

ROOTSI-AEGSET PÄRNUT EHTIS EESTI UHKEIM LINNAVÄRAV

horisont

IIDSE
RAUASULATUSE
SALADUSED

3/2024 • JUUNI-JUULI • HIND 6.90



Inimese tervis sõltub mikroobidest

TEHISARU
VÕIMENDAB
LOLLUST

UUED MAGNETID
TOOVAD SÄÄSTLIKU
PISIELEKTROONIKA





EESTI LENNUPÄEVAD

ÕHUETENDUSED 8. JA 9. JUUNIL! 2024

**Tähistame Eesti õhuväe 105. aastapäeva!
Tule vaata Baltimaade esinduslikumat ja
mitmekesisemat lennukite kogu!**

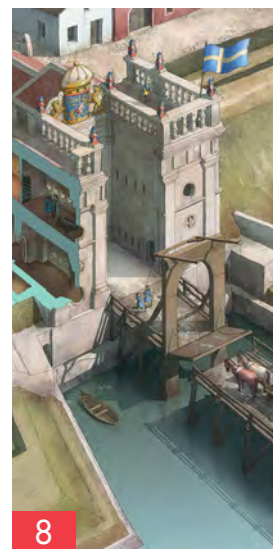
**Täpsem teave piletiinfo kohta
www.lennundusmuuseum.ee või Facebookis**

**Piletid eelmüügis Piletilevis
Sihtasutus Eesti Lennundusmuuseum
Lange, Kastre vald, 62115 Tartumaa
www.lennundusmuuseum.ee
Eesti Lennundusmuuseum on avatud
1. oktoobrinini kell 10-18 ja oktoobris kell 11-16.**

**Grupikülastused palume eelnevalt broneerida telefonil
+372 5026712 või e-postiga: info@lennundusmuuseum.ee**

SISUKORD

- 3 |** Peapõrutus ohustab sugupooli eri moel.
Kuumalained piinavad eakaid üha enam
- 4 |** Uus taskuhääling harib
energeetikahuvilist.
Veerandsajand geenivaramut
- 5 |** President tunnustas noorteadlasi
- 6 |** Ukraina sõja tõttu kannatavad
ka haruldased kotkad
- 7 |** Eesti on kirjutanud alla kosmoseprügi
vähendamise kokkuleppele.
Tartu observatoorium aitab Ukrainal
arendada kaugseiret
- 8 |** RAGNAR NURK
**Riia värav – Pärnu unustatud linna- ja
kindlusevärav**
Riia värav oli kõigist Eesti uusaegsetest
kindluseväravatest kõige keerukama ja
läbimõelduma ülesehitusega. Rootsi
võimu ajal ehitatud väravatest oli see
ühtlasi kõige rikkalikuma dekooriga.
- 17 |** PALVERÄNDURITE JÄLGEDEL
Haruldased palverännusuveniirid
Tallinnast
- 18 |** INTERVJU
**Mikrobioom on samasugune
ökosüsteem nagu mets või märgala**
Tartu ülikooli mikrobioomika professori
Elin Oruga on vestelnud Horisondi
toimetaja Piret Pappel.
- 24 |** JAAN ARU
Tehisaru ja loomulik lollus
Tehisaru ei tee meid mitte targemaks,
vaid rumalamaks: see võimendab
loomulikku lollust. Mida enam me
tehisaru kasutame, seda vähem ise
mõtleme ja loome.
- 30 |** TEHNOKRAADI KROONIKAD
Aju-arvuti liidesed aitavad
halvatutel suhelda ja liikuda
- 34 |** KATRIN SAK
**Elkõige ära kahjusta ehk
Traagilised õppetunnid imeravimitega**
Üle maailma sündis talidomiidi
põhjustatud väärarengutega hinnangu-
liselt 10 000 kuni 15 000 last ning suur
osa neist suri juba esimesel eluaastal.
- 38 |** SÜNDMUSTE HORISONDIL
Altermagnetism sillutab teed
väiksemale, energisäästlikumale ja
kiiremale elektroonikale
- 40 |** MAA, ILM JA MÕNDA
Ilm ja eesti kirjandus
- 42 |** HARAKALE HAIGUS
„.. kui oleksid kirpud ihho kirjuks
sõnud ..“
- 44 |** KELLELE KIRJUTATAKSE AJALUGU?
Ajalooga rahvad ja ajaloota rahvad
- 48 |** KRISTO OKS
**45 aastat rauasulatuskatseid Eestis:
mis, miks ja kuidas?**
Kuidas ammusel ajal Eestis rauda
sulatati? Sellele vastab tõenäoliselt ka
kogenud uurija paljutähendusliku
muigega: ega me täpselt teagi.
- 54 |** LUU-UURIJA LEID
Vanad luud Paidest
- 56 |** KOSMOSEKROONIKA
- 58 |** OLÜMPIAAD
Balti informaatikaolümpiaadilt tuli
Eestisse kaks pronksmedalit
Koolimatemaatika olümpiaadi parimad
olid Hugo Treffneri gümnaasiumist ja
Tallinna reaalkoolist
- 60 |** RAAMAT
Inimese lahkumine
- 62 |** ENIGMA
Nelinurgas on neli kolmnurka
- 63 |** RISTSÕNA
- 64 |** MÄLUSÄRU
Auhinnaks raamat!





Teadlastele pannakse mõnikord pahaks eluvõõrust ja tegelemist abstraktsete probleemidega. Istuvad elevandiluu tornis (loe: laboris) ja uurivad midagi. Kulutavad raha ja aega. Kus on ime-ravimid, mis vabastaksid inimesi vähist ja allergiatest? Millal ometi hakkab tööle termotuumasüntees? Kas saaks kliimamuutusi pidurdada?

Ühelt poolt on probleem ilmselt tõesti selles, et süvateaduslikku uurimust ei suuda erihariduseta inimene lugeda ega mõista. Uurimused ilmuvad inglise keeles, on täis pikitud raskeid termineid ja keerulist statistikat. Kuid on's see tõesti peapõhjus? Kas tõesti pole võimalik teaduse kohta emakeelset ja arusaadavat info hankida?

Arvan, et see ei ole nii. Üha enam hinnatakse eduka teadlase puhul seda, kui palju kirjutab ta aimeartikleid, viitsib oma eriala küsimusi selgitada raadios, televisioonis ja YouTube'is. Ja seda tehakse rõõmu ja kirega. Uudiskülgedel saame rõõmuga teada anda, et Tartu ülikooli noored keemikud on alustanud uue taskuhäälinguga, mis keskendub energeetikale, ja soovivad sellest rääkida heas eesti keeles.

President Alar Karis rõhutas noore teadlase preemiade kätteandmisel, et viimastel aastatel on laureaate tegevuses suurepäraselt põimunud kõrge tasemel teadustöö ja panus ühiskonda ehk õpetamine, teaduskommunikatsioon või koostöö era- ja avaliku sektoriga.

Teadlane peab selgitama, mida ta teeb, kuid suhtlus on alati kahepoolne. Suurepärase selgitaja vajab uudishimulikku kuulajat, vaatajat ja lugejat. Horisondil on õnneks mõlemad olemas.

Eelmise numbriga pühendasime täielikult kultuuriloolisele arhiivile, kuid värske Horisondi teemad on jälle pärit eri teadusvaldkondadest. Vaatame minevikku, jätkates ajaloo kui teaduse arengu tutvustamist, meenutame valusaid ravimiarenduse õppetunde ja saame kinnitust, et leetrid pole tühi haigus. Ühtlasi saame teada, kuidas suhestuvad tehisaju ja rumalus ning milliseid raudsulatuskatseid on Eestis tehtud.

Intervjuus tõdeme, et tehnoloogia kiire areng viib edasi ja tekitab uusi teadusvaldkondi ning tohutult põnevaid andmeid, kuid sunnib meelde tuletama väga vanu tõdesid: mitmekesisus on oluline ja teaduses on tähtis olla täpne ja kriitiline.

Põnevat lugemist ja ilusat algavat suve! •

Piret Pappel

Piret Pappel, toimetaja

ESIKAANE FOTO: VIDA PRESS / ALAMY

horisont

Ulvart Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

Piret Pappel, toimetaja
piret@horisont.ee

Monika Salo, keeleteoimetaja
monika.salo@loodusajakiri.ee

Kersti Tormis, kujundaja
kersti@horisont.ee

Mariliis Kesküla, turundusjuht
mariliis@loodusajakiri.ee

Riho Kinks, reklaam
riho.kinks@loodusajakiri.ee

Katre Palo, tegevjuht
loodusajakiri@loodusajakiri.ee

Tellimine: 617 7717,
www.tellimine.ee

Ilmunud aastast 1967, 6 numbrit aastas
Toimetis: Räväl pst 10,
15042 Tallinn
tel 610 4105

e-post: horisont@horisont.ee
Vaata ka Horisondi seina Facebookis!

Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri,
Räväl pst 10, 15042 Tallinn
e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee

ISSN 2228-3471 (e-luger)
Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri,
2024
Trükinud Printall AS



EESTI TEADUSTE AKADEEMIA



HARIDUS- JA
TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel



Peapõrutus ohustab sugupooli eri moel



PIXABAY

Naised satuvad peapõrutusega haiglasse harvem, ent taastumine võtab kauem aega kui meestel

Naised taastuvad peapõrutusest pikemat aega. Põhjus võib peituda asjaolus, et nende närvirakkude pikad jätked ehk aksonid kahjustuvad kergemini kui meestel, kinnitab ajakirjas *Acta Neuropathologica* ilmunud uurimus.

Ligi 50 miljonit inimest saab aastas peapõrutuse, see tekib pea äralöömisel või kukkumisel. Peapõrutust nimetatakse meditsiini erialakeeles kergeks peatraumaks, sest suurem osa peapõrutusi on kerged ning vaevused ei kesta kaua. Ometi võivad ka peapõrutusel olla rängad tagajärjed. Umbes 15 protsenti selle üle elanud inimestest kurdab mäluhäireid või keskendumisraskusi.

Ligi 70 protsenti peapõrutustest juhtub meestega. Seda on selgitatud sellega, et mehed armastavad riskida ja tegelevad spordialadega, kus vigastusoht on suurem. Samas lisandub üha rohkem andmeid selle kohta, et naissportlastel tuleb peapõrutust sagedamini ette ja tagajärjed on tihti rängemad kui sama spordiala harrastavate meeste omad.

Pennsylvania ülikoolis sigadega tehtud uurimuse järgi on emasloomade aju juhteteed kitsamad ja saavad vigastuse korral kergemini kahjustada. Taastuminegi võtab kauem aega. Just ajustruktuuri erinevused võivad selgitada, miks on peapõrutuse tagajärjed naistel raskemad kui meestel. Info liigub neuronilt neuronile pikkade jätkete ehk aksonite kaudu. Need moodustavad valgeaine, mille struktuur on emasloomadel õrnem ja rohkem altis vigastustele. Koos aksonitega kahjustuvad ka närvirakkude ioonkanalid: viga saab närvisüsteemi elektriliste signaalide liikumise põhiline viis.

Sugupoolte närvisüsteemi anatoomia ja füsioloogia erinevusi tuleb nüüd edasi uurida, kuna see ei aita mitte ainult ennetada spordivigastusi, vaid võib pakkuda uusi ideid, kuidas ravida Alzheimeri tõbe ja teisi neurodegeneratiivseid haigusi. •

Piret Pappel

Kuumalained piinavad eakaid üha enam

Aastaks 2050 kannatab suur hulk vanemaealisi piinavate kuumalainete käes, ent juba praegu peaks mõtlema, mismoodi kliimamuutusega seotud terviseriske maandada.

Ajakirjas *Nature Communications* ilmunud uuringu kinnitusel lisandub riskirühma kuni 250 miljonit vanemaealist, kõige rängem on kliimamuutuste mõju Aafrika ja Aasia vanuritele.

Vanemaealiste osakaal maailma rahvastikus suureneb hoogsalt. 2050. aastaks peaks vähemalt 60 aasta vanuste inimeste hulk kahekordistuma: siis on neid ligi 2,1 miljardit. Kaks kolmandikku eakatest elab vaesemates piirkondades, kus kliimamuutuste mõju on ilmselt eriti tuntuks. Kuumalainete kestus, sagedus ja intensiivsus mõjutavad eluõhtul tervist otseselt. Vanema inimese keha kuumeneb kergemini üle, samuti võimendab suur temperatuuritõus seniseid tervisehädaid.

Populatsiooni tasandil on vanemaealiste selliseid terviseriske uuritud üsna vähe. Värskes uuringus ennustatakse, et üle 23 protsendi eakatest hakkab elama piirkondades, kus nad kogevad ligi 40 Celsiuse kraadist kuumust. 2020. aastal oli selliseid inimesi 14 protsenti kõigist neist, kes on vähemalt 69 aastat vanad.

Piirkondades, kus rahvastik vananeb ja kuumalainete tõenäosus suureneb, peaksid valitsused hakkama kohe mõtlema, kuidas muutustega kohaneda ja tervishoid ning sotsiaalsüsteem selleks ette valmistada. •

Piret Pappel



PIXABAY

Kliimamuutustega sagenevad kuumalained võivad elu lõpuastad põrguks muuta

Uus taskuhääling harib energeetikahuvilist

Tartu ülikooli keemia instituut on alates maikuust pakkunud voogedastuskeskonnas Spotify kuulata teaduspõhist taskuhäälingut „Tuleviku energeetika – energia tulevik“ (TEET). Saadet juhivad füüsikalise ja elektrokeemia teadur Meelis Härmas, füüsikalise keemia nooremteadur Karl-Ander Kasuk ning füüsikalise keemia teadur Ove Oll. Härmase sõnul tekkis taskuhäälingu idee siis, kui ta märkas oma veebikoolituse „Vesinikutehnoloogia ja taastuvenergeetika alused“ suurt menu: koolitusel on kolme õppeaasta jooksul osalenud üle 650 inimese. Saatesse kutsutakse külla nii teadlasi, ametnikke kui ka ettevõtjaid. Saatejuhid soovivad pöörata tähelepanu eesti keele korrektsele kasutamisele ja vältida ingliskeelseid termineid, et muuta energeetikateema kõigile kergesti arusaadavaks. Uusi saateid saab kuulda kaks korda kuus. •

Tartu ülikool / Horisont



PIXABAY

Uue taskuhäälingu maikuistes osades käsitletakse ka suurte päikeseparkide teemat

Veerandsajand geenivaramut

ANDRES TENNIUS / TARTU ÜLIKOO



Tartus tähistati 4. aprillil geenivaramu 25. sünnipäeva. Mõte luua Eesti geenivaramu sündis 1990. aastate lõpus. Idee hakkas teostuma 1999. aasta alguses, kui asutati Eesti geenikeskus. Geenivaramu loomine pani aluse personaalmeditsiini arendamisele Eestis. Andres Metspalu juhatusel on geenivaramust saanud tähtis andmekogu nii Eesti kui ka maailma teadusele. Ainuüksi geenivaramu teaduskeskuse teadlased on avaldanud rahvusvahelistes eelretsenseeritud teadusajakirjades üle 830 teadusartikli, mis põhinevad geenivaramu andmetel.

Eesti geenivaramuga on praeguseks liitunud üle 210 000 inimese ehk peaaegu iga viies Eesti täiskasvanu. Peatselt avatakse geenidoonorite portaali, mis annab isikustatud teavet pärilike terviseriskide ja ravimite sobivuse kohta. •

Tartu ülikool / Horisont

Eesti geenivaramu looja ja pikaajaline juht professor Andres Metspalu õnnitlemas professor Lili Milanit, kes asus geenivaramu juhataja ametipostile tänava veebruaris



Vasakult noore keskkonnateadlase preemia pälvinud Reimo Lutter, noore IT-teadlase auhinna laureaat Liisa Rätsep, president Alar Karis ja noore teadlase preemia saanud Hedvig Tamman

President tunnustas noorteadlasi

President Alar Karis andis 8. mail Kadriorus kätte vabariigi presidendi kultuurirahastu preemiad. Noore teadlase preemia laureaat on Tartu ülikooli geneetika kaasprofessor Hedvig Tamman. Noore IT-teadlase laureaat on Tartu ülikoolis kõnesünteesiga tegelev Liisa Rätsep. Noore keskkonnateadlase preemia on pälvinud looduslähedast metsandust uuriv Reimo Lutter Eesti maaülikoolist. President Alar Karis ütles preemiaid kätte andes, et need on ühelt poolt tunnustus kolmele noorele inimesele, kes on oma erialal silma paistnud, kuid teiselt poolt on sellise auhinna olemasolu tänuavaldus ja julgustus kõigile noortele, kes on valinud teadlase tee, ning eeskujuks neile, kes seda kaaluvad.

Riigipea lisas, et ühtlasi annab tunnustus võimaluse tutvustada Eesti avalikkusele meie teadlaste väärtuslikke tulemusi, aga ka nende tööd üldiselt.

Noore teadlase preemia laureaat Hedvig Tamman on Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi geneetika kaasprofessor. Oma teadustöös selgitab ta molekulaarseid mehhanisme, kuidas viirused nakatavad ja hävitavad baktereid. Kuna haigust tekitavate bakterite hulgas on üha enam levinud antibiootikumiresistentsus, võivad Tammani juhitava töörühma uurimistulemused anda uusi ideid, mismoodi tulevikus võidelda bakteriaalsete haiguste vastu.

Noore IT-teadlase preemia laureaat Liisa Rätsep arendab Tartu ülikooli arvuti-

teaduse instituudis närvivõrgupõhist kõnesünteesi ja eesti keele tehnoloogiad. Ühtlasi arendab ta keeletehnoloogiat vahendeid soome-ugri keeltele ja murretele.

Eesti maaülikooli metsakasvatuse ja metsaökoloogia õppetooli nooremprofessori Reimo Lutteri teadustöö keskendub süsiniku-, lämmastiku- ja veeringe uurimisele mitmesugustes majandatavates metsaökosüsteemides, et kujundada metsi kliimamuutustele vastupidavaks ja mitmekesiseks. •

Vabariigi presidendi kantslei / Horisont



ÜLO VÄLI

Suur-konnakotkas on üks Eesti ohustatuid linde. Tema talvitusala asuvad Põhja-Aafrikas ja Lääs-Idas

Ukraina sõja tõttu kannatavad ka haruldased kotkad

Äsja valminud teadustööst selgub, et üliohustatud suur-konnakotkad on Ukraina sõja tõttu muutnud oma rändekäitumist ja see halvendab nende tulevikuvaateid.

Rahvusvaheline teadlusrühm on juba aastaid GPS-saatjate abil uurinud Ida-Euroopa märgaladel pesitsevate haruldaste suur-konnakotkaste liikumisi. Uuringus osalenud Eesti maaülikooli kaasprofessori Ülo Väli sõnul on viimasel ajal tähelepanelikult jälgitud Ukraina kaudu rändavate lindude liikumist, sest peale inimese mõjutab sõda ka teisi liike.

Hiljuti ajakirjas *Current Biology* avaldatud artiklis on põhjalikult analüüsitud suur-konnakotkaste rännet Ukraina

kaudu 2022. aastal, kui lahingutegevus oli kõige ulatuslikum. Ilmnes, et kotkad hoidusid oma rännetel eemale aktiivsetest sõjakolletest. Nende rändeteed olid tavapärasest pikemad ja ränne kestis kauem. Kotkad lendasid ka aeglasemalt, kuid vältisid peatusi, mistõttu jäid taastamata nende energiavarud. Teadlased analüüsisid ka ilma mõju, kuid see ei seletanud märgatud muutusi.

Ülo Väli sõnul lendab Ukraina kaudu ka suur osa Eesti konnakotkatest. Ükski GPS-saatjaga Eesti suur-konnakotkas ei ole viimastel aastatel Ukrainat läbinud. Ent lähedase liigi väike-konnakotka isendid on Väli sõnutsi sõjakeerisesse sattunud. „Üks meie väike-konnakotkatest

lendas 2022. aasta sügisel just Dnepri paremkalda vabastamise lahingute ajal üle Hersoni. Sattus teine just kõige ägedama lahingumõllu, kuulsa Kakhovka tammi juurde, aga õnneks sai tulema.“

Rändete muutused põhjustavad kotkastele suuremat energiakulu ja see võib kahjustada nende pesitsusedukust, mis omakorda halvendab nende kogu maailmas ohustatud lindude tulevikuvaateid. Kardetavasti on suur-konnakotkad ainult üks näide selle kohta, kuidas Ukrainas peetav sõda kahjustab ohustatud liikide asurkondi. •

Eesti maaülikool / Horisont

Eesti on kirjutanud alla kosmoseprügi vähendamise kokkuleppele

Tosin Euroopa riiki, sealhulgas Eesti, andsid 22. mail Euroopa Liidu kosmosenõukogus allkirja kokkuleppele, mille eesmärk on vähendada kosmoseprügi teket. Leppe on allkirjastanud ka Euroopa kosmoseagentuur (ESA).

Prügita kosmose harta (*Zero Debris Charter*) idee algataja ongi ESA. Leppe eesmärk on muuta Maa orbiidil toimuv inimtegevus jätkusuutlikuks. Mullu novembris Sevillas toimunud ESA tippkohtumisel avaldati plaan, mille järgi ei tohiks aastaks 2030 enam uut kosmoseprügi juurde tekkida.

Kosmoseajastu alguses keskendus kosmoseõigus üksnes taevakehade omastamise probleemile. Kosmoselendude korraldus on tänini suuresti tuginenud vaid headele tavadele. Nii ei tohi kosmoseprügi tahtlikult tekitada ja satelliidid, mida enam ei kasutata, tuleb olenevalt nende paiknemisest suunata kas Maa atmosfääri või niinimetatud surnuaiaorbiidile. Maa kaaslasti lennutatakse kosmosesse üha enam ja neist tavadest enam ohutuse tagamiseks ei piisa.

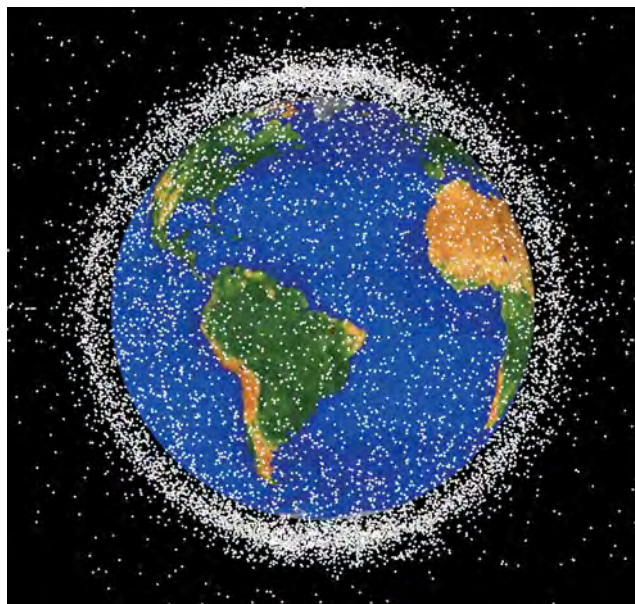
Praegu tiirleb meie planeedi ümber hinnanguliselt umbes 130 miljonit ühikut kosmoseprügi, mille läbimõõt on vähemalt üks millimeeter.

Isegi väikesed prügitükid kujutavad endast suurt ohtu satelliitidele, kuna võivad nendega suurel kiirusel kokku põrgates tekitada kahjustusi. Kui prügi hulk kasvab veelgi, muutuvad kosmoselennud ohtlikumaks ja mõnda Maa-lähedast orbiiti ei saa enam kasutada.

Peale Eesti on kokkuleppele andnud allkirja Austria, Belgia, Küpros, Leedu, Poola, Portugal, Rootsi, Rumeenia, Saksamaa, Slovakkia ja Suurbritannia. Peatselt allkirjastavad leppe ka esimesed satelliiditootjad ja uurimisasutused. •

Euroopa kosmoseagentuur / Horisont

NASA



Suurem osa meie planeedi ümber tiirlevast kosmoseprügist asub kuni 2000 kilomeetri kõrgusel Maa-lähedasel orbiidil

FOTO: MAXIM GAVRILYUK / WIKIMEDIA COMMONS



Odessa oblastis asuv 82 ruutkilomeetri suurune Kuhurlui järv on Doonau delta osa. Ukraina hüdrometeoroloogia instituut saab tulevikus veekogusid seirata Eestis välja töötatud kaugseirerakenduste toel

Tartu observatoorium aitab Ukrainal arendada kaugseiret

Tartu observatoorium aitab keskkonnainvesteeringute keskuse rahalisel toetusel Ukrainas juurutada Eesti teadlaste loodud kaugseirerakendusi, jälgimaks metsa ja veekogude seisundit.

Metsade seireks kasutatakse Maa-ameti aerolidaritega kogutud kolmemõõtmelisi punktiparvi, mille omaduste põhjal saab hinnata metsade kõrgust, tihedust ja kasvu ning arendada mudeleid, arvutamaks puidu mahtu ja puistus oleva süsiniku hulka.

Veekogude pideva seire tarbeks on Tartu observatooriumis välja töötatud vee kvaliteediklasside hindamise rakendus, mis tugineb Copernicuse programmi Sentineli sarja satelliitidele. Tarkvara kasutab nii kaugseire- kui ka välimõõtmisandmeid. Selline lahendus võimaldab veekogude täpseid välimõõtmisandmeid, mille kogumine on kallid, kasutada koos satelliidipiltidega selleks, et jälgida kogu veekogu seisundit.

Projekti partnerid on Ukraina hüdrometeoroloogia instituut, Ukraina riigimetsade majandamise amet ja Ukraina riigimetsade planeerimise assotsiatsioon. Projekti rahastab keskkonnainvesteeringute keskus.

Euroopa kosmoseagentuur / Horisont

Riia värav – Pärnu unustatud linna- ja kindlusevärav

RAGNAR NURK

Jääb vaid imestada, kui vähe teame isegi mõnest kõige suurejoonelisemast arhitektuuriteosest, mis kunagi Eestis on ehitatud. Kunstiloolane Elsbet Parek on oma 1971. aastal ilmunud Pärnu arhitektuuriajaloo ülevaates märkinud, et Riia värava kirjeldusi ega kujutisi pole säilinud. Rootsi sõjaarhiivis on talle mõni projektjoonis, aga selles, millisenä värav valmis, on valitsenud ebaselgus. Töötades mõni aasta tagasi põgusalt Peterburis Venemaa riiklikus mereväearhiivis, jäid mulle 1797. aastal koostatud kindluseplaanide atlasest silma selle värava joonised: väga üldised ja ilma täieliku fassaadijooniseta, kuid siiski piisavad, et teha esimene katse rekonstrueerida värava välisilmet.



Pärnu kindluslinna makett Pärnu muuseumis (Põhjasõja-järgne olukord). Riia värav, mis siin on edasi antud ebatäpselt, pigem Tallinna värava sarnasena, paiknes Jupiteri (vasakul) ja Päikesse bastioni vahelisel kurtiinil. Tee peaväravasse viis üle Koidutähe raveliini, mille vallis oli veel üks võlvitud väravakäik

RAGNAR NURK

Rootsi aja lõpus laienes Pärnu kindlustatud linnasüda oma keskaegsetest piiridest väljapoole. Seetõttu tuli rajada uusi bastionaalkindlustusi ja nendega seotud linnavärvaid. Tänapäeval võib Pärnu olla uhke Tallinna värava üle, mis on lähipiirkonna ainus sellelaadne barokne kindlusevärav. Vähem on teada, et Kuninga tänava teises, idapoolses otsas paiknes veelgi uhkem Riia värav. Möistagi oli just Riia – Liivimaa metropoli – maantee alguses asuv värav kindluse peavärav. Pärnu kindluslinna kolmas värav, jõepoolne Veevärav, viis sadamasse ning kujutas endast lihtsat tunnelilaadset läbikäiku.

Pärnu uuslinn 1667

Pärast Vene-Rootsi sõda (1656–1658), mille käigus venelased vallutasid Tartu ja piirasid Riiat, otsustas Rootsi riik Pärnut tugevamini kindlustada. Märkmisväärem tegevus algas 1667. aastal, kusjuures suur roll oli Liivimaa kindralkuberneril Claes Tottil ja Liivimaa kindralkortermeistril ehk kindlustustööde ülemal Jacob Staël von Holsteinil. Pärnu kaupmehe poeg Staël von Holstein koostas tõelise ideaallinnaprojekti, mille järgi tuli linnale anda korrapärane kuju ja ehitada ulatuslik linnalaiendus ja bastionaalkindlustused. Samas oli kohe käepärast võtta insener, kes hakkas kohapeal töid juhtima: kindralkuberner määras Pärnu kindluse ehitamiseks insenerikohale Paul von Esseni.

Väikelinna Pärnu muldkindlustuste arhitektuur oli omas ajas väga moodne. Provintsi pealinna Riia linnakindlustusi hakati samas laadis uuendama alles paarkümmend aastat hiljem. Pärnu bastionaalkindlustused, millele on iseloomulik eesvalli olemasolu peavalli jalamil kurtiinide ja bastioniflankide ees, lähtuvad hollandi inseneri Henrick Ruse 1654. aastal teoses „Versteckte Vesting“ avaldatud ideedest. Ruse rõhutas bastionide võimalikult efektiivse vastastikuse kaitse vajadust flankeeriva tule abil. Ruse enda kavandi järgi ja tema kui ehitusettevõtja juhatusel rajatud Kopenhaageni kuningliku tsitadelli (Kastellet) põhilised ehitustööd tehti aastail 1662–1666. Seega, kui Pärnus algasid tööd, oli tsitadell äsja valminud ning võis tõenäoliselt olla otsene eeskuju.

Möistagi oli just Riia – Liivimaa metropoli – maantee alguses asuv värav kindluse peavärav.

Mis on mis?

bastion	suurem viisnurkse põhiplaaniga muldkindlustus
kurtiin	kaht bastioni ühendav vall
bastioniflank	bastioni osa, mis võimaldab tulistada piki kaitsevali
raveliin	bastionide vahel vallikraavis paiknev muldkindlustus
kasematt	kindlusehitise igasugune kaetud ruum
eesvall	madalam vall kraavi paremaks kaitsmiseks



Pärnu bastionaalkindlustustega täiesti samasuguse arhitektuuriga Kopenhaageni tsitadelli Kuningavärav. Insener Ruse on seal väravaehitised lahendanud hoopis teisiti: eesvallile on tehtud omaette väiksem kivist eesvärav



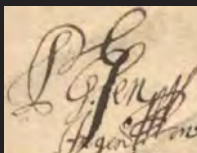
Tallinna Toomvärav – veel üks hävinud, kuid tänu linnavaadetele kujutamisele mõnevõrra rohkem tuntud Eesti kunagistest uhketest kindluseväravatest. Tallinna ja Pärnu Rootsi-aegsed peaväravad olid sarnase arhitektuuriga ning mõlemad tõenäoliselt Paul von Esseni kavandatud. Selle pildi tegemise ajal olid röödude balustraadid juba hävinud. Carl Friedrich Christian Buddeuse värviline kriididjoonistus 1820.–1840. aastatest

Paul von Essen 1631–1699

- Isa, võimalik, et Liivimaalt tulnud kantsimeister Paul von Essen (vanem), juhatas kindlustustöid Kalmaris; suguselts on väidetavalt pärit Hollandist Geldernist aadlisuguvõsast.
- Osales insenerina Karl X Gustavi sõdades Taaniga ja hiljem Karl XI ajal Brandenburgi sõjakäigul.
- 1661 reisis kuninganna Kristiina kaaskonnas Rooma ja viibis seal poolteist aastat, töötades insenerina Civitavecchia kindlustustöödel, sh Gian Lorenzo Bernini teenistuses.
- 1663–1664 Pariisis ja Prantsuse vägedega sõjaretkel Ungaris.
- 1665 konduktor (leitnant) Riias ja alates 1667. aastast insener (kapten) Pärnus, kus tema krunt ja kivimaja asus tõenäoliselt Rüütli ja Akadeemia tänava loodenurgal.
- 1676/1681 sai kindralkortermeisterleitnandina volitused Eesti alal asuvate kindluste üle (v.a Narva): Tallinn, Pärnu, Tartu, Kuressaare; alates 1687. aastast Tallinna Toompea komandant.
- Kavandas 1690. aastatel ehitatud Tartu raekoja ja Tartu ülikooli hoone, tegi teoks Pärnu linnuse konvendihoone ümberehituse ülikoolihooneks. •

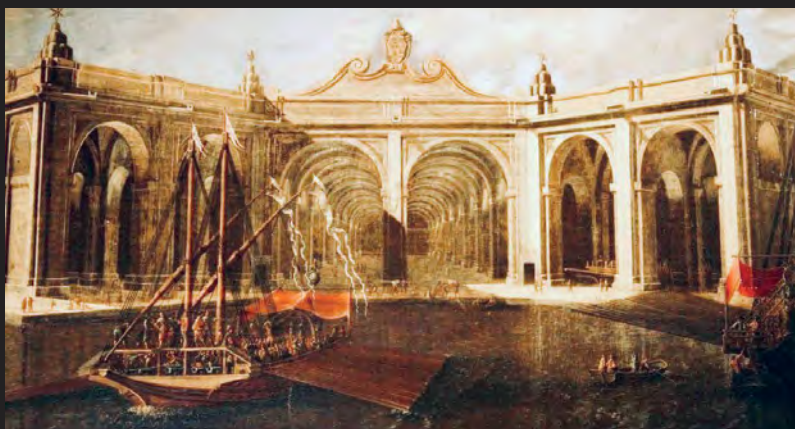


RIDDARHUSET



RIKSARKIVET

Paul von Esseni
Rootsi aadlivapp (1681)
ja signatuur.
Ühtegi tema portreed
teada ei ole

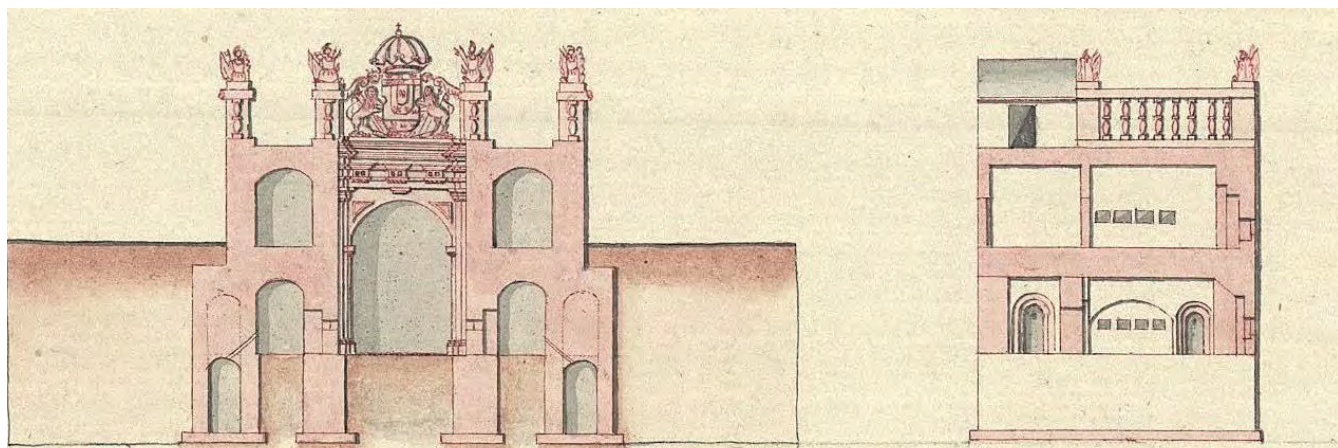


Gian Lorenzo Bernini juhtimisel 1663. aastal valminud Civitavecchia arsenal
ehitustöödel võis osaleda ka Paul von Essen.
Detail Viviano Codazzi õlimaalist Chigi palees

Pärnu Riia ehk Karli värav

Riia ehk Idavärvast pidi saama Pärnu kindluse uus peavärav. Kummatigi, võib-olla lähtudes uute kindlusevallide ehitamise üldjärjekorrast, valmis see tunduvalt hiljem kui tänini säilinud Tallinna ehk Läänevärav. Nii on 1675. aasta linnaplaanil mainitud, et Tallinna värav oli juba „tahutud kividest valmis ehitatud“, ent teine värav eksisteeris alles esialgsel puust kujul. Kivist Riia värav ehitati põhiosas 1692–1695, kuigi väiksemad tööd jätkusid järgmistel aastatel. Ilmselt pole juhus, et just pärast selle värava valmimist näeme esimest korda linnaplaanidel Pärnu värvate uusi ametlikke nimesid, mis olid pandud kuninglike isikute järgi. Kõnealune peavärav nimetati nüüd kuningas Karl XI enda järgi Karli värvaks (rts *Carls port*). Laiemalt käibele see nimi tõenäoliselt ei läinud. Pärast Põhjasõda kinnistus Riia värava nimi.

Tõenäoliselt oli barokse Tallinna värava kavandanud veel Staël von Holstein, kuigi mingi roll võis olla ka äsja Lääne-Euroopast saabunud noorel Essenil. Samas Riia värava puhul paistavad kõik asjaolud osutavat Essenile kui autorile. Tollal vastutas Essen veidi suurema ülemusena endiselt ka kindlustustööde eest Pärnus. Ehkki ta allus kogu Rootsi riigi kindralkortermeistrile Erik Dahlberghile, oli ta ise kahtlemata võimekas arhitekt. Essenile viitab värava arhitektuur. Rõdudega tiibehitised olid ka Tallinna Toomväraval, mille ehitustööd käisid põhiliselt sel ajal, kui Essen oli Toompea komandant (ehitati peamiselt 1685–1693). Niisiis oli selle värava ehitus Tallinnas lõppemas, kui Pärnus hakati rajama kivist Riia väravat.



Riia värav 1797. aastal: tiibehitiste ristlõike vaatega peaportaali suunas ja pikilõike vaatega värvakäigu poole. Peale selle on olemas alumise korruse põhiplaan ja talalaega osa lõige

VENEMAA RIIKLIK MEREVÄEARHIIV



Pärnu Riia ehk Karli värav.
Rekonstruktsioon Ragnar Nurk,
teostus Rocío Espín Piñar.
Pildi valmimist on toetanud
Koit Rikson (Eostre Publications OÜ)

Paul von Esseni koostatud Riia värava projektjoonised 1690. ja 1695. aastast on säilinud Rootsi sõjaarhiivis. 1797. aastast pärinevad joonised Venemaa riiklikus sõjalaevastikuarhiivis kinnitavad, et Esseni projekt viidigi põhiosas ellu. Kõige hinnatavam tsariaegsetest joonistest on välisfassaadi keskosa osaline fassaadijoonis. Seejuures ei leidu ei projektjooniste ega sadakond aastat hilisemate jooniste hulgas väravaehitise täielikku fassaadijoonist. Välisfassaadi tiibehitiste fassaadide täpsem kujundus jääb praegu teadmata. Linnapoolse fassaadi kohta võime üksnes oletada, et see sarnanes Tallinna värava sama fassaadiga. Ühele Esseni joonisele lisatud märkuse põhjal on teada, et sinna oli ette nähtud „kuninga nimi“, mida kuninganimelise värava puhul võiski eeldada.

Mis puutub erinevustesse Esseni projektjooniste ja tegeliku teostuse vahel, siis üldisest sarnasusest hoolimata on tehtud mõni muudatus, eeskätt värava ülemises osas. Nii oli algul ette nähtud, et välisfassaadi kaks rõdupoolt ühendataks väravaava kohalt, kuid valminud kujul on ülemise korruse langevõre ruum toodud ettepoole. Teiseks, oli loobutud väravakäigu linnapoolse osa võlvimisest ja kaetud see talalaega. Mõnevõrra ebaselge on eri tasanditel paiknenud ülemiste ruumide sisemine jaotus ja langevõre käitamine.

Riia värava välisilme rekonstruktsioon

Riia värav on kõigist Eesti uusaegsetest kindluseväravatest kõige keerukama ja läbimõelduma ülesehitusega. Rootsi võimu ajal ehitatud väravatest oli see ühtlasi kõige rikkalikuma dekooriga. Värava üldine dooria orderist lähtuv arhitektuurilaad ja üldmõõtmed olid samad mis Tallinna väraval, aga oli ka olulisi erinevusi.

Kindlusarhitektuuri kontekstis on väga omapärased värava peafassaadi tiibehitised. See võte meenutab pigem lossi- või mõisaarhitektuuri: keskse elemendi esiletõstmiseks on see raamistatud eenduvate külgosadega. Tõsi, kohati leidis toonaseil kindluseväravail

balustraade (nt Rooma San Pancrazio värav ja Göteborgi Kuningavärav). Ent teist päris samasugust, rõdudega tiibehitistega kindluseväravat, mis oleks võinud Essenile otseselt eeskujuks olla,



RIKSARKIVET / TACITUS.NU

Rootsi riigivapp, 1695

pole praegu õnnestunud mujal Euroopas samal ajavahemikul kindlaks teha. Seejuures olgu tähelepanu juhitud „rõdude“ ja ehiselementide üleelusurusele.

Värava peaportaali kohal asetses üle nelja meetri kõrgune kivist tahutud Rootsi riigivapp, mida hoidsid kaks lövi. Rõdudel olid umbes paari meetri kõrgused balustraadidega piirDED, mille postide otsas paiknes kokku tõenäoliselt kümme umbes 1,5 m kõrgust trofeerühma. Raidkivikompositsioon kujutas Vana-Rooma leegionäri sõjariid, mille taha olid lehvikuna asetatud vaenlaselt võetud lipud. Kõrvalmärkus: raidkivist trofeede žanri võib-olla uhkeimat näidet samast perioodist saab näha Louis XIV aegse Lille'i linnakindlustuste Pariisi värava välisfassaadil.

Oletatavasti oli raidkive värvitud ja kullatud, nagu on kirjalike allikate põhjal teada Riia Rootsi-aegsete kindluseväravate raidkivide kohta.



CARL SARAP / TALLINN LINNAMUUSEUM

Enne teist maailmasõda Pärnu muuseumi ukse kõrval seisnud raidkivikompositsioon

**Värava peaportaali kohal
asetstes üle nelja meetri
kõrgune kivist tahutud
Rootsi riigivapp,
mida hoidsid kaks lövi.**

Riia värav oli küll väljapeetud arhitektuuriga, kuid vähemalt sama suurt rõhku oli pandud mitmesugustele kaitseabinõudele.

Kindlusevärava kaitseabinõud

Esinduslikud varauusaegsed kindluseväravad olid kaugelt hästi vaadeldavad kiviehitised, mida vaenlasel olnuks vajaduse korral võimalik üpris kergesti suurtükitulega purustada. Tegelikult rünnati bastionaalkindlustuste korral harva kindluse väravat, kuna üldjuhul

oli värav paigutatud kaitseliini sügavuses hästi kaitstud kohta: bastionidevahelise kurtiini keskele. Pärnu Riia värav oli küll väljapeetud arhitektuuriga, kuid vähemalt sama suurt rõhku oli pandud mitmesugustele kaitseabinõudele.

Peale kauniduse võis tiibehitistel olla otstarve paremini varjata peaportaali. Samas oli neil otsene kaitseotstarve: kahel korrusel paiknevatest kasemattidest sai 16 laskeavast püssitule alla võtta vahetult portaaliasise tsooni. Ei saa välistada, et teise korruse kasemattidel võisid olla ka püssilaskeavad külgnevate vallide poole. Kõigi nelja kasemati esifassaadil asus üks suurem ambrasuur,

mis võis vahest isegi sobida väiksemale kahurile (täpsem ambrasuuride kuju, kas neljakandiline või ümar, ei ole teada). Pääsu tiibehitistevahelisele alale pidi vähemalt Essen'i projekti järgi saama sulgeda puitprussidest lisatõkkega, mille jaoks olid müüritisse jäetud spetsiaalsed sooned. Samamoodi nagu Tallinna väraval oli ka Riia väraval langevõre ja ilmselt ei puudunud võlvis avaus, kust sai ründajaid hea-paremaga kostitada.

Läbimõeldud liikumisskeem

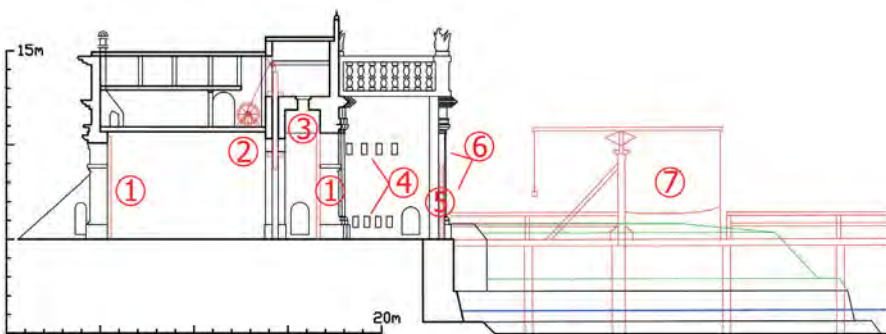
Riia värava logistiline skeem oli tunduvalt komplitseeritum kui Tallinna väraval. Kui peavärav oli suletud, siis sai siseneda väikeste külgede kaudu. Siin ei paiknenud need mitte esifassaadil, kus oli ruumi tehtud laskeavadele, vaid paremini varjatuna külgehitiste siseküljel.

Pääs eesvallidele oli lahendatud põhjalikumalt kui Tallinna väraval. Seal oli võimalik pääseda eesvallidele vaid värava fassaadi eest üle silla vaenlase tule all, kuid siin oli kasutusel maa-aluste tunnelite süsteem. Nendest tunnelitest pääses väikeste ukseavade kaudu tõenäoliselt ühtlasi vallikraavi, et piiramis-olukorras liikuda paatidega kraavi väliskalda vahet. Essen'i plaanijoonisele tuginedes sai neid alumisi uksi või kilpe liigutada ilmselt horisontaalselt seina sees asuvas soones. Samas ei saa lõpuni välistada, et need avad võisid olla ehitatud siiski laskeavadeks.

Kui Tallinna väravas viisid kõrvalkäigud juba langevõre taha, siis siin oli nii jalgvärvavatest kui ka eesvalli käikudest võimalik mitme ukse kaudu jõuda üksnes võlvialusesse, mis paiknes puust peavärava ja langevõre vahel.

Ülemiste ruumide, sh tiibehitiste teise korruse kasemattide, ja alumiste ruumide vahel mingit ühendust polnud. Ülemistesse ruumidesse nii väravakäigu kohal kui ka tiibehitistes, samuti „rõdule“, pääses vallikäigult. Väravakäigu kohal asuvate ruumide kaudu sai liikuda külgnevate valliosade vahet. Samas seepoolel küljel olid kummaldi pool väravat tänavalt vallidele viivad kaldteed.

Paar väikest ruumi – arvatavasti vahiruimid, arestikambrid või laoruumid – oli rajatud ka värava linnapoolse portaali mõlemale küljele.

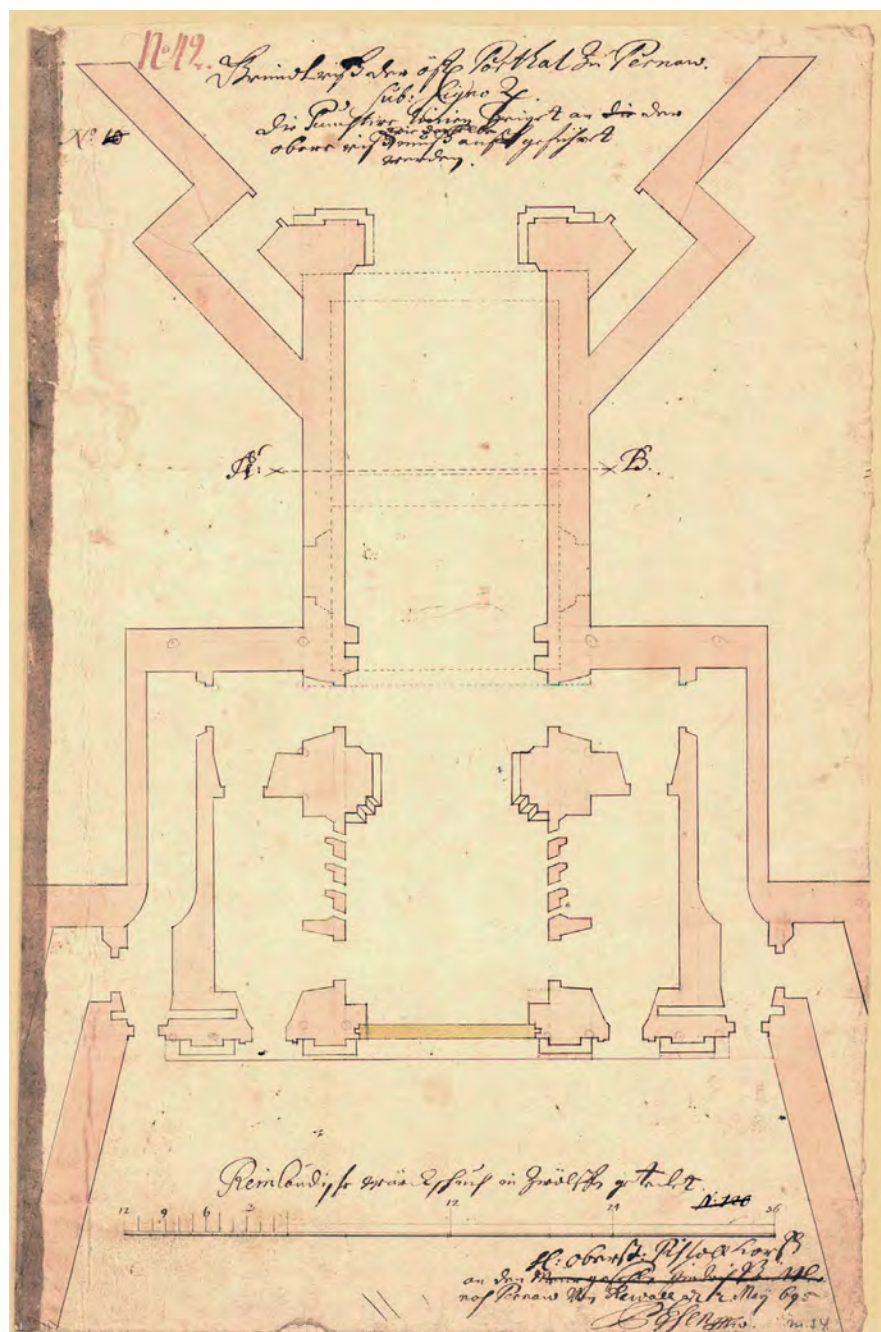


Üks võimalik Riia värava pikilõike rekonstruktsioon koos kaitseelementidega.
1 – puust väravad (sisemised ja välimised), 2 – langevõre (mehhanism oletuslik), 3 – ava võlvis, 4 – musketi-/püssilaskeavad, 5 – sooned tõkkeseina jaoks, 6 – suuremad laskeavad fassaadil, 7 – tõstesild



Pärnu Tallinna värava väravakäigu välimise osa kaitseelemente: langevõre, laskeava, puust väravad, avaus laes

Riia värava asukohas on praegu nimetu ja iseloomutu asfaltplats, mille võiks ümber korraldada ja anda sellele Riia värava platsi nime.



Riia värava projekteeritud alumine põhiplaan koos ühenduskäikudega. Paul von Essen, 1695. aasta. See on üks mitmest projektjoonisest

Ei ole täpselt selge, millal Riia värav lammutati; arvatavasti juhtus see 1830. aasta paiku, kui Pärnu kindlus minetas sõjalise otstarbe.

Riia väravast Riia värava platsini

Ei ole täpselt selge, millal Riia värav lammutati; arvatavasti juhtus see 1830. aasta paiku, kui Pärnu kindlus minetas sõjalise otstarbe. Pärnu ajaloo käsitluste järgi kustutati Pärnu 1834. aastal Vene impeeriumi kindluslinnade nimekirjast ja keiser Nikolai I kinkis kindlustuste ala koos juurdekuuluvate hoonetega linnale.

Pole välistatud, et Rootsi-aegne värav lammutati isegi mõni aasta varem.

Nimelt on Venemaa sõjalaevastiku arhiivis olemas juba 1827. aasta algusest pärinev Riia värava ümberehitusprojekt (kahjuks puudub digikoopia, et seda siin avaldada). Selle järgi tuli endine kindlusevärav asendada avatud läbikäiguga vallist, kusjuures oleks säilinud väravakäigu müüride alumine osa, kavas oli teha uus lihtsate metallväravatega fassaad. Selle projekti autor oli sõjaministeeriumi inseneridepartemangu arhitekt Alexander Staubert (Израйберт), kes on kavandanud arvukalt riiklikke hooneid Peterburi ja mujale. Kuna kindlusest loobuti peagi täielikult, pole kindel, kas uus värav ehitati, kuid vana värav võidi siiski lammutada.

Linnakindlustusi hakati ulatuslikult lammutama alles pärast 1860. aastat, kui Riia insener William Weir oli koostanud projekti nende likvideerimise ja vabanenud ala planeerimise kohta, sh pidi piki kindlusevalli rajatama kogu linna ümbritsev puiestee. Pärnu Riia värava kohal nähti ette pikendada Kuninga tänavat puiesteenä Vana pargi juures olevasse eeslinna teederisti ja rajada endise värava piirkonda väike haljastatud plats.

Riia värava asukohas on praegu nimetu ja iseloomutu asfaltplats, mille võiks ümber korraldada ja anda sellele Riia värava platsi nime. Rootsi-aegse värava maa-alusest osast peaks olema üsna palju arheoloogiliselt säilinud. Elsbet Parek on maininud, et 1962. aastal olevat 50–80 cm sügavusel avastatud selle väravaga seotud tunneli jäänused. Juhul, kui kunagi osutub võimalikuks kaotada liiklussõlm või seda kahandada, siis tasuks kindlasti värava asukoht platsil sobival viisil markerida või isegi värava praegu maa all olevaid ehitusosi eksponeerida. Ühtlasi tasuks eraomanduses olev vahimaja ja selle esine plats paremini seostada avaliku linnaruumiga.

Rootsi-aegne Pärnu oli endiselt väike-linn, kuid selle areng oli 17. sajandi teisel poolel tõusuteel, ning kaks üli-



Pärnu Hansapäevad

Keskaja ja pärandkultuuri festival
28. – 30. juuni 2024 Vallikäärus ja Munamäel

- Keskajaturg
- Käsitöömeistrite laat
- Rüütliküla
- Loomaküla
- Vibu-, kirbe- ja rüütliturniirid
- Rikkalik keskaja kultuuriprogramm ja ansamblid:

Virelai / Taani

Pipers of Transilvania / Rumeenia

TandemBliss Duo / Itaalia

Holloenek Hungarica / Ungari

Artemisisa Absinthium / Läti

Lüü-Türr / Cesti

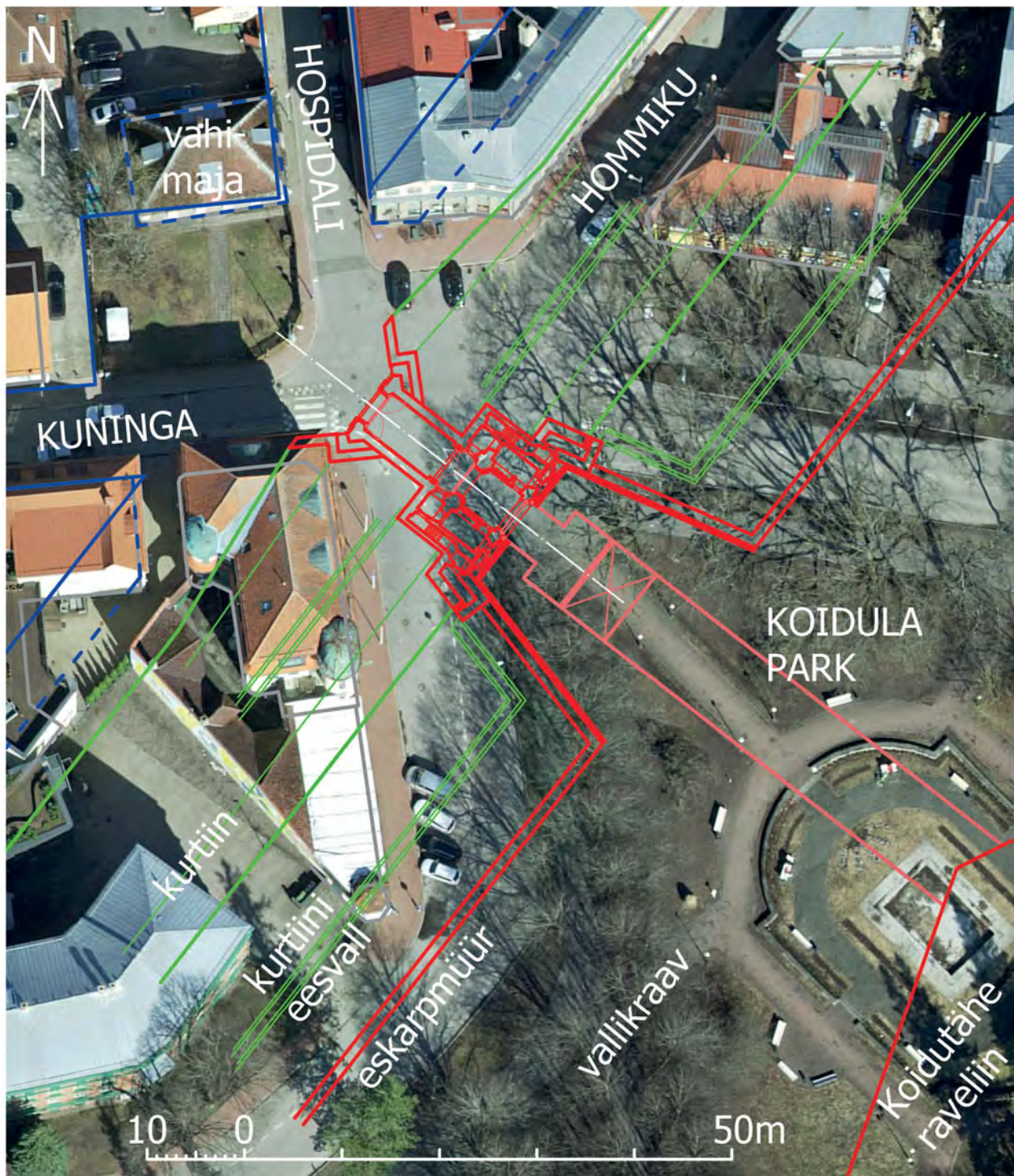
Maqam / Cesti

Olete oodatud! Sissepääs prii!

autorõigus MTÜ Loodusajakiri

Juulite juulide!





JOONIS: RAGNAR NURK, ORTOFOTO: MAA-AMET

Riia värava umbkaudne asend praeguse olukorra taustal. Näidatud on ajalooline linnastruktuur (punktiriiga tsariaegsed muudatused)

esinduslikku linnaväravat vaid kinnitavad pilti Pärnust kui tõelisest Eesti barokiaja ideaallinnast. Essenit tiibehitistega kindluseväravate arhitektuur on küll mõneti ebaharilik, ent laias laastus on tegu siiski Vana-Rooma eeskujudest lähtuva triumfivärava tüüpi kindlusevärava erivormiga, millele arhitekti enda Itaalia-kogemus lisab tõsiseltvõetavust.

Võimalik, et kui otsida, siis leiaks värava ehitusloo kohta teisigi kirjalikke allikaid. Samuti ei pruugi 1797. aasta joonised olla parimad, mida võib Venemaa arhiividest leida: sealsed kogud on endiselt korralikult läbi töötamata. Seetõttu tuleb artikli juurde lisatud rekonstruktsioonikatsed ilmselt edaspidi täpsustada. •

Samalt autorilt on varem Horisondis ilmunud: „Uusaeg töi bastionid“, Horisont 2014, nr 5. „Tallinna uusaegsed linnakindlustused. Lammutatavast militaarobjektist muinsusväärtuseks“, Horisont 2020, nr 5. Rootsi-aegsest Pärnust loe veel koguteose „Eesti linnaehituse ajalugu“ 1. köitest.

Ragnar Nurk (1983) on Tallinna linnaplaneerimise ameti muinsuskaitse osakonna arheoloog. Tema töö on seotud kesk- ja uusaaja arheoloogiaga, sõjaliste kaitseehitiste ja linnaplaneerimise ajalooga.

Haruldased palverännu- suveniirid Tallinnast

ANU MÄND

2018. aastal tuli Tallinna Jahu tänava keskaegse prügila kaevamistel päevavalgele tuhandeid põnevaid leide, sealhulgas on mitu tinapliist palverännumärki. Kõigi puhul ei ole teada, millisest palverännusihtkohast need pärinevad.

Riia Püha Vere
palverännumärgid Tallinnast.
Paremal Jahu tn 6,
vasakul Estonia pst 7 leid.
Tinaplii, 15. sajandi teine pool

STANISLAV STEPŠKO



Ühel palverännumärgil on kujutatud liiliaga lippu ja anumad hoidvat mees-figuuri, ent märgist on säilinud ainult alumine osa. Ka serval paiknev alam-saksakeelne kiri on poolik, seetõttu ei olnud võimalik seda identifitseerida. Alles 2023. aasta lõpus, kui valmistati ette näitust Nigulistes, õnnestus kindlaks teha, et samalaadne, kuid mõnevõrra terviklikum märk on leitud Estonia pst 7 kaevamistelt. Kahe märgi peale kokku õnnestus taastada neil paiknev tekst, mis tõlkes kõlab nii: „Guncelinus, Schwerini krahv. Riia Püha Vere märk“. Seega on need suveniirid omandanud Riia toomkirikus paiknenud Püha Vere reliikvia juurde rännanud palverändurid, kes tõenäoliselt olid pärit Tallinnast.

Tegemist on erakordse avastusega, sest teadaolevalt ei ole selliseid märke mujalt Euroopast leitud. Seni oli kesk-aegselt Liivimaalt (praeguse Eesti ja Läti alalt) teada vaid üks 13. sajandi lõpus Riias valmistatud märgitüüp, mis kujutab neitsi Maarjat ja mida ümbritseb tekst: „Püha Maarja Liivimaal pattude andeksandmise märk“. Hiliskeskajal sellisest üldisest märgist nähtavasti enam ei piisanud, sest Tallinna leiud, mis kujunduse ja leiukonteksti põhjal pärinevad 15. sajandi teisest poolest, osutavad, et Riia toomkiriku ühel tähtsamal reliikvial oli oma märk. Kas suveniire on toodetud teistegi siinsetes palverännukohtades, näiteks Vastseliina linnuses või Pirita kloostris, ei ole paraku teada.

Palverände Riia Püha Vere reliikvia juurde on kirjalikes allikates nimetatud juba 14. sajandi lõpus. Reliikviat hoiti kullast (ilmselt siiski kullatud hõbedast) ja pärlitega kaunistatud monstrantsis. See oli eriline nõu, kus hoiti kas pühitsetud armulaualeiba või reliikviat. Võib arvata, et ka palverännumärkidel kujutatud anum, millest on säilinud vaid kõrge tüvesega jalg, on olnud monstrants.

Ent miks on Riia märgil jäädvustatud Schwerini krahv Gunzelin? Riia ja Schwerini vahelisi sidemeid uurides tulid päevavalgele põnevad faktid. Schwerini toomkirikus paiknes keskajal Püha Vere reliikvia, mille oli 1222. aastal annetanud krahv Gunzelin I poeg Heinrich I. Suure tõuke austada Püha Verd andis Heinrichi poeg krahv Gunzelin III, kes sidus Kristuse vere austuse Schwerinis oma perekonna mälestamisega. Gunzelin III käis ristisõdijana Liivimaal ja tema poeg Johannes valiti 1294. aastal Riia peapiiskopiks. Johannese ametiajal, umbkaudu 13. sajandi lõpus, annetati Schwerini toomkirikule tükike Riia toomkiriku Püha Risti reliikviast.

Ilmselt reliikviaid toona jagati ja vahetati ning osake Schwerini Püha Vere reliikviast jõudis vastutasuks Riiga. Schwerini ja Riia vaheliste isiklike ja poliitiliste sidemetega saabki selgitada, miks on palverännumärkidel kujutatud monstrantsi ja lippu hoidvat krahv Gunzelini. Nii Riia kui ka Schwerini Püha Vere reliikvia hävitati reformatsiooni käigus, hääbus ka sajandeid kestnud palverännutava. •

Anu Mänd (1968) on Tartu ülikooli kunstiajaloo professor.



Mikrobiom on samasugune ökosüsteem nagu mets või märgala

Mikrobiomi uurimisest on Tartu ülikooli mikrobiomika professori **ELIN ORUGA** vestelnud Horisondi toimetaja Piret Pappel.

Teadlased on pikka aega uurinud mikroorganisme kui eelkõige võimalikke tõvetajaid. Nüüdseks on teada, et mikroobid suunavad immuunsuse kujunemist ja mõjutavad ainevahetust. Uute meetodite areng lubab mikroobe eristada nende pärilikkusaine põhjal ja uurida, millist osa bakterid, viirused, arhed ja seened meie kehas täpsemalt etendavad.

Mis on mikrobiom?

Nõnda kutsutakse mikroorganismide kooslust, kuhu kuuluvad bakterid, arhed, seened ja viirused ning kõikide nende organismide genoomid. Vaatleme seda kui terve ökosüsteemi.

Inimese mikrobiomi on uuritud hästi palju. Kas uurime ka inimese mikrobiomi evolutsiooni ja teistel liikidel leiduvaid mikroorganisme?

Minu uurimisgrupp uurib mikrobiomikooslusest peamiselt baktereid. Mikrobiomika kui teadussuuna areng on seotud tehnoloogia arenguga. Kasutatakse DNA järjestuse määramise meetodit, nagu teise põlvkonna sekveneerimine, ning võimalik on analüüsida kõikide mikroobikooslusesse kuuluvate mikroorganismide DNA-d ühel ajal. See on loonud võimaluse vaadelda mikrobiomi kui kooslust ja uurida sealseid omavahelisi suhteid.

Inimese kõrval hakati kohe tegelema ka teiste organismidega. Imetajatest hakati uurima eelkõige laborihiirt, sest inimesega seotud katseid tehakse hiirtel ja seetõttu on oluline mõista, kui sarnane on inimese mikrobiom hiire omaga. Kui ma mikrobiomiuuringutega järel doktorantuuris alustasin, kasutasin samuti hiiri.

Ka inimahvide mikrobiomi on uuritud. Juba mõne aasta eest on ilmunud väga põnevad tööd, mis heidavad valgust sellele, kuidas evolutsiooniliselt on mikrobiom arenenud.

Lisaks hiirtele on põhjalikumalt uuritud bioloogiliste alusuuringute mudelorganisme, nagu äädikakärbes (*Drosophila melanogaster*) ja varbuss (*Caenorhabditis elegans*). Uurida inimese mikrobiomi on kahtlemata kõige keerukam. Kui uurime katselooma, siis saame kontrollida ümbritsevat keskkonda ja seal tingimusi vajadust mööda muuta. Näiteks laborihiirte korral saame kõiki hiiri hoida pikemat aega samas keskkonnas ja sama toidu peal. Inimese puhul pole see võimalik.

Meil TÜ genoomika instituudis uuritakse veel muistsete inimeste mikrobiomi, näiteks patogeensete levikut, ning analüüsitakse hammaste mikroobe, et teha kindlaks ajaloolisi toitumisharjumusi. Selliste proovide analüüs on omakorda väga keeruline, kuna materjali on vähe ning DNA on lagunened ja saastunud.

Tehnoloogia areng on hämmastav. Kes oleks suutnud mõnikümend aastat tagasi ennustada, et praegu saab kiviaja inimese hambakatust eraldada mikroobide DNA-d!

Areng on olnud tõesti kiire ja meetodid arenevad üha edasi. Mikrobiomika valdkonnas tehakse tohutult uurimistööd ja avaldatakse palju teadusartikleid, igas kuus mitu tuhat. Kõigega kursis püsida pole enam realistlik. Tuleb keskenduda enda kitsamale valdkonnale.

See on ju hea, kui teadmisi lisandub.

Jah, kuid me peame kiiresti juurde õpetama inimesi, kes on selle ala eksperdid ja oskaksid andmeid analüüsida ja tulemusi tõlgendada. Teadus peab jõudma inimesteni, kuid see peab olema ka usaldusväärne. Mikrobiomika valdkonnas on avaldatud väga palju uuringuid, kus on leitud seoseid paljude haigustega. Need teated korjab kiiresti üles populaarteaduslik meedia ja võimendab neid, pakkumata konteksti ja tausta.

Mikrobiomika nii-öelda pudelikaal ongi praegu selles, et uurimisteema on väga kuum, palju tekitatakse andmeid, kuid on ka palju müra. Vajame standardeid: kuidas proove koguda, kuidas analüüsida. Näeme, et paljusid töid ei saa korrata, millel võib olla rohkesti põhjust, ning tihti pole uuringuid tehtud korrektselt. Keegi on leidnud huvitava seose, aga kui proovitakse uuringut korrata, kontrollimaks selle tõesust, siis tihti pole see võimalik. Loomulikult, kuna inimese mikrobiom on väga varieeruv, jääbki alati võimalus, et kui avastame midagi Eesti inimestel, võib see olla Eesti-spetsiifiline ja seotud vaid siinse elukeskkonna ning toiduga. Samas ei saa välistada, et see kehtib ka mujal maailmas ning seetõttu on vaja uuringute tegemisel jälgida teatud standardeid.

Mikrobiomika valdkonnas on avaldatud väga palju uuringuid, kus on leitud seoseid paljude haigustega. Need teated korjab kiiresti üles populaarteaduslik meedia ja võimendab neid, pakkumata konteksti ja tausta.



Elin Org näitab kolmanda põlvkonna sekveneerijat, mis lubab genoomi järjestada 25 000 nukleotiidi kaupa

ELIN ORG

- Sündinud 5. märtsil 1974
- 1992. aastal asus Tartu ülikoolis (TÜ) õppima bioloogiat. 1997 kaitses TÜ molekulaar- ja rakubioloogia instituudis (MRI) biotehnoloogia bakalaureusetöö ning 2000 samas ülikoolis molekulaarse biomeditsiini magistritöö
- 2006. aastal kaitses biomeditsiini valdkonnas doktoritöö „Alleelse aheldatuse (LD) struktuuri uurimine Euroopa populatsioonides ja selle rakendused geneetilistes assotsiatsiooniuuringutes“
- 2003–2004 külalisteadur Saksamaal Münchenis Helmholtz Zentrums inimesegeneetika instituudis
- 2005–2009 erakorraline teadur TÜ MRI-s professor Maris Laane uurimisrühmas, aastatel 2009–2011 vanemteadur
- 2011–2015 järel doktorantuur Ameerikas California ülikoolis Los Angeleses (UCLA)
- 2015–2020 vanemteadur TÜ genoomika instituudi Eesti Geenivaramu teaduskeskuses, kus rajas oma uurimisrühma
- 2021–2023 TÜ genoomika instituudi genoomika-mikrobioomika kaasprofessor, alates 2023. aastast mikrobioomika professor
- Alates 2024. aastast Eesti Geenivaramu teaduskeskuse juht ja genoomika instituudi asedirektor
- Tema juhendusel on kaitsnud kaks doktoritööd ja seitse magistratööd; praegu juhendab kuut doktoranti
- Tema osalusel on valminud üle 60 kõrgeima taseme ehk 1.1-klassi artikli; Clarivate Analyticsi andmetel valitud 2022. ja 2023. aastal maailma ühe protsendi enim viidatud teadlaste hulka
- Naissoost tippteadlaste portaali AcademiaNet liige
- Pälvinud Marie Skłodowska-Curie individuaalgrandi (2013), Euroopa molekulaarbioloogia organisatsiooni (EMBO) uurimisgrupi loomise grandit (2017) ning hulga Eesti ja Euroopa Liidu teadusgrante
- Abikaasa Tõnis Org on samuti teadlane, peres kasvab kolm last. Vaba aega meeldib veeta perega reisides, raamatuid lugedes ja sõpradega suheldes.

Eestlaste mikroobe uurides peame hästi tundma näiteks meie kohalikke mullabaktereid.

Just. Mikrobioomi uurides proovitakse praegu minna hästi palju nii-öelda ökosüsteemi tasandile, püüdes tuvastada eri seoseid, mis kogu seda ökosüsteemi mõjutavad. Meie siin genoomika instituudis oleme palju uurinud soolestikku. Mikroobide hulk on seal kõige suurem ja sealne elustik varieerub eluea jooksul suuresti. Seda ökosüsteemi muudab ümbritsev keskkond, juba sünnist alates. Tähtis on, kus elame, millist toitu sööme, milliste teiste organismidega kokku puutume. Mul on hea meel, et proovime ka siin sellist terviklikku käsitust juurutada, ja oleme alustanud koostööd TÜ ökoloogia ja maa-teaduste instituudiga, et määrata kindlaks keskkonna

elurikkuse ja inimese mikrobioomi ning tervise vahelisi seoseid.

See kõik on nii põnev ja haarav. Tahaks kõike uurida, teha kõikidega koostööd. Ühel hetkel tuleb endale öelda „Stopp!“ ja keskenduda. Rahvusvaheline koostöö peab olema, aga on väga tore, kui suudame koos tegutseda ka Eestis. Väga tähtis koostöö käib arstiteadlastega, kuna uurime inimese tervist.

Kui poleks mikroorganisme, poleks ka neid aineid, mis meie keha väga mitmel moel mõjutavad.

Te uurite jämesoolemikroobe, aga näiteks ka endomeetriumi ehk emaka limaskesta mikroobe. Kas inimese kehas on mõni piirkond, kus mikroorganisme ei ole? Kas aju-veri barjäär hoiab need eemal?

Pikka aega räägiti seda, et juba lootel ja sünnieelses emakasiseses keskkonnas (lootevees ja platsentas) on mikroobid olemas. Kuid hiljuti ilmus üks põhjalik töö, mis tõestas, et enne sündi inimesel siiski mikroorganisme pole. Tuli välja, et varasemate uuringute proovid olid saastunud.

Mikroobe leidub tõesti väga paljudes kehaosades. Kuid mikroobide mõju tuleneb eelkõige nende elutegevuse käigus tekkinud molekulidest, mis jõuavad ainevahetuse käigus igale poole, sealhulgas ajju. Kui poleks mikroorganisme, poleks ka neid aineid, mis meie keha väga mitmel moel mõjutavad.

Seega, mitte mikroob ise pole tähtis, vaid hoopis tema toodetud ained.

Just. Kui räägitakse näiteks soolemikroobide tähtsusest, rõhutatakse seda, et nad aitavad toitu lagundada. Aga miks see on oluline? Sool on nagu keemiavabrik, kus toodetakse mitmesuguseid molekule, mis reguleerivad meie immuunsüsteemi, närvisüsteemi, ainevahetust. Väga paljusid neid molekule me veel ei tunne. See on lai valdkond, mida peavad uurima biokeemikud.

Olles USA-s järeldoktorantuuris, tegin koostööd Clevelandi kliinikuga. Uurimisteema oli aine nimega trimetüülamiin N-oksiid (TMAO). Meie töö näitas, et see on isegi tugevama seosega südameinfarkti ja insuldi biomarker kui näiteks vere kolesteroolitase. TMAO-d toodavad bakterid, kuid lõpp-produkti tekkeks on vaja inimese maksaensüümi. Ja esialgse molekuli saame hoopis toiduga, näiteks karnitiinist punases lihas.

Sellise seose leidmisel tuleb teadlasel inimestele selgeks teha, et pole mõtet arvata, nagu oleks liha halb. Kõik sõltub kogustest ja sellest, milliseid mikroorganisme su kehas leidub: need muundavad söödud toitu. Kui kehas on süsteem paigas, tohid süüa kõiki toiduaineid. Teaduslikke avastusi tutvustades tuleb alati selgitada tausta.

Kui mikroobide kohta on saadud rohkem teada, tulebki toitumissoovitused üle vaadata.

Toitumise kohta küsitakse minult tihti. Loomulikult, kui räägime soolemikroobidest, siis peame sööma seda, mis soodustab nende mitmekesisust. Ühekülgset toitu suudavad kasutada vaid kindlad bakteriliigid ja mikrobioomi mitmekesisus vähenebki.

Lääne ühiskonnas oleme pikka aega söönud töödeldud toitu ja tarvitanud ravimeid. Suur osa mikrobioomi andmetest pärineb praegu veel lääne ühiskondade populatsioonidest, kuid võrdluses näiteks küttide-korilaste hõimudega tuleb selgelt välja, et meie sooles on mikroobide mitmekesisus drastiliselt vähenenud, kuna meie toidulaul on vähe erinevaid taimseid kiudaineid.

Nende sisaldust tulekski toitumise puhul jälgida. Ise me kiudaineid lagundada ei suuda, kuid neid vajavad mikroobid, kes toodavad meie jaoks olulisi aineid. Mikrobioomi mõjutab seegi, kuidas toit on kasvatatud. Meie põlvkond on veel söönud peamiselt Eestis kasvatatud juurvilja ja puuvilja, aga nüüd veetakse need suuresti

mujalt sisse. Milline on sellise muutuse mõju, me ei tea. Uuringuid, mida peaks tegema, on tohutult. (Naerab – P. P.)

Mida arvata kõikvõimalikest mikrobioomitestidest ja mikrobioomidele soodsast loomatoidust ja kosmeetikast?

Kui vaadata, mida praegu polettidel leidub ja mida turundatakse, siis tundub küll, et tootarendus käib liiga kiiresti. Teadlased vajutaks praegu nii mõnelgi juhul stoppnuppu, kuna me ei oska veel öelda, mis on õige või kasulik. Me peame aru saama, mis on terve mikrobioom, kuidas see kujuneb, ja kui me seda muudame, mis siis selles ökosüsteemis muutub ning kui dünaamilised need muutused on elu jooksul.

Andmed inimeste kohta on meil siiani enamasti vaid ühest ajalõigust, kuigi üha enam tehakse uurimusi, kus proove võetakse elu jooksul ka teist või koguni mitmendat korda. Hästi uuritud on inimese mikrobioomi kujunemist esimese kolme eluaasta jooksul. Aga täiskasvanueas toimuvate muutuste kohta teame palju vähem. Näiteks mõjutavad mikrobioomi palju ravimid.

Geenivaramus uurimegi näiteks seda, milline mõju mikrobioomile on antidepressantidel. Antibiootikumide kohta inimesed üldjuhul teavad, et nende tarvitamine mõjutab kohe mikrobioomi. Geenivaramu mikrobioomiuuringus leidsime, et inimestel, kes olid kümne aasta jooksul saanud rohkem kui neli antibiootikumikuuri, olid toimunud märgatavad muutused soole mikrobioomi koosluses. Samasugust trendi nägime ka antidepressantidega ning seetõttu alustasime jätku-uuringut. Arstidele on veel väga uus teadmine, et ka paljud teised ravimid mõjutavad mikrobioomi samamoodi nagu antibiootikumid.

Antibiootikume võetakse kuurina, aga antidepressante tarvitab osa inimesi pidevalt. Peamegi teada saama, milline on nende mõju mikroobidele ja kui kaua see kestab, et arstid saaksid hinnata ravimist saadava kasu ja võimaliku kahju suhet. Samamoodi nagu antibiootikumide puhul. Mõnikord on ravimit väga vaja, kuid mõnel juhul kiputakse sellega liialdama. Antibiootikumidega on Eestis väga hästi ja neid üleliia ei tarvitata. Aga Euroopa Liidus on riike, nagu näiteks Hispaania, kus antibiootikume kasutatakse väga palju ja neilgi juhtudel, kus see pole näidustatud.

Inimese mikrobioom kujuneb välja kolme esimese eluaasta jooksul. Kas selle kohta on teada, kuidas see täpselt käib: kas aeglaselt ja pidevalt või hoopis lainetena? Millised liigid kõigepealt saabuavad?

Loomulikult sünnitusel sündinud lapsed saavad oma esimesed mikroobid sünnitusteedest ja esimestel elukuudel on imikute soolestikus bakterite mitmekesisus väga väike, palju esineb bifidobaktereid. Need on vajalikud juba selleks, et saaks hakata rinnapiima seedima. Seejärel lisandub uusi liike ja üha rohkem siis, kui laps hakkab ise ringi roomama. Suur hüpe tekib umbes kuuendal elukuul, kui laps hakkab saama lisatoitu.

Ise me kiudaineid lagundada ei suuda, kuid neid vajavad mikroobid, kes toodavad meie jaoks olulisi aineid.



Taavi Oolbergi maalil „Rüveduse muutmine tarkuseks“ oleks nagu kujutatud fekaalsiiret: terve inimese väljaheidest pärit kasulikud mikroobid kantakse üle teisele inimesele. Kunstiteos jõudis professori kabinetti noore kunsti oksjonilt

Mikrobioomi arenguga areneb ka lapse immuunsüsteem. Just mikroobide toodetud molekulid aitavad reguleerida neid keerulisi signaaliradasid, mis aitavad omal ja võõral vahet teha. Ka siin on veel väga palju avastada.

Te olete esile toonud, et eestlaste mikrobioomi uuringu käigus on leitud üle 300 liigi, mida mujalt pole teada. Ilmselt ei tea me sedagi, miks see nii on.

Jah. See on väga põnev. Meil oli selle uuringu käigus võimalik minna sügavuti, järjestasime geenidoonorite proovidest mikroobide DNA ja rekonstrueerisime leitud bakterite genoomid, misjärel kontrollisime andmebaasist, kas need tuvastatud genoomid on seal olemas. 352 osutus selliseks, mida veel üheski andmebaasis pole, mis näitab, et neid pole veel kuskilt mujalt leitud. See ei tähenda, et neid liike ei võiks mujal leiduda, nad võivad olla väga harvad ja vaja on rohkem andmeid. Aga me siiski arvame, et igas piirkonnas leidub midagi spetsiifilist.

Nüüd ongi küsimus, miks just meil ja meie elukeskkonnas on seda mikroobi vaja, kas see annab meile mingi eelise. Näiteks jaapanlastel on mikrobioomis sellised liigid, kes aitavad vetikaid seedida. Samuti on inimesel sooles mikroobe, kes lagundavad piimasuhkrut. Inimesel endal ei pruugi olla ensüümi, mis laktoosi lagundaks,

kuid bakterid teevad selle töö ära, ja ta saab piima juua.

Need muutused on eluslooduse evolutsioonis käinud väga kiiresti, ilmselt vaid mõne tuhande aastaga.

Just. Me ilmusime Maale palju hiljem kui bakterid ja oleme siin elanud võrreldes nendega ülilühikest aega. Väga põnev on see, et bakterid suudavad ülikiiresti kohaneda, ja see kindlasti omakorda raskendab uuringu tulemuse tõlgendamist.

Näiteks minu järel doktorantuuri ajal tehtud uurinus selgus, et ülekaalu ja ainevahetushäiretega – nagu kõrge kolesteroolitase, kõrge veresuhkrutase – inimestel on vähem soolebakterit *Akkermansia muciniphila*. Kui andsime tüsedale hiirele seda bakterit, läks ta tavatoitu süües kõhnemaks. Inimesel tehti kindlaks sama efekt ja sellest mikroobist loodeti uue põlvkonna probiootikumid.

Samas on nüüd ilmunud uuringud, mille järgi on *Akkermansia* kasulik vaid teatud tingimustes. Oluline on

Väga põnev on see, et bakterid suudavad ülikiiresti kohaneda, ja see kindlasti omakorda raskendab uuringu tulemuse tõlgendamist.

ilmselt toitumine ning selle bakteri tasakaalu võib muuta ka näiteks antibiootikumide tarbimine. Kui sul on sooles tasakaal paigast ära, võib see bakter hakata hävitama soole limaskestast. See näitab, kui keeruline kõik on. Bakter peab keskkonnaga kohanema. Ta peab kusagilt endale vajaliku toidu kätte saama, ilma et hakkaks hävitama meile vajalikku limaskestast kaitsebarjääri.

Mikroobidel esineb ka horisontaalne geeniuülekandmine. Kui kõrval tegutsevad bakterid, kellel toitu jätkub, võivad nad neilt „hops!“ võtta endale vajaliku geeni, mis lubab sama toitu tarvitada ja soole ökosüsteemis ellu jääda. Nii ongi väga raske öelda, missugune liik on millistes tingimustes hea ja missugune halb. Mündil on alati kaks külge.

Kui nüüd lisada veel näiteks antibiootikumi mõju, siis ravimikuur võib mitukümmend liiki välja suretada, ja siis järgneb muutuste kaskaad.

Jah. Ongi tähtis küsida, mida siis teha. Hiirtel on tehtud kindlaks, et kui enne antibiootikumikuuri on mikroobioom mitmekesisem, siis see aitab ravimi mõju kompenseerida. Mitmekesisus on oluline, kuid inimese mikroobioomi kooslus on eri kehapiirkondades väga erinev. Siin võib jällegi tuua paralleele loodusega. Näiteks kõrbes on oma taimestik, oma elutingimused, mis erinevad metsa omast. Samamoodi on meie kehal nahabakterid võimelised taluma hapnikku ja nad elavad hoopis teistes tingimustes kui soole- või suubakterid.

Kas kaariese kohta on ka midagi põnevat teada saadud?

Suu mikroobioomi on tõesti palju uuritud. On ilmunud töid, kus on näidatud, et iga hamba juures on omamoodi ja pisut erinev mikroobikooslus. Ma ei ole suu mikroobioomi ekspert, aga võin öelda, et suu mikroobioom on äärmiselt oluline. Näiteks on teada, et jämesoolevähikhaigetel esineb sagedasti *Fusobacterium nucleatum*, mis on suu patogeen (põhjustab parodontiiti – P. P.), ilmselt neelame ta alla, sooles kinnitub ta millegipärast sooleseina polüüpidele ja hakkab seal tegutsema. Seoseid suu patogeenidega on tehtud kindlaks ka näiteks Alzheimeri tõve ja Parkinsoni tõve korral. Kogu keha on omavahel seotud.

Molekulaarbioloogina tegelesite kõigepealt professor Andres Metspalu juures geenikiipidega. Kuidas sattusite mikroobioomi uurima?

See oli puhas juhus. Tegin oma doktoritöö TÜ-s. Abikaasa on samuti teadlane ja ta soovis järel doktorantuuris uurida tüvirakke ning liituda UCLA ülikoolis selles valdkonnas tuntud uurimisrühmaga. Meil oli tollal kaks väikest last, mõtlesime, et lähme koos järel doktorantuuri. Mina valisin enda uurimisgrupi üldsegi genoomika ja süsteemibioloogia vaatepunktist.

Kui olin pool aastat UCLA-s laboris olnud, selgus, et seal oli mõnda aega tagasi üle saja laborihireliigiga tehtud suur eksperiment, kus uuriti geneetika ja rasvumise vahelisi seoseid. Selle projekti käigus oli kogutud ka kõikidelt hiirtelt soolestikust proovid ning proovid olid endiselt sügavkülmas olemas. Mikroobioom oli tol ajal, aastal 2011, muutumas menukaks uurimisteenaks ja nii me leidsimegi, et oleks huvitav vaadata mikroobioomi seoseid rasvumisega. Nii ma hakkasingi sellega tegelema.

Seda üksi teha oli muidugi paras proovikivi. Kui

Mitmekesisus on oluline, kuid inimese mikroobioomi kooslus on eri kehapiirkondades väga erinev.

inimene läheb järel doktorantuuri, siis tavaliselt valitakse uurimisgrupp, kus on eksperdid ees, saamaks uusi teadmisi. Kui oleksin läinud USA-sse sooviga mikroobioomi tundma õppida, siis oleksin ilmselgelt liitunud selle alaga tegeleva uurimisgrupiga.

Aga teema köitis mind tohutult, võtsin ühendust Colorado ülikoolist professor Rob Knightiga, kes oli tõusev täht ja juba tuntud mikroobioomi valdkonnas. Sain temaga väga hea kontakti. Tekkisid uurimisprojektid, tundsin, et see on valdkond, mis mind väga köidab. Eestis polnud genoomikal põhinevaid mikroobiuuringuid tehtud, kuid professor Andres Metspalu kutsus mind tagasi geenivaramusse ja pani ette luua oma uurimisrühm. Leidsin esimese julge doktorant, kes alustas noore rohelise juhendaja juures.

Eesti mikroobioomi kohordi uuringu tegimegi vaid kolme doktorandiga. Kui esitasime artikli ajakirja, siis toimetaja küsis, kas võiksime ka kõik teised autorid lisada. Seesugustel suurtel töödel on tavaliselt väga palju autoreid. Nüüd on meil uurimisrühmas juba kümme inimest, on tekkinud uus põlvkond, kes on nutikamad ja teadlikumad kui mina.

Mis mahub teie ellu peale mikroobioomiuuringute?

Mulle on pere väga oluline. Meil on teadlas perekond, kolm last. Väga-väga meeldib raamatuid lugeda, aega leiab selleks kõige rohkem suvel. Meil on suvekodu Võrumaal Karula rahvuspargis looduse keskel. See on selline laiendatud suvekodu, kus ei puhka mitte ainult oma pere, vaid ka abikaasa vanemad ja tema õe pere. Segasumma suvila nagu paljudel eestlastel.

Aeg-ajalt teises elurütmis viibida on ülioluline. Ütlen enda uurimisrühma inimestele alati, et elus peab lisaks teadusele olema veel teine pool: kas teed trenni või huvitud millestki muust. Teadlasena on kerge lõputult enda asjade kallal nokitseda ja eduelamusi on vähe.

Käisin just teatris ja mõtlesin, et näitlejal on tavaliselt edumoment iga etenduse lõpus, kui kõlab aplaus. Teadlase edumoment on see hetk, kui ta teeb avastuse, kuid tulemuse avaldamine artiklina võib võtta kaua aega. Edu ja head elamused pole igapäevased ja seega võiks teaduse kõrval olla midagi muud, mis positiivse laengu annab. Olgu see siis pere, head sõbrad või tore hobi. See aitab tasakaalus olla ja toime tulla ka praeguse keerulise ajaga. •



Tehisaru ja loomulik lollus

JAAN ARU

Inimaru ei ole täiuslik. Keerulistes olukordades ei ole inimene hea mõtleja. Ja mis kõige hullem – üldjuhul ei ole inimene nendest puudustest ise teadlik. Näiteks kui olete kurnatud, siis teie otsuste kvaliteet halveneb ja tegutseda, näiteks autot juhtida, on ohtlik. Siiski võib inimene istuda väsinult autorooli, saamata aru, et tema sooritus on tavalisest tunduvalt viletsam. Inimaru puuduste tõttu võime teha halbu otsuseid, sattuda õnnetusse või koguni kaotada elu. Tehisarul oleks potentsiaali neid probleeme leevendada ja vähendada, kui püstitaksime eesmärgi siisuguse tehnoloogia abil inimloomust toetada. Kahjuks on neid probleeme tehisaruajastul seni peaaesjalikult võimendatud ja ära kasutatud.



VIDA PRESS / ALAMY

Kas eksistentsiaalne risk?

Kui rääkida tehisaruga seotud riskidest, siis mõtlevad inimesed esmalt eksistentsiaalsele riskile: robotid ja tehisaru tulevad ja võtavad maailma üle. See on oht, mida on käsitlenud hulk Hollywoodi filme ja ulmeraamatuid.

Praegusel ajal ei seisne tegelik risk siiski sugugi mitte selles, et tehismõistus tahab inimestele liiga teha. Tänapäevane tehisaru on selles mõttes ohutu, kuna ta ei taha ise mitte midagi. Ta ei taha jäätist, ei taha Horisonti lugeda ega ka inimkonda hävitada. Ta on võimas tööriist, mitte autonoomne olend.

Siin ja praegu ei pea me kartma mitte tehisaru, vaid loomulikku lollust. Risk ei tulene mitte sellest, et tehisaru tahab inimkonda hävitada, vaid inimestest, kes kasutavad seda tehisarutööriista halbade eesmärkide saavutamiseks. Teine põhioht on see, et tehisaru ei tee meid mitte targemaks, vaid rumalamaks: see võimendab loomulikku lollust. Vaatleme mõlemaid aspekte.

Oleks tore, kui kõik inimesed toimiksid mõistlikult, loeksid Horisonti ja tahaksid, et maailmas oleksid asjad hästi. Kahjuks on aga piisavalt palju neid inimesi, kes tahavadki näha maailma hukkumas. Tehisaru lihtne kättesaadavus ja hõlbus tarvitus on põhjus, miks need inimesed saavad tehisaru abil tekitada probleeme.

Vast olete tähele pannud, et viimasel ajal on andmepüügil kasutatavad e-kirjad muutunud paremaks. Veel umbes poolteist aastat tagasi olid need kirjad tulnud Nigeeria printsilt, kes üritas väga vigases inglise keeles ja segaselt selgitada, kuidas tal on hädasti tarvis teile miljoneid anda. Üsna väheusutav, kuid inimaruh kahjuks räägib see, et vahel toimisid isegi niisugused õngitsuskirjad. Ent nüüd on võimalik tehisaru abil kirjutada personaalne ja täiuslikus eesti keeles andmepüügikiri. Veelgi enam, tehisaru abil on võimalik telefonivestluses järele teha inimeste häält ja petta niimoodi raha välja. Hiljuti anti teada juhtumist, kus ühelt Hongkongi ettevõttelt peteti tehisarutehnoloogia abil välja 25 miljonit dollarit. Finants-töötaja pidas küll esialgselt nõudekirja kahtlaseks, aga tema kõhklused hajutas

Tänapäevane tehisaru on võimas tööriist, mitte autonoomne olend.

Risk ei tulene mitte sellest, et tehisaru tahab inimkonda hävitada, vaid inimestest, kes kasutavad seda tehisarutööriista halbade eesmärkide saavutamiseks. Tehisaru ei tee meid mitte targemaks, vaid rumalamaks: see võimendab loomulikku lollust.

videokõne, milles mitu kolleegi kinnitas, et raha on tõesti vaja üle kanda. Neid videokõne kolleege ei olnud tegelikult olemas, nad olid süvavõltsingud – tehisaru loodud videokuvandid päriselt eksisteerivatest inimestest.

Õngitsuskirjad on mõeldud ühele inimesele, kuid tehisaruga võib nende kirjade sisu edastada paljudele korraga. Tehisaru abil saab luua väärinfot. Tehisarusüsteemidega ei saa luua mitte ainult teksti, mis sarnaneb suuresti uudisega, vaid ka pilte ja videoid, mis kirjeldavad sündmusi, mida kunagi pole juhtunud. Näiteks selle artikli juures näete üht

võltsuudist, mille teksti ja seda illustreeriva pildi on tehisaru loonud vaid mõne sekundiga. Nagu ehk märkate, ei ole see kõige ohtlikum ja pahatahtlikum uudis, aga on inimesi, kes kasutavad neidsamu võimsaid tööriistu halbadel eesmärkidel. Me ei saa tänapäeval enam uskuda pilte, helisalvestisi ega videoid.

Siinkohal võiks ju öelda, et me teame seda – me teame, et leidub väärinfot, ja inimesi tuleb lihtsalt selle eest hoiatada. Las inimesed kontrollivad teavet ja mõtlevad kriitiliselt! Lihtne soovitada, aga kahjuks ei peitu väärinfo probleem mitte väheses teavitustöös, vaid inimarus.

Tehisaru mõju inimmõistusele

Väärinfo saab meid mõjutada ainult seetõttu, et inimaruh ei ole sugugi lollikindel süsteem. Seda, et väärinfo võib mõjutada mõtlemist ja otsuseid, teadsime juba enne tehisaruajastut. Tehisaru lihtsalt võimendab seda probleemi.

Põhioht on see, et isegi siis, kui inimene teab, et levitatakse väärinfot, tuleb tal väärinfo tuvastamiseks teha lisasamm: on vaja peatuda ja info tõsust kontrollida. Ent kontrollida on keerukas, kuna see on inimarule justkui lisateenus või -kohustus, mida aju tegelikult ei taha ega jaks teha. Meil on

Mõtlemisoskus, oskus pingutada on nagu lihased, mida tuleb treenida. Kui kasutame tehisaru, et lahendada mõtlemist, pingutust ja arutlemist vajavaid ülesandeid, siis jäävad meie enda asjaomased oskused arendamata



VIDA PRESS / ALAMY

Tehisaru hakkas ajakirjanikuks

Järgneva uudise on kirjutanud tehisaru ChatGPT mõne sekundiga. See näitab, kui võrd lihtne on nüüdisaja tehisaru abil luua võltsuudiseid. Praegu on teada, et see on võltsuudis, aga mis juhtuks, kui pahaaimamatu lugeja märkaks seda ühis-meedia infovoos?

Horisondi uus populaarteaduslik YouTube'i kanal: lastele mõeldud haridussisu, mis trumpab üle TikTok'i

Eesti armastatud populaarteaduslik ajakiri Horisont teatab suurejoonelisest sammust digitaalmeedia vallas, käivitades spetsiaalselt lastele suunatud YouTube'i kanali. Uue platvormi eesmärk on pakkuda haaravat ja harivat sisu, mis teeb teaduse õppimise lõbusaks ja meeldejäävaks. Horisondi toimetaja sõnul on kanalil potentsiaal olla sõltuvusttekitavam kui populaarne sotsiaalmeediaplattform TikTok.

„Meie missioon on teha teadus noortele kättesaadavaks ja paeluvaks,“ sõnas Horisondi peatoimetaja intervjuus. „Oleme loonud rea originaalvideoid, mis on mõeldud spetsiaalselt digipõlvkonnale, kus teadus kohtub meelelahutusega. Meie sisu on mitte ainult informatiivne, vaid ka kaasahaarav ja meelelahutuslik, mis julgustab lapsi avastama teaduse imelisi aspekte läbi mängu ja loovuse.“

Horisondi uus YouTube'i kanal pakub mitmekesist sisu, alates katsetest kuni teaduslike nähtuste selgitusteni, kõik esitatud lastele arusaadavas ja lõbusas vormis. Videote seas on animatsioonid, interaktiivsed lood ja isegi elavad teaduskatsed, mis kutsuvad noori vaatajaid kaasa mõtlema ja õppima.

„Meie eesmärk on luua keskkond, kus lapsed tunneksid, et õppimine on seiklus,“ lisas toimetaja. „Võrreldes TikTokiga, kus sisu on sageli meelelahutuslik, kuid mitte alati hariv, pakume me platvormi, kus lapsed saavad samal ajal nii õppida kui ka lõbutseda. Usun, et see annab meile eelise ja muudab meie kanali sõltuvust tekitavamaks õiges mõttes.“

Kanali käivitamine tähistab olulist verstaposti ajakirja pikaajalises pühendumuses teaduse populariseerimisele ja hariduse edendamisele noorte seas. Horisondi meeskond kutsub kõiki vanemaid ja õpetajaid julgustama oma lapsi ja õpilasi uut kanalit avastama, et üheskoos teaduse põnevasse maailma sukelduda. •

Kahjuks toetavad tehisaru ja nutiseadmed pigem seda, et teeme kiireid otsuseid ega kuluta aega järele-mõtlemise peale.

illusioon, et mõtlemine, aga kui katsetega asja uurida, siis selgub, et tihti mõtlemine väga pinnapealselt või ei mõtle üldse.

Nobeli auhinnaga pärjatud ja hiljuti surnud psühholoog Daniel Kahneman on populariseerinud seisukohta, mille järgi tasub inimarust mõeldes teha vahet kahel mõtlemissüsteemil. Üks süsteem on nii-öelda kiire mõtlemine: aju teeb eelteadmiste põhjal kiiresti otsuseid. Teine süsteem on aeglane mõtlemine või ka järelemõtlemine: aju võtab asju rahulikult ja vaeb eri variante. Kiire mõtlemine pakub variandi, aeglane mõtlemine aitab juurelda, kas see ikka on hea otsus või ei ole. Aeglane mitte halvas mõttes, vaid vastupidi: rutakad otsused on tihti halvad, ainult järelemõtlemise käigus saame aru, et oleksime teinud vea.

Otse loomulikult me tahaksime, et inimesed kasutaksid ja arendaksid rohkem aeglast mõtlemist, kuid kahjuks toetavad tehisaru ja nutiseadmed pigem seda, et teeme kiireid otsuseid ega kuluta aega järelemõtlemise peale.

Mõelge sellele nii: parajasti kerite oma telefonis mugavalt näiteks Instagrami või TikTok'i uudisvoogu. Järsku ilmub ekraanile kahtlase väärtusega info (näiteks tehisaru loodud uudis muutuste kohta Horisondis). Kas te kontrollite seda? Võib-olla teie kontrollite, aga üldjuhul inimene seda ei tee, sest kaardid on järelemõtlemise vastu. Ühel kaalukausil on võimalus lihtsalt sisu voogu edasi kerida – seda tõukab teid tegema TikTok'i või Instagrami algoritm; see on lihtne pöidlaliigutus, mis toob järgmise põneva video või pildi. Miks peatuda?

Teisel kaalukausil on pisut väsitav ja tüütu ülekontrollimine: lõpeta lihtne ja põnev kerimine, et hakata kuidagi (kuidas täpselt?) uurima, kas tegu on väärinfoga või ei. Otse loomulikult me vahel kontrollime, eriti kui info on meile oluline, aga üldjuhul, keskmise ja väikese tähtsusega asjade puhul, on kontroll tüütu lisakohustus, mida me ette ei võta. Aga kui me ei kontrolli, vaid liht-



JAAN ARU / TEHISARU

Hulbime infomeres, millest üha suurem osa on loodud tehisaruga.

salt kerime üle võltsuudise, siis see väärinfo mõjutab meie mõtlemist. Pärast nuusuguse uudise nägemist me justkui usuksime pisut rohkem selle sisusse, isegi kui me ei ole seda infokildu lugenud. Psühholoogiateaduses on see fenomen tuntud kui kokkupuuteefekt: seigad, millega oleme varem kokku puutunud, tunduvad tõesemad, isegi kui need on välja mõeldud.

Ja me täidame seda lisakohustust – kontroll ja järelemõtlemine – seda vähem, mida rohkem on muud informatsiooni. Seetõttu ei piirdu tehisaruajastu ohud üksnes tahtlikult loodud väärinformatsiooniga. Probleeme tekitab kogu informatsiooni üleküllus, mida tehisaru ainult võimendab. Näiteks mõnda aega tagasi saabus mulle reklaam: „Loo oma raamat kahe minutiga ilma sõnagi kirjutamata“. Tehisarustusüsteemide abil on see võimalik.

Ilmselt inimesed kasutavadki seda võimalust. Amazoni e-poes leidub elektrooniliste raamatute hulgas tuhandeid tehisaru kirjutatud raamatuid. Loomulikult üritab Amazon neid raamatuid sealt ära koristada. Aga kuidas saada teada, mis on loodud tehisaru abil? Tehisarustusüsteemid loovad teksti inimesega samaväärsel tasemel, seega on raske eristada, kes või mis on need kirjutatud. Seetõttu on Amazon keh-testanud reegli, et üks autor tohib e-raamatute osakonnas avaldada ainult kolm

raamatut ... päevas. Tegelikult on niisugune reegel liiga leebe: milline päris kirjanik loob kolm raamatut päevas? Niisiis on Amazoni e-raamatute osakonna üle ujutanud tehisaru looming.

Seda laadi näiteid on küll ja veel. Lastele tehakse YouTube'i videoid, mille on täielikult loonud tehisaru. Miks seda teha? Sest on vanemaid, kes panevad lapsed neid videoid jälgima ja nii on neil miljoneid vaatamisi, mis omakorda toob kanali loojatele sisse viie- või isegi kuuekohalise summa kuus.

Hulbime infomeres, millest üha suurem osa on loodud tehisaruga. Sellel infol on vähemalt kolm halba omadust. Esmalt teeb tehisaru vigu. Näiteks tehisaru abil koostatud raamat seentest võib sisaldada ebatäpsusi, mille tõttu võite kitsemampli asemel korjata toreda vöödiku. Mõnusa pannitäie asemel saate hoopis mürgituse. Teisalt, isegi siis, kui neid vigu poleks, oleks tehisaru loodud info ohtlik, sest info ülekülluse tõttu on teabe toesust veel raskem kontrollida: me mõtleme veelgi vähem. Tehisaru toob endaga kaasa interneti täieliku saastumise libateabega.

Ja kolmandaks: tehisaru loodud infomülgas on ohtlik inimkultuurile ja -loovusele. Kui tehisaru abil luuakse sadu tuhandeid raamatuid aastas, siis on väga raske lõõgile pääseda näiteks noorel kirjanikul, kes on ise loonud midagi sisukat ja toredat: ta peab võistleva kogu selle sopaga. Kogu tehisaru loodud sisu põhineb väga tugevalt ameerikalikul informatsioonil. Niisiis, kui eesti autor kasutab raamatut luues tehisaru, siis sellesse teosesse hiilib tehisaru kaudu üha rohkem sisse ameerikalik stiil. See on ohtlik Eesti kultuurile.

Aga kõige hullem on see, et kolm eelkirjeldatud halba omadust pole sugugi mitte kõige ohtlikum tehisaru tahk.

Arukus ja arutus tehisaru ajastul

Tehisaru suurim oht see, et mida enam me tehisaru kasutame, seda vähem me ise mõtleme ja loome. Meie, inimesed, oleme küll palju asju välja nuputanud, kuid mitte ilmtingimata seetõttu, et meile väga meeldiks mõelda. Tavaliselt üritab aju hakkama saada nii vähesel pingutusega kui parajasti võimalik. Te teate seda ju isegi! Näiteks, kas hakkate ülesannet, mis peab valmis saama kolme nädala pärast, tegema kohe praegu või pigem lükkate selle edasi, kuni tähtaeg on (peaaegu) käes? Aju on nii laisk, kui tal vähegi lubatakse olla. Nii-

Tehisaru suurim oht on see, et mida enam me tehisaru kasutame, seda vähem me ise mõtleme ja loome.

siis, kui ees on kodutöö või tööülesanne ja arvutis on ChatGPT, siis tekib nii noorel kui ka täiskasvanul kiusatus see töö tehisaru abil ära teha.

Ajuteaduse seisukohast on see hullem kui jätta kodutöö üldse tegemata. Kui õpilased lahendavad ülesande koostöö ja kleepimise vahendusel, osalemata tegelikus õppes, loob see õppimise illusiooni: kodutöö saab valmis, vast saavad õpilased isegi hea hinde, näiliselt on õpitud, aga tegelikult jäävad mõtlemise, pingutamise ja arukuse musklid treenimata.

Tähtis on aru saada, et mõtlemise, pingutuse ja arukusega on samamoodi nagu jooksmise, klaverimängu või joonistamisega: et paremaks saada, tuleb harjutada. Ei ole võimalik ilma harjutamiseta joosta 100 meetrit alla 13 sekundi. Ilma klaverimängu õppimata ei ole võimalik etteantud lugu kohe kenasti järele mängida. Mõtlemisoskus, oskus pingutada on nagu lihased, mida tuleb treenida. Kui kasutame tehisaru, et lahendada mõtlemist, pingutust ja arutlemist vajavaid ülesandeid, siis jäävad meie enda asjaomased oskused arendamata. Nii jääme alati esmalt pähe tulevate vastuste lõksu, ilma et oskaksime või suudaksime järele mõelda. Seetõttu jääme rumalamaks.

Kui tehisarusüsteemid söödavad meile lahenduse ette ja me ise järele ei mõtle, siis mil määral võib öelda, et me üldse mõtleme? Või oleme tehisarusüsteemide lükata-tõmmata? Kas inimaru nutikuse krooniks saab tehisaru, mis võimaldab inimesel rumalamaks jääda? Minu arvates on praegusel ajal kõige suurem tehisaruga seotud oht just see, et ta toetab loomulikku lollust, kuna tema olemasolu tõttu inimesed pingutavad ja arendavad oma mõtlemise muskleid vähem.

Aju on nii laisk, kui tal vähegi lubatakse olla.

Tehisaru loodud infomülgas on ohtlik inimkultuurile ja -loovusele. Kui tehisaru abil luuakse sadu tuhandeid raamatuid aastas, siis on väga raske lõõgile pääseda näiteks noorel kirjanikul, kes on ise loonud midagi sisukat ja toredat: ta peab võistleva kogu selle sopaga.



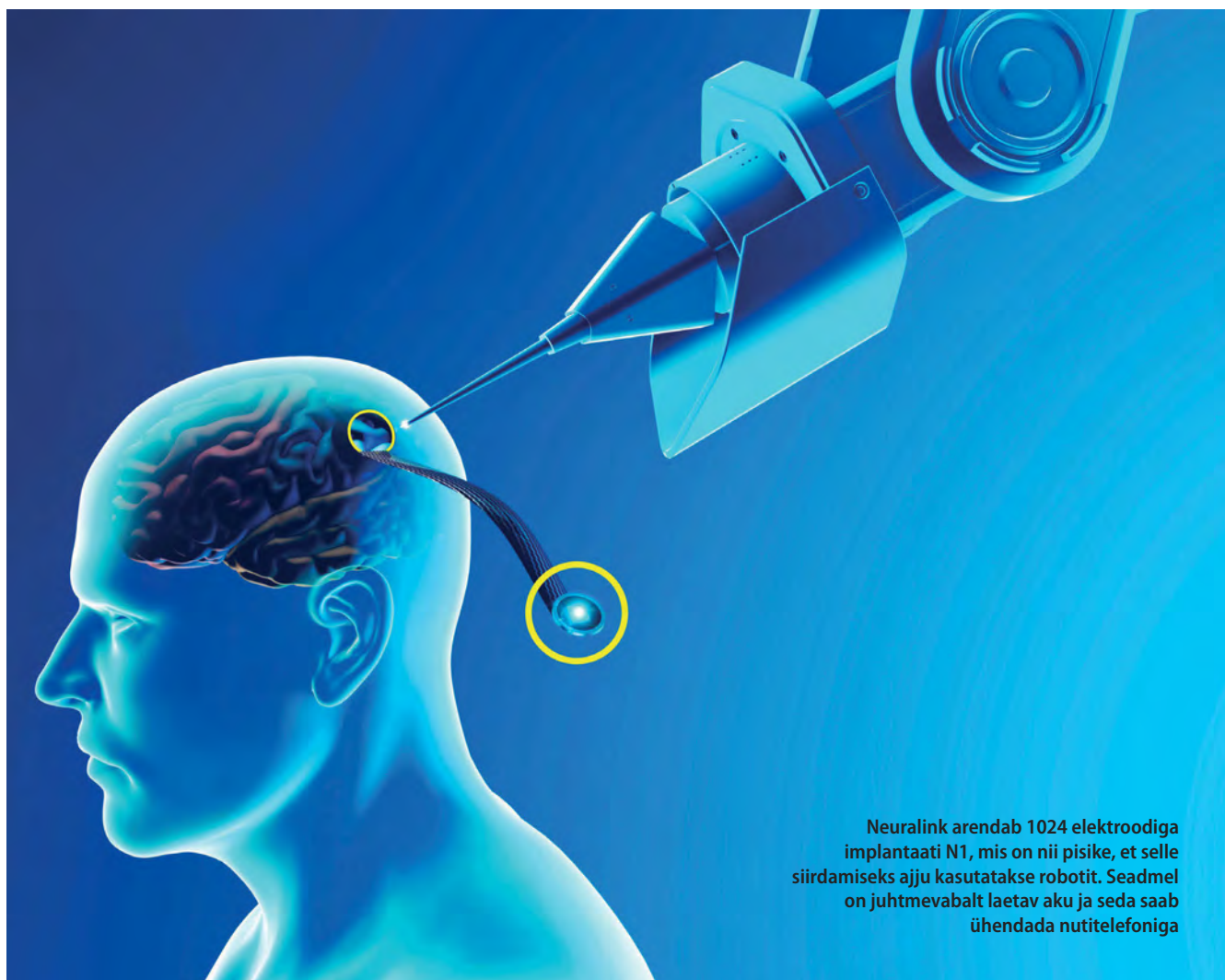
Mine loodusesse!



Aju-arvuti liidesed aitavad halvatutel suhelda ja liikuda

ÜLAR ALLAS

Ajaloo koidikust peale on otsitud võimalusi parandada halvatud inimeste elukvaliteeti. Üks lahendus on aju ja arvuti liidesed, mis võimaldavad suhelda arvuti või telefoniga ainuüksi mõtete abil. Seadmed muutuvad üha võimekamaks ja äratavad ärihuvi.



VIDA PRESS / ALAMY

Neuralink arendab 1024 elektroodiga implantaati N1, mis on nii pisike, et selle siirdamiseks ajju kasutatakse robotit. Seadmel on juhtmevabalt laetav aku ja seda saab ühendada nutitelefoni

Maaailmas on ligi 40 inimesele siirdatud implantaat, mis ühendab aju arvutiga. Üks neist on ameeriklane James Johnson. 2017. aastal vigastas Johnson spordiõnnetuses kaela ega olnud enam võimeline liigutama oma käsi, jalgu ega keha. 43-aastase mehe elu muutus otsekohe trööstituks.

Peagi tegid California tehnoloogia-instituudi teadlased halvatud Johnsonile ettepaneku liituda aju-arvuti liidese uuringuga. Nad selgitasid, et esmalt siiratakse patsiendi ajukoore kaks elektroodivõret, mis registreerivad närvikoe rakkude elektrilisi signaale ehk närviimpulsse. Need signaalid edastatakse

arvutisse, kus tõlgendatakse algoritmi abil patsiendi mõtteid ja kavatsusi. Seejärel teeb süsteem seda, mida patsient oli soovinud: käivitab arvuti- programmi või liigutab proteesiseadet. Teadlased hoiatasid, et tulemuste saavutamiseks võib kuluda mitu aastat treeninguid, ent Johnson ei kõhelnud

hetkegi. Juba aasta pärast oli halvatud mees õppinud implantaadi abil arvutiekraanil kursorit liigutama. Praegu suudab ta mõtte jõul kontrollida robotkätt, luua Photoshopi tarkvaraga kunsti ja mängida arvutimänge. Ühel päeval loodab James Johnson jälle autot juhtida.

Aju-arvuti liides on otsekui mikrofon, kuid heli asemel salvestab see neuronite elektrilist „vestlust“. Eristatakse mitteinvasiivseid, osaliselt invasiivseid ja invasiivseid liideseid. Esimesed mõõdavad närviimpulsse kolju pinnalt. Osaliselt invasiivsete liideste korral paigaldatakse elektroodid ajukoore pinnale. Invasiivsed ehk organismi sisenevad liidesed siirdab neurokirurg ajukoore sisse. Mida lähemal elektroodid neuronitele asuvad, seda edukamalt saab närviimpulsse tõlgendada. Mitteinvasiivsete liidestega saab näiteks virtuaalreaalsuses mängida või roboteid juhtida. Selleks et taastada halvatud ja lihasedüstroofiaga patsientide võimeid, kasutatakse invasiivseid liideseid.

Pool sajandit arendustööd

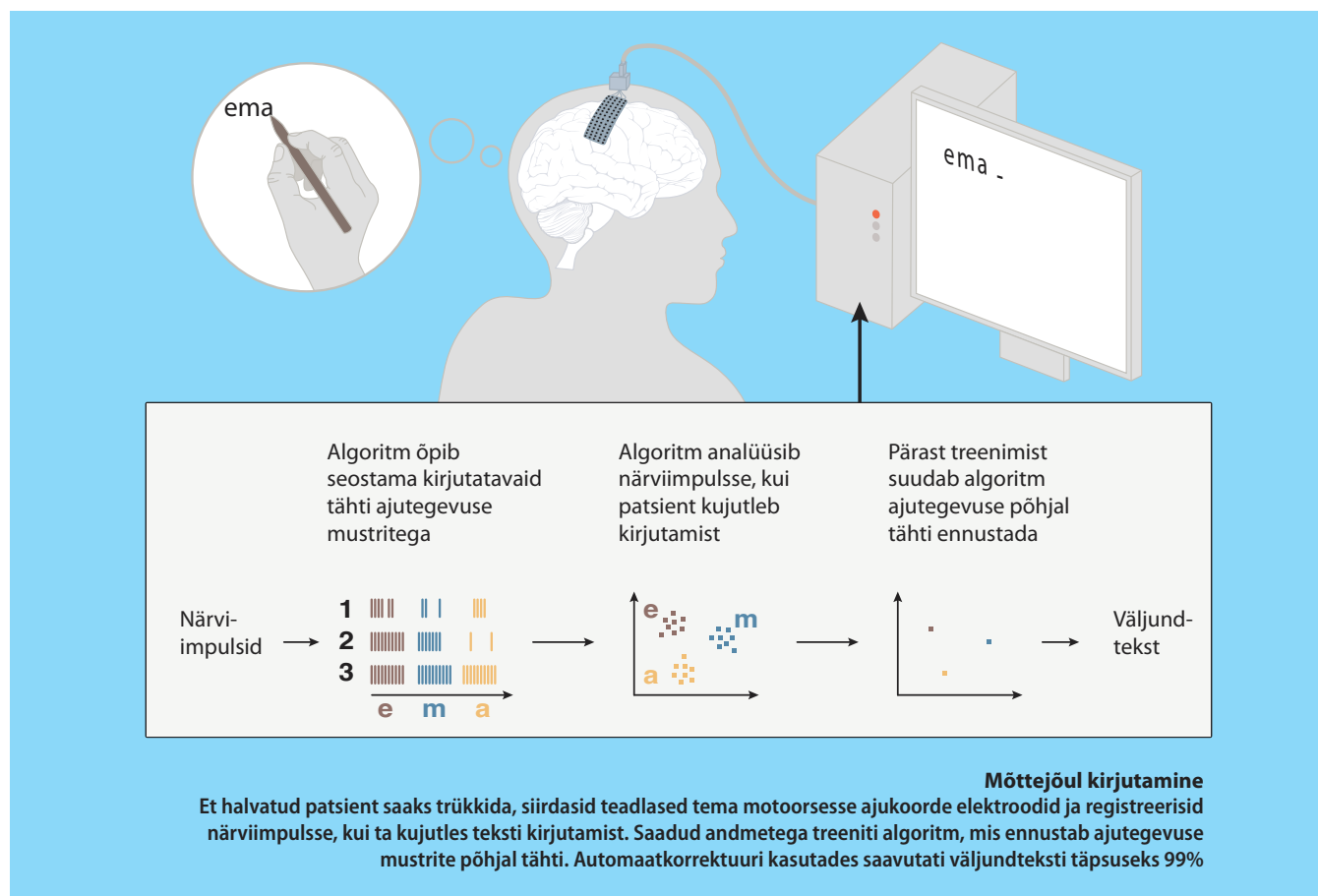
Aju-arvuti liideste uuringud said alguse 1970. aastatel. Pikka aega mõtsid tead-

lased reaalaajas ahvide motoorse ajukoore aktiivsust ning püüdsid loomade liigutusi seostada nende närviimpulsside mustritega. 2004. aastal siirati aju-arvuti liides esimest korda inimese ajukoorde. Katsealune oli pussitamise tõttu halvatuks jäänud Matthew Nagle. Peagi õppis noormees mõtte jõul arvutiekraanil kursorit liigutama. Ta on öelnud: „Ma ei oska seda sõnadesse panna. Ma lihtsalt mõtlesin. Ma ütlesin: „Kursor, liigu üles paremale.“ Ja nii juhtuski. Nüüd saan ma kursorit üle kogu ekraani juhtida. Nõnda tunnen end iseseisvalt: saan omal jõul hakkama.“ Peale selle sai Matthew telekanaleid vahetada, e-kirju avada ning käeproteesi kontrollida.

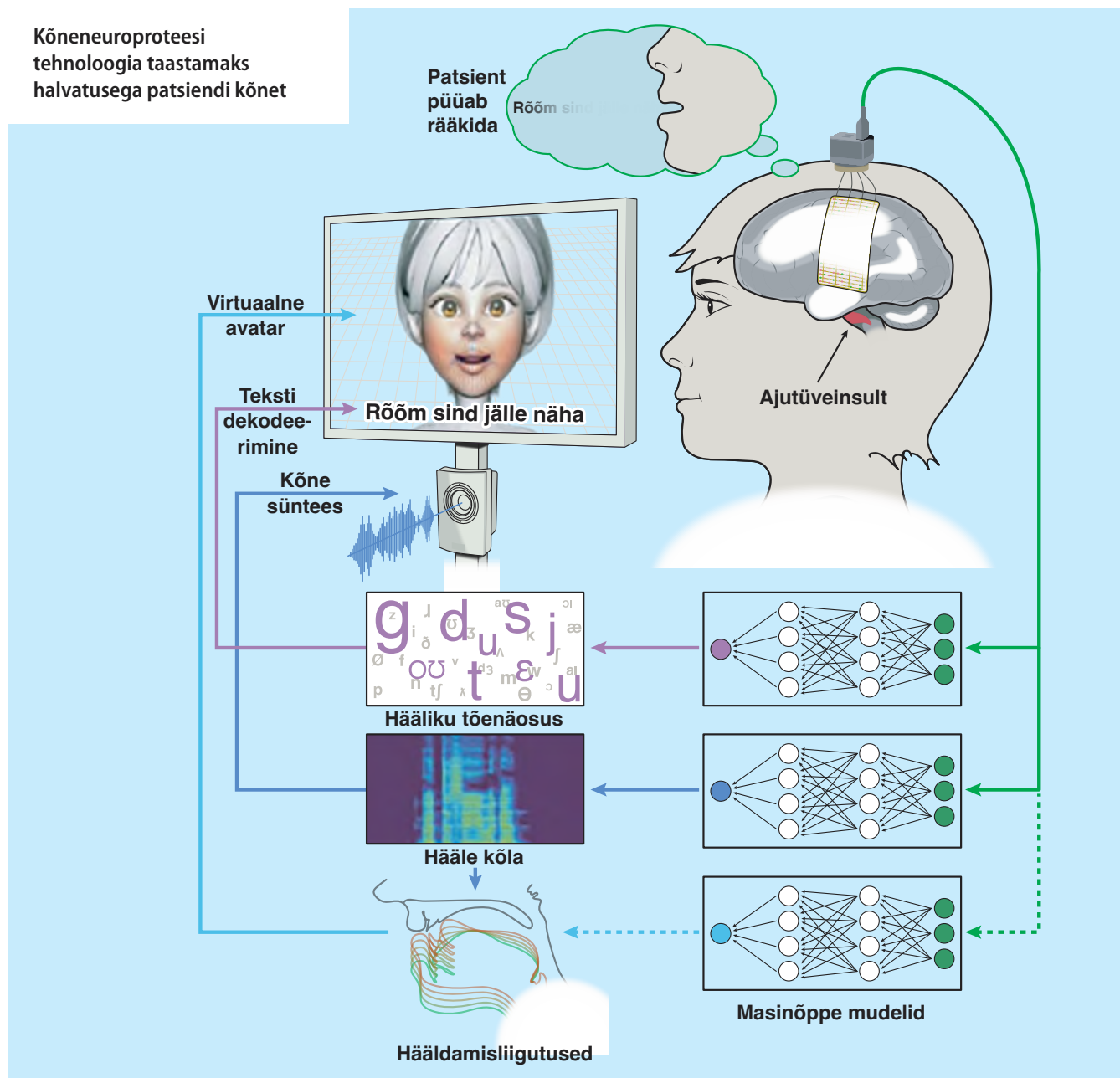
Liigutused kippusid olema aeglased ja ebatäpsed, aga eksperiment kinnitas, et närviimpulsside abil on võimalik seadmeid juhtida. Viimastel aastatel on suutlikkus interpreteerida närviimpulsside jõudsalt kasvanud. Suurima tõuke on andnud masinõpe. Varem nõudis aju tegevusmustrite tõlgendamine palju aega ja vaeva, kuid masinõppe tõttu on palju lihtsam mustreid kasutaja kavatsustega seostada.

Möödunud aastal äratas tähelepanu California ülikooli neurokirurgi Edward Changi juhatusel loodud abivahend kõnevõimetutele inimestele. Katsealune oli 47-aastane Ann, kes oli 18 aastat tagasi insuldi tõttu kõnevõime kaotanud. Anni ajukoorele paigaldati õhuke 253 elektroodiga implantaat, mis suudab korraga registreerida tuhandete neuronite aktiivsust. Sel ajal, kui Ann püüdis öelda 249 etteantud lauset, salvestas seade tema närviimpulsse. Saadud andmete põhjal treenitud masinõppemudel oli võimeline ajutegevuse mustrite põhjal ennustama, mida patsient öelda püüab. Implantaadi abil suutis Ann „kõnelda“ 78 sõna minutis. Kuigi umbes veerand sõnadest polnud õigesti dekodeeritud, ületab see siiski varasemaid tulemusi. Tekst, mida Ann öelda tahab, kuvatakse ekraanile. Ühtlasi loeb selle ette virtuaalne avatar, kelle häält on treenitud Anni pulma-video abil.

Eialgu on aju-arvuti liideste uurinutega hõivatud vaid kümnekond asutust. Kõige rohkem implantaate toodab firma Blackrock Neurotech, ent kõige kuulsam ettevõtte on Neuralink, mis on



Kõneneuroproteesi
tehnoloogia taastamaks
halvatusega patsiendi kõnet



asutatud 2016. aastal Elon Muski kaasosalusel. Neuralinki tuntusele aitavad kaasa Elon Muski karismaatilisus ja suur sotsiaalmeedia jälgijaskond.

Neuralink arendab 1024 elektroodi- ja implantaati N1, mis on nii pisike, et selle siirdamiseks ajju kasutatakse robotit. Seadmel on juhtmevabalt laetav aku ja seda saab ühendada nutitelefoni. Pärast katseid rottide, ahvide, lammaste ja sigadega siirati N1 tänavu jaanuaris esimest korda inimesele, 29-aastasele Noland Arbaugh'le, kelle kõik jäsemed on selgroovigastuse tõttu halvatud. Hiljuti levis internetis video, kus Arbaugh mängib implantaadi abil arvutiga

malet. Samas pole Neuralink tänini avaldanud ühtki teadusartiklit ja infonappuse tõttu ei saa tulemusi objektiivselt hinnata.

Aju-arvuti liidesed võiksid leevendada puuetega patsientide kannatusi ning taastada nende võimed. Samas on seegune tehnoloogia hakanud imbuma ka teistesse valdkondadesse. Näiteks on USA kaitseministeerium juba rahastanud uuringuid, mille eesmärk on arendada telepaatilisel teel juhitavaid droone. Enne laialdasemat kasutuselevõttu vajavad implantaadid siiski veel palju täiustusi. Tuleb tõestada, et seadmed püsivad töökorras pikka aega ning töö-

tavad võrdselt hästi iga kasutaja korral. Pealegi kaasnevad liidestega uued turvariskid ja eetilised probleemid. Praegu ei võimalda tehnoloogia patsientide isiklike mõtteid lugeda, kuid arendajatel on olemas salvestised suhtlusest katsealusega ja ka andmed nende aju seisundi kohta. Seetõttu peab seaduslik järelevalve pidama sammu kiirelt areneva tehnoloogiaga. •

Ülar Allas (1977) on molekulaarbioloog, Tartu ülikooli arvutiteaduse instituudi teadusarvutuskuse konsultant. Doktoritöös uurinud antibiootikumide toime mehhanisme ja antibiootikumiresistentsust. Teinud koostööd 2017. aasta Nobeli keemiaauhinna laureaadi Joachim Frankiga. Tuntud ka kui DJ Smaddy.

VANALINNA PÄEVAD

7.–9.
juuni

Tule naudi
**LINNA
LOOVUSKAITSE-
ALA**



Pealaval Puuluup, Villemdrillem ja Elina Born, Kosmikud, Kaisa Ling Thing, Rubundi, Liisi Koikson + Taiko trummid.

Kokku ligi 300 loovat ja haaravat sündmust: kontserdid, etendused, mängud, laat, lasteala, ekskursioonid, töötoad ja palju muud.

vanalinnapaevad.ee



Tallinna Kesklinna
Valitsus



Eelkõige ära kahjusta ehk Traagilised õppetunnid imeravimitega

KATRIN SAK

Meditšiinis tuleb sageli ette olukordi, kus otsustusest, kas on vaja sekkuda, võib kujuneda omamoodi katsumus ja kunsttükk. Siiski peab alati lähtekohaks jääma arstitöö põhimõte *Primum non nocere* ehk eelkõige ära kahjusta. Ometi võib lähiajaloost leida näiteid, kus esialgne optimism on pöördunud hilisemaks traagikaks. Kui selle lõivuks on inimelud ja tervis, on hind lubamatult kõrge. Paarist valusaimast näitest tulebki juttu. Võime vaid küsida, kas inimkond on tulevikus valmis niisuguseid vigu vältima või on oht komistada uute ja üha suuremate kivide otsa?



VIDA PRESS / ALAMY

Talidomiid: imerelvast tragöödiani

Talidomiid avastati 1953. aastal Lääne-Saksamaal. Peagi pärast esmast sünteesi sai selgeks, et uuel ühendil on tõhus rahustav ja uinutav toime. Kuigi tolleaegsed toksilisuse uuringud olid väga piiratud, kuulutati aine reklaamikampaaniates täiesti ohutuks, sealhulgas nii lastele, rasedatele naistele kui ka maksakahjustusega patsientidele. Mitmes riigis üle maailma hakati seda laialdaselt turustama kui tõhusat ja kõrvaltoimeteta rahustit, et asendada arvukate mürgitusjuhtumitega seotud barbituraate. Rasedatele naistele soovitati ravimit, leevendamaks hommikust haiglast enesetunnet ja iiveldust. Nii saavutas talidomiid kiiresti imeravimi kuulsuse ja kujunes 1950. aastate teisel poolel üheks enim müüdud ravimiks Lääne-Saksamaal. Kuigi Ameerika Ühendriigid talidomiidile müügiluba ei andnud, said paljud Ameerika arstid ravimit otse tootjalt ja jagasid seda oma patsientidele.

Paraku hakkasid juba 1950. aastate lõpust tulema esimesed teated talidomiidiga seotud perifeerse närvisüsteemi kahjustuste (neuropaatia) kohta, mis avaldusid enamasti krampide, lihaskõnnõrkuse ja koordinatsioonihäiretena. Ravimi müügi edenedes sagesid ka teated kõrvaltoimete kohta, sealhulgas kõhukinnisus, uimasus ja mälukaotus. 1961. aastal anti soovitus hoiduda talidomiidi kauakestvast tarvitusest, kuna puudusid igasugused pikaajaliste toimete uuringud.

Ühtaegu hakkas üha sagedamini tulema teadaandeid ravimi võimaliku teratogeense mõju kohta: ta põhjustab loote väärarenguid, mida tuntakse talidomiidi embrüopaatiina või talidomiidi sündroomina. Raseduse ajal, eriti raseduse algul talidomiidi tarbinud emade lastel ilmnes üha enam mitmesuguseid kaasasündinud anomaaliaid, kõige sagedamini käte ja jalgade puudulikkus või lühenenud arengut (foko-

Raseduse ajal, eriti raseduse algul talidomiidi tarbinud emade lastel ilmnes kõige sagedamini käte ja jalgade puudulikkus või lühenenud arengut. Enne keelustamist oli talidomiid võetud kasutusele ühtekokku 46 riigis. Tuhandetele lastele saatuslike tagajärgedega talidomiiditragöödiat peetakse aegade suurimaks inimese põhjustatud meditsiinikatastroofiks

Üle maailma sündis talidomiidi põhjustatud anomaaliatega hinnanguliselt 10 000 kuni 15 000 last ning suur osa neist suri juba esimesel eluaastal.

meelia). Ühtlasi kirjeldati ka laste kuulmiskadu ja kurtust, nägemishäireid, näohalvatust, neelu, hingetoru, kopsude ja südame väärarenguid ning vaimset mahajäämust. Üle maailma sündis talidomiidi põhjustatud anomaaliatega hinnanguliselt 10 000 kuni 15 000 last ning suur osa neist suri juba esimesel eluaastal. Kui seos sündidefektidega sai kinnituse, eemaldati ravim kiiresti turult.

Talidomiiditragöödia ning kannatanute algatatud protsessid ja ajakirjanduse kaasamine tingis pöördepunkti ravimite tootmise ja müügi seadusloomes, ohutusnõuetes ja riiklike järelevalveinstitutsioonide asutamises. Puhkesid eetilised arutelud farmaatsiatööstuse toimimise ning ravimikahjustustega inimeste õiguste ja elamistingimuste üle. 1964. aastal avaldatud Helsingi deklaratsioonis sätestati kliiniliste uuringute standardid. Toonane Euroopa Majandusühendus tunnistas vajadust hakata reguleerima ravimite tootmist ja müüki, pannes Euroopas aluse

farmaatsia õigusaktidele. Üle maailma arutleti tuliselt, mismoodi toetada talidomiidi sündroomiga inimesi ja hüvitada neile kahju. Seetõttu loidi ravimit tootnud firmad ja edasimüüjad eraldi fondid. Samuti loodi tugivõrgustikke, mis aitasid talidomiidi sündroomiga lastel hakkama saada. Kuigi talidomiidikahjustustega inimeste toimetulekut täiskasvanueas ja vananemisel ei ole põhjalikult uuritud, näitavad andmed siiski seda, et niisugune tervisekahjustus halvendab kiiresti nii kannatanute lihasluukonna seisundit kui ka vaimset tervist. Sellest ajendatud ränkade sotsiaalsete tagajärgedega seisab nii mõni riik veel praegugi silmitsi.

Paraku ei ole inimkonna kokkupuuted talidomiidiga siiski veel lõppenud. Üsna pea pärast ravimi eemaldamist turult hakati uurima, kuidas rakendada seda ainet mitme raske haiguse korral, sealhulgas vähipatsientide ja leeprahaigete, hiljem ka HIV-iga nakatunud inimeste ravis. Nii hakatigi sedasama ühendit juba mõni aasta pärast talidomiiditragöödiat kasutama leeptra komplikatsioonina tuntud sõlmelise punetuse ravis, aga ka selleks, et leevendada haavandilise suupõletiku tekitatud valu Behçeti tõve korral. Samal ajal lisandus uusi väärarengute juhtumeid vastsündinutel, kelle emasid oli raseduse ajal ravitud talidomiidiga.

Praegusajal kasutatakse talidomiidi endiselt mõningate tervisehäda kor-



2012. aasta augustis korraldati Saksamaal Stolbergis pidulik üritus, kus talidomiidi ohvreid meenutas mälestusmärk

ral, näiteks hulgimüeloom, leepa sõlmelise punetuse ägedad juhud või mõni tuberkuloosivorm. Ent ravimi tarvituse kohta on kehtestatud väga ranged ettevaatusabinõud ning seda ei tohi manustada lapseootel naistele.

Dietüülstilbestrool: ravim, mida seostatakse mitme põlvkonna suurema vähiriskiga

Dietüülstilbestrooli (DES) valmistas maailmas esimest korda 1938. aastal Londonis. Ühendi omadused sarnanesid naissuguhormoonide omadega, kuid erinevalt östrogeenidest oli seda märgatavalt odavam toota. Niisamuti köitis tähelepanu DES-i tugev toime suukaudse manustamise korral, mistõttu hakati teda laialdaselt kasutama mitmesuguste günekoloogiliste vaevuste vastu.

Vaatlustele tuginedes oli teada, et kui uriinis oli naissuguhormoonide tase varakult vähenenud, võis raseduse lõppjärgus kujuneda toksikoosi, enneaegse sünnituse või emakasisese lootesurma oht. Sellest omakorda järeldati, et hormonaalse toetuse puudusel võib tekkida probleeme emaka verevarustusega. Eeldati, et DES-i manustamine võiks aidata taastada hormonaalset tasakaalu ning niimoodi vältida komp-

likatsiooni raseduse lõpus. Dietüülstilbestrooli hakati innukalt määrama kui ohutut (või üksnes väga väheste kõrvaltoimetega) ja tõhusat ravimit eelkõige nendele naistele, kellel oli varem rasedus katkenud, kuid seda anti ka täiesti tervetele lapseootel naistele. Seda ainet lisati isegi mõnede sünnieelseks tarbimiseks mõeldud vitamiinipreparaatide koostisesse. Nii puutusid maailmas selle sünteetilise ühendiga 1940. aastate lõpust kuni 1970. aastate alguseni kokku miljonid inimesed: lapseootel naised või emakasisesed looted.

Kahjuks tõdeti juba 1953. aastal ilmunud mahukas uuringus, et DES ei pruugi kuigi tõhusalt aidata vältida raseduse katkemist ja enneaegset sünnitust. Hilisemad analüüsid on koguni kinnitanud, et raseduse katkemise, enneaegse sünnitegevuse ja lootesurma risk hoopis suurenes. Ent selle ravimi tarvitust oli muutunud nii igapäevaseks, et seda jätkati Ameerikas kuni 1971. aastani ja Euroopas 1980. aastateni (Prantsusmaal aastani 1977, Hispaanias 1980., Itaalias 1981. ja Ungaris 1983. aastani).

Esimesed teated DES-i kahjulike toimete kohta tulid 1970. aastatel, kui noortel naistel, kes olid sellega kokku puutunud looteas, hakati diagnoosima

harva esinevaid günekoloogilisi vähi vorme. Edasised uuringud viitasid tugevale seosele DES-i emakasisese kokkupuutega. Nii on alates 1970. aastate keskpaigast avaldatud hulgaliselt uurimistöid DES-i põhjustatud ränkade terviseprobleemide kohta nii emadel endil, nende lastel kui ka edasistel järeltulijatel. Naistel, kellele kirjutati raseduse katkemise vastu välja dietüülstilbestrooli, on aastaid hiljem tehtud kindlaks mõnevõrra suurem risk haigestuda rinnavähki. Sündinud tütaridel on aga ilmnenud selge seos emakakaela ja vaginaalse adenokartsinoomi ühe kindla vormi arengu vahel, kusjuures kasvaja tekkerisk on seda suurem, mida varasemas looteas on kokkupuude toimunud.

Niisamuti on selgunud, et emaka sees DES-iga kokku puutunud naistel on vähemalt kaks korda suurem tõenäosus haigestuda rinnavähki pärast neljakümne eluaastat võrreldes naistega, kelle emad ei olnud raseduse ajal seda sünteetilist östrogeeni tarbinud. Lootena DES-iga kokku puutunud naiste emakas võib tavapärasest rohkem leida healoomulisi lihaskasvaid ehk müoome, mis võivad põhjustada valu, verejooksu, viljatust ja rasedusegseid komplikatsioone. Ühtaegu on neil naistel ilmnenud mõningaid anomaaliaid (anatomilisi muutusi) paljunemisorganite arengus ja talitluses, mis tekitavad sageli viljatustprobleeme.

On koguni selgunud, et sünnieelne kokkupuude DES-iga võib suurendada emakavälise raseduse tekkeriski 8,6 korda, raseduse katkemise riski 1,8 korda ja enneaegse sünnituse riski 4,7 korda. Emaka sees DES-iga kokku puutunud poegade hilisema tervise kohta on andmed siiani veel suhteliselt vastuolulised. Mõne uurimistöö järgi suureneb nii munandite väljaarenematus kui ka munandivähi oht, kuid teised uuringud neid seoseid ei kinnita.

Kõrvuti kasvavate arenguga on raseduse ajal dietüülstilbestrooli preparaate tarbinud emade lastel märgatud muutusi kindlate immuunrakkude, sh loomulike tappurakkude talitluses, suuremat riski haigestuda elu ajal autoimmuunhaigustesse ning muutusi psühhoseksuaalsetes muistrites



VIDA PRESS / ALAMY

Kõrvuti kasvavate arenguga on raseduse ajal dietüülstilbestrooli preparaate tarbinud emade lastel märgatud muutusi kindlate immuunrakkude, sh loomulike tappurakkude talitluses, suuremat riski haigestuda elu ajal autoimmuunhaigustesse ning muutusi psühhoseksuaalsetes muistrites

Iga hooga reklaamikaampaania saatel kiirelt müügile paisatud ravimpreparaat ei pruugi olla ohutu: selle pikaajalised tervisemõjud võivad selguda alles aastate ja aastakümnete pärast.

tarbinud emade lastel leitud hulgaliselt muid probleeme. Nii näiteks on naissoost järglaste seas märgatud muutusi kindlate immuunrakkude, sh loomulike tappurakude talitluses, suuremat riski haigestuda elu ajal autoimmuunhaigustesse (sh Hashimoto türeoidiit) ning muutusi psühhoseksuaalsetes mustrites (sh suuremat homoseksuaalsuse ja biseksuaalsuse määra). Meeste hulgas, kes on looteeas puutunud kokku DES-iga, on näiteks märksa vähem abielus olevaid mehi kui tavapäraselt. Samuti on kindlaks tehtud, et selliseid haigusi ja seisundeid nagu depressioon ja hirm, aga ka söömishäired ja äärmuslik kehakaalu kaotus, tuleb raseduse ajal DES-i tarbinud emade järeltulijate seas ette mitu korda sagedamini kui nendel järglastel, kes ei olnud seda sünteetilist hormooni tarbinud.

Tekib küsimus, kas DES-i tekitatud suurenenud terviseriskid kanduvad edasi järgmistele põlvkondadele. Näüdsiks on saanud selgeks, et inimese idurakkude ümberprogrammeerimise käigus toimuvad modifikatsioonid (epige-

neetilised muutused), mida mõjutavad loote arengukeskkonna tegurid. Nõnda võivad kokkupuuted DES-iga jätta püsiva jälje järglaste idurakkude genoomi ning see muutus võib kanduda edasi. Raseduse ajal DES-i tarbinud emade tütre-tütardel tuleb ette menstruaaltsükli häireid ja suuremat viljatuse määra. DES-iga seostatud haruldast emaka-kaela ja vaginaalse adenokartsinoomi vormi on paraku leitud ka teismelise-ikka jõudnud tütre-tütardel. Niisamuti on neil ilmnenud mõnevõrra suurem oht haigestuda munasarjavähki.

Lõpetuseks võib küsida, miks on tähtis neid lähiajaloo tragöödiad meenutada. Vastus on ühene: neid valusaid kogemusi tuleb käsitada oleviku ja tuleviku õppetundidena. Esmalt aitavad need mõista, et iga hoogsa reklaamikaampaania saatel kiirelt müügile paisatud ravimpreparaat ei pruugi olla ohutu: selle pikaajalised tervise mõjud võivad selguda alles aastate ja aastakümnete pärast. Teisalt aitavad need aru saada tõsiasjast, et rasedusaegsed kokkupuuted mis tahes ravimitega ei

mõjuta mitte ainult arenevat loodet, vaid võivad epigeneetiliselt edasi kanduda veel mitmes järeltulevas põlves. Võttes arvesse DES-iga juhtunut, võivad soovimatuid muutusi tekitada ka teised ülesehituselt östrogene meenutavad ja endokriinsüsteemi talitlusse sekkuvad (keskkonna)kemikaalid. Nii suguste ainetenäiteks on tuntud näiteks mõned kloororgaanilised ühendid, polütsükliilised aromaatsed süsivesinikud, herbitsiidid ja pestitsiidid (näiteks DDT), aga ka mõningad ravimid. Ühtaegu aitavad eespool kirjeldatud valusad kogemused paremini mõista sünteetiliste ainete rolli inimese normaalses arengus ning õppida paremini tundma patoloogiliste protsesside toimemehhanisme. •

Katrin Sak (1975) on biokemik, fütokemikaalide vähivastase toime uurija; terviseteadlikku eluviisi propageeriva MTÜ Praeventio vanemteadur. Peale mitme ingliskeelse monograafia on tema sulest ilmunud eestikeelseid populaarteaduslikke raamatuid: „Inimese papilloomiviirus HPV. Nakatumisest emakaelavähini“, „*Helicobacter pylori*. Nakatumisest maovähini“ ning „Toit ja vähk. Elule aastaid ja aastatele elu“.



www.KL24.ee

www.helic.ee

KÄSITÖÖSÕBRA KAUBAMAJA 24 H SINU ARVUTIS KAASAEAGNE PÄRLIPOOD

• Ühine postitus ja arveldus • Sind ootab enam kui 190 000 toodet • Kudumine, heegeldamine, kangad, lapitehnika, naha- ja pärlitöö, tikkimine • JUKI, Janome õmblusmasinad ja overlokid • Nika kudumismasinad

Otse maaletoojalt Karnaluks OÜ laos, Hermann 1, C-trepikoda, Tallinn

Altermagnetism sillutab teed väiksemale, energisäästlikumale ja kiiremale elektroonikale

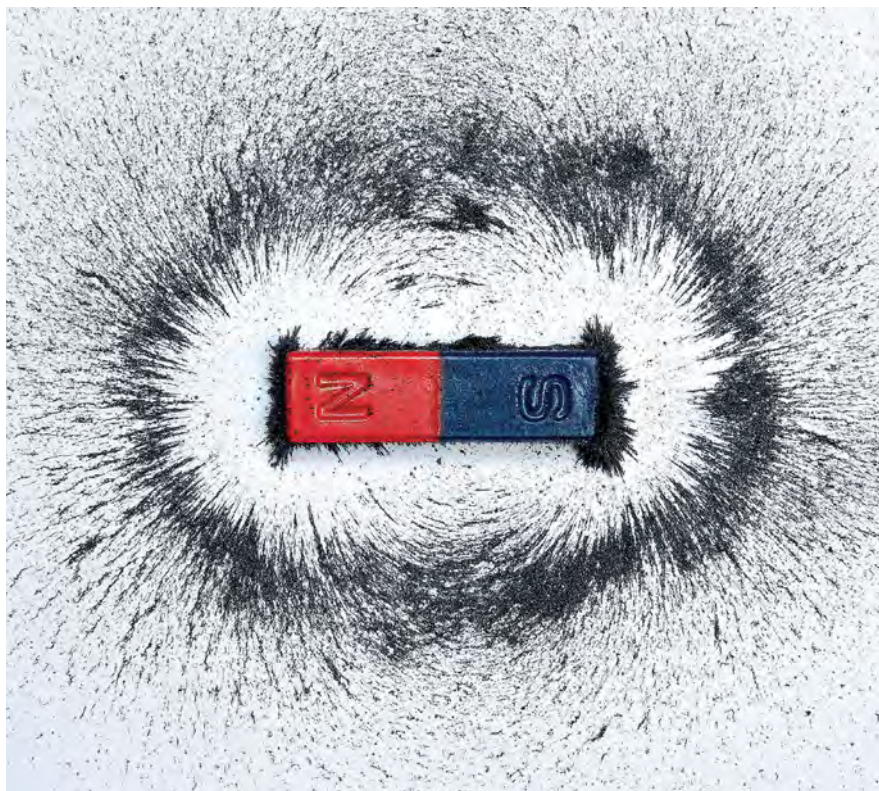
ANDI HEKTOR JA KRISTJAN KANNIKE

Magnetid on inimkonda võlunud juba aastatuhandeid. Kuidas ometi suudab tühjuses üks magnet teist magnetit nii tugevalt mõjutada? Magnetitel on ka lõputu hulk rakendusi, arvutimälust kuni elektrimootoriteni. Hiljuti füüsikute avastatud altermagnetism töötab magnetiliste materjalide kasutusalasid veelgi täiendada.

Magnetite külgetõmbumist märgati juba ligikaudu kahe ja poole aastatuhande eest, kuid avastusi tehakse selles vallas praegugi. Äsja leitud altermagnetilistel ainetel pole püsivat magnetvälja, ent teistelt magnetilistelt omadustelt on nad lähedased püsimagneetidele.

Püsimagneetid, mida kasutatakse elektrimootorites, kõvaketastes, mikrofonides, kõlarites ja kompassides, tehakse tugevasti magneetuvatest ferromagnetilistest materjalidest. Kõige tavalisem ferromagneetik on raud, mille ladinakeelne nimetus on andnud nime kogu materjalide klassile. Iga elektron on tibatilluke magnet, mille magnetväli on tema spinni (pöörlemistelje) sihis. Väga väikeses ferromagnetilise aine kristallis hoiavad kõigi elektronide spinnid ühtepidi. Iga üksiku elektroni magnetväli on küll väga nõrk, kuid ühtsuses peitub jõud – liitudes annavad elektronide magnetväljad kokku tugeva välja. Suurem tükk ferromagneetikut on jaotunud väikesteks piirkondadeks – domeenideks. Igas domeenis on elektronide spinnid ühtepidi, kuid domeenid on tavaliselt suunatud juhuslikult ja ainel tervikuna magnetväli puudub. Kui

Äsja leitud altermagnetilistel ainetel pole püsivat magnetvälja, ent teistelt magnetilistelt omadustelt on nad lähedased püsimagneetidele.



Magneti magnetvälja jõujooni saab nähtavaks muuta rauapuru abil

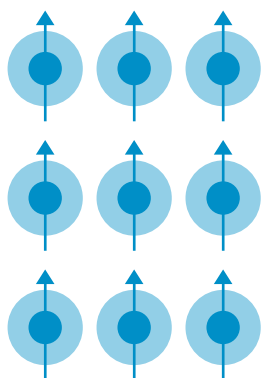
rakendada ainele tugev väline magnetväli, joondab see domeenid ühtepidi ja tekib püsimagnet.

Nagu eespool viidatud, on ferromagneetikud laialdaselt tarvitusel igapäevatehnoloogias. Selle peamine põhjus on asjaolu, et ferromagneetikud suudavad säilitada neisse salvestatud magnetvälja ruumilise kuju. Ferromagnetiline mäluelement on just kui „magnetiline paber“, kuhu saab magnetväljaga kirjutada sõnumeid, muutes soovi

järgi magnetvälja suunda. Siiski, magnetvälja muutmine ferromagneetikust nõuab veidi aega ja energiat. See seab ferromagnetilistele mäludele teoreetilised piirangud. Aga võib-olla saab siin hädast välja aidata mõni teistsugune magnetiline materjal?

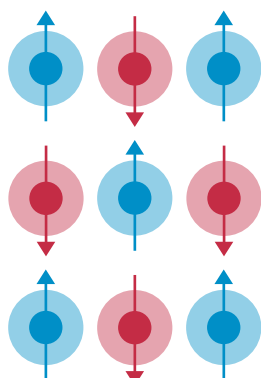
Teistes materjalides võib magnetism esineda varjatumal kujul. Antiferromagneetikud koosnevad samuti aatomitest, millel on magnetväli, kuid neis joonduvad elektronide spinnid vahel-

Magnetismi eriliigid

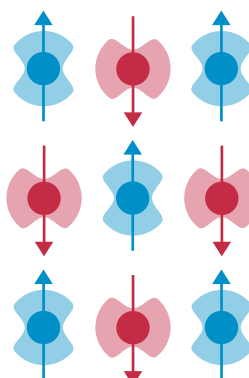


Ferromagnetis on kõigi aatomite spinnid ühtepidi, nende magnetväljad liituvad ja aine on püsomagnet.

www.guidechem.com/question/what-is-ruthenium-dioxide-and--id129313.html



Antiferromagnetis on spinnid kord ühte-, kord teistpidi: nende magnetväljad taandavad üksteist ja aine ei saa olla püsomagnet.



Altermagnetis on teistpidi spinn seotud aatomi pööramisega. Nagu antiferromagnet ei ole see aine püsomagnet, kuid välises magnetväljas käitub samamoodi kui ferromagnet.



Ruteeniumdioksiid on üks esimene teadaolev altermagnetiline materjal

dumisi kord ühte-, kord teistpidi. Seetõttu neil makroskoopilist magnetvälja ei ole ja materjali magnetiline loomus selgub üksnes lähemal uurimisel. Varjatud magnetomaduste tõttu avastati antiferromagnetikud kõigest sada aastat tagasi.

Altermagnetismi hakkasid teoreetikud antiferromagnetismist eristama alles päris hiljuti, 2019. aastal. Pealtnäha on altermagnetilised ained sarnased antiferromagnetikutega: neis on spinnid samuti vaheldumisi kord ühte-, kord teistpidi ja ainel puudub magnetväli. Erinevus on selles, miks ja kuidas spinnide asetus vaheldub. Hiljuti, 2024. aastal ilmunud artiklites kinnitati Tšehhi, Šveitsi ja teiste maade füüsikute koostöös katseliselt altermagnetismi olemasolu pooljuhis mangaantelluriidis ja metalli omadustega ruteeniumoksiidis. Siiani peeti mangaantelluriidi antiferromagnetikuks, kuid lähem uurimine näitas muud. Ennustatakse, et paljud ained dielektrikutest ja pool-

juhtidest ülijuhtideni võivad olla altermagnetikud.

Muide, füüsikateoreetikutele on kristallides toimuval omajagu ühist osakestefüüsikaga. Mõningates mudelites võivad Higgsi bosoniga sarnaste väljade mõjul kosmoses samamoodi kui ferromagnetikud tekkida domeenid, mille mõõtmed pole siis mitte mikroskoopilised, vaid kosmilised. Väljal on siis ühes domeenis pluss- ja naaber-domeenis miinusmärk. Osakestefüüsikas võib leiduda ka antiferromagnetismi ja altermagnetismi analoogiaid.

Füüsikud ja insenerid teavad, et tavaliselt on teekond teaduslikust avastusest igapäevase rakenduseni pikk, vaevaline ja konarlik. Sageli kulub aastakümneid. Näiteks kulus tuumaähtuste avastamisest esimese tuumaenergeetikani üle 50 aasta, kuigi selle peale kulutati tohutult raha ja inimtööjõudu. Altermagnetism see-eest näib olevat avastus, mis võib jõuda rakendusteni tunduvalt kiiremini.

Üks põhjus, miks selline kiire hüpe saab toimuda, on juba mainitud sarnasus ferromagnetikutega. Altermagnetikute eriliste magnetiliste ja elektriliste omaduste tõttu võimaldavad nad põnevaid ja läbimurdelisi uusi rakendusi. Üks selline on näiteks spinnitroonika, kus peale elektrivoolu kasutatakse elektroonikas ära ka elektroni spinni (elektrone võib lihtsustatult ette kujutada kui väikseid kiiresti pöörlevaid vurre, kus spinn iseloomustab elektroni pöörlemist). Teoreetiliselt

Altermagnetikute eriliste magnetiliste ja elektriliste omaduste tõttu võimaldavad nad põnevaid ja läbimurdelisi uusi rakendusi. Üks selline on näiteks spinnitroonika.

oleksid sellised elektroonikaseadmed tuhandeid kordi väiksemad, märksa kiiremad ja tarbiks vähem energiat. See muudab altermagnetikud ideaalseks, et kasutada neid arvutite ja muude elektroonikaseadmete kiiretes, aga samal ajal vähem energiat tarbivates mäluelementides.

Samuti on füüsikud ja insenerid pakunud, et altermagnetikuid saaks kasutada just väikesemõõtmelistes elektrimootorites ferromagnetikute asemel. Sellised mootorid on näiteks kergetel lendavatel droonidel.

Nagu näha, saab magnetismi vallas, mida füüsikud on uurinud juba sajandeid, veel üht-teist uut leida. Pärast seda, kui teoreetikud altermagnetismi välja mõtlesid, oli selle avastamine looduses ainult aja küsimus. •

Andi Hektor (1975) on ettevõtte GScan OÜ strateegiajuht ning keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur, kelle tegevuse põhisuund on müiontomograafia rakendused.

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

2024. aastal kinnitati Tšehhi, Šveitsi ja teiste maade füüsikute koostöös katseliselt altermagnetismi olemasolu pooljuhis mangaantelluriidis ja metalli omadustega ruteeniumoksiidis.

Ilm ja eesti kirjandus

AIN KALLIS

Mis on ilm? On raske uskuda, et teistes keeltes võiks olla kasutusel üks ja sama sõna ilma kui pidevalt muutuva atmosfääri oleku ning maakera koos seda asustava inimkonna või maapealse elu vms kohta! Peale selle on *ilm* 'teatavad nähtused tervikuna, omaette süsteemina (välisilm, vaimuilm jne)'. Nii vähemalt määratletakse sõna *ilm* eesti keele seletavas sõnaraamatus.

Need ilmad on kodused. / Need on meie kodused ilmad. / Ja süüdi undnägevad silmad.

Debora Vaarandi

„Kui palusin kord aastate eest setu rahvalaulikult selgitust, mis asi see *ilm* õieti on, siis vastas ta häbelikult ning nagu oma mitteteadmise vabanduseks: „mul om väega sitt pää“ ja püüdis viia jutu naljatelles teisale: milleks mul selliseid asju üldse vaja teada!“ (folklorist Oskar Loorits).

„Ilm on selline sõna, mida öeldes on kõik äkki täis ootamatust või avarust,“ on väitnud kirjanik Kauksi Ülle.

Sajandite jooksul on ilma ja inimese vahetõrge muutunud. Nüüd ei ole enam ilusat ilma, on vaid sobiv riie. Valdur Mikita sõnatsi: „Kui varem määras elu-

rütmi ilm (Jumal), siis nüüd tööandja. [...] Parasvõõrtes muutub ka ilm kiiresti, seetõttu mõjutab ilm ILMselgelt emotsioone, juhtides selle kaudu inimese käitumist. Looduselamuse juureks on igivana märguanne, mis annab inimesele emotsionaalsel viisil teada, kuidas konkreetse ilma puhul oma elu säilitada. See on ILMselgelt üks põhjus, miks parasvõõrtes inimese emotsionaalne seisund on üsna kõikumine“ („Kuke-seene kuulamise kunst“).

Paljud kirjandusteosed algavad loodus- ja ilmakirjeldusega – see loob edasi lugemiseks õige meeleolu. Andrus

Kivirähki „Rehepapp“ algab näiteks selliselt: „Enne keskpäeva tuli korra päike välja. Mitu nädalat polnud seda imet näha saanud, juba oktoobri algusest saadik oli ilm püsinud hall ja vihmane“. Hea hakatus, kujutamaks üle-eelmise sajandi Eesti hallikarva külaelu.

Juhuslikult raamatukogu riulilt võetud Eet Tuule romaani „Perekonnavalss männikus“ esimene lause kõlab nii: „Emadepäeva hommikul oli taevast pilvi. Öhusooja endiselt nappis – ainult kuus kraadi. Kargusele lisaks puhus iiliti tugev loodetuul“. Hea ilmateade.

Teet Kallase „Reipad inimesed“ algab aga niimoodi: „Veebruari algul läks paariks päevaks sulale. Linna kohal säras päike. Siin-seal paljastusid lume ja jäite alt asfaldilapikesed, mustad, puhad ja soojad“. Kirjeldus on tõepärane, sest küünlakuu lõpul on Tallinnas päikese kõrgus keskpäeval juba 18 kraadi ümber, kuiv must asfalt võib ka soe olla – on ju sellise pinnakatte albeedo ehk peegelduskoefitsient vaid 10%.

Geofüüsik Heino Tooming on kogumiku „Inimene ja ilm“ (1970) koostamisel leidnud, et „meteoroloogiliste elementide arvulised väärtused ei kirjelda päris adekvaatselt ilma, eriti nähtusi, mis puudutavad inimese muljeid ja emotsioone. Meteoroloogiliste elementide väärtused võivad erinevatel päevadel olla samad, ometi nende mõju inimesele on erinev. Selle põhjus on ilma kirjeldamiseks kasutatavate näitajate ebapiisavus. Seda tühimikku meteoroloogias peab täitma teaduse areng. Ilmastiku ja ilma varjundeid aitab edasi anda luule, mis lisaks emotsionaalsusele on informatiivne. Luule mõju inimesele oleneb igapäevast vastuvõtukoefitsiendist.



Andrus Kivirähki „Rehepapp“, mis kujutab üle-eelmise sajandi Eesti hallikarva külaelu, algab selliselt: „Enne keskpäeva tuli korra päike välja. Mitu nädalat polnud seda imet näha saanud, juba oktoobri algusest saadik oli ilm püsinud hall ja vihmane“

PIXABAY

Nagu mõõteriistadel on oma tundlikkus ja üleminekukoefitsient, nii on see ka inimestel. Luuletused selles raamatus [need on paigutatud peatükkide vahele – A.K.] on mõeldud inimestele, kelle üleminekukoefitsient erineb nullist. Need on tundlikud inimesed“.

Eespool tsiteeritud kukeseene-raamatus on Mikita välja arvutanud, et Eestis on vähemasti 100 000 tundlikku hinge. Ülitundlikud inimesed lähevad selleks, et pääseda moodsa elu ülestimulatsioonist, loodusesse, metsa. Siin kohal märkus: mainitud tundlikkust ei tohi segamini ajada meteorotropismiga – meditsiinilise ilmasõltuvusega. Arvatakse, et umbes 30% meist (esmajoones reumaatikud) on vastuvõtlikud ilmu muutuste suhtes. See on suuresti east: 13–20-aastastest mõjutab ilm vaid veerandit, 50–60-aastastest kannatavad ilmatujude tõttu tervelt pooled.

Sata-sata!

Kuulus Iisraeli mustkunstnik ja literaat Uri Geller on umbes poole sajandi eest väitnud, et rahvamasside ühispalvetel on suur mõju. Alati ei ole see küll vilja kandnud, vähemalt kõrberiiptides põua-aastail. Võib-olla on asi tegelaskonna tundlikkuses?

Mullusest suvest jäi tuhandetele kaasmaalastele meelde noorte laulu- ja tant-supeo paduvihm koos ägeda äikesega (võlk lõi paarisaja meetri kaugusel lahte). Üks näide, kuidas mõjub vägev ilmaloits: kahel järjestikusel päeval oli ülemaaline lastekoor esitanud laulu „Sata-sata“! Mis veel juhtuks, kui kahe aasta pärast suurel laulupeol esitaks meeste ühendkoor Veljo Tormise „Pikse litaaniat“! Kõva põua korral tuleks kavva võtta küll.

Kuidas mõjuvad nüüdsele lugejale kogumikus „Inimene ja ilm“ meteoroloogilisi elemente ja kliimanäitajaid tutvustavate peatükkide vahele lisatud „ilma varjundeid edasi andvad“ luule-read?

Üks näide (katke). Puhkuse- ja laulupeoilma käsitleva loo lõpus on Marie Underi „Sajab, sajab“: „Sajab, sajab. / Kõik on lige. / Kärbes tige. / Koer on kuri. / Jonni ajab / Igamees. / Märg on, märg on / Pää ja turi --- / Järg on, järg on / Kurjusel nüüd minu sees.“

Luuletusi on ka meremehest kirjniku Herman Sergo kirjutatud peatükis „Meremees ja ilm“. „Ranna-, kala- ja meremehed on juba iidsetest aegadest püüdnud ilmatatla kaane vahelt sisse piiluda, et aegsasti ära arvata, mis seal



Hando Runneli kujutelm kevade tulekust:
„Talv lõpeb siis, / kui algab märts / ja rahvas kõnnib / plärts ja plärts“

keemas on. „Utud-tutid, siiditutid, / armutaevast tuulejutid. / Tihu Tõnis tah-tis Netit. / Oh, need abieluketid!“ naeris külarahvas Aadu Hindi „Tuulises rannas“ Kaugatoma kuninga armuseikluste üle. Seiklused seiklusteks, aga mida tähendab sõna „tuulejutid“? Tuulejutid, kutsutud ka tormijuttideks, tekivad õhtutaeval sinna ilmakaarde, kust järgmisel päeval valju tuult võib oodata. Taevas on seal kaetud otsekui peeneks vadatud villakluttidega. Mida peenemaks on pilvevill näpitud, seda tugevam tuleb tuul.“

Rannainimesele on tuulte tundmine eluliselt tähtis. Vahur Afanasjevi romaanis „Serafima ja Bogdan“ on Peipsi järvel puhuvaid kohalikke tuuli kirjeldatud nõnda: „Kui puhub maa poolt, edelast või läänest, kutsutakse seda mokrik, märg tuul – see toob tihtipeale vihma ja, öeldakse, viib kalad ka potist minema. Siis tuleb podsevern, loode-tuul, mis tavaliselt pöördub põhjakaarde, ja sellest saab kompassituul severnik, kõige karmim tuul, millest pole midagi head oodata. Silmi Venemaa poole pöörates puhuvad vasemale põsele staatšen ja meženets, mõlemad kirdetuuled. Päril Venemaalt puhub vostonšnaja, idatuul, mida talvel kutsutakse soplivõi, tatine – see kisub sulale. [---] Räägitakse, et kui puhub soojem lõunatuul tjeplak või talle järgnevad keskpäevane ja nurgatuul, võib selles tunda eriliste Piirissaare sibulate lõhna.“

Kevade poeesid

Aastaaegade ilmasid on meie kirjani-kud iseloomustanud väga erinevalt. Aastail 1838–1844 oli ajalehe Das Inland Võru kirjasaatjaks Friedrich Reinhold Kreutzwald.

1841. aasta märtsis ei olnud ilmastik Võru kreisis sugugi „kreisi“: „Märts valmistub kogu jõuga talve vastu; jääga kaetud maa ei pruugi oma armsama kirglikke pilke mõista, seepärast avab ta iga päev üha enam oma lumivalget loori, et külma rinda uue soojusega ning miljoneid näljaseid värske toiduga varustada.“

Täpselt sada aastat tagasi on vegetatsiooniperioodi algust kirjeldanud Johannes Barbarus: „Kevadiste ilmadega / kas on, – on: taevast rukkililleline, / maa klorofylliline?... / Rukkilill, klorofyll... / elu – lapsik idylliline / idyll!“

Hoopis meeldejäävama pildi on kevade tulekust maalinud Hando Runnel: „Talv lõpeb siis, / kui algab märts / ja rahvas kõnnib / plärts ja plärts“.

Ja siis saabub suvi. „Suvi on Eestis anomaalne nähtus, mis tuleb lihtsalt välja kannatada, nagu Itaalias talv“ (Andrus Kivirähk). „Suvel püüab ka kirjanik rohkem vees või murul vedeleda, kui et kutsumust järgida,“ väidab Aapo Ilves. •

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

„.. kui oleksid kirpud ihho kirjuks sõnud ..“

Niiviisi kirjeldas Saaremaa arst, kirikuõpetaja ja rahvavalgustaja Johann Wilhelm Ludwig von Luce kahesaja aasta eest üht leetrite sümptomit – nahalöövet. Ühtlasi teadis ta, et leetrihaiged „köhhivad kangeste“ ning et tegemist on „paha“ haigusega, millega tuleb arsti poole pöörduda. Vaevalt seda toona tehti, tegemist oli liiga levinud ja tuntud tõvega.

Ohtlik lastehaigus

Leetrid on kergesti nakkav viirushaigus, mis levib köhimisel või aevastamisel õhu kaudu. Väliskeskkonnas ei püsi viirus kaua elus, kuid jõuab enne palju kurja teha, sest on väga lenduv. Leetrite läbipõdemine annab eluaegse immuunsuse. Minevikus põdesid seda eeskätt lapsed.

Leetrite silmatorkav sümptom, mis on tõele andnud ladinakeelse nimetuse *rubeola* (*ruber* 'punane'), on neli-viis päeva vältav tugev nahapunetus. See tõttu arvati leetrid veel 19. sajandil kuuluvat koos rõugete, tuulerõugete ja sarlakitega nahahaiguste sekka. Haigusnähud on ka palavik, halb enesetunne, nohu ja köha, aga ka valgusekartus.

Suuremad tüsistused, mis põdejaid haiglasse viivad, on keskkõrva-, aju- ja kopsupõletik. Minevikus kardeti eeskätt viimast – „rinnahaigust“ – ning soovitati lapsi kodus soojas hoida isegi kuni kuus nädalat pärast sümptomite kadumist. Ilmselt tajuti juba siis seda, mida praegu teame: leetrite põdemine vähendab mõneks ajaks ka teiste haiguste vastaste antikehade arvu.

Leetrid usutakse olevat kujunenud veiste katkust. Ilmselt hakkas tõbi inimeste seas levima 4. sajandil eKr. Aastatel 165–180 Rooma impeeriumi tabanud nn Antoniuse katk oli mõnede oletuste põhjal leetripuhang (või rõugete oma). 9. sajandi pärsia arst Rhazes oskas haigust juba rõugetest eristada, pidades mõlemat tõbe nakkuslikuks. Lõplikult kujunesid leetrid iseseisvaks

**Lõplikult kujunesid
leetrid iseseisvaks
inimeste tõveks ilmselt
12. sajandil.**

inimeste tõveks ilmselt 12. sajandil. Alles siis pakkusid Euroopa kasvav rahvaarv, arenev kaubandus ja risticõjad, mis potentsiaalsete põdejate arvukust suurendasid, leetritele soodsaid olusid, nimelt vajab see tõbi levikuks vähemalt poolemiljonilist peremeespopulatsiooni.

Rahvaste hävitaja

1846. aastal jõudsid leetrid Fääri saartele, kus neid polnud 60 aastat olnud. Seega, immuunsus inimestel valdavalt puudus ning kaks kolmandikku elanikest haigestus. Suri ligi kakssada ini-

mest, s.o kolm protsenti elanikkonnast. Seejärel tõbi vaibus. Saarele saadeti haiguse tagajärgi uurima noor taani arst Peter Ludvig Panum, kelle koostatud aruanne näitas täpselt, kuidas tõbi liikus inimeselt inimesele – niisiis ei haigestunud ebamääraste „miasmide“ sissehingamise tõttu, nagu seni oli nakkuste kohta valdavalt usutud –, tabades neid, kes ei olnud varem põdenud. See ülevaade oli suur panus parasjagu kujunemas arusaamise nakkushaigustest.

Fääri saared olid siiski Euroopa, kus kõnealune tõbi oli juba sadu aastaid



Juba 1755. aastal üritas šoti arst Francis Home vaksineerida lapsi leetrite vastu. Ta matkis toonast rõugete vastu immuniseerimist, kasutades haiguse edasikandmiseks haigete verd. Tulemused ei olnud siiski veenvad

WIKIPEDIA



Samoal 2019. aastal puhkenud leetripideemia tõttu suri 83 last. Seejärel muutus riigi tasemel ja ka elanike hulgas suuresti arusaam vaktsineerimisest

olnud endeemiline, elanikkond sellega mõnel määral kohanenud ning suremusnäitajad suhteliselt tagasihoidlikud. Kaugetel maadel ja eriti eksotilistel saartel, kus leetrid ei tuntud, kaasnes eurooplaste ekspansiooniga aga tervete rahvaste häving. 1529. aastal suri Kuubal leetrite pärast kaks kolmandikku nendest põliselanikest, kes olid ellu jäänud saart varem tabanud rõugepuhangus. Kahe aasta pärast hävitasid leetrid poole Hondurase põliselanikest. Leetritel oli oma osa ka Mehhiko ja Peruu tsivilisatsiooni hukus. 1850. aastatel suri leetrite tõttu viiendik havailastest, 1875. aastal 40 000 fidžilast, s.o kolmandik saarestiku põlisrahvast. Samasugune saatus tabas 19. sajandil Andamani saarte pärismaalasi.

1980. aastal suri maailmas leetritesse kaks ja pool miljonit inimest, 2014. aastal tänu ülemaailmsele vaktsineerimisprogrammile kõigest 73 000. Hiljem on see arv jälle kasvama hakanud (2022. aastal suri 136 000), sest vaktsineeritus väheneb. Muu hulgas saab selles süüdistada COVID-19 pandeemiat, mille tõttu ei saanud õigel ajal vaktsineerida ning mis andis hoogu vaktsiinivastastele.

Leetrid Eestis

Sõna „leetrid“ on kirikuraamatutest teada alates 1795. aastast. Tõvel oli veel nimesid. Põhja-Eestis kardeti „leeteid“, Lõuna-Eestis „läätseid“, Saaremaal „leetrubisid“ või „mastleid“.

Meie kodumaal on selle tõve tõttu

saanud hukka palju inimesi, eeskätt lapsi. 19. sajandi esimesel poolel suri leetritesse üle 16 000 eestlase, see on keskmiselt üle 300 inimese aastas. Suuremad puhangud kujunesid iga nelja aasta tagant, valdavalt jaanuarist maini. Mõnel aastal oli tõbi ohtlikum, näiteks 1829. aastal põhjustas see kümnendiku aastastest surmade üldarvust.

Võrreldes mitme teise nakkushaigusega, oli suremus leetritesse siiski suhteliselt väike. 19. sajandi lõpul, kui ohurühma kuulusid kuni kolmeaastased lapsed, suri leetritesse haigestunudest kolm-neli protsenti (rõugetel ja difteerial oli see näitaja samal ajal viiendik, sarlakitel kümnendik). Samasugused suremusnäitajad iseloomustasid leetrid ka iseseisvas Eestis, kus sõdadevahelisel ajal haigestus kokku ligi 60 000 inimest (suur puhang oli 1939. aastal 7671 haigestunuga). Siis olid enim ohus 5–14-aastased.

Sõja järel, kuni 1967. aastani, kui Eestis hakati laialdaselt vaktsineerima, levisid leetrid palju ulatuslikumalt kui sõja eel. Suremus siiski vähenes, ilmselt seepärast, et riskirühmi, linnades elavaid koolieelikuid, immuniseeriti passiivselt: süstiti leetrid põdenutelt pärit vereseerumit, s.o antikehasid.

Pärast vaktsineerimise alustamist tõbi taandus, kuid mitte järsku, nii mõnelgi aastal haigestus endiselt tuhandeid lapsi. Tagantjärele on ette heidetud Nõukogude vaktsiini kõikevatu kvaliteeti, pealegi ei olnud ette nähtud korduvvaktsineerimist. Alles siis, kui 1990.

aastatel võeti kasutusele lääne vaktsiinid ja seadustati revaktsineerimine, hakkas tõbi kiiresti taanduma. 1994. aastal võeti kasutusele leetrite-mumpsipunetiste liitvaktsiin. 2000. aastal, kui 1–14-aastastest lastest oli vaktsineeritud 97%, põdes Eestis leetrid ainult üheksa inimest. Edaspidi on olnud aastaid, kus seda tõbe pole registreeritud, kuid mõnel aastal on olnud kuni 30 juhtu. 2023. aastal põdes neli inimest, kes olid nakkuse saanud reisil.

Vaktsiinist ja selle eitajatest

Leetrivaktsiin töötati välja USA-s, kus 1954. aastal eraldati kõigepealt viirus ning 1963. aastal valmis vaktsiin. Kui võrd leetritele alguse andnud veiste katk on teine tõbi rõugete kõrval, mille inimkond on suutnud hävitada, on lootust võita ka leetrid. Või vähemalt oli lootust. Et tekiks karjaimmuunsus leetrite vastu, peaks vaktsineeritus kõikjal maailmas olema 95%. Paraku on see näitaja vaesemates riikides palju väiksem, ka Eestis on vaktsineeritud lapsi alla 93% (vaja on kahte doosi, 1- ja 13-aastaselt).

Leetrid on pärinud vaktsiinivastaste tähelepanu. Üks põhjus on ilmselt leetrite suhteliselt väiksem ohtlikkus võrreldes paljude teiste tõbedega. Väidetakse, et lapsepõlves on selle tõve põdemine ohutu. Kõik on siiski suhteline, ka arenenud maailmas vajab hulk lapsi leetrite tüsistuste tõttu haiglaravi, tuhandest põdejast sureb kuni kolm. Samas on selge, et argumentidega on vaktsiinivastastus raske kummutada. Aitab ainult läbielatu, nt viie aasta eest Samoal kogetu.

Selles 200 000 elanikuga saareriigis tehti 2018. aastal vaktsiini segades viga – kasutati aegunud lahustit – ning suri kaks last. Valitsus peatas vaktsineerimisprogrammi, ka inimesed muutusid skeptiliseks. Alla viieaastaste laste vaktsineeritus, mis oli vaeses riigis olnud varemgi väike, kahanes nüüd 31 protsendini. 2019. aastal, kui saarele toodi leetrid, haigestus 5700 inimest ja suri 83 last. Kuigi vaktsiinivastased ajasid ikka oma joru, võttis riik tarvitusele karmid abinõud (sh komandanditund ja sundvaktsineerimine), mida toetas ka üldsus. Nüüd, mil nõutakse, et vaktsineerimise peatanud valitsusliikmed antaks kohtu alla, on saarel vaktsineeritud 97% lastest. •

Ken Kalling (1963) on teadusloolane.

Ajalooga rahvad ja ajaloota rahvad

MATI LAUR

18. sajandi lõpuks olid loodud tingimused, mis võimaldasid ajalookirjutusel kujuneda iseseisvaks teadusdistsipliiniks. See sai teoks 19. sajandi algupoolel.

Vastukaaluks valgustusliikumisele, mis taotles kogu inimkonna arengu ratsionaalset mõtestamist, tõi 19. sajand esiplaanile rahvusluse ja romantismi. Ajalookirjutuse keskmesse tõuseb nüüd riik kui rahvusluse kehastaja ja kaitsja. Arusaam, et ajalugu kulgeb eri rahvastel eri radu, tõi kaasa rahvuste hierarhia konstrueerimise. Riigini jõudnud ajalooga rahvaid hakati siitpeale eristama riikluseta ning seetõttu ka ilma ajaloota jäänud rahvastest.

Rahvuslikke juuri hakati otsima kaugemast minevikust. Rootslased ja hispaanlased avastasid oma esivanemadena goodid, hollandlased bataavid, ungarlased ei häbenenud nimetada oma eelkäijateks hunne. Üldiseks kombeks sai käsitleda rahvuse esiajalugu kuldajastuna, mille langusele järgnes „tume aeg“ ning sellele omakorda uus rahvuse tõus. Selline käsitlusviis on tuttav ka eesti vanemas ajalookirjutuses. Kuigi ajalisel märksa hiljem, järgis Carl Robert Jakobsoni isamaakõnedes esitletud valguse-, pimeduse- ja koiduaeg samasugust arengulugu.

Riigi kõrval rõhutati religiooni tähtsust. Rootslased esitlesid end luterluse vahitornina, serblased aga vankumatute õigeusu kaitsjatena. Slovakiid vastandasid end „põliste kristlastena“ alles 10. sajandil Euroopasse sisse rännanud „uskmatutele“ madjaritele, kujutades oma ajalookirjutuses Ungari ülemvõimu kui „tuhandaastast orjapõlve“.

Ajaloo kui akadeemilise teadusharu areng tegi alles oma esimesi samme. Valdav osa 19. sajandi esimese poole

ajaloolastest olid kirjanikud, literaadid või poliitikud. Saksa kultuuriruum oli esimene Euroopas, kus ajalugu sai omaette ülikoolidistsipliiniks. 19. sajandi alguses loodi ajaloo õppetoolid paljudes saksa ülikoolides, sealhulgas tegevuse taastanud saksakeelses Tartu ülikoolis.

Leopold von Ranke ja moodsa ajalookirjutuse algus

1825. aasta kevadel kutsuti Berliini ülikooli ajaloo professoriks noor gümnaasiumiõpetaja Oderi-äärsest Frankfurdist Leopold von Ranke (1795–1886).



WIKIPEDIA

Berliini ülikooli professorit Leopold von Ranket peetakse moodsa ajalooteaduse rajajaks. Tema ajaloo uurimise põhimõtetest said juhtnöörid mitme järgneva põlvkonna ajaloolastele. Julius Schraderi maalitud Ranke portree (1868) Berliini rahvusgaleriis valminud maalil

1810. aastal avatud Berliini ülikool oli toonase Saksamaa uusimaid ja moodsaimaid. Ülikool asutati Preisimaa haridusreformaatori Wilhelm von Humboldti (1767–1835) eestvõttel; tema nime järgi tuntaksegi praegusaja ülikooli. Noor ajaloo professor oli õppinud usuteadust ja klassikalist filoloogiat. Huvi uuema ajaloo vastu kujunes Rankel alles pärast ülikooli ning tema sõnul ärgitasid seda Walter Scotti romaanid, mis tundusid talle fakte moonutavad ja puuduliku ajalootaustaga: „Lugesin Walter Scotti teoseid suure huviga; kuid samas ei olnud ma kõige kirjutatuga nõus. [...] Veendusin, et Scotti kujutatud Charles Paljaspea ega Louis XI pole kunagi elanud. Võrdlemine veenas mind, et ajaloolised allikad olid ilusamad ja igal juhul ka huvitavamad kui romantiline ilukirjandus. Otsustasin romaanidele selja pöörata ja hoiduda oma töödes igasugustest väljamõeldistest ja ilustustest, keskendudes faktidele.“

Ranke kutsumist professori kohale mõjutas ennekõike tema 1824. aastal ilmunud raamat „Geschichten der romanischen und germanischen Völker von 1494 bis 1535“ („Romaani ja germaani rahvaste ajalood 1494–1535“), mille esimene köide käsitles Itaalia sõdade ajajärku kuni 1514. aastani. Raamatu kaasandes „Zur Kritik neuerer Geschichtschreiber“ („Uue ajalookirjutuse kriitika“) selgitas Ranke oma ajaloo uurimise põhimõtteid, millest said juhtnöörid mitme järgneva põlvkonna ajaloolastele.

Ranke tuntuim postulaat – käsitleda ajalugu „nii, kuidas see tegelikult oli“ (*wie es eigentlich gewesen war*) – sätestas ajaloolasele erapooletuse nõude. Sealjuures on Ranke märkinud kaht ahvatlust, mida ajaloolane peaks igal juhul vältima: ta ei tohi hakata mineviku üle kohtumõistjaks, sest selleks pole talle antud voli. Samuti pole tema võimuses möödaniku alusel tulevikku ette kuulutada. Mida ajaloolane saab teha ja mille poole peab püüdlema, on mineviku faktitruu ja isiklikest eelistustest vaba käsitlemine. „Laske enda asemel ajalool kõnelda,“ oli Ranke soovitus ametivendadele.

Ranke tuntuim postulaat – käsitleda ajalugu „nii, kuidas see tegelikult oli“ – sätestas ajaloolasele erapooletuse nõude.

19. sajand tõi esiplaanile rahvusluse ja romantismi. Ajalookirjutuse keskmesse tõuseb nüüd riik kui rahvusluse kehastaja ja kaitsja.

**Üldiseks kombeks sai käsitleda
rahvuse esiajalugu kuld-
ajastuna, mille langusele
järgnes „tume aeg“ ning sellele
omakorda uus rahvuse tõus.
Selline käsitusviis on tuttav
ka eesti vanemas ajaloo-
kirjutuses.**

Ranke pidas oluliseks, et ajalugu käsitletak uuritavale ajastule omaste mõõdupuudega. Temagi ei nõustunud valgustuskirjanduses moeks saanud keskaja halvustamisega. Ei ole rohkem ega vähem väärtuslikke ajalooperioode, väitis Ranke, igal ajastul on oma koht Jumala kõrval (*Jede Epoche ist unmittelbar zu Gott*).

Ranke tõi ajaloouurimisse meetodid, mida filoloogid kasutasid antiik- ja keskaja tekste käsitledes, eristamaks algupärandit hiljem juurdelisatust. Ranke laiendas need võtted ajalooallikatele. Tema seisukohad – allikapõhine ajaloouurimine, algallikate eelistamine sekundaarkirjandusele, allikate tarvituse kogumina, mis võimaldab neid võrrelda – on saanud tänapäeva ajalookirjutuses enesestmõistetavaks. Ranke ajal aga nõudsid need vaated veel kannatlikku selgitamist. Ranke rõhutas ka seminari tähtsust ajaloostuudiumis, pidades vaba akadeemilist väitlust ja arutelu ajaloolasele sama oluliseks kui laborit keemikule. Juba 18. sajandi keskpaigas oli Göttingeni ülikoolis allikakriitikaline keskenduvate ajalooseminaridega alustanud Johann Christoph Gatterer (1727–1799). Sajand hiljem pälvis Göttingenis suurt tähelepanu Ranke õpilane Georg Waitz (1813–1886), kelle keskaja seminarides käisid teiste hulgas hiljem baltisaksa ajalookirjutuses nime teinud Richard Hausmann (1842–1918) ja Leonid Arbusow vanem (1848–1912).

Alustanud Itaalia sõdade uurimisega, keskendus Ranke ka oma järgnevates töödes eelkõige keskaja lõpu ja varauusaja alguse aastakümnetele. Ranke sõnul huvitas teda keskaegse keisri- ja paavstivõimu hääbumine, mis andis teed uutele tulijatele, eelkõige kujunevatele rahvusriikidele. Ranke kogutud teosed hõlmavad 54 köidet. Veel 83-aastasena hakkas ta kirjutama maailma ajalugu, saades valmis üheksa köidet, enne kui 91-aastasena suri.

Noorele Rankele pakkuti 1827. aastal



Teadusliku ajalookirjutuse väljakujunemisel oli kaalukas osa Göttingeni ülikoolil, kus juba 18. sajandil lisati stuudiumi allikakriitikaline keskenduvate ajalooseminarid. Pildil on Friedrich Besemann kujutanud 1837. aastal valminud ülikooli aulahoonet

professori kohta ka Tartu ülikoolis. Ranke kaalus pakkumist tõsiselt, pidades aru oma sõprade ja kolleegidega. Selgitanud välja, et Tartus on liiga väike raamatukogu, loobus ta Liivimaale tulekust. Olgu siiski märgitud, et juba pool sajandit hiljem oli ülikooli raamatukogu niipalju kosunud, et Karl Ernst von Baer, soovides vanaduspõlve veeta „väikeses linnas, kus on aga suur raamatukogu“, langetas valiku just kunagi-se õpingupaiga Tartu kasuks.

„Saksa viidete ajastu“

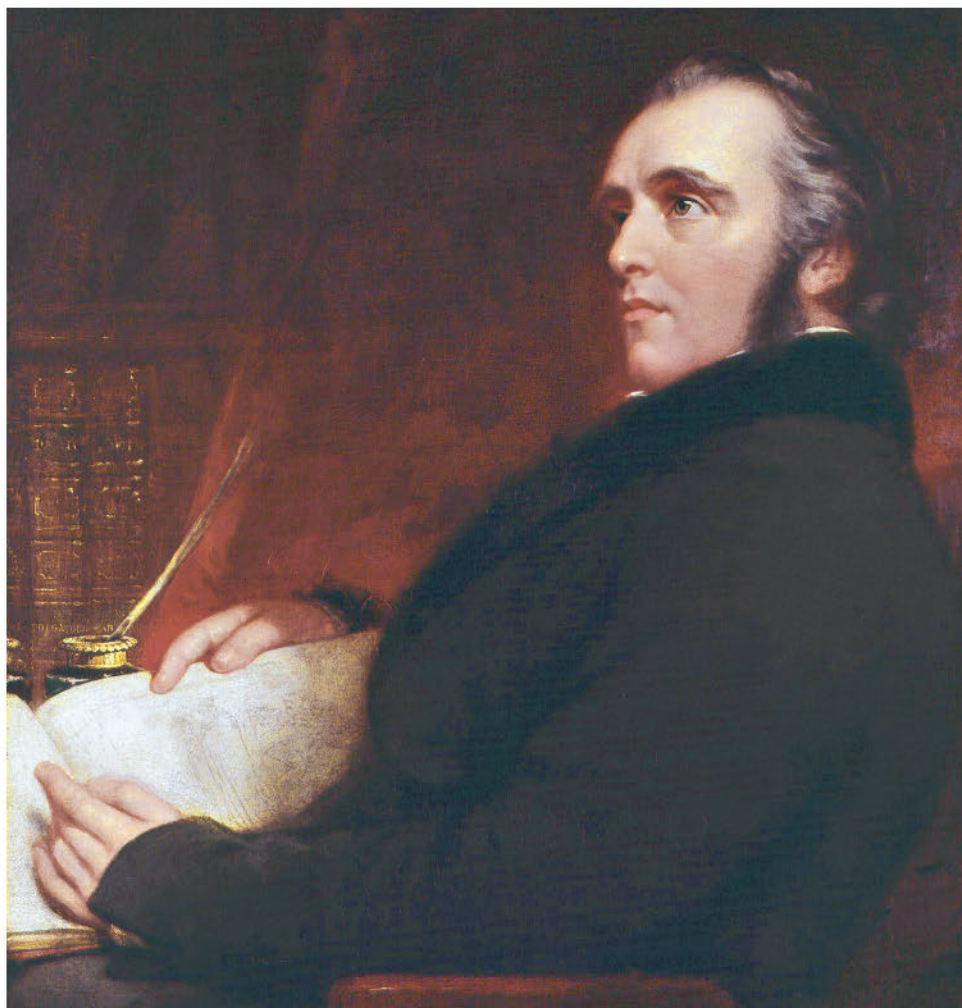
Saksamaast kujunes 19. sajandi keskpaigaks ajaloo kui uue teadusdistsipliini kodumaa, kuhu suunduti õppima ka

**Ranke seisukohad – allika-
põhine ajaloouurimine,
algallikate eelistamine sekun-
daarkirjandusele, allikate
tarvitus kogumina, mis või-
maldab neid võrrelda – on
saanud tänapäeva ajaloo-
kirjutuses enesestmõistetava-
ks. Ranke ajal aga nõudsid
need vaated veel
kannatlikku selgitamist.
Ranke rõhutas ka seminari
tähtsust ajaloostuudiumis,
pidades vaba akadeemilist
väitlust ja arutelu ajaloolasele
sama oluliseks kui laborit
keemikule.**



Jules Michelet, Ranke nimekaim kaasaegne Prantsusmaal, tugines oma raamatutes rohkele allikmaterjalile ning aitas teha arhiivides leiduva kättesaadavaks ka teistele ajaloolastele. François Flameng on juuresoleval maalil kujutanud Michelet'i pidamas ettekannet kolleegide keskel Pariisi Collège de France'is

teistest Euroopa maadest. Põhjusega nimetati seda ajajärku „saksa viidete ajastuks“ (*Das Zeitalter der deutschen Fußnote*). Ranke nimekaim kaasaegne Prantsusmaal – Jules Michelet (1798–1874) õppis ära saksa keele ning pidas kirjavahetust saksa ajaloolastega. Michelet' põhitööd „Histoire de France“ („Prantsusmaa ajalugu“ I–XVII, 1833–1867) ja „Histoire de la Révolution française“ („Prantsuse revolutsiooni ajalugu“ I–VII, 1845–1853) olid



WIKIPEDIA

Lord Thomas Babington Macaulay lubas Inglismaa ajaloost kirjutada midagi sellist, mis tõrjub mõnekski päevaks noorte neidude lugemislaualt kõrvale mõne moodsa romaani. John Partridge'i maal. National Portrait Gallery, London

kirjutatud küll laiemale publikule, kuid samas väga tugeva teadusliku põhjaga. Rahvusarhiivi ajaloo-osakonna juhina aitas Michelet arhiivimaterjali kättesaadavamaks muuta. Selleks ei piisanud ainult lugemissaalide avamisest, vaja oli ka allikad süstematiseerida ja nimistud koostada. Michelet elas üle Pariisi kommuuni, kuid suhtus liberaalina kommunaaridesse äärmise põlgusega, muu hulgas seetõttu, et nood rüüstasid Pariisi raekoda ja sealset linnaarhiivi.

Põnevam kui moodsa romaani

Inglismaal kujunes tõeliseks bestselleriks lord Thomas Babington Macaulay (1800–1855) viieköiteline „The History

Alates Rankest nõudis ajalookirjutus ennekõike hoolikat tööd allikatega, jättes elegantse retoorika ja filosoofilise vaimuteravuse pigem tagaplaanile.

of England from the Accession of James the Second“ („Inglismaa ajalugu alates James II troonile astumisest“, 1848–1861). Macaulay oli lubanud, et kirjutab midagi sellist, mis tõrjub mõnekski päevaks noorte neidude lugemislaualt kõrvale mõne moodsa romaani, ning sai sellega hakkama. Macaulay käsitlust peetakse inglise sotsiaallajaloo alguseks. Tema seisukohad panid aluse hilisemale *whig-history* suunale inglise rahvuslikus ajalookirjutuses, mis nägi kodumaa ajaloolist arengut järjekindlas liikumises liberaalse demokraatia ja isikuvabaduste poole. See aitas – Macaulay järgi – tõusta Inglismaal Euroopa juhtivaks riigiks ning saavutada hästi korraldatud ühiskond giljotiini abita. Samamoodi kui Ranke ja Michelet ühendas Macaulay tõsiteadusliku uurimistöö kirjanusliku säraga, mis tagas talle hauptplatzi Westminster Abbey kirjanike ja luuletajate seltskonnas.

Leopold von Ranke ja ta kaasaegsetel läks korda esitleda ajalookirjutust

Pärast Ranket ei kaheldud ajaloo teadusliku uurimise võimalikkuses. Vaieldi pigem selle üle, kas ajalooteadus peab toetuma loodusteadustega sarnasele metodoloogiale või käima oma rada.

kui teadust, mis pühendub mineviku empiirilisele uurimisele „nii, kuidas see tegelikult oli“. Alates Rankest nõudis ajalookirjutus ennekõike hoolikat tööd allikatega, jättes elegantse retoorika ja filosoofilise vaimuteravuse pigem tagaplaanile. Pärast Ranket ei kaheldud ajaloo teadusliku uurimise võimalikkuses. Vaieldi pigem selle üle, kas ajalooteadus peab toetuma loodusteadustega sarnasele metodoloogiale või käima oma rada. •

Mati Laur (1955) on Tartu ülikooli uusaja ajaloo professor.

SISEVETE FESTIVAL kutsub 500-kilomeetrisele paadiretkele ja tasuta sadamakontsertidele

29. juunist kuni 10. juulini toimub Sisevete festival, mis on osa Tartu 2024 kultuuripealinna põhiprogrammist. Festivali käigus seilab paadikolonn ligi 500 kilomeetrit kolmel veekogul: Peipsi järvel, Emajöel ja Võrtsjärvel. Festivalile on oodatud ka kultuurigurmaanid, kes eelistavad liikuda maismaad pidi, sest 18 teele jäävas sadamas korraldatakse üle 20 tasuta kontserdi.



FOTO: TEEV PIHLAK

Festivali keskmises oleva siseveeretkega Peipsist Võrtsjärveni oodatakse liituma kõik huvilisi, kellel on sobiv sõiduvahend olemas. Osalejad saavad marsruudi ise koostada: võib läbida kogu distantsi, liituda endale sobivast sadamast hiljem või lõpetada sõidu varem.

Paadikolonn peatub festivali käigus 18 sadamas, kus retkelisi ja külalisi ootab rikkalik kultuuriprogramm. Peaesinejad on näiteks Dagö, Mari Jürjens, Kadri Voorand koos Mihkel Mälgandiga, Stefan, Liis Lemsalu, Ott Lepland, Norra folkbänd Gangar, Alike, Shanon, Väliharf ja Singer-Vinger. Kõik kontserdid on tasuta!

Festivalil esinevad ka kohalikud talendid, näiteks Tarvastu memmede tantsurühm, lisaku segarahvatantsurühm Sigin-Sagin, pereansambel Kõlavad Karmoškad, Setomaa Nedsaja Küla Bänd, Kodavere Duo või Mehikoorma Häämiil.

Peipsi, Emajõe ja Võrtsjärve ääres etendab olulist osa toidukultuur. Igas festivali sadamas saab maitsta kohalike meistrite käe all valmivaid kalahõrgutisi. Nii mõneski sadamas tegutsevad festivali ajal ajutised kohvikud.

Muusika- ja toiduelamuste kõrval pakub festival harivaid ja meelelahustuslikke töötubasid. Näiteks Mehikoorma sadamas saab õppida loovkudumist ja pannileiva küpsetamist, Luunjas osaleda giidituuril, Valma, Pikasilla ja Limnoloogia sadamas teha tutvust kalandusega ja küpsetada tasemel kalaroogi, Suislepa sadamas harjutada kätt akvarellitehnikaga ning Ulilas osaleda Vladislav Koržetsi juturingis „Miks me kalale kipume?“.

Kui soovite unustamatut suvist puhkust, tabate Sisevete festivalil naelapead! Olemas on A-kategooria muusikud, kohalikust kalast tehtud hõrgutised, harivad töötoad ja suvine idüll kodumaa väikesadamates. Seega, näeme Sisevete festivalil!

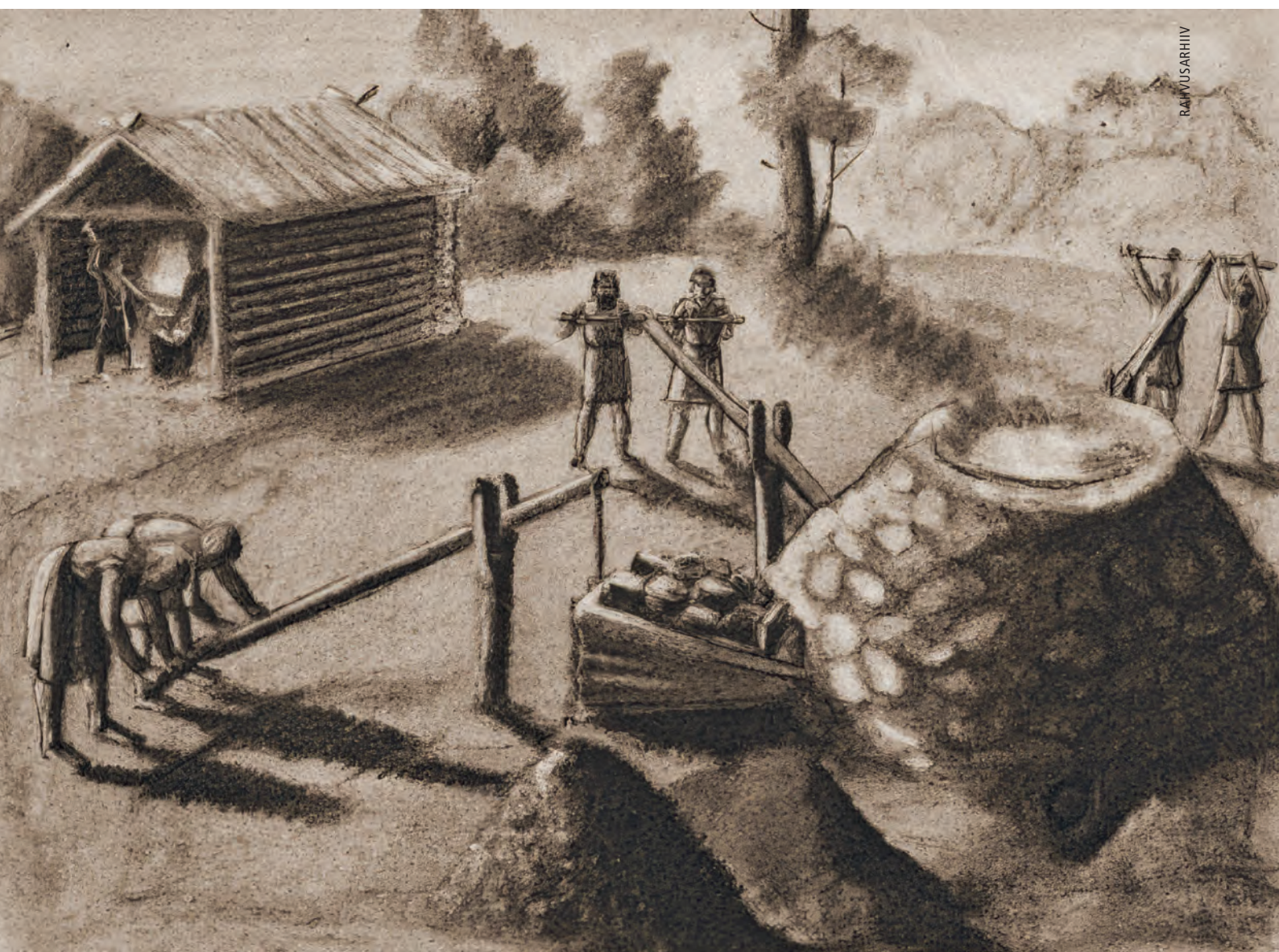
● **Vaata lähemalt:** www.sisevetefestival.ee ja www.facebook.com/sisevetefestival



45 aastat rauasulatuskatseid Eestis: mis, miks ja kuidas?

KRISTO OKS

Raud – praegusajal nii tavaline metall, mida odava hinna eest vanametalli kokkuostu viiakse – on meie esivanematele olnud vast isegi tähtsam kui kuld või hõbe. Raud on ainus metall, mida siinsetel aladel sai kohalikust toormest toota, lausa nii suures mahus, et sellest kujunes hilismuinas- ja varakeskajal oluline ekspordi-artikkel. Arvatavasti toodeti Eestis 12.–14. sajandil 2000–4000 tonni rauda, millest pool tarbiti ise ja pool müüdi välismaale. Seega oli raua tootmine üks kõige tulusamaid käsitöölasi, mis on uurijate õnneks jätnud ka sügava arheoloogilise jälje.



Raua sulatamine rauaajal. Kunstniku interpretatsioon

Rauatootmispaiku on Eestis uuritud juba üle poole sajandi, kuid nagu teaduses sageli juhtub, on küsimusi siiski rohkem kui vastuseid. Kuidas ikkagi omal ajal rauda sulatati? Sellele vastab tõenäoliselt ka kogenud uurija paljutähendusliku muigega: ega me täpselt ei teagi. Arheoloogiline leiuväine ja selle tõlgendamine üksi ei suuda vastata kõigile küsimustele mineviku inimeste tegevuse ja tööde kohta. Siiski, me võime jõuda vastustele lähemale, tehes tööprotsesse ise läbi. Nii on ka rauasulatuse puhul aidanud varasemaid lünki teadmistes täita eksperimentaal-arheoloogia.

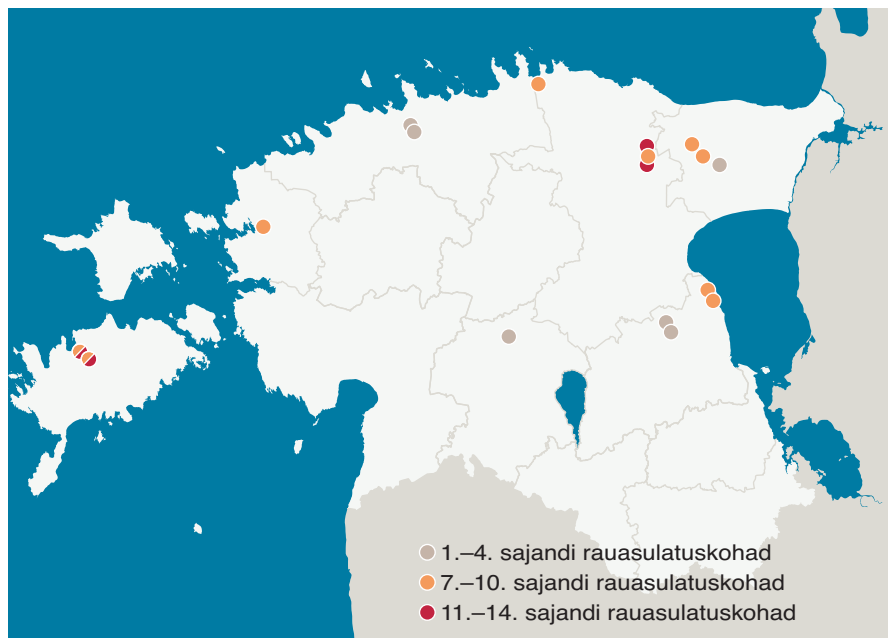
2023. aastal möödus 45 aastat Eesti esimesest rauasulatuskatsest, mille tulemused on publitseeritud ajakirjas Horisont (vt „Nagu kaks tuhat aastat tagasi“, Horisont 1978, nr 10). Kaksikümend aastat tagasi ilmus Jüri Peetsi monograafia „The Power of Iron“, millest on kujunenud tüvitekst uutele uurimustele, mis käsitlevad mineviku Eesti rauatööd. Selle artikli eesmärk on meenutada endisaegsete uurijate jõupingutusi ning heita valgust Eesti kohaliku rauasulatuse uurimise minevikule ja olevikule.

Rauasulatuse ajalugu Eestis

Teave Eesti rauasulatuspaikade kohta on nii ajas kui ka ruumis levinud hajusalt. Puudub ühtne ülevaade nende muististe liigikindlusest, uuritusest, dateeringutest ja levikust. Ajapikku on leitud uusi tootmispaiku, mida ei ole seni publikatsioonides käsitletud, rääkimata nende arheoloogilisest uurimisest.

Praeguste teadmiste järgi algas kohalik rauatootmine Eestis ajaarvamise vahetuse paiku ehk umbes kaks tuhat aastat tagasi ning kestis vahelduva eduga 18. sajandini. Seda kronoloogiat iseloomustavad pingelise ja vähem pingelise tegevusega ajajärgud, mida seni on olnud võimalik teha kindlaks, võrreldes rauasulatuspaikade dateeringute hulka. Graafikult on näha, et esimene rauatootmislaaine kestis 1. sajandist eKr 4. sajandini pKr. Toonaseid rauasulatuskohti leidub üsna laial alal: Harjumaal (Rae ja Jüri), Tartumaal (Puiato ja

Rauatootmine Eestis algas umbes kaks tuhat aastat tagasi ning kestis vahelduva eduga 18. sajandini välja.



Kaardil on eri värvidega märgitud eri ajastute rauasulatuskohad. Rauasulatuskohtade täpne kaardistamine ajas ja ruumis võib aidata näha, kuidas on rauasulatus tehnoloogia Eestis levinud. Täpsem kaardistustöö seisab siiski veel ees. (Autor: Kristo Oks)



Graafiku x-teljel on kalendriaastad alates 50 eKr kuni 1600 pKr ja y-teljel on rauasulatuskohtade dateeringute hulk. Graafik näitab suurusjärku, mitu rauasulatuskohta ühel ajahetkel kasutusel võis olla. (Autor: Kristo Oks & Ragnar Saage)

Tindimurru), Ida-Virumaal (Mäetaguse Metsküla) ja Viljandimaal (Olustvere).

5. sajandist kuni 7. sajandi esimese pooleni meil dateeringud puuduvad. Tegemist on ajaloos üldse keerulise ajajärguga, millesse jääb suur rahvastevaheline rändamine, 536. aasta kliimakatastroof ja 541. aastal Vahemere maades puhkenud Justinianuse katk. Sel ajajärgul kahanes järsult ka teiste muististe ja leidude hulk.

Rauatootmise kõrgeaeg Eestis jääb 11.–14. sajandisse ja välja kujuneb vähemalt kaks suurt tootmiskeskust: Tuuri kompleks Saaremaal ja laiemalt Virumaa.

7. sajandi teisel poolel kohalik rauatootmine taastus (esimene dateering Saunakünkalt Lääne-Virumaal) ja 8. sajandil algas see ka Saaremaal. Rauatoot-

Lühiülevaade eksperimentidest

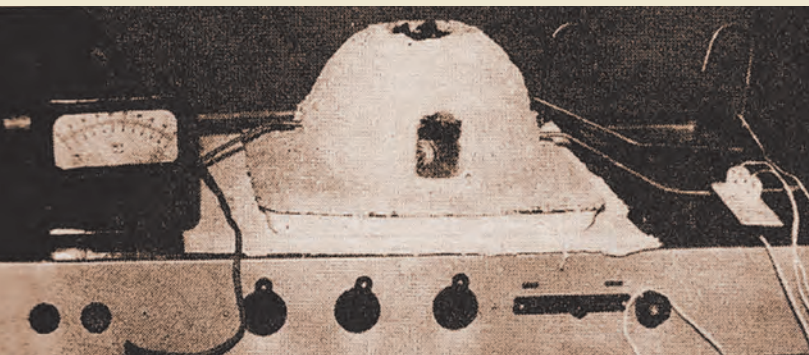


FOTO: L. KOGERMANN (LAURINGSON, A. 1995. EESTI RAUA RADADEL, LK 19)

Esimene faas: 1970. aastate lõpp

Eesti esimese rauasulatuskatse tegi 1978. aastal ehitusinsener Arvi Lauringson, keda innustas sügav huvi Eesti esiajaloo vastu. Tollal ei olnud Eestist leitud veel ühtegi arheoloogilist rauasulatushju, mistõttu tugineti muistset tööprotsessi taastades suuresti kirjandusele. Lauringson soovis oma katsetega tõestada, et Eesti kohalikust maagist on võimalik rauda toota.

Esimene eksperiment tehti laborioludes miniatuurse ahjuga, kus suudeti algul akvaariumipumba, hiljem mesiniku käsilöötsa abil saavutada üksnes temperatuur 378 Celsiuse kraadi, s.o alla ühe kolmandiku vajalikust kuumusest. Esimene katse ebaõnnestus ka mitmel muul põhjusel. Samal aastal tehti proovi ka välitingimustes elusuures ahjuga, mille eeskuju oli võetud ingerlastelt. Sedapuhku oli kuumus piisav, aga rauda ei saadud, kuna ahju ei tahetud lõhkuda. Hiljem siiski leiti ahjust eemaldatud räbu ja tuha seest algelisi rautükikesi. Niimoodi oli Lauringson tõestanud, et Eesti maagist saab teha rauda. •

Loe lisaks:

Lauringson, Arvi 1995. Eesti raua radadel. Rauaraamat. Tallinn.
Lauringson, Arvi 1978. Nagu kaks tuhat aastat tagasi. – Horisont, nr 10.



FOTO: JÜRI PEETS (LAURINGSON, A. 1995. EESTI RAUA RADADEL, LK 88)

Teine faas: 1980.–1990. aastad

1980. aastatel hakkas muinasmetallurgiat uurima keemiku haridusega arheoloog Jüri Peets. Ta on uurinud mitut Eesti rauasulatuskatset, seal kaevanud ja leide dokumenteerinud. 1986. aastal leidis ta Saaremaalt Tuuri Rauasaatmemägedest arheoloogilise rauasulatusahju põhja, mis võimaldas rekonstrueerida omaaegse ahju horisontaaltasandil.

Sellise Tuuri tüüpi ahjuga tegi Peets sealsamas rauasulatuspaias alates 1988. aastast ka ise katseid, mille eesmärk oli toota võimalikult palju rauda. Paraku õnnestus parimal katsel toota üksnes 680 g metalli, mis osutus valgemalmiks, mõni teine kord aga 200 g rauda. Hoolimata väikesest toodangust oli astunud sammuke edasi: Peets tõestas, et kohalikku tüüpi ahjuga on võimalik rauda sulatada. •

Loe lisaks:

Peets, Jüri 2003. The Power of Iron. – Muinasaja Teadus 12. Tallinn.

Kolmas faas: 2015 kuni nüüdseini

Pärast ligi 20-aastast pausi katsete aegreas võttis raua sulatamise käile arheoloog Ragnar Saage. 2015. aastast alates on igal aastal (v.a 2020) tehtud paar eksperimenti, enamasti Rõuge muinastalus, kuid viimastel aastatel üha enam ka mujal. Ragnar Saage eksperimente iseloomustab teaduslik huvi protsessi enda vastu. Nii on katsetatud mitut laadi löötsade, maakide ja savidega ning tehtud täiendusi ahju ehituses. Tähtis on olnud maakide ja toodetud raua laboratoorne analüüsimine. Katsetele lisavad omapära ahjudele voolitud näod ning sageli on neile pandud isegi nimed.

Viimase viie aastaga on toodetava raua maht kõvasti suurenenud. 2018. aastal saadi ühe sulatuse tulemusel 1,5 kg rauda ja 2021. aastal 3,2 kg, kuid 2023. aastal õnnestus toota juba 5,2 kg rauda. •

Loe lisaks:

Saage, Ragnar 2018. Huunide ragomisest ja ravva tsagamisest. – Tutulus. Tartu.
Oks, Kristo 2023. Edukas rauasulatuskatse Rookse külas. – Tutulus. Tartu.



FOTO: RAGNAR SAAGE (ERAKOGU)



Soomaagist raua sulatamine seppade päeval Palmses, 1988

mise kõrgaeg Eestis jäi 11.–14. sajandisse. Kujunes välja vähemalt kaks suurt tootmiskeskust: Tuuu kompleks Saaremaal ja laiemalt Virumaa. Ent kohalikul tasandil valmistati rauda siinseal mujalgi.

15. sajandi dateeringute hulk kahanes järsult. Tolleks ajaks oli Eestis juba kasutusel Rootsi päritolu importraud, mida nimetatakse osmundiks. Selle heade omaduste ja ilmselt ka madalama hinna tõttu ei olnud kohalikul rauatootmisel enam tulevikuväljavaateid. Eranäina üritatud seda veel teha 16.–18. sajandil Jõgevamaal Varbeveres.

Kuidas raua sulatada?

Arheoloogilisi andmeid ja eksperimentide käigus õpitut sünteesides on kujunenud arusaam, kuidas võidi omal ajal rauda sulatada. Käsitlus areneb pidevalt: püstitatakse üha uusi hüpoteese, mis kummutavad varasemaid. Raua sulatamine on küllaltki aeganõudev ja töö-

Raua sulatamine on küllaltki aeganõudev ja töömahukas ning vajab eeltöid.

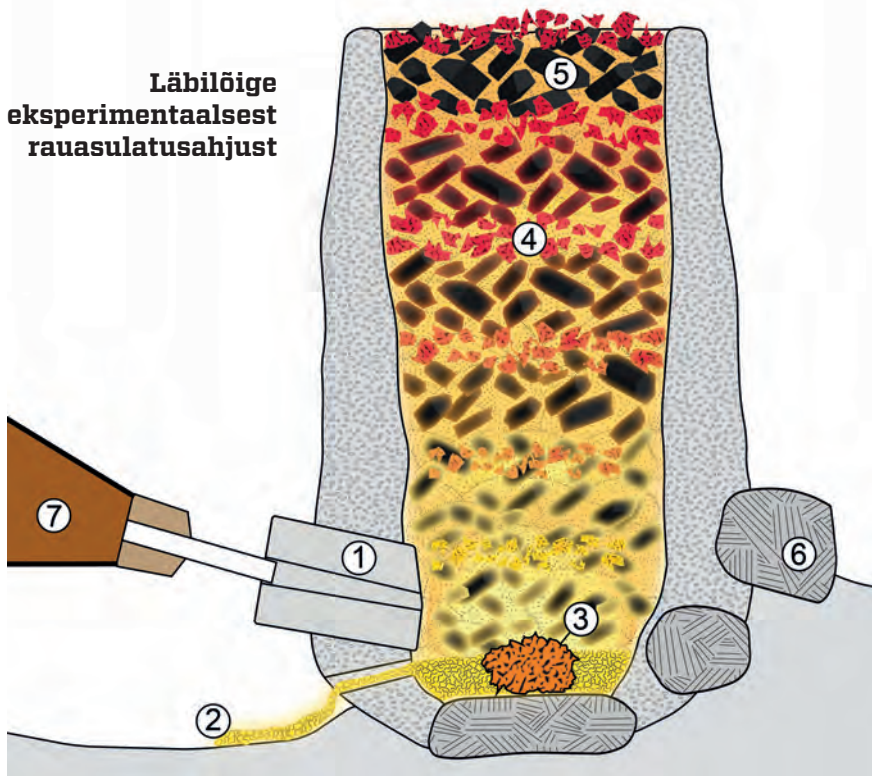
mahukas, vajab eeltöid. Järgnevalt selgitan rauasulatuse põhietappe.

Tooraine varumine. Sulatusprotsessi jaoks on tarvis varuda savi, sütt ja maaki. Praegusajal kasutatakse eksperimentides peamiselt grillsütt, kuid selliste mugavusteta minevikus tuli süüsi ise valmistada ehk miilida. Selleks pidi lehtpuupuitu põletama hapnikuvaeses keskkonnas, näiteks mättakihi all või maa alla kaevatuna. Alates 1988. aastast on Jüri Peets teinud korduvalt katseid ise sütt miilida ja mitmel korral on see tal ka õnnestunud. Savi varumiseks pidid meistrid tundma kohalikke savileiukohti, kuid kuna savist tehti ka keraamikat, ei olnud see tõenäoliselt kuigi keeruline. Arvi Lauringson kasutas 1978. aastal tehtud laborikatses ahju ehitamiseks pulbersavi, mis kaeti paari sentimeetri paksuse šamottsavikihiga. Jüri Peetsi ja Ragnar Saage eksperimentides on tavaks saanud katsetada kohalike savisid Eesti eri piirkondadest.

Loodusolusid tuli tunda ka rauamaagi varumisel. Eestis leidub rauamaaki ehk limoniiti ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) mitmel kujul: soodes kindlal sügavusel tiheda paksu kihina, aeglase vooluga veekogude põhjas püdelal roostese massina, niiskemates metsades või vooluveekogude kallastel kasvavate taimede juurte ümber torukestena ja mujalgi. Selle põhjal võib väita, et eri vormi rauamaaki võib loodusest leida kõikjalt, kus saavad kokku vees lahustunud rauaosakesed ja hapnik. Eestis on mitmest rauasulatuskohast leitud arheoloogilist rauamaaki, mille keemilisi omadusi saab analüüsida.

Ahju ehitamine ja maagi röstimine ei olene teineteisest, aja kokkuhoiu mõttes oli võimalik neid korraga teha. Limoniit sisaldab loomulikult kujul mitmesuguseid orgaanikajääke ja kristallvett, mille eemaldamiseks tuleb rauamaaki lõkketules röstida, kuni see muutub violetseks ja magnetiliseks. Röstimata maa-

Läbilõige eksperimentaalsest rauasulatusahjust



- 1 – õhutussõõrik ehk düüs;
- 2 – ahjust välja lastud voolav šlakk;
- 3 – ahju põhja moodustuv käsnaud;
- 4 – ahju lisatud maagikiht;
- 5 – ahju lisatud söekiht;
- 6 – ahju toestav kivi;
- 7 – lõõts

AUTOR: RAGNAR SAAGE

Eri vormi rauamaaki võib loodusest leida kõikjalt, kus saavad kokku vees lahustunud rauaosakesed ja hapnik.

gist ei saa rauda sulatada. See oligi üks 1978. aasta laborikatse ebaõnnestumise põhjusi.

Meie piirkonnas on teadaolevalt kasutatud mitut ahjutüüpi. Eksperimentides rakendatakse peamiselt Tuiu-tüüpi ahju, mis on osalt rekonstrueeritud Saaremaalt Tuiust leitud ahjupõhja järgi. Sellise ahju sisemine läbimõõt on keskmiselt 30 cm, kuid selle omaegne kõrgus on teadmata. Loogika järgi toimides on ahju optimaalseks kõrguseks kujunenud 80 cm või n-ö mehe käe pikkus, et ahju püstitaja ulatuks seda ka seestpoolt vooderdama. Seinapaksus on umbkaudu 10–20 cm. Ahju on toetatud raudkividega. Sellist tüüpi ahjul oli kaks šlaki väljalaskeava, mille vahel oli seinasse müüritud õhutussüü ehk lõõrik, mis suunas lõõtsast tuleva õhuvoolu otse koldepõhja. Düüse on leitud arheoloogilistel kaevamistel; esimest korda katsetati selle kasutamist 2021. aastal.

Rauasulatusprotsess algab ahju kuitatamisest madalal kuumusel, et savit ahjuseinast eemalduks võimalikult palju niiskust. Muidu võib ahi murenema hakata. Aegamisi lisatakse juurde sütt ja suurendatakse kuumust, kuni

Peale eksperimentide tehakse rauasulatuspaikades kindlasti uusi arheoloogilisi väljakaevamisi.

kogu süsi, mis ulatub ahjusuudmeni, on süttinud. Siis võib lisada esimese maagikoguse.

Ragnar Saage katsetes on tavaks lisada sütt ja maaki vaheldumisi ühe kilogrammi kaupa. Jüri Peetsi tulemused on jäänud napiks, kuna ta pani kogu maagi korraga ahju: põlemisel tekkiv vingugaas (CO) ei suuda paksu maagi kihti läbida ja nii jääb osa maagist taandamata. Ahju pandud maagist tekib taandamise käigus metalliline raud ja šlakk, mis koguneb ahju põhja. Šlaki aukudega ahjude korral lastakse šlakki välja mitu korda, kuid on ka ahjutüüpe, kus kogu šlakk jääb ahju sisse. Kui kogu maak on ära kasutatud, tuleb ahi enam-vähem tühjaks põletada ja siis on aeg raud välja võtta.

Raud tuleb ahjust välja võtta kiiresti, kuni see on veel läbinisti kuum, sest edaspidi saab rauda kuumutada ainult väljastpoolt: ahju juurde rajatud väliäsis. Ahjust välja võetud raud on poor-

ne, mille tõttu nimetatakse seda käsna- rauaks. Esmase sepiamise eesmärk on eemaldada rauast võimalikult palju šlakki ja ühtlustada selle struktuuri. Üldiselt anti rauale kohe kas kandiline või poolsfääriline ilme.

Kokkuvõte

Hoolimata viimaste aastate edukatest katsetest on uurijate mänguväli küllaltki lai. Põhjalikud uuringud tekitavad peaaegu niisama palju küsimusi, kui annavad vastuseid.

Peale eksperimentide tehakse rauasulatuspaikades kindlasti uusi arheoloogilisi väljakaevamisi. Igal juhul on siinkirjutajal hea meel anda ülevaade Eesti omaaegsest niisist käsitöölal: siin toodeti kohalikust toormest rauda. •

Eesti rauametallurgia uurimist toetab Postimehe Fondi Noor-Eesti teadusgrant „Eesti rauametallurgia kõrgaeg ja häbumine 12.–14. sajandil“ ning haridus- ja teadusministeeriumi grant „Raua päritolu määramise alusuuring Eestis“.

Kristo Oks (2000) on Tartu ülikooli arheoloogia magistrant. Magistritöö käigus uurib Eesti kohalikku rauatootmist, kaardistades rauasulatuspaiku ning analüüsides nende toodangut.

ThermShop

TERMOSADME

ThermTec

Avasta öise looduse saladused Thermteci kvaliteetsete termovaatlusseadmetega. Nüüd saad salvestada unustamatuid kogemusi ja viia oma loodusvaatlused uuele tasemele.

Tänu suurele tootevalikule leiab igaüks meie juurest omale sobiva termoseadme.



www.thermshop.ee

+372 5647 1844

info@thermshop.ee



AVASTA EESTI ESIAJALUGU!



Euroopa arheoloogiapäevade raames 14. – 16. juunil tutvustavad arheoloogid Eesti muistisi, muuseumid esitlevad arheoloogia-alaseid väljapanekuid, toimuvad ekskursioonid, talgud, õppekäigud. Kõik on oodatud!

Euroopa arheoloogiapäevi Eestis koordineerib Eesti Muinsuskaitse Selts, üle Euroopa Prantsusmaa arheoloogiliste päästeuringute instituut Inrap. Arheoloogiapärandit tutvustavad avalikkusele samaaegselt 46 Euroopa Nõukogu liikmesriiki.



Lähem teave:
Eesti Muinsuskaitse Selts
<https://muinsuskaitse.ee>
European Archaeology Days
<https://journées-archeologie.fr>

Vanad luud Paidest

MARTIN MALVE

Luu-uurija lood on aastate jooksul viinud meid valdavalt Tartusse ja Tallinna, kus ehitus- ja torustikutöödel satutakse enim inimluude peale. Ent arheoloogilisi päästekaevamisi tehakse ka väiksemates asulates. Seal tuleb ette ka juhtumeid, kus arheoloogiliselt väärtuslik leiumaterjal kaevatakse tööde käigus lihtsalt läbi ja uurijateni ei jõua. Nii on lood Paides, mille kesk- ja varauusaegsest luuainest on kahetsusväärset vähe teada.

Paide linna südant ehib ilus Püha Risti kirik, mis praegusajal asub tiheasustuse keskmes. Esimene pühakoda rajati keskajal, hoone hävis 1573. aastal, kui Vene väed selle Liivimaa sõjas õhkisid. Uus kirik rajati aastatel 1767–1786 ja selle ehitamisel kasutati ära vanu alusmüüre. Nagu kõiki kesk- ja varauusaegseid kirikuid ümbritses sedagi kalmistuala, samuti kasutati matmispaigana kiriku sisemust, kuhu sai endale viimse puhkepaiga kõrgklass. 17.–18. sajandi kaartidel on pühakojade ümber näha küllaltki suur hoonestamata ala, mis ilmselt tähistabki kirikut ümbritsenud surnuaeda. Kiriku juurde sängitamine lõppes 1770. aastatel Katariina II ukaasiga, mis sundis rajama matmispaigad asulatest eemale.

Kas kalmistut ümbritses müür või tara, pole seni kaevetöödel avastatud, teada ei ole ka matmisala suurus. Alates 19. sajandist on aga üha rohkem hooned rajatud kiriku lähedusse, kunagi unustuse hõlma vajunud matmispaika.

Nüüdseks jääb kirikaed valdavalt sõidutee ja peaväljaku ning osaliselt lähedal asuvate hoonete alla.

Ümbritsevate majade vundamente süvendades ja torustikke rajades on tõenäoliselt nii mõnigi kord satunud puutumata haudadele ja inimluudele. Paraku pole see teave enamasti uurijate kõrvu jõudnud. Seni suurimaid kaevetöid tehti kalmistualal 2011. aasta detsembris. Siis tehti veetorustikku rajades tööd ekskavaatoriga ja avastati kümneid laste ja täiskasvanute luustikke ning skeletiosi. Surnud olid sängitatud selili-siruli asendis mitmes kihis, umbes 1,2–1,4 meetri sügavusele tänapäevasest maapinnast; maetute juurest leiti ka kirstukatkeid. Kahjuks ei kaasanud avastusega tutvunud arheoloog välitöödele luu-uurijaid. Siiani pole täpselt teada, mida kaevetöödel avastati ja kas surnute juures leidis ka esemeid. Kuna luid ei analüüsitud, ei tea öelda, kas maetud olid mehed või naised, noored või vanad ning mis haigusi olid nad eluajal põdenud. Seni ainsana on arheoloogiliselt uuritud 2019. aastal kirikaia lääneosast, Tallinna tn 1, sadeveetorustiku paigaldamisel tänava alt leitud terviklikku matust, mis oli 1,5–3,5-aastase lapse oma.

Üksikuid lõhutud matustest pärinevaid inimluid on väiksemate arheoloogiliste uuringute käigus saadud nii kiriku ümbrusest kui ka sisemusest.

Paidest on luustikke avastatud ka väljaspool teadaolevaid kalmistuid. Neist vanim leid pärineb aastast 1817: Paide linnusest leiti 17. sajandisse dateeritud musketärikiiver koos koljuga. 1889. aastal jõudis õpetatud eesti seltsi kogudesse ühe täiskasvanu pea koos surirõivakattetega. Kuna täpne leiukoht ei olnud teada, on siiski võimalik, et ka see pärineb kirikaiaist. 2017. aastal leiti arheoloogiliste uuringute käigus täiskasvanu skeleti jalgade osa Posti tn 12, praeguse riigigümnaasiumi vundamendi august. 2019. aastal avastati Tallinna tn 16 hoone eest sõidutee alt 39- kuni 59-aastase mehe skelett; tema luustikul oli arvukalt mitmesuguseid patoloogiaid (nt liigeste kulumine). Luudel nähtavaid surmaaegseid vigastusi skelettidel polnud. Mõlema avastatud luustiku puhul pole teada nende sängitamise aeg, kuid haudade asukoht viitab äärmuslikele sündmustele, näiteks haiguspuhangule, näljahädale, või on hoopis tegu kunagiste kuritööde tummade tunnistajatega.

Jääb vaid loota, et tulevaste ehitustööde käigus on osalised hoolsamad ja vastutustundlikumad ning kaasavad ka spetsialiste. Nii jääksid ammused matused lõhkumata ning uurijail oleks võimalik puutumata haud detailselt dokumenteerida ning seejärel sobivasse puhkepaika ümber matta. Uuringu tulemused võimaldaksid aga heita selgema pilgu kesk- ja varauusaegsete Paide elanike eluviisidele ja tervisele. •



KAART EAA.1.2.C-IV-173, LEHT 1

Paide Püha Risti kirik 1692. aasta kaardil koos seda ümbritsenud kalmistualaga, joonisel on läänepool näha sissepääs surnuaeda



ANDRES TVAURI

Paide Tallinna tn 16 eest avastatud täiskasvanud mehe matus

Martin Malve (1984) on Tartu ülikooli arheoloogiaosakonna osteoarheoloog ja genoomika instituudi vana DNA uurimise spetsialist bioarheoloogia alal.

populaarteaduslikud ettekanded • teleskoobivaatlused
planetaarium • saunad • tegevused kogu perele • töötoad
kontserdid • perseiidide tähesadu • mälumäng



9.–13. august



Ristna sadama külalistemaja
Keibu küla, Lääne-Harju vald, Harjumaa

ASTRONOOMIAFESTIVAL 2024

Astronoomiafestival kannab edasi juba 1996. aastast igal aastal toimunud astronoomiahuviliste üle-Eestiliste kokkutulekute traditsiooni. Iga aasta augustis perseiidide meteorisaju tippajal kogunevad nii elukutselised astronoomid kui ka asjaarmastajad ja huvilised mõnda Eesti pimedale taevale, et veeta üheskoos meeleolukalt aega, kuulda-näha uudiseid üksteise tegemistest ning tutvuda maailma astronoomiaaastikul toimuvaga.

Festivalil on oodata astronoomiateemalisi ettekandeid, töötube nii suurematele kui väiksematele, muusikalisi etteasteid, vaatlusõhtuid ja -öid, osalejate teleskoopide ja fototehnika esitlusi, seltskondlikke tegevusi ning auhindadega viktoriini. Toimub ka Astronoomia seltsi üldkoosolek ning antakse ülevaade Eestis astronoomiat populariseerivate organisatsioonide tegevusest.

Festivalile võib tulla üks või kogu perega, kogu festivali ajaks või ainult ennast kõige rohkem huvitavatele asjadele, ilma isiklikku teleskoopi omamata või koos sellega.

Festival toimub Ristna sadamas Keibu külas Lääne-Harju vallas umbes 60 km Tallinnast läänes.

- ♦ Ristna asub Bortle'i valgusreostuse skaalal 2. tsooni piirkonnas. Koos soodsa kuuvalguse seisuga võib oodata häid olusid süvataevaobjektide vaatlemiseks ja jäädvustamiseks.
- ♦ Kuu on festivali ajal kasvav poolik ning vaadeldav pigem päeva teises pooles. Festivali esimesel õhtul on Kuu 24% valgustatud ning loojub kella kümne paiku. Järgnevatel õhtutel teeb see lõunataevas üha madamaid kaari. Viimasel õhtul loojub 61% valgustatud Kuu umbes kell 22:30.
- ♦ Planeedid: taevas on nähtavad Saturn, Jupiter ja Marss, teleskoopidega ka Uraan ja Neptuun. Parim vaatlusaeg on pärast keskööd ja vastu hommikut. Marss ja Jupiter on taivas üksteisele lähenemas, asudes festivali viimaseks ööks üksteisest vaid kraadi kaugusel.
- ♦ Pime aeg on umbes kell 23–4. Astronoomiline kesköö on kell 1:20.
- ♦ Päike on eeldatavasti väga aktiivne, tõenäoliselt saab vaadelda päikesepunkte. Vastavate päikeseteleskoopidega ka protuberantse.
- ♦ Perseiidide meteorivoolu maksimumi ennustatakse ööle vastu 13. augustit.

LISAINFO JA REGISTREERIMINE

festival.astronoomia.ee

Üritust korraldab Eesti Astronoomia Selts



Märtsi keskelt mai keskpaigani

NASA



Kunstniku kujutus Maa orbiidil töötavast Swiftist

19. märtsil startis Hiinast Hainani saarelt Wenchang kosmosekeskusest kanderakett Long March 8 ja viis Kuu orbiidile releetehiskaaslase Queqiao-2. Satelliidi ülesanne on parandada sidet Hiina kuumissioonidega.

20. märtsil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki sarja sidesatelliiti.

21. märtsil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis kosmosejaama ISS veolaeva Cargo Dragon, mille pardal oli 2,8 tonni mitmesugust varustust ja teadus-eksperimentide seadmeid. See oli SpaceX-i 30. varustuslend ISS-i.

21. märtsil startis USA Virginea osariigis asuvalt stardiplatvormilt firma Rocket Lab kanderakett Electron, et viia missiooni NROL-123 käigus orbiidile kolm USA riikliku luureameti tehiskaaslast.

22. märtsil teatas NASA, et on peatanud vaatlused gamma-teleskooptehiskaaslasega Swift, kuna üks selle kolmest güroskoobist oli läinud rikki. Vaatlusi loodetakse jätkata tarkvarauuendusega, mille tööks piisaks allesjäänud güroskoopidest.

23. märtsil startis Kasahstanist Bajkongõri kosmodroomilt Vene kanderakett Sojuz 2.1a ja viis orbiidile kosmoselaeva

Sojuz MS-25/71S. Laeva pardal olid Vene kosmonaut Oleg Novitski, Valgevene kosmonaut Marina Vassilevskaja ning NASA astronaut Tracy Dyson. 25. märtsil pökkuti kosmosejaama mooduliga Pritšal.

24. märtsil startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis missiooni Starlink 6-42 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

25. märtsil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia missiooni Starlink 6-46 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

30. märtsil startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis geostatsionaarsele orbiidile sidesatelliidi Eutelsat 36D.

31. märtsil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis missiooni Starlink 6-45 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

1. aprillil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 7-18 käigus orbiidile 22 järjekordset sidesatelliiti.

5. aprillil õnnestus pärast viit kuud kestnud sidehäireid taastada ühendus kosmosesondiga Voyager 1. Ehkki teadusandmeid ei ole võimalik sellelt ikka veel vastu võtta, on nüüd olemas ülevaade sondi seisundist. Voyager 1 startis 1977. aastal ja asub praegu tähtedevahelises ruumis Maast 24 miljardi kilomeetri kaugusel.

5. aprillil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia missiooni Starlink 6-47 käigus orbiidile



Paradafoto: (vasakult) Tracy Dyson, Oleg Novitski ja Marina Vassilevskaja

23 järjekordset sidesatelliiti.

7. aprillil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 8-1 käigus orbiidile 21 järjekordset sidesatelliiti.

7. aprillil startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis missiooni Bandwagon-1 käigus orbiidile 11 tehiskaaslast, sealhulgas Lõuna-Korea radar-tehiskaaslased Project 425 SAR.

9. aprillil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist United Launch Alliance'i kanderakett Delta 4 Heavy ja viis missiooni NROL-70 käigus orbiidile USA riikliku luureameti tehiskaaslase. See oli kanderaketi Delta 4 Heavy viimane start, edaspidi vahetab ta välja

uus kanderakett Vulcan.

10. aprillil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 6-48 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

11. aprillil startis Vostotšnõi kosmodroomilt neljandale katselennule Vene kanderakett Angara A5, mis viis madalale orbiidile kuupsatelliidi. Angara A5 peaks välja vahetama senise kanderaketi Proton-M.

11. aprillil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis USA kosmosejõudude missiooni USSF-62 raames orbiidile militaarotstarbelise meteoroloogiatehiskaaslase WSF-M.



NASA foto kosmosesondist Voyager 1

GCTC / ANDREI ŠELEPIN

NASA / JPL-CALTECH

■ **13. aprillil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia missiooni Starlink 6-49 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti. Kanderaketi esimesele astmele oli see rekordiline ehk juba kahekümnes edukas start ja maandumine.

■ **17. aprillil** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis missiooni Starlink 6-51 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

■ **18. aprillil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 6-52 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

■ **23. aprillil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis missiooni Starlink 6-53 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

■ **23. aprillil** startis Uus-Mere-maa Põhjasaares asuvast Rocket Labi stardikompleksist kanderakett Electron ja viis orbiidile kaks tehiskaaslast: Lõuna-Korea maapinnaseiresatelliidi NEONSat-1 ja NASA päikese-
purje katsesatelliidi ACS3.

■ **23. aprillil** katkesid rikki läinud güroskoobi tõttu vaatlused kosmoseteleskoobiga Hubble. 29. aprillil õnnestus üksnes korras güroskoope rakendades teleskoobi täielik tööviime taastada.

■ **25. aprillil** startis Hiina loodeosast Gobi kõrbest Jiuquani kosmosekeskusest kanderakett Long March 2F ja viis orbiidile kosmoselaeva Shenzhou 18, pardal taikonaudid Ye Guangfu, Li Cong ja Li Guangsu. Taikonaudid peaks välja vahetama kosmosejaama Tiangong meeskonna ja veetma seal kuus kuud.

■ **28. aprillil** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile kaks Euroopa satelliitnavigatsioonisüsteemi Galileo tehiskaaslast.

■ **28. aprillil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 6-54 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

■ **2. mail** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile kaks ettevõtte Maxar Space Systems maapinnaseire tehiskaaslast WorldView Legion.



Kunstniku nägemus Hiina kosmosejaamast Tiangong

■ **3. mail** startis Hiinast Wenchangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 5 ja viis Kuu-missioonile sondi Chang'e 6. See peaks maanduma Kuu tagaküljel, võtma pinnaseproovi ja tooma selle Maale.

■ **3. mail** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia missiooni Starlink 6-55 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

■ **6. mail** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 6-57 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

■ **7. mail** startis Hiinast Taiyuani kosmosekeskusest esimesele lennule kanderakett Long March 6C, mis viis orbiidile neli maapinnaseire optilist ja radar-tehiskaaslast.

■ **8. mail** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 6-56 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti.

■ **9. mail** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist



Kunstniku kujutluspilt Kuule maandunud sondist Chang'e 6

SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia missiooni Starlink 8-2 käigus orbiidile 20 järjekordset sidesatelliiti.

■ **13. mail** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Starlink 6-58 käigus orbiidile 23 järjekordset sidesatelliiti. Orbiidil on neid nüüd 5999.

■ **14. mail** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis missiooni Starlink 8-7 käigus orbiidile 20 järjekordset sidesatelliiti.

Jüri Ivask, Horisondi kosmosekroonik

NASA



Päikesepurjesatelliidi ACS3 katsetamine NASA Langley uurimiskeskuses

Balti informaatikaolümpiaadilt tuli Eestisse kaks pronksmedalit

AHTO TRUU

Eesti-sisesed informaatikavõistlused on selleks hooajaks läbi, aga enamik rahvusvahelisi mõõduvõtmisi alles ees. Selle suve suurim uudis informaatikavõistluste vallas on esimene rahvusvaheline tehisintellekti- ja masinõppeolümpiaad.

Kopra viktoriin

Lõppenud õppeaastal 18. korda peetud informaatikaviktoriinil Kobras oli sel hooajal kaks suuremat uuendust. Esmalt toimus novembris peetud esimene voor katseliselt Turu ülikoolis arendatavas VILLE keskkonnas, kus on senistest platvormidest märksa paremad võimalused esitada interaktiivseid ülesandeid. Loodetavasti saame selliseid ülesandeid ühel või teisel moel pakkuda ka edaspidi.

Teiseks lisandus seni kolmes vanuserühmas peetud võistlusele uus noorem

rühm. Nii jagati veebruaris Tartu ülikooli Delta õppehoones peetud teises voorus välja neli komplekti auhindu: vastses 5.-6. klassi õpilaste rühmas jagasid esikohta Karl Gregor Palm Kuresaare hariduse kooli 5. klassist ja oma vanuseklassi puudumise tõttu endast aasta ja kaks vanematega rinda pistnud Märt Mattias Alas Miina Härma gümnaasiumi 4. klassist; 7.-8. klassi õpilaste hulgas tuli võitjaks Matvei Gaponenko Kohtla-Järve Tammiku põhikooli 8. klassist; 9.-10. klassi parimad olid Sander Kask Hugo Treffneri gümnaa-

siumist ja Toom Allikmäe Tallinna reaalkoolist, mõlemad 10. klassi õpilased; 11.-12. klassi vanuserühmas oli veenvalt parim Hugo Treffneri gümnaasiumi 11. klassi õpilane Jaan Artur Viirsalu.

Eesti olümpiaad

Kopra viktoriinist täpselt poole vanemal informaatikaolümpiaadil tänavu suuremaid korralduslikke muutusi ei olnud. Otsa tegi lahti oktoobris traditsioonilise nädalapikkuse koduse mõõduvõtuna peetud lahtine võistlus, kus Eesti



ERAKOGU

Rootsi ja Eesti koondise esindajad Balti informaatikaolümpiaadi lõpetamisel (vasakult): Anastassia Saranchina ja Sofie Wu (tal on käes Rootsi koondise maskott Sven) ning meie medalistid Ralf Robert Paabo (tal on käes Eesti koondise maskott Martin) ja Kristjan Lepp

õpilaste parima tulemuse saavutas kõiki gümnaasistide edestanud Kristjan Lepp Ülenurme gümnaasiumi 8. klassist.

Hooaeg jätkus detsembris: soovi avaldanud koolides üle Eesti peeti eelvoor. Veebruarikuisesse lõppvooru kutsuti nii lahtise võistluse kui ka eelvooru parimad. Erinevalt lahtisest võistlusest, kus kõik õpilased on arvatud ühte vanuserühma, peetakse eelvoorus ja lõppvoorus eraldi põhikooli ja gümnaasiumi arvestust.

Tartus Deltas korraldatud lõppvoorus tõusis põhikooli õpilaste hulgas esikohale Jaan Kannel Tartu kesklinna kooli 9. klassist ja gümnaasistide parim oli Nõo reaalgümnaasiumi 10. klassi õpilane Kaarel Toomet. Märkimisväärne on, et kõik kolm olümpiaadivoorude võitjat saavutasid need tulemused juba oma esimesel võistlusprogrammeerimise hooajal.

Balti olümpiaad

Nimest hoolimata ei lõpe olümpiaadihooaeg lõppvooruga, sest järgnevad mitmesugused rahvusvahelised võistlused. Nende koondiste valimiseks korraldas informaatikolümpiaadi žürii lõppvooru ja lahtise võistluse parimatele lisaõppesessioonid ja -võistlused.

Rahvusvahelistest võistlustest esimene on traditsiooniliselt Balti informaatikaolümpiaad (BOI). Tänavu Vilniuses peetud võistlusel kaitsesid Eesti värve Ralf Robert Paabo (Hugo Treffneri gümnaasiumi 11. klass), Arthur Harri Jaakko Antila (Tallinna reaalikooli 12. klass), Kristjan Lepp, Artur Bentsa (Tallinna Tõnismäe reaalikooli 11. klass), Agnes Tennisberg (Jaan Poska gümnaasiumi 10. klass) ja Oskar Martin (Tallinna reaalikooli 12. klass). Meie parimatena pälvisid mulluse ülemaailmse olümpiaadi koondislane Ralf Robert Paabo ja uus tulija Kristjan Lepp pronksmedalid.

Samal ajal osales Kaarel Toomet Tartus peetud Balti keemiaolümpiaadil ning oli sunnitud Vilniuses sõidust loobuma. Ent Eesti informaatikaolümpiaadi žürii valve all BOI ülesandeid lahendades sai Kaarel tulemuse, millega ta oleks Vilniuses samuti pronksmedali võitnud.

Edasi Euroopasse ja mujale maailma

Suvel ootab Eesti õpilasi ees veel mitu rahvusvahelist võistlust.

Juulis toimub Hollandis Euroopa tüdrukute informaatikaolümpiaad EGOI, kus Eestit esindavad Agnes Ten-

nisberg, Annika Martin (Tallinna reaalikooli 10. klass), Violeta Jürgens (Hugo Treffneri gümnaasiumi 11. klass) ja Anneli Oro (Nõo reaalgümnaasiumi 12. klass).

Augustis peetakse Moldovas Euroopa juunioride informaatikaolümpiaad EJOI, kus meie esindusse kuuluvad Kristjan Lepp, Hannes Tsengov (Laagri kooli 7. klass), Kristjan Serk (Tallinna reaalikooli 8. klass) ja Bamdad Khoshkhah (Miina Härma gümnaasiumi 8. klass).

Septembris Egiptuses korraldatava ülemaailmse informaatikaolümpiaadi IOI koondises on Ralf Robert Paabo, Kaarel Toomet, Kristjan Lepp ja Arthur Harri Jaakko Antila.

Täiesti uue olümpiaadina peetakse augustis Bulgaarias rahvusvahelist tehisisintellekti- ja masinõppeolümpiaadi IOAI, mille koondis pole siinse artikli kirjutamise ajaks veel selgunud. Nii IOAI kui ka teiste rahvusvaheliste võistluste tulemusi saame loodetavasti kajastada Horisondi oktoobrinumbris. •

Loe lisaks:

Kopra-viktoriin: kobras.eio.ee

Informaatikaolümpiaad: eio.ee

Ahto Truu, Eesti informaatikaolümpiaadi žürii esimees

Koolimatemaatika olümpiaadi parimad olid Hugo Treffneri gümnaasiumist ja Tallinna reaalikoolist



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO

Tänavuse koolimatemaatika olümpiaadi ülesannete lahendamine Tallinna tehnikaülikoolis

11. mail toimus Tallinnas ja Tartus neljandat korda koolimatemaatika olümpiaad, millest võttis osa ühtekokku 118 matemaatikahuvilist gümnaasisti 45 koolist.

Olümpiaadil tuli osalistel viie tunni jooksul lahendada kuus ülesannet. Parima tulemusega (sajast võimalikust punktist 89) võitis esikoha Kert Lelov Hugo Treffneri gümnaasiumist. Teise koha saavutas Liisa Pata Tallinna reaalikoolist ning kolmas koht kuulus Sandu Bolocanile Tallinna Mustamäe reaalgümnaasiumist.

Kümne parima hulka jõudsid veel Jaan Artur Viirsalu (Hugo Treffneri gümnaasium), Vahur Paist (Tallinna reaalikool), Mattias Jõgi (Hugo Treffneri gümnaasium), Kirke Kisand (Hugo Treffneri gümnaasium), Mari Lee Lumberg (Nõo reaalgümnaasium), Hans Henrik Rebane (Hugo Treffneri gümnaasium) ja Karolin Ruumet (Miina Härma gümnaasium).

Olümpiaadi esikolmik pälvis rahalised auhinnad (I koht 300 eurot, I koht 200 eurot, III koht 100 eurot) ja võistuse parimad, kes kogusid vähemalt 60% punktisummast, said võimaluse asuda õppima tehnikaülikoolis väljaspool tavapärasest vastuvõtukonkurssi.

Koolimatemaatika olümpiaadi žürii liikme Päivo Simsoni sõnul on koolimatemaatika olümpiaadi ja matemaatika riigieksami ülesannete temaatika üldiselt sama, kuid olümpiaadiülesanded on siiski keerukamad ja mittestandardsemad, põimides omavahel sageli erinevaid koolimatemaatika harusid.

Koolimatemaatika olümpiaadi korraldab Tallinna tehnikaülikooli matemaatikaosakond ning eksami- ja olümpiaadikool. Olümpiaadi toetas Telia Eesti.

Tallinna tehnikaülikool / Horisont



Marju Kõivupuu
INIMESE LAHKUMINE
328 lk
Pegasus, 2024

Rikkalikult illustreeritud raamat „Inimese lahkumine“ räägib inimese suhetest igavikuliste teemadega: surma ja leinaga nii reaalses kui ka virtuaalmaailmas ning rituaalsest käitumisest surma korral, teisisõnu eestlaste matusekommetest ja kalmistukultuurist ning nende kujunemisloost. On ju loomulik, et inimeste suhtumine surma ja väärivate matuste korraldamisse muutub koos põlvkondadega. Nii on hakanud muutuma ka matusekombed, mida oleme harjunud pidama pigem alalhoidlikeks.

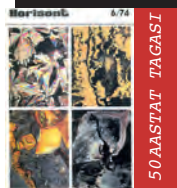
Surm on alati tähendanud palju enam kui lihtsalt ühe inimese ärasaatmine elavate hulgast. Surm seob inimesed keha ja hinge väärtustamise ning traditsioonide ja tseremooniatega. Autor, kelle teadusliku huvi keskmes on surmakultuur olnud aastakümneid, annab lugejale kaasa teadmise, et surma pole vaja karta ning väärivate ja mõtestatud siitilmast lahkumine on elu loomulik osa. „Kui sõjajärgsed põlvkonnad omandasid surma- ja surnutega suhtlemise kogemuse, käies koos vanematega sugulaste ja tuttavate kodustel matustel, siis tänapäeval pole enam kombeks lapsi matustele kaasa võtta. Ka paljud täiskasvanud pigem väldivad matustel käimist. Laste päriselus hinnaalanduseta osalemine oli ja on – kui teaduskeelt kasutada – osalusvaatlus, mille käigus inimene õpib maast madalast sedagi, kuidas matustel käituda, kuidas avaldada kaastunnet, millised kombad ja rituaalid kuluvad matustele ja leinajatega suhtlemise juurde ning kuidas matuserituaalid omakorda aitavad leevendada leina ja kaotusvalu, maandada pinget ja stressi,“ tõdeb Kõivupuu tabavalt teose saatesõnas. „Olen seda meelt, et kogukonnad, kus austus esivanemate vastu või teadlikkus elu ajalikkusest pole tagaplaanile tõrjutud, on sisukad ja harmoonilised, terved ja tasakaalus, sest üks ole ju elu ja surm inimese elukaarel ühe ja sama näitemängu kaks vaatust, millega puutume kõik kokku, ükskõik kas soovime seda või mitte.“

Raamat põhineb autori varem avaldatud teadus- ja populaarteaduslikel käsitlustel surmast, matustest ja leinast.

Nii on selles lähemalt juttu näiteks traditsioonilistest matusekommetest, surmakultuuri nüüdisaegsetest suundumustest, kalmistutest ja kalmistukultuurist, esivanemate mälestamisega seotud kombestikust, aga ka lemmikloomamatustest.

Omaette väärtus on raamatu lisas avaldatud abimaterjal, mis aitab õpetajatel surma- ja leinateemat käsitleda koolis. Ent sama hästi pakub see praktiline raamatuosa tuge kõigile, kes on elus surma ja leinaga lähemalt või kaugemalt kokku puutunud. •

Horisont



HORISONT 6/1974, LK 29

Bioloogiadoktor Igor Sõtinski kirjeldab alkoholi tarvitamise mõjusid:

„Kui alkoholi kontsentratsioon veres ulatub 0,1% (200 ml viina), tekib keskmine joobeaste. Peaaju koore keskused satuvad kaootilisse erutusseisundisse, ajukoorealused osad vabanevad nende kontrolli alt. Sel puhul kõneldakse mõnikord „madalate instinktide vallandumisest“. Niisuguses seisukorras sõltub inimese käitumine paljuski tema temperamendist ja iseloomust: mõned muutuvad rahutuks, teised põhjusetult lõbusaks ning ülemeelikuks, kolmandad solvuvad ja ärrituvad kergesti ning muutuvad riukukkedeks.“



HORISONT 6/1984, LK 4

Põlevkivikeemik Agu Aarna kirjutab uutest põlevkiviuuringutest:

„Nüüd on Eesti NSV ministrite nõukogu kinnitanud kompleksprogrammi, mille järgi tuleb võtta vaatluse alla põlevkiviga seotud tahud. Neid on aga üsna mitu. Keerukas on kaevandamine. Tähelepanu vajab põlevkivi täielik kasutamine. Veelgi põhjalikumalt tuleb uurida teda nii keemiku kui soojusenergeetiku pilguga. Kõige selle juures ei tohi unustada keskkonda, kus me hingame ja elame.“



HORISONT 5/1994, LK 27

Entomoloog Jaan Viidalepp räägib intervjuus putukate ajastust:

„Praegu on putukate ajastu. Silmi kinni pigistades võib rääkida aatomisajandi kestmisest ja infoajastu saabumisest. Putukate ajastu on praegu sellegi poolest. Inimesed võivad oma aedu hooldada kui hästi tahes ning kahjurite tõrjeks mürgitada nii, et õunad enesele enam süüa ei kõlba – veerandi maailma toidu- tootmisest söövad ikka veel putukad, olgu siis põllul, laos või sahvris.“



HORISONT 4/2004, LK 12

Sõjaajaloolane Hannes Walter kirjutab esimese maailmasõjaga kaasnenud teaduslik-tehnilisest hüppest:

„Sõja totaalsus, ühiskonda neerudeni haarav ponnistus andis rea resultate, mis kujundasid ümber globaalse ühiskonna. Ülistamata mingil moel sõda, peab ometi tõdema, et sõda on riigile nagu olümpiamängud sportlasele, kus kõik ajurakud ja musklid tõmmatakse viimseni pingule. Hüpe, mille maailmamajandus ja teadus sooritas viie sõja-aastaga sajandi alguses, on andnud meile tehiskeskonna, milleni me ilma sõjata poleks 20. sajandil jõudnud.“

TELESKOOP.EE

VÕTA PAREM TELESKOOP

Bresser Messier NT-130/1000 Exos-1

- D = 130 mm
 - F = 1000 mm (f/7,7)
 - 6x30 optiline otsija
 - 2" fokuseerija üleminekuga 1,25"
 - 26 mm Plössl okulaar (suurendus 38x)
 - suurim teoreetiline suurendus 260x
 - Exos-1 ekvaatoriline monteering
 - stabiilne terastorudest kolmjalg
 - päikesefilter
- 549 €
499 €



Bresser Messier AR-102/1000 Exos-2

- D = 102 mm • F = 1000 mm (f/9,8)
 - 6x30 optiline otsija
 - 2" fokuseerija üleminekuga 1,25"
 - 26 mm Plössl okulaar (suurendus 38x)
 - suurim teoreetiline suurendus 204x
 - Exos-2 ekvaatoriline monteering, GoTo valmidusega
 - stabiilne terastorudest kolmjalg
 - päikesefilter
- 679 €
639 €



Magamistoa, kabineti jne õhu kvaliteedi hindamiseks.
Mõõdud: 110x33x123 mm!
129 €
89 €

Võta julgelt ühendust!

Ostueelne ja järgne nõustamine eesti keeles.



Mikroskoop Biolux NV

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

169 €
149 €

Digitaalne USB mikroskoop DST-1028 5 Mpix

Arvuti USB pesasse ühendatav suumobjektiiviga mikroskoop, mille pildi saad otse ekraanile kuvada!

- Suurendus 10x–280x
 - LED rõngasvalgusti, heledus muudetav
 - Sony IMX335 CMOS sensor, 2592x1944 pix
 - metallist töölauaga statiiv
- 169 €



Ekraaniga mikroskoop Analyth LCD

Kvaliteedi kontrollimiseks, pindade analüüsiks, margikogumiseks jne

- Suurendus: sujuv suum 0,7x–4,5x, ekraanil kuni 52x
 - Vaatevälja suurus (17,5x10,0) mm kuni (4,7x2,5) mm
 - LED rõngasvalgusti, heledus muudetav
 - Toide vooluvõrgust
 - Sony IMX335 CMOS sensor, 2592x1944 pix
 - Ekraani resolutsioon 1024x600 pix, diagonaal 22,5 cm
 - Pildid ja videod salvestuvad SD kaardile
- 549 €

Sky-Watcher



Skywatcher Starquest 102R

Lihne klassikaline läätsteleskoop

- D = 102 mm
 - F = 650 mm
 - punatäpp otsija
 - 1,25" diagonaal
 - 25 mm (20x) ja 10 mm (50x) okulaarid, suurim teoreetiline suurendus 200x
 - EQ/AZ monteering ja kolmjalg on komplektis
- 359 €

Skywatcher Starquest 130P

Lihne klassikaline peegelteleskoop

- D = 130 mm
 - F = 650 mm
 - punatäpp otsija
 - 25 mm (26x) ja 10 mm (65x) okulaarid, suurim teoreetiline suurendus 260x
 - EQ/AZ monteering ja kolmjalg on komplektis
- 299 €



CO² indikaator ruumi siseõhu kvaliteedi hindamiseks



Juhtmevaba (komplektis on laetavad Li-ion akud). Mälu ja tarkvara andmete analüüsiks. Mõõdud: 2 50 x 160 x 65 mm.
189 €

Klassiruumi, elutoa ja muu suurema ruumi õhu kvaliteedi hindamiseks. Mõõdud: 388 x 43 x 288 mm.
269 €
229 €

- **CO₂ indikaator**, mis annab märku, kui on vaja ruumi tuulutada
- ühik on ppm (*parts per million*), mille näit võiks jääda alla 1000 ppm; selle näidu ületamisel tuleb ruumi tuulutada
- lisaks näitab seade õhutemperatuuri ja suhtelist õhuniiskust

MAKSA HILJEM | esto

Osta parem teleskoop ESTO järelmaksuga!

E-pood: teleskoop.ee

Helista: 528 9895

Kirjuta: taevatoru@teleskoop.ee

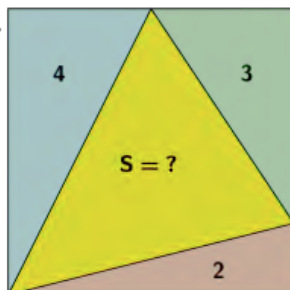
facebook.com/teleskoop.ee

Taust: NASA/JPL-Caltech/UCLA

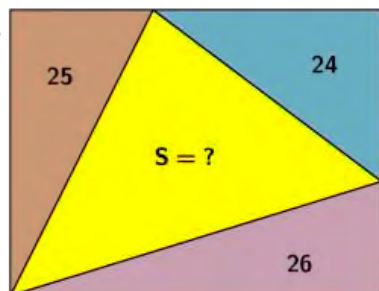
Nelinurgas on neli kolmnurka

Nelinurga sees on neli kolmnurka. Kolme kolmnurga pindalad on teada, neljanda kolmnurga pindala tuleb leida. Esimese ülesande puhul on nelinurgaks ruut, teise ülesande puhul on nelinurgaks ristkülik, kolmanda ülesande puhul on nelinurgaks rööpkülik. Nende ülesannete puhul ei piisa ainult täpse vastuse saatmisest; lahenduskäigud peavad ära põhjendada, et otsitava kujundi pindala on just see arv.

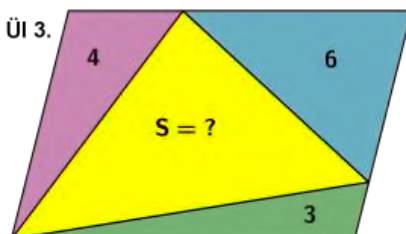
Ül 1.



Ül 2.



Ül 3.



Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 15. juuli 2024.

Lahendused saata aadressil
MTÜ Loodusajakiri (ajakiri Horisont),
Rävala pst 10, 15042 Tallinn või
tonu@mathema.ee.

Vooru võitja

Vooru võitja saab kingituseks raamatu sarjast „Looduse raamatukogu“ või loodushäälte CD-plaadi. Sarjas ilmunud raamatute ja CD-plaatidega saab tutvuda veebilehel www.loodusajakiri.ee ja eelistustest teada anda toimetuse telefonil 610 4105 või meiliaadressil loodusajakiri@loodusajakiri.ee.

Teise vooru tulemused

Teise vooru ülesanded olid lihtsad. Iga ülesande täielik lahendus andis kaks punkti. Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja kuus punkti teenisid Margaret Braun, Raimo Herkül, Vladimir Jaanimägi, Aivar Kauge, Kalle Kulbok, Meelis Reimets, Kuldar Traks, Hannes Valk ja Martiina Viil. Vooruahinna võitis neist **Raimo Herkül**.

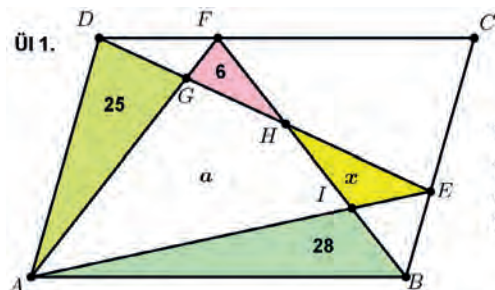
Vaata veebilehelt

Tulemuste tabeli leiate aadressilt www.loodusajakiri.ee ja Horisondi Facebooki-seinalt.

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

Teise vooru vastused

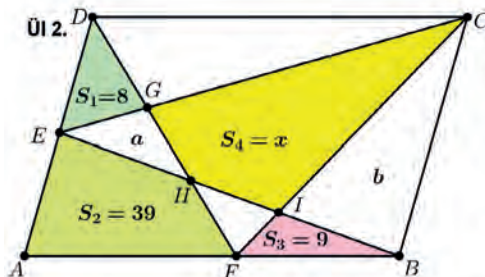
Ül 1.



Lahendus : $S_{ABF} = S_{AED} = \frac{1}{2} S_{ABCD}$.

Tähistades $S_{AHG} = a$ ja $S_{EHI} = x$, saame võrrandi : $25 + a + x = 28 + a + 6$.
Koondades a , saame $x = 28 + 6 - 25 = 9$.

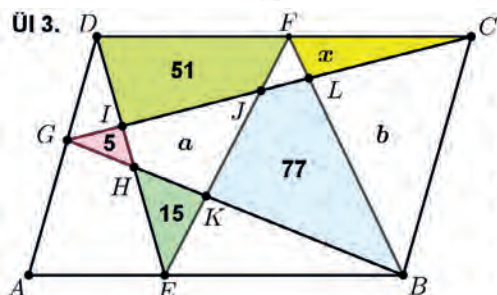
Ül 2.



Lahendus : $S_{BCE} = S_{AFD} + S_{FBC} = \frac{1}{2} S_{ABCD}$.

Tähistades $S_{FHG} = a$, $S_{IBC} = b$ ja $S_{CGHI} = x$, saame võrrandi :
 $a + x + b = (39 + a + 8) + (9 + b)$.
Siit $x = 39 + 8 + 9 = 56$.
Üldiselt, kui $E \in AD$ ja $F \in AB$, siis kehtib valem : $S_1 + S_2 + S_3 = S_4$.

Ül 3.



Lahendus : $S_{BCG} = S_{DEF} + S_{FBC} = \frac{1}{2} S_{ABCD}$.

Tähistades $S_{HKLJ} = a$, $S_{BCL} = b$ ja $S_{CFL} = x$, saame võrrandi :
 $5 + a + 77 + b = (51 + a + 15) + (x + b)$.

Siit $x = 5 + 77 - 51 - 15 = 16$.

Üldiselt, kui $E \in AB$, $F \in CD$ ja $G \in AD$, ning tähistades $S_{GHI} = S_1$, $S_{KBLJ} = S_2$, $S_{EKH} = S_3$, $S_{DIJF} = S_4$ ja $S_{CFL} = S_5$, siis kehtib valem : $S_1 + S_2 = S_3 + S_4 + S_5$.

VASTUSEID OOTAME 15. juuliks

aadressil horisont@horisont.ee või Rävala pst 10, 15042 Tallinn.

LAURI 11787	Briti mere-sõitja	Ürgaeg-konna vanem järk	Si-bemoll	Inglise k. eessõna	Saar Kariibi meres	Küla Rapla vallas	Kuma	Maapagu	Number	Briti mere-sõitja	Küla Pärnu linnas	Moto-legend, eesn.	 Kui Eesti rand ja saared paistma hakkasid,			
Itaalia mere-sõitja						Naise-nimi Sina saksa k.										
Element nr. 76			Kes on pildil? Riik Aasias													
Vallseljakk				Laulja Kanton Šveitsis			Võhandu									
Linn Rootsis						Jõgi Hiinas Linn Sak-samaal				Küla Saa-remaal						
Kaunistav muster						Küla Kane-pi vallas Sõevalmis-tusseade										
Polaaruurija, eesnimiga																
										Küla Väike-Maarja vallas						
Ekstrakt				Loom Austatud			Rootsi jalgpallur Ründemürk				Lause osa	Kuma		Räni-vetikas	Ühe-sugused tähed	USA disaini-duo
Rõiva-suurus		Räbal	Asesõna			Lääge				Sugugi mitte Naise-nimi						
Onkel					Graniidi teisend Jõgi Ve-nemaal								Lapse-vanem Rooma 1004			
Küla Kambja vallas						Jagelema Suusa-legend								Rooma number Roos-õieline		
Anno Domini			Mitte unes Lennuki-mark					Kaks lauljat Suurriik				Ise soome k. LEMBER				
Mööt-ühiku täht		Mööbli-firma				Õigus ladina k. Küla Vormsil					Lumekuu					
Endine maletaja				Uusaeg-konna vanem osa									Element nr. 42 Briti arhitekt		Balti-saksa polaar-uurija	
							Kuma	ETV reporter Peen karvkate				Usulahu saladus-tesse pühendatu URBEL				
							Minu		Kuu Element nr. 55				Mehe-nimi Rooma 9			
							Piirkond Pr.-maal							Hekto-liiter		
							Näitleja			Šoti füüsik						

RAUDSELT PARIM LOOGIKA-MÕISTATUSTE AJAKIRI EESTIS!

RAUDNE LOOGIKA 2. osa

CESTI KÕRGESE VALIKVÕISTLUS 2008

PIIVELÕHURÜÜD - JAAPANI MÕISTATUSTE - JAAPANI MOSAIK SÜDOKU - TELILÄNGER - ROMA MÕIS - LAEVADIE POHITÄRANINE

UUS!

JAAPANI MÕISTATUSTE

JAAPANI MOSAIK

2024

Lahendajate vahel läheb loosi Lemmik-ristsõnad nr 15.

Eelmise ristsõna vastus „Kui me teaks alati ette, mis katsetega juhtub, oleks TEADUS VIST PÄRIS IGAV“ viitab tänavuses esimeses Horisondis ilmunud intervjuule professor Maarja Grossberg-Kuusega.

Loosi tahtel võitis Kuma Kange aastatellimuse KERTU KAJA VIIDAS.

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

LEMMIK-RISTSÕNAD 15

750 €

10.000 €

LEMMIK-RISTSÕNAD

LEMMIK-RISTSÕNAD

Arva ära!



- 1** Selle maalikunstniku ja skulptori maale reprodutseeriti nii laialdaselt, et ta oli 1880. aastaks väidetavalt maailma kuulsaim elav kunstnik. Tema kõige kuulsamaks peetav ajalooline maal on andnud inspiratsiooni ühele tuntud filmile, mis esilinastus aastal 2000. Aastal 2019 kasutas Saksamaa parempopulistlik partei Alternatiiv Saksamaale üht teist tema maali Euroopa Parlamendi valimiste kampaaniaplakatil. Kunstniku pärand elas edasi tema paljudest riikidest pärit õpilaste tööde kaudu. **Kes on see umbes 700 maali ja 70 skulptuuri loonud kunstnik?** Tema maalil on kujutatud sfinksi kuju juures olevat Napoleon Bonaparte'i.

LUGEJATE LEMMIK

Lugejate lemmiklugu eelmises numbris oli „Koidula pärand“ (autor Sirje Olesk). Kui ei ole seda lugenud, osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

- 2** Küsitav taim kuulub ristõieliste sugukonda ning on ka Eestis üpris levinud umbrohi. See liik on üks geneetika mudelorganisme. Ta oli esimene taim, mille kogu genoom on järjestatud. Florida teadlased suutsid taime kasvatada ka Kuult pärit pinnases. **Mis taim see on?**



FOTOD: WIKIPEDIA

- 3** Teise maailmasõja ajal võttis küsitav mees osa vastupanuliikumisest, kuid ta arreteeriti ja saadeti Auschwitzi koonduslaagrisse, kus tal õnnestus ellu jääda. Suur osa tema loomingust on biograafiline. Tema esikteos räägib läbielamistest surmalaagris ning seda peetakse üheks silmapaistvamaks holokausti käsitlevaks teoseks. 1975. aastal ilmus tema jutukogu, milles iga jutt kannab ühe keemilise elemendi nimetust ning kirjeldab tema isiklikku kokkupuudet sellega. Suurbritannia Kuninglik Instituut (Royal Institution of Great Britain) nimetas selle teose parimaks teadust käsitlevaks raamatuks läbi aegade. **Kes on see kirjamees?**



- 4** See on Kuiperi vöös asuv taevakeha, mille läbimõõt on hinnanguliselt 870–960 km. Taevakeha sai oma nime etruski päritolu Rooma jumala järgi, kellele pühendatud rajatis on nähtav juuresoleval fotol. Tolkienil oli selle jumala nimi inspiratsiooniks teatud tegelaskujude loomisel „Sõrmuste isandas“. **Mis nime kannab see taevakeha?**

MÄLUSÄRU 2/2024 VASTUSED

1. Johann Wilhelm Ludvig von Luce.
2. „Inimese teekond“, autor Karl Ristikivi.
3. Marta Sillaots (lasteraamatu „Trips, Traps ja Trull“ autor).
4. „Tondiöömaja“, autor Heino Kiik.
5. Tuum.

● Mälusäru auhinnaraamatu, Susan Goldin-Meadow' „Kätega mõtlemine. Kuidas žestid kujundavad meie mõtteid: üllatavad teaduslikud tagamaad“ kirjastuselt Argo, võitsid AET VANAMÖLDER, KALMER KÖVEMAA ja ENE LEPP.



Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

- 5** Millises riigis asub UNESCO maailmapärandi nimekirja kuuluv ratsanikku kujutav kaljureljeef, mis on raiutud liivakivist kaljusse 23 meetri kõrgusel maa-pinnast? Lisaks ratsanikule on 100 meetri kõrgusesse kaljusse raiutud ka koera ning lõvi kujutised. Kaljureljeef pärineb 7. sajandi lõpust või 8. sajandi algusest ning asub riigi kunagise pealinna läheduses.



VASTA JA VÕIDA RAAMAT!

Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut: Kristjan Kask, „Tuttav või tundmatu? Näotuvastus psühholoogias ja õiguses“ kirjastuselt ARGO.
● Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbrile lemmikkirjutis.

VASTUSEID

ootame 15. juuliks aadressil Rävälä pst 10, 15042 Tallinn või horisont@horisont.ee. NB! Vastuste juurde kirjutage auhinnaloosis osalemiseks kindlasti oma mobiiltelefoni number ja postiaadress.

MÄLUSÄRU
RUBRIIKI TOETAB
KIRJASTUS ARGO.





Väärt mõtete lainel

TERAVA SIHIKU LAINEL

E-N KELL 12-13



Timo Tarve

Ainar Ruussaar

TAMREX

Tahan parimat!

Tule proovi, kuidas istuvad need püksid sinu jalas!
Sinu parema tööpäeva nimel!

- Eemaldatavad ripptaskud Cordurast
- Vastupidav ja veniv Ripstop kangas
- Lukuga avatavad võrgust õhutusavad
- 4 suunas venivad paneelid jalgevahel ja tagaosas
- KneeGuard Pro põlvekaitsesüsteem
- Stretš Cordura põlvedel
- Helkurribad sääre tagaosas
- Tugevdatud sääre allosa

Ülimalt kerged, hästiistuvad ja vastupidavad tööpüksid.

Snickers
WORKWEAR

6972 **189€**

FLEXI 3.0

Osta mistahes SNICKERS Workwear **FlexiWork pikad tööpüksid tavahinnaga**, saad selle **PUSA**

art 2881/0400
väärts 72 €



SNICKERS Workwear
pehme kapuutsiga pusa

TASUTA

Tasuta pusa saab kaasa mistahes FlexiWork pükste, LiteWork 6208/0404 ja Allround 6590/0404 pükste tavahinnaga ostu puhul. Kampania kestab kuni tasuta pusasid jätkub. Kampania ei kehti Snickers Workwear lastepükste ostu puhul.



5804 9504 0404

6590

174€

UUS
Capsulized™
integreeritud
põlve-
kaitsmetega
tööpüksid



ALLROUND
WORK

6208

179€

Full-stretš-
tööpüksid
eemaldatavate
ripptaskutega.



LITE
WORK

6873

136€

Ilma põlvekaitsesüsteemita, 4-suunas veniv
taaskasutatud stretskangast tööpüksid



6903

159€



6902

179€



FLEXI
WORK

Hinnad sisaldavad käibemaksu ja kehtivad kuni kaup jätkub.

TAMREX OHUTUSE OÜ

Tel 654 9900 e-post: tamrex@tamrex.ee www.tamrex.ee

TALLINN Laki 5, Pärnu mnt 139c, Katusesepi 35 • TARTU Teemandi 2, Ringtee 37a • PÄRNU Riia mnt 169a • RAKVERE Laada 22 • JÕHVI Tartu mnt 30 • VÕRU Piiri 2 • VIJANDI Tallinna 86
VALGA Vabaduse 39 • NARVA Ak. 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