püüda leida pindalade suhe täpse vastusena, mitte aga ligikaudse kümnendlähendina. Nii näiteks on vastus, mis sisaldab irratsionaalarvu $\sqrt{5}$, parem vastusest, mis sisaldab selle arvu mingit ligikaudset kümnendlähendit, näiteks 2,236". Aga juhtus nii, et kõik need, kes oma lahendused ära saatsid, ei piirdunud õnneks pindalade suhte kümnendlähendina esitamisega ning tuletasid pindalade suhte jaoks ka üldised ja täpsed valemid.

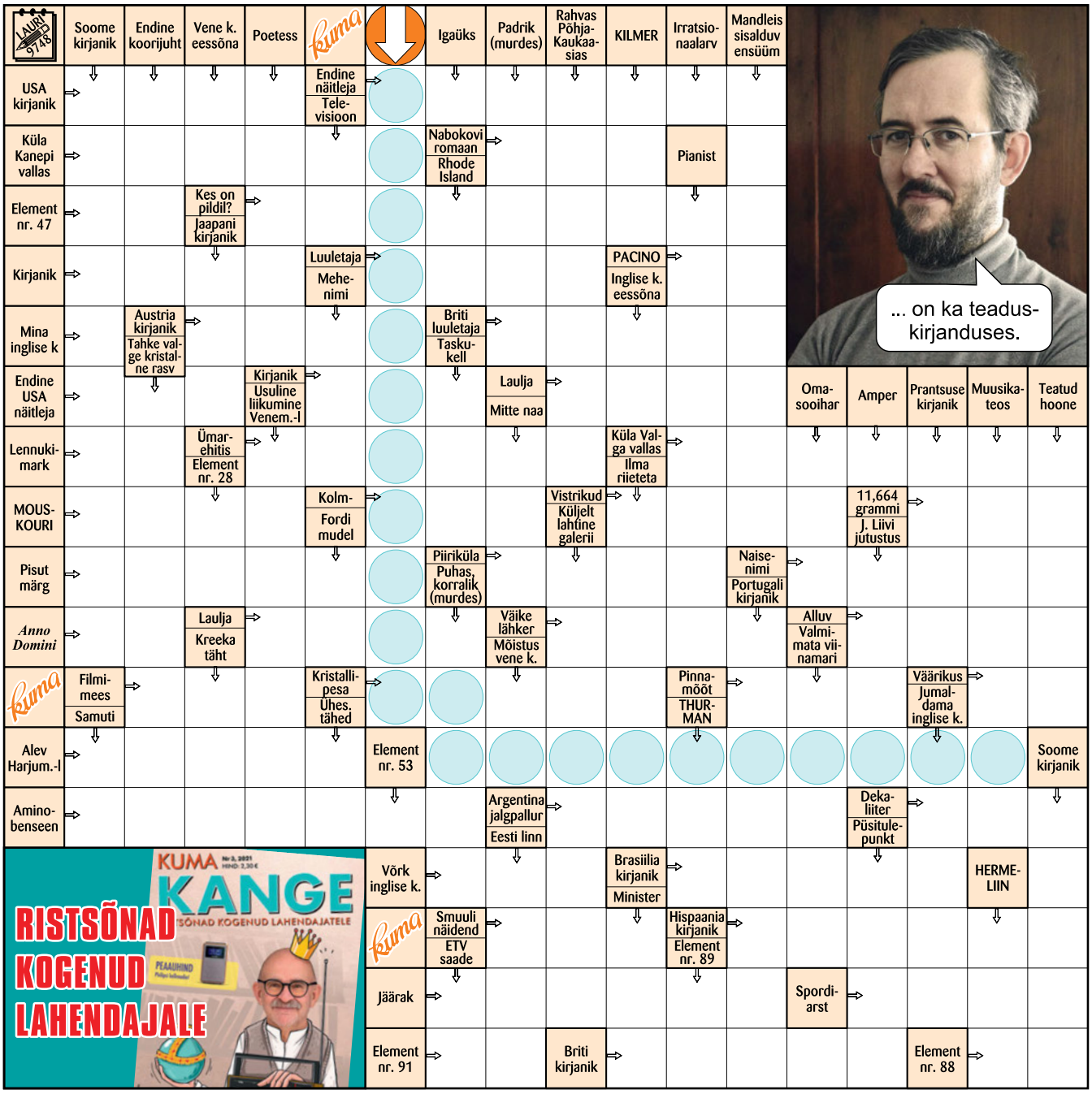
Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja kaheksa punkti teenisid Vladimir Jaanimägi, Kalle Kulbok, Anti Sõlg, Kuldar Traks, Hannes Valk ja Heldur Väljamäe. Vooruauhinna võitis neist Heldur Väljamäe.

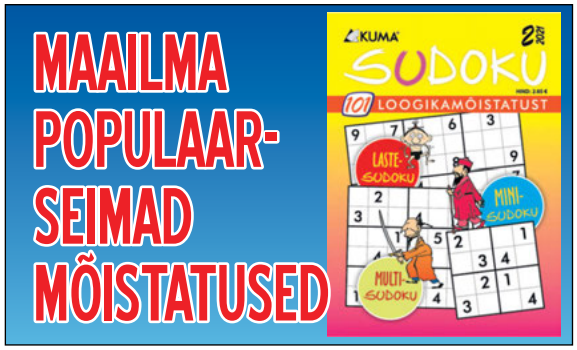
Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

RISTSÕNA

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





Lahendajate vahel läheb loosi „Onu Uno Valitud Ristsõnade" aastatellimus.

Eelmise ristsõna vastus „EMOTSIOONIDE NORMALISEERIMINE on asi, mida kõik psühholoogid teevad" viitab tänavuses teises Horisondis ilmunud intervjuule psühholoog Kariina Laasiga. Loosi tahtel võitis ristsõnaraamatu „Lemmikristsõnad 12" KREETE VIIRES.

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

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

MÄLUSÄRU

Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK

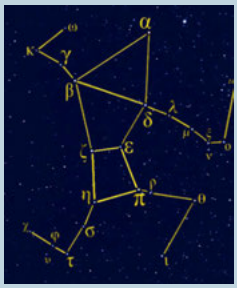
Lugejate lemmiklugu eelmises numbris oli „Variolatsioon, vaktsineerimise eelkäija" (autor Ülar Allas).

Kui ei ole seda lugenud, osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

1 See püha linn on asutatud 14. sajandil ning ta sai 16. sajandi lõpus kuningriigi pealinnaks. Linna kõige tuntum ehitis on anatoomilise nimetusega pühakoda, mis on tähtis palveränna-kute paik. **Mis on selle UNESCO maailmapärandi nimekirja kuuluva linna nimi?**

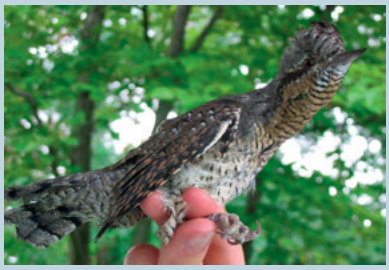
2 Küsitav on psühholoogiliste ja karakterromaani sugemetega kriminaalromaanide autor, kelle teoste keelt ja stiili peetakse paremaks kui tema kuulsa kaasmaalase Agatha Christie oma. Ta on öelnud: „Kui olete intelligentne inimene ja soovite elust pageda, siis vajate intelligentset eskapistlikku kirjandust". Esimene teadaolev eestikeelne tõlge kirjaniku teostest ilmus 1937. aastal Virumaa Teataja joonealusena. **Kellest on jutt?**

3 See on Ptolemaiose kirjeldatud tähtkuju, mis on saanud nime ühe mütoloogilise tegelase järgi. Esialgu kandis see tähtkuju vanadel kreeklastel Põlvitaja nime. Tähtkujus asuvad tähed, mille nimed on tõlkes Põlvitaja Pea, Nuiakandja, Õlg ja Ranne; aga samuti kerasparv, mida on peetud kauneimaks kerasparveks põhjataevas. 1974. aastal saadeti selle kerasparve suunas teele raadiosõnum. **Millisest tähtkujust käib jutt?**



4 Selles Eestiga seotud aadlisuguvõsas on olnud palju kõrgeid sõjaväelasi. Pildil olev laia rahvusvahelise haardega selle suguvõsa liige, riigimarssali aukraadi saanud mees osales USA iseseisvussõjas ning oli Prantsuse kuninganna Marie Antoinette´i lähedane sõber, valmistades ette ka revolutsiooni ajal arreteeritud kuningapaari põgenemist, mis aga paraku läbi kukkus. **Millise aadlisuguvõsa esindajast käib jutt?**

FOTOD: WIKIPEDIA



5 Seda lindu on varjevärvuse tõttu puukoorest raske eraldada. Kui lindu häirida, siis ta pöörab oma kaela mitmes suunas ja sisiseb nagu madu. Seetõttu on tal rahvasuus olnud hirmuäratav tiibadega mao kuulsus, kes ennustas surma, hävingut ja põuda. Samas oli ta tuntud ka kevadekuulutajana ning põllutööde alguse teatajana. **Kes on see lind?**

MÄLUSÄRU 3/2021 VASTUSED

1. Beda (Bede) Venerabilis.
2. Citroën DS.
3. Cordoba.
4. Vanderu ehk lõvisabamakaak.
5. Sandro Botticelli.

● Mälusäru auhinnaraamatu, Timothy Caulfieldi „Võta vabalt! Ärevuse ajastu käsiraamat" kirjastuselt Argo, võitsid HUGO TANG, ANNELI SILD ja HELIN PÕLDVE.

Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

VASTA JA VÕIDA RAAMAT!

Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut: Marc-André Selosse „Ei iial üksi. Mikroobid – taimede, loomade ja ühiskonna alus" kirjastuselt ARGO.

● Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmikkirjutis.

VASTUSEID

ootame 15. augustiks aadressil Endla 3, 10122 Tallinn või horisont@horisont.ee.

NB! Vastuste juurde kirjutage auhinnaloosis osalemiseks kindlasti oma mobiiltelefoni number ja postiaadress.

MÄLUSÄRU RUBRIIKI TOETAB KIRJASTUS ARGO.

ARGO

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

2020. aastal pälvis Eesti Looduse fotovõistluse loomafoto peaauhinna Remo Savisaare foto

Eesti Looduse 22. fotovõistlus

Tähtajad
Võistlusfotod palume üles laadida Eesti Looduse kodulehel 1. septembrist 31. oktoobri kesköönini. Võistluse lõpuõhtu aja ja koha saab teada novembris Eesti Looduse kodulehelt.

Nõuded fotole
Foto peab olema tehtud Eestis ning jäädvustatud vabalt looduses elavad loomad, taimed või seened üksi või mitmekesi. Fotod peavad järgima loodusfotograafia üldisi eetikareegleid; pole soovitud pildid lindude pesadest või fotod, mille tegemisel on pildistatavat olendit ilmselgelt liiga tugevalt häiritud.
Pildistatud loom, taim või seen peab olema äratuntav ja autoril võimalikult täpselt määratud. Iga foto juurde ootame kindlasti lühikest lugu (200–500 tähemärki): kus ja kuidas pilt on tehtud ja kes on pildil. Arvesse lähevad digifotod, mille pikema külje pikkus on vähemalt 3000 pikslit. Faili vorming peab olema vähima tihendamisega JPG.

Kategooriad
Arvestust peetakse kahes vanuseklassis: noored kuni 16 eluaastat (kaasa arvatud) ja täiskasvanud. Välja antakse looma-, taime- ja seenefotode peaauhind ja esimene auhind nii üld- kui ka noorte arvestuses. Ühtlasi jagatakse eriauhindu järgmistes kategooriates: aasta lind (Eesti ornitoloogiaühingu eriauhind), käituv loom, väike loom (lähi- või makrovõte), veeloom, parim liigikaitsefoto (Tallinna loomaaia eriauhind), väike taim (lähi- või makrovõte), sammal (auhind Samblasõbra ajakirjalt), veetaim, aasta orhidee (Eesti orhideekaitse klubi eriauhind), elurikkus (keskkonnaministeeriumi eriauhind), looduse maastikud ja mustrid ning linnaloodus (TÜ loodusmuuseumi ja botaanikaaia eriauhind), parim vaba litsentsiga foto või fotode komplekt saab auhinna Vikipeedialt. Auhindu jagavad ka teised võistluse toetajad.

Fotode tarvitus
Korraldajatel on õigus auhinnatud fotosid tasuta avaldada ajakirjades ja teistes trükistes. Kõiki võistlusele saadetud pilte võivad korraldajad tasuta kasutada võistlust tutvustavatel üritustel (näitused, ettekanded jms).

Lisainfo:
www.eestiloodus.ee
e-post eestiloodus@loodusajakiri.ee,
tel 742 1143

TAMREX

Maailma parimad kummikud!

KÄSITÖÖNA VALMISTATUD KVALITEETSED

Iga ilmaga!

NOKIAN FOOTWEAR

art 88-441 FINNWALD

89 €

- Naelte (libisemistõkke) kinnitamise võimalus
- Klassikalised kummikud, mida jahimehed ja kalurid eelistavad
- Sääre küljel kergesti lukustatava klambriga reguleerimisrihm
- Materjal talub –40 °C
- Lai sääreosa
- Lai liist
- Värv: oliiviroheline

art 88-15731209 KOLI

119 €

- Naelte (libisemistõkke) kinnitamise võimalus
- Sääre küljel kergesti lukustatava klambriga reguleerimisrihm
- Topelt tugevdusega kanna-, külje- ja ninaosa
- Põrutust neelav termoisolatsiooniga sisetald
- Stabilisaator sise- ja välistalla vahel
- Mustust ja pori hülgav pinnaviimistlus
- Väljaulatuv naga kannal lihtsustab kummikute jalast äravõtmist
- Lai liist
- Värv: oliiviroheline

Outlast

art 88-574 KEVO Outlast HIGH

169 €

- Naelte (libisemistõkke) kinnitamise võimalus
- Sääre küljel kergesti lukustatava klambriga reguleerimisrihm
- Topelt tugevdusega kanna-, külje- ja ninaosa
- Põrutust neelav termoisolatsiooniga sisetald
- Stabilisaator sise- ja välistalla vahel
- Mustust ja pori hülgav pinnaviimistlus
- Väljaulatuv naga kannal lihtsustab kummikute jalast äravõtmist
- Materjal talub –40 °C
- Lai liist
- Värv: oliiviroheline

Hinnad sisaldavad käibemaksu 20% ja kehtivad kuni kaupa jätkub!

TAMREX OHUTUSE OÜ Tel 654 9900 Faks 654 9901 e-post: tamrex@tamrex.ee www.tamrex.ee

TALLINN Laki 5, Pärnu mnt 130, Katusepapi 35 • TARTU Aardla 114, Ringtee 37a • PÄRNU Riia mnt 169a • RAKVERE Pikk 2 • JÕHVI Tartu mnt 30 • VÕRU Piiri 2 • VILJANDI Tallinna 86
VALGA Vabaduse 39 • NARVA Maslovi 1 • HAAPSALU Ehitajate tee 2a • PAIDE Pikk 2 • JÕGEVA Tallinna mnt 7 • TÜRI Rakvere tee 23 • RAPLA Tallinna mnt 2a • KEILA Keki tee 1 • KURESSAARE Tallinna 80a