

ELU REHETARES RIKKUS MEIE ESIVANEMATE SILMI • MÕRVARLIKUD SUDUD

horisont

INIMLUUDELE
RAJATUD
BASTION

5/2023 • OKTOOBER-NOVEMBER • HIND 5.90

**UUS MOODUS
AITAB MUUTA
KUNSTLIKU
VILJASTAMISE
EDUKAMAKS**

**TAIMEL ON
KASULIK
OLLA ISEKAS**

**SASSANIIDIDE IMPEERIUM MÄÄRAS
POLIITIKAT LÄHIS-IDAST INDIANI**





KUULDEAPARAADID.EE

Sest iga sõna on oluline.

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

Broneeri aeg personaalsele ja turvalisele nõustamisele!

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



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

 **17800**

KIIRELT
vastuvõtule!

TASUTA
kuulmisuuring!

PARIMAD
aparaadid!

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

Lasnamäe Medicum, Punane 61,
kab 142, 1 korrus
Telefon: 5301 1529
Tallinn@kuuldeaparaadid.ee

TARTU Medita trepi kõrval
Teguri 37B, 1 korrus
Telefon: 5380 7287
Tartu@kuuldeaparaadid.ee

RAKVERE
Tuleviku 1, kab 19
Telefon: 324 3253
Rakvere@kuuldeaparaadid.ee

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

VILJANDI Tervisekeskus, 1 korrus,
B korpus, sissepääs Turu tänavalt
Telefon: 433 3783
Viljandi@kuuldeaparaadid.ee

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

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

SELLES NUMBRIS

Ken Kalling Suits silmas 10

Eestlase seos eluruumides hõljuva suitsuga on olnud keeruline ja pikk. Kuidas on suits mõjutanud meie silmade tervist?

Johanna Piibor Vesiikulid võivad aidata parandada kunstliku viljastamise edukust 24

Kui õnnestub leida kõige kohasemad vesiikulid, mis suurendavad kunstliku viljastuse embrüote elumust, saaks nad viljatusravi osana kasutusele võtta.

Jaan Lahe Sassaniidide riik, hilisantiikaja viimane impeerium 46

Samamoodi kui varasemad Aasias asunud impeeriumid, näiteks Aleksander Suure riik ja Kušaani riik, mõjutas ka Sassaniidide riik sajandeid poliitikat Lähis-Idast kuni India piirideni.

HORISONT KÜSIB

Intervjuu 16

Taimel on kasulik olla isekas
Tartu ülikooli evolutsioonilise taimeökoloogia professori Marina Semtsenkoga vestles Horisondi toimetaja Helen Rohtmets-Aasa.

Mina ja teadus 40

Kirjanik ja tõlkija Igor Kotjuh

SIIT- JA SEALPOOLT HORISONTI

Põlisrahvaste raske minevik kajastub DNA-s 3

Tudengisatelliit ESTCube-2 lendab orbiidile 5. oktoobril 4

Millest oleneb kaalulangetuse edukus? 6

Mere- ja kalauuringutel tuleb appi uudne robotlaev 7

Kalad jäävad aina väiksemaks 8

Sündmuste horisondil 30
NANOGrav jälitab üliraskeid musti auke

Ain Kallis 32
Ilm ja tolm

Harakale haigus 34
Nostalgiast kindlustusneuroosini

Dokument kõneleb 38
Sõjakuriteod, propaganda ja inimsaatused

Teaduspilt 42
Mikroskoobipreparaadid fotodel ja joonistustel

Luu-uurija leid 54
Inimluudele rajatud bastion

Kosmosekroonika 56



OLÜMPIAAD

Oleg Košik
Eesti noorfüüsikutel on olnud suurepärase aasta 58

PRAKTILIST

Raamat 60
Kaarel Vanamölder
„Mercuriuse ja Marsi vahel“

Kolm Eesti professorit pälvivad maailmakuulsa raamatuauhinna

Enigma 62
Krüptoaritmeetika ülesanded

Ristsõna 63

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





FOTO: VALLO KRUUSER

Selle Horisondi kaanepilt kunstlikult viljastatavast munarakust viitab viimaste aastakümnete jooksul Eestistki ilmenud mõtlemapanevale suundumusele: pere loomine ja esimese lapse saamine on nihkunud üha hilisemasse ikka. Nimelt, paarkümmend aastat tagasi sündis naistel esimene laps kahekümnendate eluaastate teises pooles, kuid nüüd kolmekümnendates aastates. Üha enam esmasünnitajaid on üle 35-aastased, st nende bioloogiline kell on tiksunud üle „parim enne aja“, mis jääb kahekümnendatesse eluaastatesse. Mida kaugemale esmasünnitajate keskmine vanus nihkub, seda enam tuleb arstidel lahendada viljatusesega seotud probleeme. Loodus on asjad nii seadnud, et naine saab munarakud kogu eluks juba sündides kaasa ning need vananevad koos naisega. Vananedes halveneb nende kvaliteet ja rasestumine muutub üha suuremaks õnnemänguks. Loomulikult pole ealistest iseärasustest, aga ka muudest põhjustest tingitud viljakushäiretest pääsu ka meestel. Nõnda kimbutab viljatus igat kümnendat paari.

Ühe teada-tundud viisina tuleb meditsiiniliselt viljastada häda korral appi kunstliku viljastamisega, ent seegi pole kindlalt töötav võluvits. Mitmesuguste probleemide tõttu

õnnestub kümnest viljatust paarist keskmiselt üksnes kahel-kolmel saada laps kunstliku viljastuse teel. Lõviosa sellistest katsetustest jääb edutuks, sest katseklaasis viljastatud munarakust arenenud embrüo hukkub kehasse siirdamisel tihti juba enne seda, kui ta on emaka limaskestale kinnitunud. Üksikasju, mis võivad emakasse siirdatud embrüotele saatuslikuks saada, teadlased alles uurivad pingsalt. Siinses numbris seda teemat käsitlev Johanna Piibor kirjeldab võimalust, kuidas saaks kunstliku viljastuse embrüote elumust suurendada pisikeste rakuväliste vesiikulitega, mida leidub loomulikus „küpseskeskkonnas“ emakas. Nende imepisikeste transporterite kaudu suheldes aitavad embrüo ja emaka limaskest teineteisel ühes rütmis valmistuda embrüo kinnitumiseks. Loomulikult tuleb sel alal veel palju uurida ja avastada, aga vähemalt esimeste sammude tulemused on paljulubavad. Seejuures on ülemata suur heameel, et meiegi teadlased annavad oma panuse niisugustesse elulistesse uuringutesse.

Neid ridu kirjutades rändab mu pilk aeg-ajalt üle arvutiekraani kodukontoriaknast välja ja jääb pidama sügise tulekul oranžikaspunaselt lõkendama lõõnud vahtral. Mõõdunud suvi, mis esialgu kostitas hiliste öökülmade ja pika põuaga ning hiljem suurte sadude ja hiigelrahega, jääb ilmselt paljudele kauaks meelde. Aga üks kliimauurijad ole juba ammu hoiatanud, et kliimamuutuste tõttu ongi meie mail oodata äärmuslike ilmastikuolude sagenemist. Evolutsioonilise taimeökoloogia professor Marina Semtschenko nendib Horisondile antud intervjuus, et kui näiteks seni siinmail haruldased põuad muutuvad üha sagedasemaks ja ka intensiivsemaks, siis pole teada, kas ja kuidas suudavad meie taimed nendega kohaneda. Seejuures on just liigiline mitmekesisus üks võtmetegureid, mis aitab taimedel kiiresti muutuvate oludega paremini rinda pista.

Mitmekesisust – küll mitte liikide, aga teemade poolest – jagub ka sellesse ajakirjanumbrisse. Peale viljastusravi ja taimeökoloogia saab lugeda meie esivanemate tervist kahjustavast elust rehetardest, kosmiliste aegruumivõngete uurimisest, muistsest Sassaniidide impeeriumist ja palju muust põnevast.

Head lugemist ja ilusat sügist!

Ulvar Käär, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

ESIKAANEL: Kunstniku ettekujutus munaraku kunstlikult viljastamisest, mille korral süstitakse tulevase isa seemnerakk otse munarakku. FOTO: VIDA PRESS / ALAMY



EESTI
TEADUSTE AKADEEMIA

horisont



Ulvar Käär, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

Helen Rohtmets-Aasa, toimetaja
helen@horisont.ee

Monika Salo, keeletojmetaja

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

Toimetus: Rävälä pst 10, 15042 Tallinn

tel 610 4105

e-post: horisont@horisont.ee

Vaata ka Horisondi seina Facebookis!

Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri,

Rävälä pst 10, 15042 Tallinn

e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee

ISSN 2228-3471 (e-luger)

Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, 2023

Trükinud Printall AS



Trükitoode
4041 0820



**HARIDUS- JA
TEADUSMINISTEERIUM**

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel



BERNARD SPRAGG / WIKIPEDIA

Tlingiti kunst Alaskal Hoonah' külas. Selle hõimu esindajad on ka uuringu autorite seas

Põlisrahvaste raske minevik kajastub DNA-s

Traumakogemuste tõttu tekkinud DNA-kahjustusi uurides võib saada selgust, kuidas kujunevad kogukondlikud tervisehädad. Ajakirjas International Journal of Health Equity ilmunud uuring käsitleb Alaska põlisrahvaste põlvkondlikke traumasid ja nende võimalikku seost epigeneetiliste muutustega.

Epigeneetilised muutused tekivad siis, kui geene sisse ja välja lülitatakse. DNA järjestus sellest ei muutu, küll aga muutub geenide avaldumise muster. Geeni välja lülitamiseks võib selle näiteks tihe- dalt kokku pakkida või lisada DNA-mole- kulile metüülrühma, mis ei lase lugeda geenis peituvat infot.

Juba on tehtud kindlaks, et trauma- dest tingitud epigeneetilised muutu- sed hõlmavad geene, mis on seotud homöostaasi ehk keha füsioloogilise kes- konna hoiu, immuun- ja stressivastusega.

Praeguseks on hästi teada, et näiteks raske lapsepõlv muudab geenide sisse- ja väljalülitusmustrit. Varases eas kogetud vägivald muudab inimese aju, eriti mandeltuuma ja hipokampuse ülesehi- tust. See omakorda tekitab muutusi täis- kasvanuea käitumises. Need mehhanis- mid on seotud just epigeneetiliste muu- tustega.

Raske lapsepõlv muudab geenide sisse- ja väljalülitus- mustrit. Varases eas kogetud vägivald muudab inimese aju, eriti mandeltuuma ja hipo- kampuse ülesehitust.

Alaskal elab peaaegu 30 põlisrahvast. Nende kunagiste kogemuste ja sellest tekkinud hirmutunde järelmõju on kestnud tänini. Alaskat hakati kolonisee- rima juba 18. sajandil. Venelased kasuta- sid aleuutide ja teiste kohalike hõimude paate ja küttimisoskusi ning sundisid nad orjusesse. Paljud hukkusid merel karusnahanormi täites, surid uutesse nakkushaigustesse või alkoholismi tõttu.

Ameerika Ühendriikide omanduses jätkus Alaskal kristlik misjon. Põliselanike kultuur, keel ja uskumused olid põlu all. Suur osa vanemast põlvkonnast on üles kasvanud sellistes oludes, kus põliselani- ke traditsiooniline eluviis pole olnud võimalik ning neile on peale surutud läänelikud kombad. Neid asustati ümber ja lapsed saadeti internaatkoolidesse. Oma identiteedi kaotuse tõttu on paljudel põliselanikel sotsiaalsed probleemid.

Värske uuring on valminud USA Illi- noisi Urbana-Champaigni ülikooli tead- laste ja kahe hõimu liikmete tihedas koostöös. Põliselanikud osalesid uuringu plaanimisel ja tulemuste tõlgendamisel. Samuti saavad nad sõna sekka öelda selles, mismoodi kogutud andmeid talle- tatakse.

Uuringus tarbeks küsitleti Alaska põliselanikke ja uuriti neilt, kui tihti

mõtlevad nad oma rahva ajaloolistele traumadele ja millise tunde see neis tekitab. Küsitlus hõlmas ka seda, kuidas põliselanike identiteet ja osalus kultuuri- elus mõjutab nende heaolu. 117 vaba- tahtlikku andsid vereproovi, mille alusel uuriti ligi 850 000 eri genoomi piirkonna metülatsoonimustreid.

Küsitlusest selgus, et oma rahva mine- vikule ja kannatustele mõtlemine võib tekitada nukrust, depressiooni, raevu või ärevust. Inimesi võivad vaevata une- häired, nad võivad end tunda teistest eemaldununa ja karta, et minevikus toimunu võib korduda.

Analüüsi järgi võivad kirjeldatud sümptomid olla seotud kindlate geenide vaigistamisega. Osa neist geenidest on juba varem teadlastele silma jäänud sama laadi uuringutest, mis on kesken- dunud lastekodulastele, depressioonis inimestele ja traumajärgse stressihäire all kannatajatele.

Veel selgus, et need uuringus osale- nud, kes pidasid tähtsaks enda põlispärit- olu ja osalesid kohalikus kultuurielus, hindasid oma seisundit paremaks kui need, kes olid kaotanud sideme esivanemate keele ja tavadele. •

Piret Pappel



Tänavusel Vereta Jahil pälvis Horisondi auhinna Meelis Kalevi tabamus sõtkapoegadest.

Fotokütt Meelis Kalev on lummava foto saamist kirjeldanud nõnda: „Noored sõtkapojad tegid oma õhtust suplus- ja toitumisringi Taagepera järve lähedal asuval tiigil. Püüdsin hiilida neile võimalikult lähedale ning sättida võttenurka nii, et noored sõtkad jääksid kaamera ja päikesesillerduse vahele. Üks sõtkalastest raputas pead niivõrd hoogsalt, et laiali lendavad piisad tekitasid veepeeglis vahvaid triipe“.

Seekordne Vereta Jaht peeti maikuus Valgamaal Taagepera kandi metsades. Lõuna-Eesti metsadele omast loodust ja tänavuseks jahiloomaks kuulutatud punaoravat püüdis fotojahil jäädvustada ligi 50 loodusfotograafi. „Varem oleme püüdnud jahiloomaks võtta Eesti aasta looma. Eelmisel aastal oli selleks karu. Tänavune aasta loom on lendorav, kes on väga piiratud levikuga ja keda ei tahagi väga tülitada. Nii tekkis mõte püüda fotoobjektiivide ette hoopis tavaline punaorav, kes on samuti väga tore loom,“ selgitas zooloog Tiit Hunt, kes on Vereta Jahi korraldanud juba 26. korda.

2023. aasta Vereta Jahi paremaid fotosid saavad kõik huvilised näha näitusel, mis avatakse 19. oktoobril Tallinnas Vabaduse väljakul. Näitust saab vaadata kuni 8. novembrini.

Tudengisatelliit ESTCube-2 lendab orbiidile 5. oktoobril

Eesti järjekordne tudengisatelliit ESTCube-2 läbis suvel Tšehhi SAB LS-i laboris edukalt puhtustesti ja viimased süsteemikontrollid. Sealt saadeti satelliit edasi Lõuna-Ameerikasse Prantsuse Guajaanasse kanderaketi Vega starti ootama.

Viimaste andmete kohaselt peaks rakett startima 5. oktoobri varahommikul kell 4.36 (Eesti aja järgi). Sama päeva hommikul kella üheksa paiku peaks satelliitil saabuma esimene signaal, mis kinnitab, et süsteemid on edukalt käivitunud.

Kui esimene „elumärk“ on tulnud, saab satelliidile Tartu observatooriumist saata esimesed käsud. 550 km kõrgusel orbiidil olles teeb 30 cm pikkune ja 4,5 kg kaaluv ESTCube-2 ühe ööpäeva jooksul Maa ümber peaaegu 15 tiiru. ESTCube-2 oodatav tööiga on vähemalt kaks aastat.

Selle aja jooksul katsetatakse selle pardal mitut uutset tehnoloogiat. Näiteks on plaanis katsetada nn plasmapiduri ja päikesepurje, Maa-vaatluskaamerate ning satelliiti kosmilise korrodeerumise eest kaitsva nanokile ja uudse pardasüsteemi töökindlust.

Pidulikkust lisab asjaolu, et uue tudengisatelliidi eelkäija ESTCube-1 startis möödus tänavu mais 10 aastat. Sama kaua töötati Tartu observatooriumis ka ESTCube-2 arendamise kallal. •

Horisont



OU FROST FX



Voodid ja madratsid Unolikist – kõigile ja kõigeks!



Kase-, tamme-, saarepuidust | 30 tooli mudelit | üle 10 värvitooni | 150 erinevat kangast
Leiame lahenduse ka kõige keerukamatele eritöödele.

Tallinn
Järve keskuse 0-korrus
jarve@unolik.ee
5191 1255

Tartu
Jõe keskus
tartu@unolik.ee
5328 5747

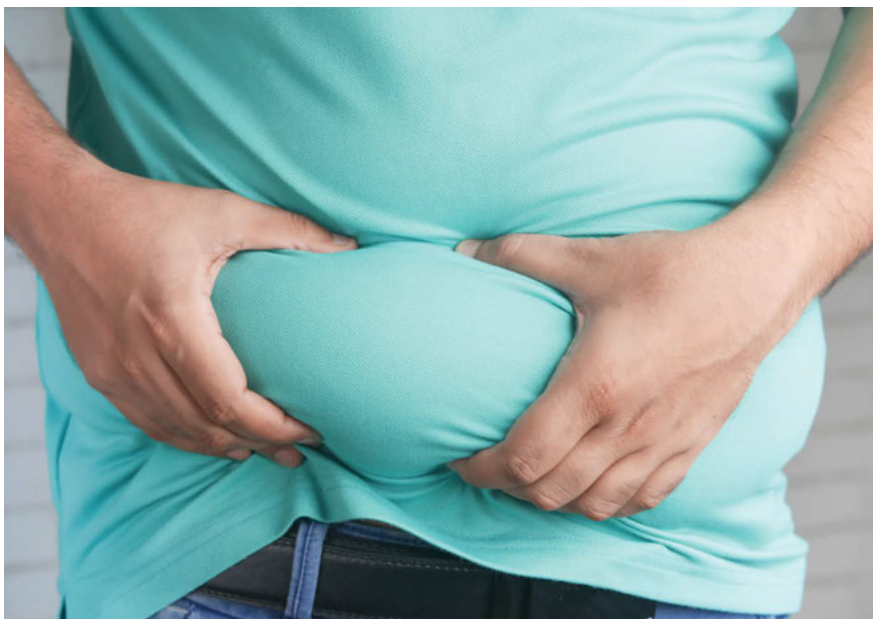
unolik.ee



Millest oleneb kaalulangetuse edukus?

Tartu ülikooli käitumisgeneetika kaasprofessor Uku Vainik on saanud Euroopa teadusnõukogult (ERC) alustava teadlase rahastuse, et uurida rasvumise käitumuslikke ja geneetilisi seoseid ning leida uusi viise, kuidas ülekaaluga võidelda.

UNSPLASH



Inimestel on geneetiliselt erinev tõenäosus olla suurema või väiksema meelekindluse või söömiskiirusega.

info kõrvale lisada vaimse tervise ja isiksuseandmed ning otsida nendest võimalikke käitumuslikke tegureid, mis võivad kaalumuutust mõjutada,” selgitas Vainik.

Kindlaks tehtud seoseid kontrollitakse Saksamaa, Ühendkuningriigi ja Rootsi andmekogude põhjal, et leida sarnased tunnusjooned. Eesmärk on luua küsimustik, mille järgi saab määrata kaalulangetuse kitsaskohti. Küsimustik peaks sisaldama võimalikult mitmekesiseid kaalu muutmise tegureid, mida saab psühholoogiliselt hästi mõõta.

Peale selle aitavad Eesti geenivaramu andmed tuvastada põhjuslikku seost kaalumuutust ennustavate tegurite ja kaalumuudatuse vahel. Tänu geneetilisele infole saab teha kindlaks, millised küsimustikus mainitud tegurid tõepoolest kaalulangetust mõjutavad. „Inimestel on geneetiliselt erinev tõenäosus olla suurema või väiksema meelekindluse või söömiskiirusega. See geneetiline pagas on vanemate genomist juhuslikult kokku pandud, mistõttu matkib inimenoom looduslikku eksperimenti. Seeläbi saame vaadata, kas leitud geneetiline tõenäosus olla meelekindlam või süüa kiiremini mõjutab ka hilisema kaalumuutuse edukuse tõenäosust. See aitab meil välja selgitada potentsiaalselt tõhusamad kaalumuutuse põhjuslikud tegurid,” ütles Vainik.

Selleks et need tõhusad tegurid päriselt üle kontrollida, võetakse appi erasektoriga koostöös loodud kaalulangetusprogrammid. Nende kasutajate kaasabil saadakse kinnitust, kas geneetika abil välja sõelutud käitumissuunised kaalulangetuse kohta tõepoolest toimivad.

Viieaastast projekti rahastab Euroopa teadusnõukogu 1,5 miljoni euroga. Projektis loovad kaasa nii Tartu ülikooli psühholoogia instituudi kui ka genomika instituudi teadlased. •

Tartu ülikool / Horisont

Rasvumine on pärilik krooniline haigus, millega on maailmas hädas ligi miljard inimest. Maailma terviseorganisatsiooni andmeil on aastaks 2030 ülekaalus või rasvunud veidi üle poole inimkonnast. Arvestades kaasnevaid tervisehädaid, on rasvumine tervishoiusüsteemile tohutu lisakoormus. Probleem vajab kiireid ja tõhusaid lahendusi.

Ülekaalu ja rasvumise vastu on loodud mitmesuguseid ravivõimalusi, alates käitumissoovitustest ja ravimitest kuni maovähendusoperatsioonideni. Ometi mõjuvad need kaaluga kimpus inimestele väga erinevalt. On neid, kes saavad ülekaalust jagu, ent teistel tulevad liigsed kilod pingutustest hoolimata ikka tagasi.

Uku Vainiku uurimisrühm püüab aru saada, millised võiksid olla tegurid, mis ennustavad laiemalt kaalu langetamisega toimetulekut, kas neil on kaalu vähenemise edukusega põhjuslik seos ja kas seda seost tundes saab kaalulangetusprogramme tõhusamaks muuta. Selle väljaselgitamiseks kasutatakse nii masinõpet, geenipankadesse kogutud terviseinfot kui ka tervisekäitumist toetavat mobiilirakendust.

Maailma terviseorganisatsiooni andmeil on aastaks 2030 ülekaalus või rasvunud veidi üle poole inimkonnast.

Teaduskirjanduses on toodud peaaegu 200 kaalulangetamise edukust ennustavat tegurit, mis võivad olla psühhosotsiaalsed, keskkondlikud, käitumuslikud, bioloogilised ja seotud elukvaliteediga. Seda kõike on aga korraga liiga palju, et neid ühel inimesel mõõta. Vainiku plaan on neid tegureid suurtes andmestikes masinõppe abil koondada ja vähendada sama näitaja kohta esitatud sõnastuse ebaühtlust. Näiteks võivad nii hea enesekontrollivõime, meelekindlus, tegutsemistahe kui ka visadus tähistada sisuliselt sama isiksuseomadust.

Seda laadi tegureid saab koondada andmestikes, kus on pikka aega hinnatud kaalumuudatuse tegureid. Näiteks on Eesti geenivaramu geenidonorid aastate jooksul abivalmilt osalenud mitmes uurin-gus, mis katavad enamiku kahesajast kaalumuudatuse tegurist. Uuringute ja arstivisiitide andmete toel on teada ka inimeste kaaluajalugu, seetõttu saavad teadlased seostada kehakaalumuutusi ja tegureid, mis seda mõjutada võisid.

„Eestis on viimase kümne aasta jooksul kaalu langetamiseks arsti määratud ravi-mit või kirurgiat kasutanud mõni tuhat inimest. Kümneid tuhandeid on aga neid, kelle kaal on tõusnud või langenud arstliku sekkumiseta. Hiljutise geenivaramu isiksuseuuringu ning heaolu ja vaimse tervise uuringu käigus saadud andmed võimaldavad füüsilist tervist kirjeldava

Mere- ja kalauuringutel tuleb appi uudne robotlaev

Septembri lõpus veeskati Tallinnas pidulikult Tartu ülikooli Eesti mere-instituudi, OÜ Mindchip ja MEC Insenerilahendused OÜ koostöös valminud autonoomne robotlaev Heli.

Veidi üle kuue meetri pikkune ning kahe ja poole meetri laiune robotlaev Heli on arendajate sõnul nii uuenduslik toode kui ka teenuse osutamise platvorm, mis suudab täita mitut laadi ülesandeid. Robotlaeva juhib tehisar, mis võimaldab alusel etteantud tööplaani järgi iseseisvalt navigeerida. Robotlaevale saab uuringute tarbeks kinnitada mitmesuguseid sensoreid, näiteks sonareid, millega saab uurida merepõhja ja kalaparvi. Selleks et ümbrust tajuda ja navigeerimisotsuseid vastu võtta, on robotlaeval ühtekokku 13 kaamerat, viis radarit, automaatne tuvastussüsteem, WiFi-, satelliit- ja 4G-andmeside, mis võimaldavad robotlaeva kaugelt jälgida ja juhtida.

Kiirusega kuni seitse sõlme sõitev alus salvestab ja edastab reaalajas andmeid



Paraadvärvides autonoomne robotlaev Heli

oma asukoha, reisi parameetrite ja sonari abil leitud kalaparvede kohta. Robotlaeva saab rakendada teadusuuringutel kalaparvede kirjeldamiseks või ka töõnduspüügi suunamisel. Võrreldes mehitatud

alustega on robotlaeva kasutamine teadusuuringutel tunduvalt keskkonnahoidlikum, säästlikum ja ohutum lahendus.

Tartu ülikool / Horisont

TÜ EESTI MEREINSTITUUT / ELOR SEPP

Maitse, mis viib keele alla – maailma parima maitsega vitamiinid!

FRANK Fruitiese puuviljakommid on uuenduslikud tooted, millesarnaseid koostiselt praegu Eesti turul ei leidu. Uudne tehnoloogia võimaldab kokku segada puuvilju, säilitades nende loomuliku maitse, magususe ja pehme koostise. Seejärel rikastatakse puuvilju toitainete ja vitamiinidega, järgides parimaid toidu- ja ohutusstandardeid. Toodete koostisest on 95% ehtsad puuviljad, neile pole lisatud suhkruid, želatiini, säilitusaineid, värvaineid ega plasti ning tooteid ei ole katsetatud loomade peal.

Valikus on seitse toodet, millest viis sobivad ka veganitele. See tootemark on loodud Šveitsis just inimestele, kes otsivad naturaalseid ning maitstavaid tervislikke toidulisandeid. Nii saab iga päev maitstva vahepalana või kommi asemel lihtsalt tarbida vitamiine ja mineraalaineid. Need on maailma parima maitsega vitamiinid, mis on võitnud tiitli „Great Taste Awards 2021“.

Toidulisandid leiad veebilehelt www.yumtek.ee, hästi varustatud apteekidest ja edasimüüjate käest. Meie e-poes kasuta sooduskoodi „LOODUSLOEB“ ning kosuta enda ja oma lähedaste tervist 15% soodsamalt! Sooduskood kehtib kuni 31.12.2023.



www.yumtek.ee • @frank_fruities_estonia • Facebook FRANK Fruities Estonia

Kalad jäävad aina väiksemaks

Paljud elusorganismid, sealhulgas mereliigid, muutuvad mõõtmelt väiksemaks. Seda kinnitab ajakirjas Science ilmunud uurimus, mis põhineb ligemale 60 aasta jooksul Maa eri piirkondadest kogutud andmestikul.



HANS HILLEWAERT / WIKIPEDIA

Tursk on tähtis tööstuskalaliik, kelle arvukus Läänemeres on alates 1980. aastatest tugevalt vähenenud. Praeguste Läänemere lääneosa tursasaarukondade seisundit mõjutab vee soolsus ja tursa põhilise toiduobjekti kilu arvukus. Ent samuti kalapüük ning sellest tulenevad võimalikud evolutsioonilised survetegurid

Varasemast ajast on teada, et paljud ohustatud liigid on mõõtmelt pigem suuremad. Kaladest on sellised näiteks Atlandi hiidlest (*Hippoglossus hippoglossus*), kes võib kaaluda üle 300 kilogrammi, või meile hästi tuntud atlandi tuur, üks Euroopa suurimaid kalu. Kalapüügivõistluste statistika kinnitab, et trofeekalade mõõtmel on aja jooksul vähenenud.

Rahvusvaheline uurimisrühm, mille juht Inês Martins töötab Šotimaal Saint Andrews'i ülikoolis, analüüsis andmebaasi BIO-TIME kirjeid, mida on tehtud alates 1960. aastatest. Andmebaasi kogutakse koosluste liigilise koosseisu infot Maa eri ökosüsteemide kohta. BIO-TIME sisaldab andmeid ligi 46 000 hulkrakseliigi kohta nii taimede kui ka loomade seast. Uuriti elusolendite kehasuuruse muutusi koosluste tasandil. Selgus, et kehasuuruse kahanemine on kõige tavalisem kaladel. Samas taimede ja selgrootute seas on muutused mitmekesisemad: osa liike muutub väiksemaks, kuid leidub ka neid, kelle mõõtmel suurenevad.

Näiteks Atlandi ookeanis elutseva täht-sünkrai (*Amblyraja radiata*) kohta kinnitavad vaatlused ja püügiandmed, et kohatakse ja püütakse aina väiksemaid kalu. Paljudes mereelupaikades aga domineerivad väiksemat kasvu kalaliigid.

Uuringu põhjal on kehasuuruse muutuse taga kaks asjaolu. Esmalt muutub liigisisene varieeruvus ja ühe liigi isendid muutuvad väiksemaks. Teisalt kaovad kooslustest ka suurema kehaga liigid ja asenduvad pisematega.

Elupaiga biomass jääb merehiiglaste kadudes siiski samaks, sest pisemat mõõtu kalade arvukus on suurem. Nimelt annab evolutsiooniline surve (ehk selektiivne väljapüük) eelise väiksematele kaladele (nii isenditele kui ka liikidele), kes suudavad suured ja „ebakohase“ elukäiguga isendid lihtsalt välja tõrjuda. Kui kaovad suured kalad, muutub toiduvõrgustik ulatuslikult ja see mõjutab ka inimese toidulauda.

Kalade kohta on olemas piisav andmestik, et neid muutusi tõendada, kuid paljude teiste liigirühmade kohta leidub infot

Kehasuuruse kahanemine on kõige tavalisem kaladel. Samas taimede ja selgrootute seas on muutused mitmekesisemad: osa liike muutub väiksemaks, kuid leidub ka neid, kelle mõõtmel suurenevad.

Kuigi väiksemaid kudejaid võib olla rohkem, on kogukamate kalade panus uude põlvkonda suhteliselt suurem, kuna nad heidavad kvaliteetsemat marja.

hulga vähem. Ent üha suureneva inimõju ja kliimamuutuste kontekstis on vaja korralikke andmeid, mille järgi saaks ennustada, missugune on tulevikus meie toit ja mida tuleb mitmekesise menüü kaitseks ette võtta.

Tartu ülikooli Eesti mereinstituudi ihtüoloogia ja kalanduse kaasprofessor ning Eesti maaülikooli vesiviljeluse õppetooli nooremteadur Lauri Saks sõnab, et kõnealune uuring vaatleb juba varem eri liikide puhul teada olnud inimtekkelise evolutsioonisurve mõju. „Inimese tekitatud surveteguri mõju hakkab avalduma juhil, kui see on senistest evolutsioonilistest seostest mõjusam. Suur osa kalapüügist on ju keskendunud eeskätt suuremate isendite püügile. Niisugune pikaajaline inimtekkeline ja suunatud valikusurve avaldub selles, et senised suurte kalade elukäigustrategiad, mille järgi kasvati suureks ja siis koeti palju marjateri, on muutunud ebakohaseks. Valikueelse on saanud hoopis isendid, kes saavad varakult, väiksemate kehamõõtmete juures suguküpseks ning alustavad sigimist enne, kui püügisurve hakkab neid asurkonnast selekteerima. Paraku võime selle uuringu järeldustest näha, et inimtekkeline valikusurve ei mõjuta üksnes püügi sihtliike, vaid kandub toiduahela kaudu edasi ka koosluste tasemele,“ väidab Saks.

„Seni on paljudel kalaliikidel olnud loodusoludes eelkõige evolutsiooniline surve suureks kasvada, mida on omakorda pidurdanud füsioloogilised ja ökoloogilised lõivsuhted. Suurema kehaga kala koeb rohkem marjateri ja mari on ka parema kvaliteediga. Maim saab nõnda kaasa suurema rebuvaru, mis aitab tal üle elada pikema ajavahemikke, mil ta peab hakkama rebukoti asemel toituma iseseisvalt zooplanktonist. See võimaldab noorkaladel ellu jääda ka kehvematel kasvutingimustes ja annab olulise eelise isegi meie Läänemeres, kus toidupuudust üldiselt ei ole. Kuigi väiksemaid kudejaid võib olla rohkem, on kogukamate kalade panus uude põlvkonda suhteliselt suurem, kuna nad heidavad kvaliteetsemat marja. Nõnda moodustavad just suuremad isendid mitmel liigil ebaproportsionaalselt tähtsa osa liigi kudekarjast.“

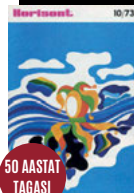
Seetõttu ongi Saksa sõnul mõnes riigis keelatud püüda osa liikide liiga suuri kalu. „Ka Eesti kalateadlased on andnud soovitusi, et näiteks haugi ja koha püügil võiks peale alamöödu kehtida ka ülemöödu nõue. Sedasi hoiaksime asurkonna taastootmise nimel alles suuri hea kvaliteediga kudejaid,“ ütleb Saks.

„Samuti võib suurte röövkalade ülepüük anda võimaluse väiksematele röövkaladele ja nende arvukus hakata suurene- ma. Seda kuni tasemeni, kus väikekiskja asurkond saavutab niivõrd suure ulatuse, et hakkab alla suruma ka tippkiskjate arvukust. Niisugune hüpotees on välja töötatud hundi ja koioti arvukuse andmete põhjal, kuid see näib kehtivat ka vee-elupaikades. Vahepeal tundus, et näiteks Läänemeres elutseva „väikekiskja“ ogaliku arvukus suureneb just seetõttu, et suuremaid röövkalu on jäänud vähemaks.

Suurte kalade kadumine ja nende kehamõõtmete muutumine võib märkimisväärselt pärssida kalaasurkondade elujõulisust. Seepärast ongi kalaasurkondade suuruseline ja vanuseline jaotus üks oluline kalaasurkondade seisundi hindamise kriteerium.“ •

 Piret Pappel

HORISONT KIRJUTAS



HORISONT 10/1973, LK 13

Horisont vahendab ajakirja Sovetski Sojuz artiklit „Mis värvi on haigus“:

„See arstikabinet ei erine omataolistest. Tema personalgi tegeleb tuntud asjaga: uurib haigeid. Ainult et seda tehakse kummaliselt. Pehme pintsli-likesega kannab arst haige käele tumedat lahust, mille kuivamisel niisutab kätt värvitu vedelikuga. Käsi kattub erisuguste värviplekkidega. Ja arst teeb järelduse: „Kannatada on saanud kõõlus.“ Nii diagnoositakse haigeid Ivanovo meditsiiniinstituudis, mida juhatab professor J. Gerussov. Varjatud haiguskoldeid aitavad avastada erilised lahused – vedelad kristallid. Nad on väga tundlikud temperatuurimuutuse suhtes: tasub sellel tõusta või langeda mõne sajandiku osa võrra kraadist, ja vedelate kristallide värvus muutub“.



HORISONT 10/1983, LK 32

Eesti astronoomide koolkonna rajaja Ernst Öpiku 90. sünnipäeva puhul tutvustab Mihkel Jõeveer suurvaimu tööd ja tunnustusi:

„Tunnustusena astronoomide tegevusele annavad mitmesugused astronoomiaühingud medaleid ja preemiaid. Mitmeid neist on saanud ka Ernst Öpik.

Väljapaistvamaks tuleb lugeda vanima astronoomiaühingu, Briti kuningliku astronoomiaühingu kuldmedalit (1975). Igal aastal antakse neid medaleid 1-2 astronoomile või geofüüsikule, kelle uurimustulemused on avaldanud olulisemat mõju vastava teadusala arengule. Autasu on rahvusvaheline. Aprillis 1975 valiti Ernst Öpik USA rahvusliku teaduste akadeemia välisliikmeks“.



HORISONT 6/1993, LK 43

Spordifüsioloog Atko Viru kirjutab alkoholist kui rahuldustunde proteesist:

„Rahuldamatuse tunde likvideerimiseks tavatsetakse kasutada alkoholi ja muid toimeaineid. Alkoholi rahustav mõju võib muutuda möödapääsmatuks ja see kajastub alkoholilõmbuses. Ka endorfiini eritus suureneb alkoholi ja teiste analoogsete mõnuainetel. Põhjus on ainevahetuses kujunenud pingeseisundis. Endorfiinide produktsiooni tõus kajastub alkoholi puhul lühiaegse eufoorilise joobena. Siit laekubki pisitasa kogemus: midagi rahulolu taolist on võimalik saada ka kunstlikult, ilma tegeliku enese-teostusest“.



HORISONT 5/2003, LK 44

Bioloog Urmas Kokassaar selgitab, miks on nätsu närimine väga populaarne:

„Paljud inimesed närvivad nätsu hoopis sellepärast, et paremini keskenduda või ületada monotoonsest tegevusest tingitud rutiini. Mõnikord arvatakse ka, et nätsutamine parandab aju verevarustust. Siin peab arvestama seda, et pidev mälumine annab täiendava koormuse lõualuudele. Leidub neidki, kellele pidev lõualuude rütmiline liikumine pakub rahuldust ja lõdvestust“.



KEN KALLING

SUITS SILMAS

Kümne aasta eest murdsid UNESCO ametnikud pead, kas kinnitada Võrumaa suitsusaunatava maailmapärandi nimekirja. Avaldus selle kohta oli esitatud 2013. aasta kevadel. 2014. aasta novembris langetati Pariisis heakskiitev otsus. „Savvusann“ kogub üha enam populaarsust. Teisalt tuleb meeles pidada, et alates 2009. aastast on meie kodudes olnud kohustuslik element suitsuandur, mida pole omaks võtnud sugugi kõik. Ahistab ka hirm, et „eurodirektiividega“ keelatakse kohe ahjukütmine, rääkimata suitsusingist. Eestlase seos eluruumides hõljuva suitsuga on olnud keeruline ja pikk. Heitkemgi nüüd pilk minevikku, et sedapuhku vaadata, kuidas on suits mõjutanud meie silmade tervist.



Perenaine reheahju ja pliidi kõrval
Muhumaal Kantsi küla Taguranna talus
1931. aastal

Üks pissoke korsteen

Põltsamaa arst ja rahvavalgustaja Peter Ernst Wilde kirjutas 1767. aastal enda välja antavas nädalalehes „Lüh-hike õppetud ...“ rehielamutes leviva suitsu kohta niimoodi: „Keige ennamiste on se üks pahha luggu, et teie tubba täis suitso on. Se suits on teile waewaks, temmast tulleb ka silma wigga, nenda kui teie isse teate. Kui teile peaks ollema ahjo juures üks pissoke korsteen, siis suitsu võiks välja minna“.

Wildet häiris ka rehielamus valitsev pimedus. Saksamaalt pärit arst veenis oma lugejaid, et linna elama kolinud eestlastel on korsten ja aken toas olemas ning seetõttu elavad nad õnnelikumalt kui „teie oma suitso toa sees“.

1796. aastal võttis rehielamu vastu sõna ka tulevane Tartu ülikooli rektor, siis veel Liivimaa Üldkasuliku ja Ökonoomilise Sotsieteedi sekretär Georg Friedrich Parrot. Ta kutsus üles rajama

maarahvale tervislikumaid eluasemeid. Parrot' mõtted pole säilinud, küll aga on alles Öisu mõisniku vastus neile. Parun Siversi sõnul oli rehielamu kütmise viis kõige kokkuhoidlikum, aga ka tervislikum. Suitsu nimelt ei olewat probleem, sest kütmise ajal, s.o päeval, olevat rahvas õues tööl ja mängimas. Ent hiljem, kui tuppa kogunetakse, istutakse madalatel järdel allpool suitsupiiri. Suitsu käes kannatavat vaid tarre astunud võõrad, kes püsti seisavad ja oma liikumisega suitsu allapoole keerutavad. Siversi hinnangul olevat maarahva toaõhk isegi puhtam kui linnainimeste oma, sest suitsutaret tuleb alata õhutada, aga nõnda ei saa koguneda kahjulikud

Eestlaste eluviisi peamise kahjuliku tagajärjena nimetas Bruiningk suitsust tingitud silmahaigusi ja pimedaks jäämist.



200 aasta eest usuti, et eestlaste seas on eriti palju silmahaigeid. Pime kerjus saatjaga 19. sajandi kunstniku pilgu läbi

**Parrot uskusi, et nii nagu liha
suitsetamine tagab selle
säilivuse, peaks suits takista-
ma organismis „roiskumis-
protseesse“ (loe: haigestu-
mist). Rehielamu põhipuudu-
seks kuulutati seal valitsev
pimedus, kuna seinad olid
tahmunud ja aknaid polnud.**

gaasid ega haigusi põhjustavad „miasmid“. Ainus suur probleem, mida ka Sivers tunnistas, oli elamus valitsev pimedus. Need argumendid tundusid veenvad ning suitsuvabade elamute teemat sotsieteet mõnda aega ei puudutanud.

Suitsutarede teema tõstatas 1814. aastal uuesti mitme mõisa pärisõhrra Karl Axel Bruiningk, kes paistis silma oma humanistlike vaadete poolest. Ta uskusi, et eestlaste kohutavad elutingimused pärjavad nende töökust ja tekitavad nürimeelsust, pealegi raisatakse rehielamu kõrgete lagedega rehetubasid püstitades ehitusmaterjale. Eestlaste eluviisi peamise kahjuliku tagajärjena nimetas Bruiningk aga suitsust tingitud silmahaigusi ja pimedaks jäämist. Tema hinnangul tingis tõbesid ka ruumide talvine õhutamine, mis külma tuppa lasi. Niisiis soovitas temagi ehitada suitsuvabu eluruume. Idee põhivastasteks pidas Bruiningk uuendusi vihkavaid talupoegi, kuid tegelikult seisis selle vastu pigem kohalik aadel.

Nimelt tuli kohalikul eliidil Bruiningki mõtetele reageerida, sest siinse kandi viletsaid taluelamuid oli märganud ka Vene riigivõim. Asjaga pandi uuesti tegelema Liivimaa Üldkasulik ja Ökonoomiline Sotsieteet. Sõna said nii Tartu ülikooliga seotud uuenduslikumad mõtlejad – peale Parrot' ka ülikooli arhitektina ajalukku läinud Johann Wilhelm Krause – kui ka hulk alahoidlikke mõisnikke. Plaani sundida talupoegi (või mõisaomanikke) tervislikumaid eluruume ehitama ei kiidetud nüüdki heaks. Jõuti seisukohale, et kõigepealt tuleb edendada jõukust ja haridust, mitte alustada elamutest. Bruiningk uskusi, et inimesi ei vormi elamud, vaid vastupidi. Näitena toodi Liivimaa lõunapoolses osas elavad lätlased, kes olevat viimase 30 aasta jooksul oma elutingimusi märkatavalt parandanud, lisades rehielamule suitsuvaba ruumi, mida soojen-

dab reheahju tagakülg. Selline moodus oli odavam kui korstnate ehitamine ja ka küttepuid kulus vähem.

Ühtlasi öeldi sotsieteedi koostatud vastuses, et silmahaigusi ei tekita mitte suits, vaid pigem muutlik kliima, lumekiirgus, mis on eriti ohtlik ja „kurnab“ silmi pimedast toast õue minnes ja vastupidi, väljast sisse astudes, ja mõnel pool ehk tõesti ka turba kasutamine kütteks. Peale selle olid rohkesti silmahädasid põhjustanud traumad, näiteks rehepeksu ajal saadud. Haigusi ja laste suremust ei saavat suitsuste eluruumidega põhjendada aga sellegi tõttu, et rahvaarvu suurenemine! Parrot uskus koguni, et nii nagu liha suitsetamine tagab selle säilivuse, peaks suits takistama organismis „roiskumisprotseesse“ (loe: haigestumist). Rehielamu põhipuuduseks kuulutati seal valitsev pimedus, kuna seinad olid tahmunud ja aknaid polnud. Niisiis tuli maarahvast valgustada nii sõna otseses kui ka kaudses mõttes.

Suits ja silmaarstid

Mõneks ajaks korstnad unustati, kuid rehielamutes heljuv suits jäi endiselt tähelepanu keskpunkti. Meditsiinipolitseilise mõtteviisi tõttu, mis oli levinud ka siia kanti, kasvas riigi huvi lihtrahva terviseolude vastu. 1802. aastal visiteeris Eesti alasid Vene „õukonnaokulist“ Joseph Rainieri, hiljem tehti veel kaks samalaadset visitatsiooni. Sestap kohustati mõisnikke andma teavet mõisa maadel elavate silmahaigete kohta. Kuigi andmed laekusid puudulikult, kujunes välja arusaam, mille järgi olnuks eestlased üks enim silmahädadest vaevatud rahvas ning Rainieri soovis seetõttu rajada Pärnuse isegi spetsiaalse silmakliiniku. Võimud ja arstid jõudsid järeldusele, et eestlaste silmi rikuva nende suitsused elamistingimused.

1814. aastal tõdes Karl Ernst von Baer oma doktoritöös, et vaid vähestest maadest leiab nii palju pimedaks jäänuid kui Liivi- ja Eestimaalt. Temaigi pidas silmahaiguste põhjuseks talurahva kehvasid elamuolusid; samal seisukohal oli nii mõnigi 19. sajandil Tartus tegutsenud teadusmees.

1814. aastal tõdes Karl Ernst von Baer oma doktoritöös, et vaid vähestest maadest leiab nii palju pimedaks jäänuid kui Liivi- ja Eestimaalt.

ÕHK TEEB HAIGES

Saaremaa arst, kirikuõpetaja ja rahvavalgustaja Johann Wilhelm Ludwig von Luce leidis 19. sajandi alguses, et silmahaiguste põhjuste sekka kuulub ka „wägga kange pallawus iseärranis siis, kui tuul mitte õige puhhas ei ole“. Ka K. E. von Baer uskus samal ajal, et õhk teeb haigeks. Mõlemad näited seostuvad ammuse õpetusega nn miasmidest, millega seletati minevikus nakkushaiguste levikut. Kujutati ette atmosfäärinähtusi, näiteks „sooauure“, mille kohalolek nakatab. Need võisid saabuda teatud aastaagadel valitsevate tuultega – oli selge, et nakkushaigused levivad aastaajati –, kuid võisid tekkida ka räpastes eluruumides.

Üks miasmide tunnused võis olla ebameeldiv lõhn. 1864. aastal kirjutas ajaleht Postimees: „Seal [rehetares] on kõik leida, mis inimest aegsaste võib pimedaks teha: suits, tolm, reheaganad, pimedus ja hele valgus (et alati peavad kaebama: „silmad jäid õue“), mis väga silmade peale käib; värskes õhu puudus, kus palju inimesi ühes hunnikus elavad; laudalojused ja sõnniku aur (päril silmade kihvt), kus inimesed kitsede, lammaste, kanade, pörsade ja vasikatega ühes koos armastavad elada; saunapalavus, mis silmadele niisama paha on; rehetolm ja leitse, muist häda pärast, muist harjunud viisi pärast, ja muud sellesarnased asjad, mis kõik silmi rikuva“. •

„Sakste“ arusaam, et just suits silmi kahjustab, võis olla pärit eestlastelt endilt. Igatahes, 1818. aastal teatasid mõned Pärnumaa talupojad mõisnikule, kes oli soovinud neid silmaarsti juurde saata, et neil pole arsti tarvis: nende hädad tulenevat suitsust ja seetõttu olevat suvel, kui reheahju ei kõeta, nende silmad korras. Tartu ülikooli kirurgiaprofessor, oftalmoloogist põhjalikult huvitunud Georg von Adelmann kirjutas, et eeskätt kevaditi tema vastuvõtule jõudnud talupojad ütlesid oma tõve põhjuseks olevat *suiz*. Adelmanni meelest haigestusid naised sagedamini trahhoomi (vt Horisont 3, 2022) just seepärast, et nad veetsid rohkem aega siseruumides.

Ent juba toona leidis neidki, kes ei pidanud silmahaiguste põhjuseks ainult rehielamus hõljuvat suitsu, vaid üldist räpasust, mis talupoegade

eluviisi iseloomustas ning tekitas nende toas tugeva „lõhnabuketi“. Elati veel miasmidesse uskumise ajastul, mida iseloomustab Baeri väljendatud mure, et eestlased ei taha kuidagi aru saada, et „õhk haigeks teeb“. Peale silmade arvati suitsu olevat kahjulik ka kopsudele, ning silmi rikkuvat muudki „aurud“ peale suitsu.

Suitsu mõjusid sai hästi uurida eestlasi ja lätlasi võrreldes, sest mäletatavasti olid lätlased juba hakanud oma elamuid suitsuvabaks muutma. 1861. aastal kinnitas Carl Weiss oma Tartu ülikoolis kaitstud doktoritöös, et kui eestlastel tuli ette 12 trahhoomijuhtumit tuhande elaniku kohta, siis lätlastel 10,5. Seega ei põdenud eestlased seda (tegelikult nakkus-) haigust tunduvalt rohkem kui lätlased, mis

Juba 200 aasta eest leidis teadusmehi, kes uskusid, et eestlaste soodumus silmahädade tekkeks tuleneb nende „mongolipärasest“ silmakooa kujust.

näis tõestavat, et suitsuseid eluruumi ei saa vähemalt trahhoomi levikus süüdistada. Sama seisukohta oli kinnitanud ka varasem uurimus, mille järgi ei haigestunud suitsustes kooliruumides õppijad sagedamini trahhoomi kui suitsuvabades ruumides õppinud lapsed.

Tasapisi hakatigi trahhoomi põhjuseks pidama puudulikke sanitaarolusid. Ehkki Eesti Postimees kirjutas veel 1864. aastal, et „suitsutoad on kõige suuremad silma vaenlased“, vajus suitsu silmahaiguste võimalike põhjuste seas aegamööda tagaplaanile. Minevikku hakkas 19. sajandi teisel poolel vajuma ka vana tüüpi rehielamu: 1881. aasta rahvaloenduse andmetel oli Eestimaal 31% elamuid korstnaga, Liivimaa Eesti-osas 42%, ning paljudesse korstnata majadesse olid rajatud suitsuvabad kambrid.

Haiglased „pilusilmad“

19. sajandi lõpul hakkasid minevikku jääma ka teooriad, mis paigutasid eestlased „kollase“ rassi hulka. Enne seda jõudis nn mongoliteooria aga

jälje jätta ka Eesti silmaarstinduse ajalukku, sest eeldas ju mongoliidsus eurooplastele ebatüüpilist silmaehitust.

Juba 200 aasta eest leidis teadusmehi, kes uskusid, et eestlaste soodumus silmahädade tekkeks tuleneb nende „mongolipärasest“ silmakooa kujust. Teema tõstatas 1805. aastal Tartu ülikooli anatoomia-, füsioloogia- ja kohtuarstiteaduse professor Heinrich Friedrich Isenflamm, kelle meelest oli eestlase silmakooas kitsas, sügav ja „kaldus“, mis soodustas endeemiliste silmahaiguste levikut. Ka Karl Ernst von Baeri arvates aitas kohaliku rahvatõu silmakooa ehitus kaasa silmahaigustele. Samuti käsitles kolju ehitust ühe eestlaste silmahaiguste põhjustajana 1821. aastal Tartu ülikoolis kaitstud doktoritöös Karl Johann von Seidlitz (peastüüdlasteks pidas ta siiski suitsu ja räpast eluviisi). Edaspidi lisandus selliseid järeldusi veel. Nimelt tundus 19. sajandi füüsilise antropoloogia spetsialistidele, et „tavalise“ eurooplasega võrreldes on eestlase silmakooa iseärasus selle kandi-



EESTI RAHVA MUUSEUM

Lihula Penijõe kooliõpetaja Friedrich Kohtitzky (Priidu Kohava) on 1913. aastal jäädvustanud oma õpilaste koduseid olusid

litem kuju: silmakoopa ülemist serva nähti ulatuvat rohkem allapoole, mis jätnuks ülemisele silmalaule vähem liikumisruumi. „Lau kitsus“ (*blepharophimosis congenita*) takistavat võõrkehade ja kahjulike eritiste kõrvaldamist silmast, mille tagajärjel tekkivat mitmesugused põletikud.

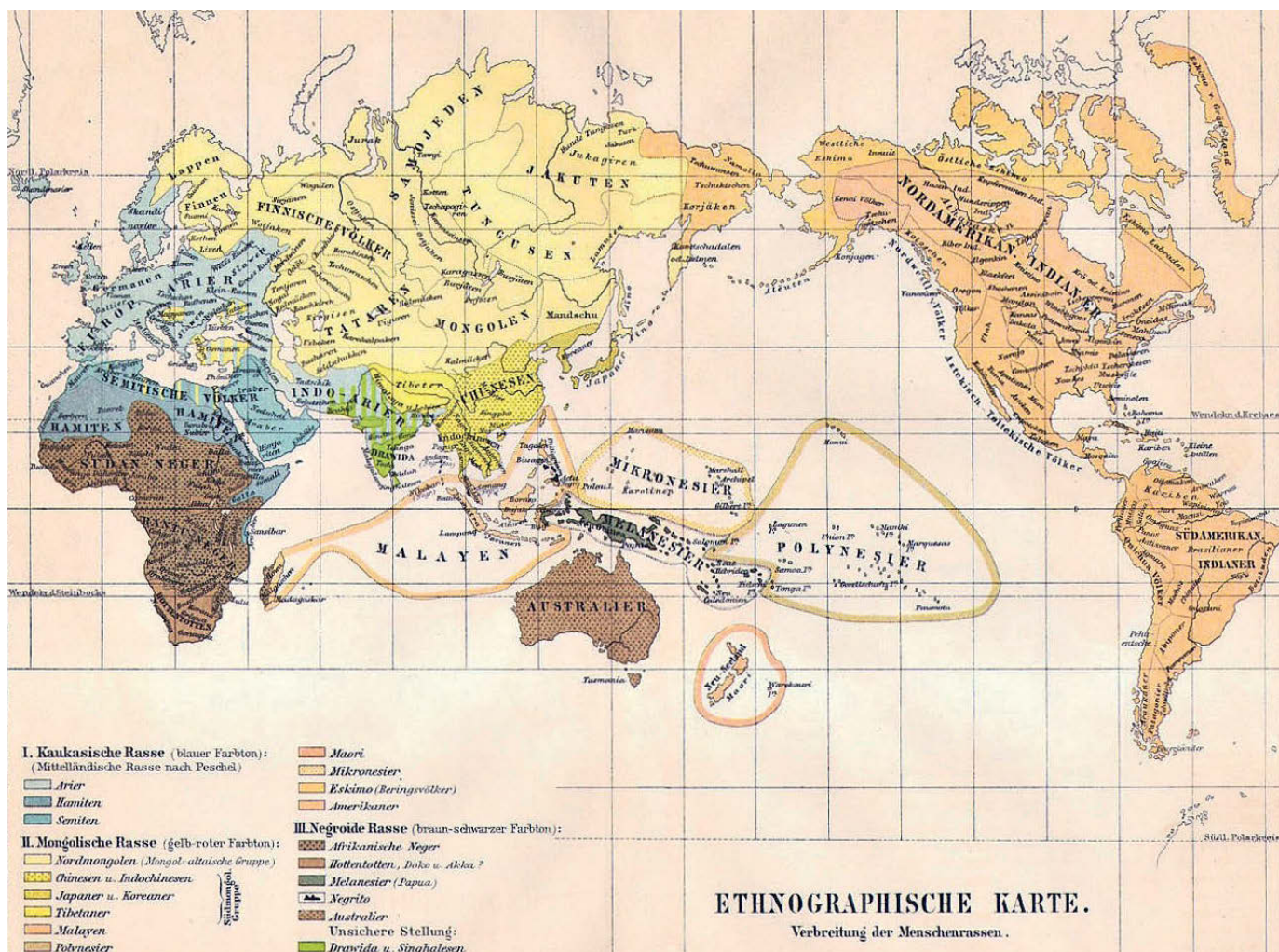
Silmade ehitust kirjeldas silmahai-guste ühe võimaliku põhjustajana veel 1881. aastal ka professor Adelman, võrreldes eestlaste silmahaigusi Vjat-ka kubermangu maride ja udmurtide omadega. Adelman tundis huvi, kas tegemist on „tõulise“ soodumusega. Sellise rassilise eripära kõrval kaaluti ka võimalust, et eestlaste silmakoobas on kujunenud „mongolipäraseks“ kaua-aegse elu tõttu kohalikus rehielamus. Oletavasti olid silmalihased kissitami-se või suitsust tingitud põletike tõttu

EESTLANE KUI „MONGOL“

18. sajandi lõpul sündis teooria, mis paigutas eestlased jt soomesugu rahvad nn mongoli varieteeti (rassi). Algas kõik ilmselt saamidest, kelle eluviisi ja millegipärast ka väljanägemist peeti Euroopale võõraks. Peatselt hakkas sellist rassilist määratlust võimendama keeletea-dus, mis paigutas soome-ugri keelte algkodu Aasiasse. Toonaste arusaamade järgi määras keeleline kuuluvus ka bioloogilise olemuse. Raske öelda, kuidas Euroopa teadlased endale eestlasi täpselt ette kujutasid, kuid tunnus, mis „mongolitele“ mõeldes kohe meelde tuleb, on silmade väliskuju. Ka eestlaste omistati kitsaid silmapilusid, samuti tumedaid juukseid.

„Mongoliteooriale“ hakati peagi vastu vaidlema, vähemalt Tartu ülikoolis, kuid vaidle-jadki tunnistasid, et eestlastel leidub eurooplastele võõraid jooni. Baer märkas eestlastel „pilusilmi“, ehkki mitte nii kitsaid kui saamid. 1838. aastal kirjutas anatoomiaprofessor Alexander v. Hueck, et eestlased on iseseisev „varieteet“ kollase ja valge rassi vahel, 1850. aastal nõustus sellega ka Baer.

„Mongoliteooria“ hakkas pöördumatult taanduma 1870. aastatel, kui Saksa teadlased „avastasid“, et läänemeresoomlaste hulgas on palju heledanahalisi ja -juukselisi indiviide. Keelekuuluvusel põhinevatel rasside levikukaartidel arvati eestlased aga veel 20. sajandilgi sageli kollase rassi hulka. Ka veel hiljuti NSV Liidus viljeldud rassiteadus – tunnistases Läänemere idakalda asukad küll eurooplasteks – kirjeldas mainituil kaugemale ida poole viitavaid tunnuseid. •



Saksakeelses entsüklopeedias „Meyers Konversations-Lexikon“ (1885–1890) ilmunud etnograafilisel kaardil on eestlased arvatud koos teiste soomeugrilastega mongoliidseesse rassi. Tartu ülikooli tulevane rektor Henrik Koppel on 1902. aastal sedalaadi käsitluse kohta kirjutanud: „Vane-mad inimesed jätavad kohkudes töö seisma, kui nooremad neile jutustavad, missugused moonutused need eestlased suurema jao koolides tarvitusel olevate maateaduse ja ajalooraamatute järele olevat. Mõnigi kaugemal olija, kes meie maad ega meid endid ei tunne, tänab Jumalat, et ta mitte üks niisugustest ei ole“.



Vihtlejad reheahjul Martna kihelkonna Suure-Rõude külas 1925. aastal

pidevas pinges, mille tõttu silmakoo-
bas moondus. Enne Gregor Mendeli
pärilikkusseadusi andsid tooni Jean-
Baptiste de Lamarcki sõnastatud reeg-
lid, mille järgi muutusid omandatud
tunnused pärilikuks. Seega võis oletada,
et põlvkondadepikkune elu suit-
sustes ja räpastes oludes, millega kaas-
nesid silmatraumad, põletikud, alali-
ne ärritus ja „lau krumbid“, oli eestla-
se silmakoo ehitusest kujundanud
ühe rahvuse eritunnuse.

Adelmann jõudis siiski järeldusele,
et silmakoo ehitus – olgu rassiline
või kohapeal kujunenud – ei saa silma-
haigusi põhjustada. Üks argumente oli
eespool nimetatud Weissi uurimus,
mille järgi oli trahhoomi levimus eest-
laste ja lätlaste seas üsna sarnane.
Nimelt peeti lätlasi, kes rääkisid indo-
euroopa keeli, „kaukaasia“, s.o valges-
se rassi kuuluvaiks, ja nende silmakoo-
bast eriliseks ei kirjeldatud.

Adelmann otsustas, et trahhoomi
jms silmahädasid põhjustavad pigem
kohalik ilm, „sooaurud“ ja rahva kehv
majanduslik olukord. Eelmisel sajandi-
vahetusel nõustusid temaga veel mõ-
ned uurijad, kes võrdlesid omavahel

Volga jõe piirkonnas elavaid rahvaid ja
tegid järelduse, et sagedamini leidub
trahhoomi madalamal „kultuurilisel
arenemise astmel“ olevatel rahvastel
ja indiviididel, mitte ilmtingimata
soomeugrilastel.

Must lagi on meie toal

19. sajandi lõpul eestlase koljuehitust
enam silmahaiguste kontekstis ei
käsitletud ning ajapikku kaotasid oma
tähtsuse ka suits ja „sooaurud“. Pal-
jude haiguste põhjusi hakati seletama
mikroskoopiliste nakkustekitajatega,
tõbede profülaktikas tõusis aga esi-
plaanile hügieen. Murekohaks jäid
seega endiselt rahva kehvad elamu-
olud, kuid mis veelgi tähtsam, puhtus
omandas ka laiemat kujundlikku tähen-
duse: moderniseeruv Euroopas sai
puhtusest indiviidide ja inimrühmade
eneseteadvustamise vahend. Uute
paradigmade esiletõus meditsiinis ja
tervishoius – räägitakse 19. sajandi
keskel alanud nn terapeutilisest revo-
lutsioonist, mis avas uke nüüdisaegse-
le arstiteadusele – langes Eestis kokku
rahvusliku liikumise ja eneseteadvuse
tekkega. Seetõttu on mõisteta, et ta-

duse populariseerimine, karskustöö
ning ka eugeenilised ideed leidsid rah-
vuslikus tegevuses oma koha. Emantsi-
peeruva eesti rahva eliit tõlgendas
mineviku ahistavaid elutingimusi, sh
tahmaseid eluruume ja suitsu silmas,
kui takistust „eurooplaseks saamise“
teel. Juba 1874. aastal kurtis Mõõn
Veske ajakirjas Eesti Põllumees, et
rõpase kodu asemel eelistavad mehed
kõrtsis istuda. Pimedate rehetubade
peamise kahjuliku mõjuna nägi ta aga
vaimupimeduse levikut. Järgmistel
aastakümnetel jäid paljud traditsioo-
nilise elulaadi ilmingud minevikku,
kuid sellest hoolimata tajume tänini
„musta lae“ kujundi märgilisust. •

VAATA LISAKS

- Oskar Kuriks. Trachoma Eestis (eriti Tartus) möödunud ajal ja praegu. Acta et Commentationes Universitatis Dorpatensis A VII. 3. Tartu. 1925.
- Marten Seppel. Kui haiged olid talurahva silmad 19. sajandi alguses? Õpetatud Eesti Seltsi aastaraamat, 144–172. Tartu, 2011.
- Ants Viies. Esimene katse eesti taluelamuid parandada. Etnograafiamuuseumi aastaraamat XXV. Tallinn, 1971.

✍ **Ken Kalling** (1963) on teadusloolane, kes on keskendunud meditsiini ajaloole.



TAIMEL ON KASULIK OLLA ISEKAS

INTERVJU

Taimed on erakordselt paindlikud organismid: nad ei saa lihtsalt minema kõndida, kui olukord neile ei meeldi, vaid peavad sellega kohanema, ütleb Tartu ülikooli evolutsioonilise taimeökoloogia professor MARINA SEMTŠENKO. Kui hästi suudavad taimed kohaneda muutuva kliimaga ning millist mõju avaldab meie rohumaade taimestikule intensiivne majandamine, uuris professor Semtšenkolt Horisondi toimetaja Helen Rohtmets-Aasa.

Mida uurib evolutsiooniline taimeökoloogia?

Alustada tuleks sellest, mis on üldse ökoloogia. Seda saab lihtsalt sõnastada nii: ökoloogia uurib organismide ja keskkonna vastasmõjusid. Seega uurib taimeökoloogia, kuidas taimed reageerivad neid ümbritsevale keskkonnale. Evolutsiooniline ökoloog lisab sellele evolutsioonilise perspektiivi ja uurib, miks on eri organismid kujunenud evolutsiooni käigus just sellisteks, nagu nad on. Miks on mõned taimed teatud tingimustes edukad ja teistes tingimustes mitte? Meil ei ole olemas superorganisme, mis saavad igal pool võrdselt hästi hakkama. Inimene küll pürgib sinnapoole, aga looduses selliseid organisme üldiselt ei kohta. Loomulikult on meie eesmärk saada neid teadmisi kogu taimemaailma kohta, aga minu lemmiküsteem on Euroopa rohumaad, mille uurimisega olen kõige rohkem tegelenud.

Kui palju meil põliseid rohumaid üldse alles on?

Ega neid väga palju pole. Kuna Eesti asub metsavööndis, sõltub siinsete rohumaade olemasolu otseselt suurte rohusööjate tegevusest, mis hoiab maastiku avatuna. Evolutsioonilises ajaskaalas olid maastiku kujundajateks looduslikud rohusööjad, nagu näiteks mammutid ja piisonid, aga kuna tänapäevaks on sellised liigid Euroopast enamjaolt välja surnud, kujunevad ja säilivad rohumaad tänu karjatamisele ja niitmisele. Kui selline tegevus on kestnud ühtlaselt pikka aega, võime neid rohumaid nimetada põlisteks.

Kultuurikonteksti arvestades sobib ka nimetus „pärandkooslused“. Kui pidin oma uurimistöö jaoks leidma rohumaid, kus on järjepanu karjatatud vähemalt sada aastat, siis oli valik suhteliselt väike. Näiteks jäid just nõukogude aja lõpul paljud sellised alad unarusse. Õnneks ei ole liigiline mitmekesisus neis paigus siiski veel kadunud: nii nagu läheb palju aega liigirikkuse kujunemiseks, kulub palju aega ka selle kadumiseks. Mis tähendab, et meil on veel aega neid rohumaid taastada.

Kuna Eesti asub metsavööndis, sõltub siinsete rohumaade olemasolu otseselt suurte rohusööjate tegevusest, mis hoiab maastiku avatuna.



Me oleme muutnud maailma palju viljakamaks, kui see on evolutsiooni kestel olnud, ja nüüd me näeme, et paljud liigid hakkavad maastikelt kaduma. Pole palju liike, mis oleksid jõudnud kohastuda viljaka mullaga.

Miks on liigirikkus mõnes paigas suurem kui teises?

See on üks ökoloogia kesksemaid küsimusi, mis inspireeris ka Darwinit. Näiteks Eestis on taimede liigirikkus eriti suur Lääne-Eesti lubjarikastel õhukese mullaga niitudel ja karjamaadel. Kui aga minna näiteks mõnele luhaniidule, siis võib seal kohata domineerimas vaid paari taimeliiki. Miks see nii on? Lubjarikas muld on põhjapoolkeral olnud miljonite aastate vältel üks tavalisemaid mullatüüpe. See mullatüüp on püsinud piisavalt pikka aega, et evolutsioonis saaks tekkida palju uusi liike, mis on kohastunud just selle mullatüübiga. Ja seetõttu ongi liigiline mitmekesisus neil mullatüüpidel suurim. Hästi viljakate muldadega piirkonnad on aga üldiselt seotud ebastabiilsete oludega, mis ei soodusta uute liikide teket. Näiteks ujutatakse luhaniidud tihtipeale üle, jõed muudavad süngi. Seega kehtib Eestis ja põhjapoolkera parasvöötmes laiemalt seaduspära, et mida viljakam on koht, seda vähem liike seal koos kasvab.

Nii et evolutsiooni seisukohalt on liigirikkus tingitud eelkõige sellest, kui tavaline on kasvukoht hästi pika aja jooksul olnud. Selles kontekstis on nüüd huvitav mõelda tänapäeva peale, kus me väga lühikese aja jooksul oleme mulda aktiivselt väetanud ja tekitanud õhusaastet, mille tõttu samuti lämmastikku mulda jõuab. Me oleme muutnud maailma palju viljakamaks, kui see on evolutsiooni kestel olnud, ja nüüd me näeme, et paljud liigid hakkavad maasti-

MARINA SEMTŠENKO

- Sündinud 8. mail 1982 Tallinnas
- 2000. aastal lõpetas Tallinna Laagna gümnaasiumi
- 2004. aastal lõpetas Tartu ülikooli (TÜ) bioloogina (*cum laude*) ja kaitses 2005. aastal samas teadusmagistri väitekirja taimeökoloogia ja ökofüsioloogia erialal
- 2005–2007 külalisdoktorant Sussexi ülikoolis
- 2008. aastal kaitses TÜ-s doktoritöö „Plant root behaviour: responses to neighbours and physical obstructions“ („Taimeluurte käitumine: reaktsioonid naabertaimedele ja füüsilistele takistustele“)
- 2008. aastast TÜ ökoloogia ja maateaduste instituudi taimeökoloogia teadur
- 2015–2019 Manchesteri ülikooli teadur, seejärel kuni aastani 2022 samas lektor
- 2021–2022 TÜ ökoloogia ja maateaduste instituudi taimeökoloogia kaasprofessor
- Alates 1. septembrist 2022 samas evolutsioonilise taimeökoloogia professor
- 2020. aastal pälvis Marie Skłodowska-Curie individuaalgrandi ja 2022. aastal Euroopa teadusnõukogu grandid „Evolutsioonilised muutused taimede ja mulla vahelistes interaktsioonides maakasutuse muutudes: tagajärjed mulla funktsioneerimisele ja põuakindlusele“

kelt kaduma. Pole palju liike, mis oleksid jõudnud kohastuda viljaka mullaga.

Millistes paikades on liigirikkus kõige suurem? Kas troopilistes vihmametsades?

Sõltub skaalast. Muidugi on troopilised vihmametsad tuntud kui biodiversiteedi nii-öelda kuumad kohad, kus on hästi palju liike koos. Samas hinnatakse metsade liigirikkust hektari tasemel: vaadatakse, kui palju liike ühel hektaril kasvab. Kui aga vaatame ruutmeetrit või isegi väiksemaid maalappe mõnel meie rohumaal, ja eriti sellisel, mida on pikka aega majandatud, kus on aastasadu loomi karjatatud, siis on ka need äärmiselt liigirikkad. Näiteks võib Lääne-Eestis leida ruudu pealt, mis on 20 korda 20 sentimeetrit, tihtipeale kuni 30 taimeliiki, mis tähendab, et meie rohumaad võivad olla erakordselt liigirikkad. Nii et väikesi maalappe vaadates võib öelda, et Eesti on üks liigirikkamaid paiku maailmas.

Räägitakse, et taimed suhtlevad omavahel. Kuidas nad seda teevad?

Võib-olla ei ole „suhtlus“ siiski kõige parem sõna. Käsitlus taimede suhtlemisest tekkis siis, kui teadlased said aru, et puud suudavad tuvastada, et nende naabruses olevaid puid

Väikesi maalappe vaadates võib öelda, et Eesti on üks liigirikkamaid paiku maailmas.

süüakse. Kui näiteks mõne puu lehti hakkab järama röövik, siis lenduvad kahjustunud lehekoest õhku ained, mille kaudu saavad toimuvast teada naabruses kasvavad puud. Need puud saavad sel moel võimaluse end läheneva rünnaku eest kaitsta. Näiteks hakata oma lehtedes moodustama toksilisi ühendeid, nii et kui röövik uute lehtedeni jõuab, siis talle need lehed enam ei maitse. Või siis ei kasva neid lehti sööv röövik enam sama kiiresti ega saa puud seetõttu nii rängalt kahjustada.

Selle avastuse põhjal võib öelda, et tegu on rääkivate puudega. Hiljem jõuti siiski järeldusele, et see ei ole rääkimine ega suhtlemine, vaid pigem pealtkuulamine. Evolutsioonilises mõttes ei ole puu huvides oma konkurenti hoiatada. Teise puu seisukohalt on see muidugi väga hea, kui ta saab teist puud nii-öelda pealt kuulata ja end rünnakuks ette valmistada. Aga see ei tähenda, et taimed sel moel omavahel suhtleksid ja teineteist aitaksid. Taimele on kasulik olla isekas. Vaid erandlikes oludes, näiteks kui taim naabrid on suure tõenäosusega tema enda järeltulijad, võiks tal kasulik olla neid aidata ja hoiatada. Leidsime sellele kinnitust ka



meie töörühma uuringutes. Nii et taimede suhtlemisse tuleb suhtuda reservatsioonidega. Aga see teema iseenesest kütab muidugi alati kirgi.

Kas pigem võib siis öelda, et taimede elu iseloomustab pidev konkurents ja võitlus oma koha pärast päikese all?

Seda ka ei saa öelda, et taimede elu on oluline vaid võitlus, sest teistest taimedest võib talle ka otsest kasu olla. Võtame näiteks päikeseikiirguse. Tegelikult ei ole taimede vaja kogu valgust, mida päikeselt saab. Oma uuringus leidsime, et enamik Eestis kasvavatest taimedest saab palju paremini hakkama poolvarjus. See tähendab, et taimel võib olla kasulik kasvada teise taimede läheduses, kui too kaitseb teda liigse valguse eest. Aga lõpuks sõltub kõik tasakaalust. Kui selline varjutamine muutub ühtäkki liiga intensiivseks, siis tekib konkurents ja taim peab hakkama end pikemaks venitama, et saada piisavalt valgust.

See muudabki taimed väga eriliseks: nad on erakordselt paindlikud organismid. Nad ei saa lihtsalt minema kõndida, kui olukord neile ei meeldi, vaid peavad sellega kohanema. Neil tuleb hakkama saada seal, kuhu seeme kunagi maandus. Kui selles paigas on liiga palju päikest, siis tuleb teha endale paksemad lehed ja ennast maad ligi hoida. Kui seeme on sattunud aga tiheda rohu sisse, kus on väga varjuline, siis tuleb ennast valguse poole välja venitada. Taim on edukas vaid siis, kui ta oskab kõigis eettulevates olukordades hakkama saada.

Kas mõned liigid on sellises konkurentsises edukamad?

Kindlasti on ja seegi on seotud mullaviljakusega. Kui muld on väga viljakas, siis on taimel piisavalt toitaineid ning piiravaks teguriks saab sel juhul valgus. Seega on eelis taimedel, kes saavad kasvada hästi suureks ja valguse endale harrata. Väheviljakal kivisel mullal, kus on palju valgust, aga toitaineid vähe, on seevastu eelis neil, kes oskavad endale kasvatada hästi pikki ja peenikesi juuri või kasutada seente abi, et mullast toitaineid kätte saada. Kuna valgust on piisavalt, tasub maa peal sel juhul välja näha hästi pisike, et liigne päikeseikiirgus viga ei teeks, samal ajal kui maa-alune juurestik võib sellistel taimedel olla mitu kilomeetrit pikk. Lihtsalt me ei näe seda.

Millist osa mängivad taimede elus maa-alused mullamikroobid?

Maa-alune mikroobne kooslus on erakordselt mitmekesine. Mikroobiliike on palju, osa neist on taimede kasulikud, osa hoopis kahjulikud. Kui me seda mullaelu koos mikroobidega ei tunne, pole meil võimalik taimede elust lõpuni aru saada.

Näiteks asustavad enamiku taimede juuri mükoriisid seened, mis on kõige tavalisemad kasulikud mullamikroobid. Nad aitavad taimel toitaineid omastada, aga peale selle võivad neid kaitsta haigustekitajate eest ning parandada taimede põuataluvust. See tähendab, et neil on pakkuda taimede mitmeid hüvesid, kuid loomulikult ei tee nad seda tasuta. Nad tahavad saada taimelt vastu süsivesikuid ehk suhkrut, mida taim fotosünteesib, nii et taim ja seene suhet võib käsitleda omamoodi kaubavahetusena, kus taim pakub seenele süsinikku ja seen taimede toitaineid, näiteks

Taim on edukas vaid siis, kui ta oskab kõigis eettulevates olukordades hakkama saada.

Taim ja seene suhet võib käsitleda omamoodi kaubavahetusena, kus taim pakub seenele süsinikku ja seen taimede toitaineid, näiteks fosforit ja lämmastikku.

fosforit ja lämmastikku. Aga jällegi, seegi suhe sõltub tasakaalust. Hea tasakaalu korral saavad kasu mõlemad pooled, aga kui me näiteks väetame mulda, siis läheb tasakaal paigast ja taimel pole seent enam vaja. Sel juhul saab ta toitained ise oma juurte abil mullast kätte ning seen muutub pigem parasiidiks, sest püüab endiselt taimelt süsinikku saada.

Ütleksid, et taimed on erakordselt paindlikud organismid. Mida saab taim kahjurit vastu ette võtta?

Üks võrdlemisi hästi toimiv seadus ökoloogias on kasvu ja kaitse vaheline lõivusuhe. See tähendab, et kui taim tahab kiiremini kasvada, et saada teiste taimede ees konkurentsieelist, siis peab ta paratamatult üles ehitama selliseid kudesid, mis ei ole kuigi vastupidavad kõiksugustele haigustele. Need koed on vesisemad, neis on palju toitaineid ja need on hea sihtmärk haigustekitajatele. Ja vastupidi, kui taim on aeglase kasvuga, siis pole ta konkurentsises kuigi hea, kuid suudab samas paremini kaitsta oma kudesid, nii et haigustekitajad ei saa neisse tungida. Näiteks võib ta katta oma lehepinna vahakihi või karvakestega. Niisiis peab taim valima kasvu ja kaitse vahel ning kiire kasvu eest tuleb tal maksta lõivu sellega, et on vastuvõtlik haigustele. Seejuures võivad mõlemad strateegiad olla edukad, kõik sõltub tingimustest.

Lisaks leidub puudel ektomükoriisat ehk selliseid seeni, mis katavad füüsiliselt juurepinna ja kaitsevad neid hästi haigustekitajate eest.

Kui hästi suudavad taimed kohaneda muutuva kliimaga?

See on väga huvitav, et taimede võime olukorraga kohaneda on väga erinev. Mõned taimed on väga kohanemisvõimelised. Kui me näiteks võtame ta päikese käest ära ja paneme varju, siis on juba paari nädala pärast näha, et lehed, mida ta kasvatab, on teistsugused: ta juba kohandab ennast uue olukorraga. Arvestades, kui kiiresti meie kliima muutub, on see minu arvates äärmiselt tähtis omadus.

Aga selline võime ei ole evolutsiooniliselt tekkinud kõigil liikidel, sest sellisel kohanemisvõimel on oma hind. Kui näiteks valguse suhtes tundlik taim kujundab oma lehed ümber lihtsalt halva ilma tõttu, siis on see tühi töö, kui päike jälle välja tuleb. Kui olukord muutub tihti ega ole võimalik ennustada, mis järgmiseks tuleb, võib sellisel kohanemisvõimel olla taimede hoopis negatiivne mõju. See tähendab, et kiire kohanemine on kasulik ainult teatud tingimustes. Näiteks kui taim varjutab naaber, siis on hea, kui ta suudab kiiresti pikemaks venida. Kõrbes, kus varju jäämise oht taimel ei ohusta, ei ole taimel sellist võimet vaja.

Sellepärast ongi nüüd mure, mis saab meie taimedest, kui kliima muutub ja näiteks põuad järjest sagedanevad. Kui Vahemere kliimas on taimedel olnud aega põuadega kohastuda, neid tuleb ette igal aastal, siis siinsetele taimedele on see pigem uus olukord. Põuad on olnud Eestis ajalooliselt suhteliselt harvad, ja me ei tea, kas meie taimed on võimelised mõistlikult reageerima olukorrale, kus põudu esineb üha sagedamini ja need muutuvad üha intensiivse-

maks. Me ei tea, kas nad suudavad sellega oma elu jooksul kohaneda või kas meie liikidel on piisavalt geneetilist potentsiaali põudadele kohastuda.

Kas kliimamuutuste mõjusid on sinu uuritavatel rohumaadel juba näha?

Tavaliselt räägitakse kliimamuutuste kontekstis globaalsest soojenemisest, aga keskmise temperatuuri tõusuga käivad kaasas veel teised muutused, millel on taimestikule palju otsesem mõju. Ebatavaliste ilmastikuolude, põudade ja pikade vihmaperioodide mõju taimestikule näeb palju kiiremini kui keskmise temperatuuri tõusu. Kindlasti märkasid inimesed neid mõjusid selle aasta kevadel.

Meil oli põud, aga ka hilised öökülmad. Mina ei ole kunagi varem Eestis selliseid mõjusid näinud. Üks asi on aiataimed, aga kõvasti said pihta ka taimed, mis on meil looduses alati kasvanud. Näiteks nurmenukud, mis on ühed varased õitsejad. Nägin esimest korda olukorda, kus tervel niidul olid kõik nurmenukuõied ära külmunud. Liigile tähendab see seda, et sel aastal neil polegi ühtegi seemet, mitte ühtegi järglast.

Samamoodi oli looduses järjekordselt näha põua mõju, mille tagajärgi hoogsalt uuritakse üle maailma. Me teeme taimeökoloogidena näiteks katseid, mille raames võrdleme tavaolukorda ehk tingimusi, mis meil on senini valitsenud, olukorraga, mida ennustatakse kliima muutudes. Näiteks uurime sagenevate põudade mõju, pannes katsealusele maalapile väikese katuse peale, et vähendada vihmahulka. Kui aga põuad on juba käes, peame hakkama mõtlema, kas me ei peaks selleks, et tekitada neil maalappidel sellist olukorda nagu varem, neid lapikesi hoopiski kastma. Kliimamuutusi on raske uurida, kui võrdluspunkt kogu aeg nihkub.

Mida see kaasa toob, kui meile hakkavad kliima soojenedes lõuna poolt sisse rändama uued taimed?

Eestis pole seda seni veel märgata. Aga Kesk-Euroopas on küll liike, mis on nihkumas põhja poole. Me ei tea, kuidas nad hakkavad kohalikke kooslusi mõjutama. Kas nad hakkavad käituma samamoodi nagu invasiivsed võõrliigid või saab nende mõju olema väiksem ja millest see üldse sõltub – see kõik on praegu veel õhus. Me ei tea, kas me peame hakkama peale võõrliikide, mis tulevad siia teistelt kontinentidelt, muretsema ka Lõuna-Euroopast tulevate liikide pärast.

Invasiivsete liikidega on tihti nii, et nende haigustekitajad, putukad, kes neid taimi tavaliselt söövad ja nende arvukust alla suruvad, ei pruugi levida sama kiirusega kui taim ja seetõttu hakkavadki sellised taimeliigid mõnel pool vohama. Sellepärast pöörataksegi teaduses praegu suurt tähelepanu küsimusele, millised on eri organismide levimiskiirused ja kuidas kliima seda mõjutab: kas kliima muutub taimedele, mikroobidele ja putukatele sobivaks samal ajal või taimedele kõigepealt?

Juhid Euroopa teadusnõukogu projekti, mille eesmärk on välja selgitada, kuidas on muutused maakasutuses mõjutanud meie rohumaade taimestikku. Mida sa selle kohta öelda saad? Kuidas me oma heinamaade taimeriiki mõjutanud oleme?

Kogu Euroopas – minu projekt ei hõlma üksnes Eestit – on rohumaade peamine probleem maakasutuse intensiivis-



tumine. Eestis pole me seda veel nii teravalt kogenud kui Lääne-Euroopas. Põhiliselt tähendab see väetamist, et saaks tihemini niita ja rohkem karjatada. Väetamisega küll produktiivsus suureneb, aga liigirikkus hakkab vähenema. Selles projektis astume ühe sammu edasi ja küsime, kas väetamine põhjustab ka evolutsioonilisi muutusi taimedes ja nende suhetes mullaseentega ning kuidas see võib mõjutada taimede võimet kohastuda kliimamuutustega. Näiteks on Inglismaal tehtud katseid, kus rohumaad on väetatud juba üle 150 aasta ja seesuguseid katselappe on Euroopas veel.

Me oleme harjunud mõtlema evolutsioonist kui väga pikaajalisest protsessist, aga evolutsioon võib toimuda ka märksa lühema aja jooksul. Isegi meie endi põllumajanduslik tegevus võib põhjustada evolutsioonilisi muutusi.

Oleme korjanud taimi nii neilt pikka aega väetatud katselappidelt kui ka väetamata lappidelt, et vaadata, kas pikaajaline väetamine võib põhjustada evolutsioonilisi muutusi taimeliikides. Kas taimede suhted mükoriisete seentega on selle aja jooksul kannatanud? Kas taim on kaotanud üle saja aasta kestnud väetamise tagajärjel võime seentega koostööd teha? Me oleme harjunud mõtlema evolutsioonist kui väga pikaajalisest protsessist, aga evolutsioon võib toimuda ka märksa lühema aja jooksul. Isegi meie endi põllumajanduslik tegevus võib põhjustada evolutsioonilisi muutusi ja see on minu arvates üks erakordselt põnev uurimisteema.

Teine probleem on see, et väheviljakad maa-alad või rohumaad, kuhu suurte masinatega ligi ei pääse, jäetakse kasutusest välja. Kui neid alasid pikalt ei kasutata, siis kasvavad sinna lõpuks puud. Aga just sellised kivised ja väheviljakad rohumaad on kõige liigirikkamad nii taimede kui ka kõigi teiste organismide poolest. Loodushoiu seisukohalt on need ideaalsed paigad, kus hoida bioloogilist mitmekesisust. Me teame, et mahajäetud rohumaadel surevad mitmed liigid ajapikku välja. Selle projekti raames püüame selgitada, kas mahajäetud rohumaadele alles jäänud taimeliigid suudavad siiski piisavalt geneetilist potentsiaali hoida, et majandamise taastamisel ala uuesti asustada ja kindlustada ökosüsteemi tõhus toimimine hoolimata kliimamuutustest.

Mis kasu on põllumehel liigirikkast heinamaast?

Üldjoontes on nii, et kui kõik muud tingimused on samad, siis liigirikkam rohumaal annab rohkem heina. Kui me kasvatame ühte liiki, nagu tänapäeva põllumajanduses kombeks on, siis see kasvab samas kohas hästi vaid siis, kui me seda väetame ja hoiame keemiliste vahenditega eemale haigustekitajaid ja kahjureid. Looduses on just mitmekesisus see, mis suurendab viljakust ja parandab taime tervist. Näiteks on tehtud kindlaks, et liigirikastes taimekooslustes elavad haigustekitajad halvemini, sest igal kahjuril on oma eelistaimed, mida ta sööb. Kui taimed kasvavad läbisegi, siis on kahjuril keerulisem oma lemmikuid üles leida.

Teiseks on liigirikkus nagu kindlustus õnnetuse vastu. Liikide keskkonnaelistused ja stressitaluvused on erinevad. Kui juhtub tulema näiteks eriti kuiv või külm aasta, siis liigirikkal heinamaal leidub alati liike, mis suudavad ka keerulises olukorras kasvada ja saaki anda. Kolmandaks sõltub mitmekesisusest ka mulla tervis. Kui meil on liigiliselt mitmekesine rohumaal, siis see toetab mitmekesisust mulla mikroobistikku, mis omakorda hoiab süsiniku ja lämmastiku mullas. Tekib isereguleeriv süsteem, millest ei lasta toitainetel välja minna. Põllumajanduses on ju suur probleem, et väetised uhutakse voolu- ja põhjavette, mis saastab keskkonda, ja mullas olnud süsinik paisatakse intensiivse harimise tõttu tagasi atmosfääri, mis panustab kliimasoojenemisse. Niisiis, taimede mitmekesisus on keskse tähtsusega, et vähendada pestitsiidide ja väetiste kasutamist ning luua süsteemi, mis suudaks ennast ise reguleerida.

Taimede mitmekesisus on keskse tähtsusega, et vähendada pestitsiidide ja väetiste kasutamist ning luua süsteemi, mis suudaks ennast ise reguleerida.

Pean ka endale aeg-ajalt meelde tuletama, kui tähtsad on taimed: nad on ju meie elu alus! Nemad talletavad päikeseenergiat ja muudavad selle suhkruks, millest saab kogu elu alguse. Meie kõigi elu sõltub taimedest ja seega on ülioluline teada, kuidas nad toimivad.

Miks otsustasid just bioloogiat õppima minna?

Kui ma kooli lõpetasin, siis ma ei teadnud, kelleks ma tahaksin saada, aga teadsin, mida mulle meeldis koolis kõige enam õppida: matemaatikat, inglise keelt ja bioloogiat. Esitasingi paberid kõigile kolmele erialale ja sain kõigile kolmele sisse, seega tuli valida. Kuna mulle loodus väga meeldib, tundus bioloogia kõige põnevam ja lõppkokkuvõttes ma ei pidanudki väga valima, sest selleks, et hea bioloog olla, on vaja osata inglise keelt – sa pead selles keeles lugema ja suhtlema ja ennast väljendama – ning väga oluline on ka matemaatika, sest mul tuleb tegeleda andmetega, mida on vaja analüüsida. Nii et bioloogia puhul oli olemas kõik, mis mulle meeldib. Aga muidugi algas kõik ikkagi loodusehuvist.

Kuidas sa taimede uurimiseni jõudsid?

Muidugi tundusid loomad mulle alguses palju põnevamad. Mind huvitas nende käitumine. Mäletan, et lugesin palju kakkude, nende nägemise ja kuulmise kohta ning mõtlesin, kuidas need linnud on evolutsiooniliselt kujunenud sedavõrd ideaalseks hiirepüüdjaks. Aga tegelikult saab taimede puhul uurida ju samu asju: kuidas nende sensoorsed võimed võimaldavad neil hinnata, kui palju neil on valgust ja toitaineid, ja mida nad ühes või teises olukorras tegema peaks. Ega taimed selles mõttes loomadest ei erine: nad peavad samuti kogu aeg olukorda hindama ja otsuseid langetama, mida edasi teha. Nii et kui Kristjan Zobel, kes oli toona meie ökoloogialektor, mind esimesel kursusel taimede juurde juhatas, siis sinna ma ka jäin ja hakkasin küsima neid-samu küsimusi.

Kõrvalseisjale võib tunduda, et taimed on igavad. Isegi mul endal on mõnikord piinlik öelda, et tegelen taimedega. Tundub, et teised teevad palju tähtsamaid asju. Nii et pean ka endale aeg-ajalt meelde tuletama, kui tähtsad on taimed: nad on ju meie elu alus! Nemad talletavad päikeseenergiat ja muudavad selle suhkruks, millest saab kogu elu alguse. Meie kõigi elu sõltub taimedest ja seega on ülioluline teada, kuidas nad toimivad.

Kas taimeökoloog ka vabal ajal näpu mulda pistab?

Mulle meeldib väga aias toimetada ja taimi kasvatada, nii et see, mis ma töö teen, ei võta minult rõõmu tegeleda taimedega ka vabal ajal. Vaatan igal aastal, kuidas see ime juhtub, mismoodi taimed kasvama hakkavad ja vilja kannavad. See teeb mulle palju rõõmu. Pealegi on mul töö vaja teha nii palju ajutööd, et vabal ajal meeldib mulle midagi oma kätega ära teha. Meil on ka oma rohumaal, mis on põõsaste ja puudega kinni kasvanud, ja meil on suur eesmärk see taastada. Ühelt poolt on see justkui minu tööga seotud, aga teisalt käeline tegevus: peab kadakaid maha raiuma. •



**Eesti Arhitektuurimuuseumi
püsinäitused**

UURI RUUMI!



ELAV RUUM



Õpetab oma meeli kasutades
tabama arhitektuuri olemust,
uurima ruumi silmade, kõrvade,
naha ja kogu kehaga.

Maketinäitus Eesti erilisematest
hoonetest läbi 20. sajandi kuni
kaasajani välja.

**Rotermanni soolaladu
Ahtri 2, Tallinn
T-P 11-18**

JOHANNA PIIBOR

VIDA PRESS / ALAMY

VESIİKULID VÕIVAD AIDATA PARANDADA KUNSTLIKU VILJASTUSE EDUKUST



Viljatus on maailmas probleem keskmiselt 10–15 protsendil paaridest ning tekitab kannatajatele stressi ja teisi psühholoogilisi hädasid. Olenemata soost võib viljatu olla üks partneritest või mõlemad korraga. Selle peapõhjused on ebanormaalne sugurakkude tootmine või toimimine, mitmesugused geneetilised või nakkuslikud haigused, hormonaalne tasakaalutus ja keskkonna või elustiiliga seotud tegurid. Mõne inimese sigimisvõimetuse põhjus võibki jääda kindlaks tegemata.

Viljatus pole ainult inimestele omane haigus, seda tuleb ette ka loomadel. Näiteks piimalehmadel ei kinnitu umbes pooled viljastunud munarakkudest emaka limaskestale ega arene vaskaks. Kui lehm ei tiinestu, siis väheneb tema piimatoodang ja see tekitab põllumehele majanduslikku kahju. Teadlased otsivad võimalusi, kuidas saaks ühtmoodi suurendada nii inimeste kui ka loomade kunstliku viljastamise edukust rakuväliste vesiikulite abil.

Viimastel kümnenditel on abistav reproduktiivtehnoloogia teinud suuri edusamme, mis on võimaldanud kunstliku viljastuse abil saada lapsi paljudel viljatutel paaridel. Niisugune tehnoloogia hõlmab meditsiinilisi protseduure, nagu munaraku viljastamine *in vitro* ehk kehaväliselt katseklaasis, spermi ehk seemneraku süstimine otse munarakku (nn intratsütoplasmaatiline sperma süstimine, ICSI), sugurakkude või embrüote külmsäilitamine ja viljakusravimite tarvitamine.

Kuigi esimene katseklaasilaps sündis juba 1978. aastal, ei ole tänini suudetud lahendada kõiki meetodi kitsaskohti, seetõttu saadakse katseklaasiviljastusega vähe elujõulisi embrüoid. Halva kvaliteediga embrüod ei ole võimalised läbima kõiki arenguetappe; kui nad emakasse siirata, surevad nad juba enne emakale kinnitumist.

Embrüodefektide ja teistegi viljatuseprobleemide risk suureneb koos naise vanusega. See on üks abistava reproduktiivmeditsiini suuremaid proovikive, kuna praegusel ajal otsus-

Embrüodefektide ja teistegi viljatusprobleemide risk suureneb koos naise vanusega. See on üks abistava reproduktiivmeditsiini suuremaid proovikive, kuna praegusel ajal otsustab aina rohkem paare saada oma esimese lapse hilisemas elujärgus.

tab aina rohkem paare saada oma esimese lapse hilisemas elujärgus. Ka Eestis kinnitab seda suundumust ilmekalt emade keskmine vanus esimese lapse sünni ajal, näiteks 2021. aastal olid need naised keskmiselt 31-aastased, kuid kaks kümnendit varem olid esmasünnitajad ligi neli aastat nooremad ehk keskmiselt 27,5-aastased. Probleemide tõttu õnnestub viljatutest paaridest üksnes 20–30 protsendil saada laps kunstliku viljastamisega.

Kuna katseklaasiviljastusega saadud kvaliteetsete embrüote hulk on väike, ei saa seda abivõimalust laialdaselt rakendada ka põllumajandusloomadel. Korduva kalli kunstliku viljastuse asemel on põllumehele odavam saata sigimisvõimetu loom tapamajja ja võtta asemele uus. Näiteks eelmisel aastal oli ligi 14% tapamajja viidud piimalehmadest sigimisprobleem. Sigimishäire oli üks põhitegureid, mille pärast saadeti kariloomi tapale. Sestap otsivad teadlased kogu maailmas pingalt uusi võimalusi, mismoodi parandada kunstliku viljastuse embrüote ellujäämist.

Temperamentne embrüo

Viljastunud embrüo rändab enne endomeetriumi ehk emaka kõige sisemisele rakukihile kinnitumist emakas ringi, toitudest emakaõõne vedelikus leiduvatest toitainetest. Seal sed biomolekulid peavad toetama embrüo kiiret kasvu ajal, kui embrüorakkude hulk mitmekordistub iga päevaga. Ent 10–40% viljastunud embrüotest siiski ei jõua kinnistuda emaka limaskestale. Üks põhjus on embrüo-

Viljatutest paaridest õnnestub üksnes 20–30 protsendil saada laps kunstliku viljastamisega.

kasvuks sobimatu emakakeskkond, mis takistab embrüo normaalset arengut. Ajaks, kui endomeetrium on embrüo kinnitumiseks valmis (nn implantatsiooniakten), peab embrüo olema läbinud kõik arenguastmed. Inimese implantatsiooniks peab embrüo olema arenenud blastotsüstiks, kooruma, kleepuma emaka limaskestale ja looma esimese kerge kontakti emakakoega. Seejärel peab embrüo tungima emaka-seina, kus ta saab edasiseks arenguks toitaineid juba ema vereringest.

Paljud viljatud paarid saavad lapsi kehavälise viljastamise teel. Tulevaselt emalt või doonorilt korjatakse munarakke hormoonraviga stimuleeritud ovulatsioonil. Seejärel viljastatakse munarakud katseklaasis või siis süstitakse tulevase isa seemnerakk otse munarakku (nn ICSI). Kui viljatuse põhjus on spermapatoloogia, valitakse doonorilt saadud sperma. Osal emadel võib olla munarakk niivõrd halva kvaliteediga, et kunstlikuks viljastamiseks tuleb kasutada doonori munarakku. Ehk lisaks spermadeoonorile võib abi saada ka munarakudoonorilt.

Viljastunud munarakud asetatakse kasvama söötmesse, millele on embrüo kasvu toetamiseks lisatud mitmesuguseid toitaineid. Embrüo peab katseklaasis suutma areneda samas tempos kui emakas, kuhu embrüo hiljem siiratakse. Selleks et valida välja sobiv(ad) embrüo(d), hinnatakse katseklaasis embrüo arengu staadiume ja kvaliteeti. Kui viljastuse teel on saadud rohkem embrüoid, kui on siirdamiseks vaja, saab need külmutada ja kasutada hiljem, kui esimesel korral ei õnnestu tulemust saada.

Viimastel aastatel on mõistetud, et kunstlikul viljastusel tuleb pakkuda embrüotele kasvuks samasugust keskkonda kui terves emakas. Peale katseklaasis kasutatava embrüosöötme koostise on olulised ka inkubaatori gaasikeskkond, söötmeõlid ja -lisandid, mis võivad kõik mõjutada embrüo võimet omastada kasvusöötimest toitaineid. Mitu ettevõtet on juba välja töötanud embrüosöötmeid, kuid neid on katsetatud ainult loomadel ja nende täpset koostist pole tihti avaldatud. Nende asjaolude tõttu on kindla

liigi embrüole raske luua ideaalset kasvukeskkonda. Seepärast kasutab mitu embrüolaborit eri söötmeid ja kasvustüsteeme, kuid sageli vastavad need ainult osaliselt tingimustele, mis on emakas areneval lootel. Ebasobiv keskkond põhjustab embrüotele stressi, halveneb nende kvaliteet ja vähe- neb edukate rasestumiste või tiinuste hulk.

Ideaalne embrüo kasvulava lärmakas emakakeskkonnas

Nagu mainitud, on emakas alati kindel kogus vedelikku, milles leidub mitmesuguseid toitaineid. Neid eritavad limaskestast epiteeli- ja näärmerakud või imuvad need emakavedelikku verest. Emakavedelik sisaldab kasvufaktoreid, hormone, ensüüme, transportvalke, rasvu, glükoosi, aminos- happeid ja muid molekule. Samas on emakavedeliku koostist uurides avas- tatud, et peale biomolekulide leidub emakavedelikus ekstratsellulaarseid

ehk rakuväliseid vesiikuleid (EV-d). Need pisikesed transporterid aitavad koos mõningate molekulidega hoida emakarakkude füsioloogilist tasakaa- lu ning osalevad embrüo ja emaka vahelises suhtluses.

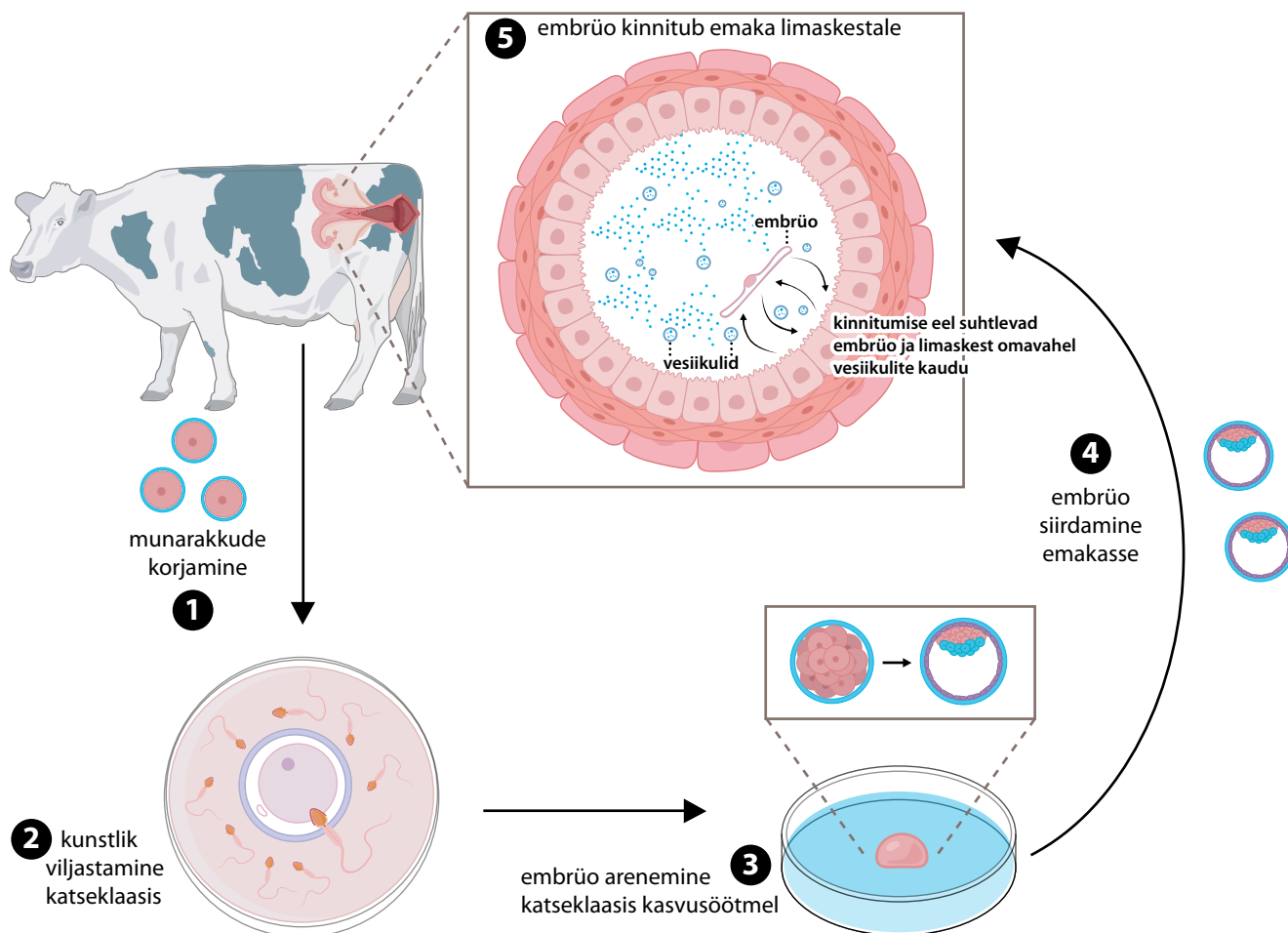
EV-d on keskmiselt 50–1000 nm suurused osakesed, mis sisaldavad eri- suguseid biomolekule: valke, pärilik- kusainet (DNA), RNA-d ja metaboliite. EV-desse pakitud biomolekulidega ja- gavad rakud omavahel molekulaarset infot, muutes selle kaudu üksteise füsioloogilisi või haiguslikke protses- se. Erinevalt biovedelikes olevatest va- badest biomolekulidest kaitseb EV-de sisu lagunemise eest neid ümbritsev lipiidmembran. Seetõttu säilib EV-de

molekulide bioloogiline aktiivsus kauem.

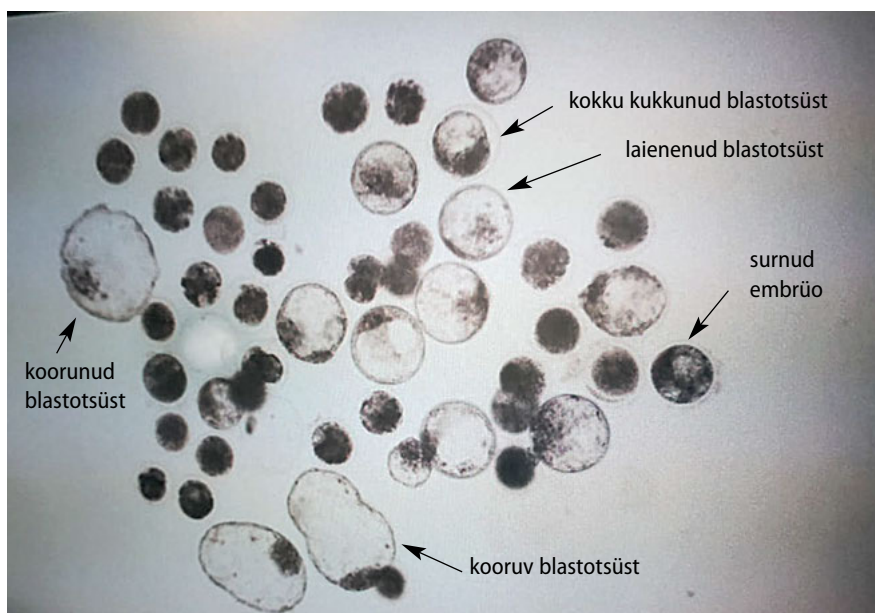
Teadaolevalt vabastavad ning võta- vad EV-sid ja nende sisu vastu peaaegu kõik rakud. Sel moel suhtlevad emaka- rakud embrüoga ja embrüo omakorda emakarakkudega, toetades nõnda üks- teise arengut. Embrüo mõjutab ka immuunsüsteemi nõnda, et embrüo kinnitumisel ei tekiks emakas ülemää- rast kaitsereaktsiooni. Kui emakas peaks embrüot võõrkehaks – mis ta tegelikult ju on, kuna ei sisalda emaga täpselt sama geneetilist materjali, vaid segu isast ja emast –, siis immuunsüs- teem hävitaks embrüo juba enne, kui see on limaskestale kinnitunud. Ent omavahelises suhtluses suudab emb- rüo valmistada emakat ette olema oma kasvulava, mistõttu lasebki see embrüol esialgu kinnituda limaskesta- le ja seejärel pesastuda emakakoosse.

Niisuguste protsesside jooksul muutub emakarakkudest ja embrüost eralduvate EV-de sisu. Kui vesiikulitega

Viimastel aastatel on mõiste- tud, et kunstlikul viljastusel tuleb pakkuda embrüotele kasvuks samasugust kesk- konda kui terves emakas.



Lihtsustatud skeem sellest, kuidas käib lehma kunstlik viljastamine

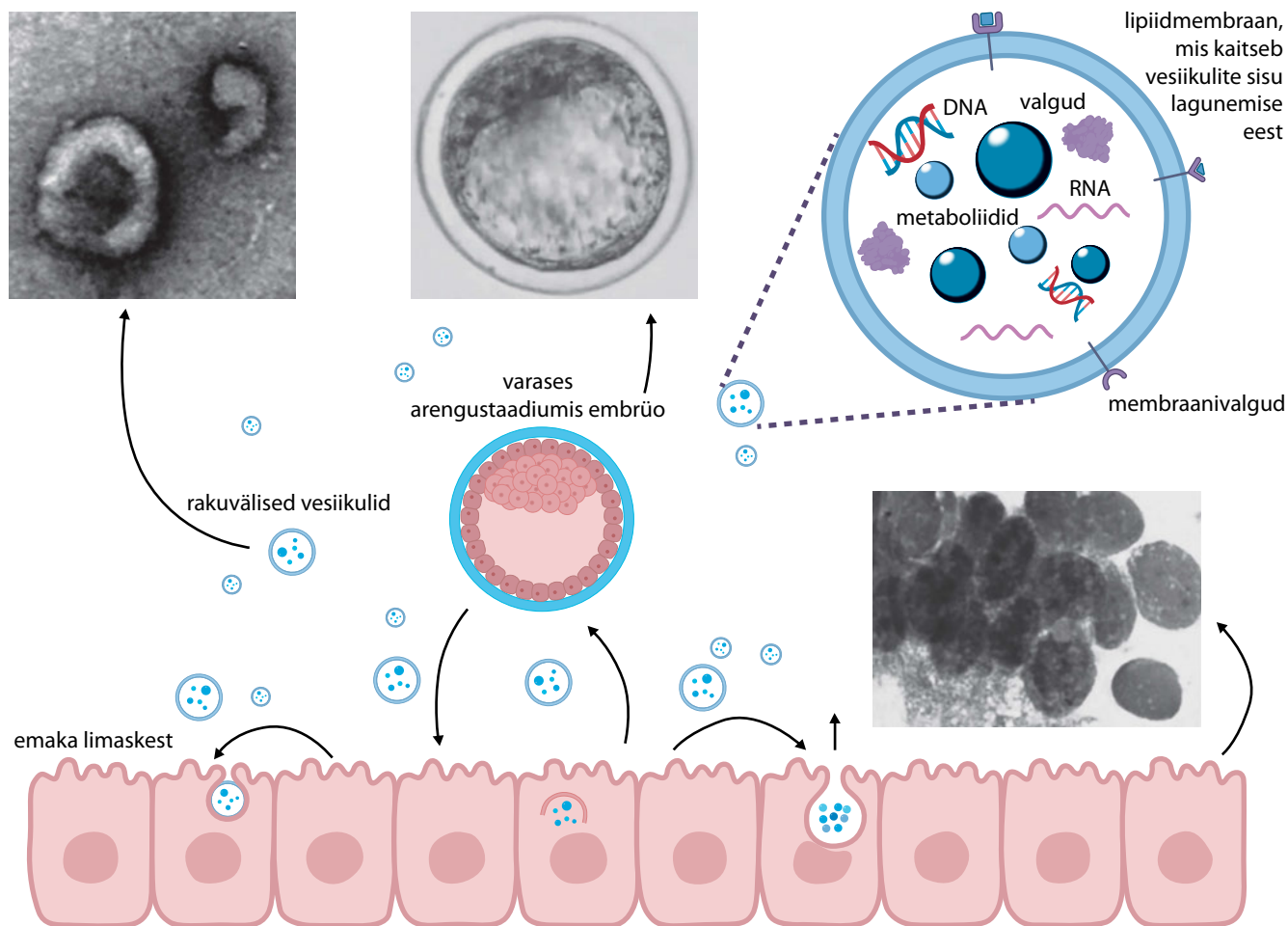


Mikroskoobi kuvaril on näha veise eri arengustaadiumis embrüod kaheksandal arengupäeval. Uuringute ajal hinnatakse just kaheksandal päeval kunstlikult viljastatud embrüote kvaliteeti ja otsustatakse, mis nendega edasi teha: kas külmutada, lasta ühe päeva edasi kasvada või hävitada. Eetiliste nõuete tõttu on teadusuuringutes keeruline kasutada inimeste embrüoid. Seepärast uuritakse inimese kunstliku viljastuse probleeme tihti kas veiste või hiirte embrüote abil

EESTI MAAILKOO

seotud normaalses suhtluses embrüo ja emaka vahel tekib kõrvalekaldeid, ei pruugi embrüo limaskestale kinnituda ja sureb.

Teadlased, sealhulgas Eesti maaülikooli veterinaarmeditsiini ja loomakasvatuse instituudi töörühm, on juba aastaid uurinud embrüo ja endomeetriumi arengut ning seoseid EV-de ja viljakuse vahel. Näiteks on tehtud kindlaks, et EV-sid eraldades mõjutab embrüo endomeetriumi arengut implantatsiooniaknani. Nimelt saadab hea kvaliteediga embrüo EV-dega emakale signaale, mille kaudu mõjutab ta emakas näiteks rakuvaheaine ülesehitust ja ka nn G-valgu retseptori signaalirada; G-valg kannab väljastpoolt rakku tulevaid keemilisi signaale üle raku sisemusse. Kõik on vajalik selleks, et emaka limaskest muutuks embrüo kinnitumiseks piisavalt „küpsaks“. Samal ajal saadab ka limaskest oma arengust embrüole signaale, aidates



Joonisel on kujutatud varases arengustaadiumis embrüo ehk blastotsüsti ja emaka limaskesta rakkude vesiikulite kaudu käivat suhtlust

nõnda omakorda embrüol „küpseda“. Hoolimata edusammudest on siiski vaja teha veel palju uurimistööd, et mõista täpsemalt, missugune on viljakust soosiv emakakeskkond ja seal olevate EV-de sisu.

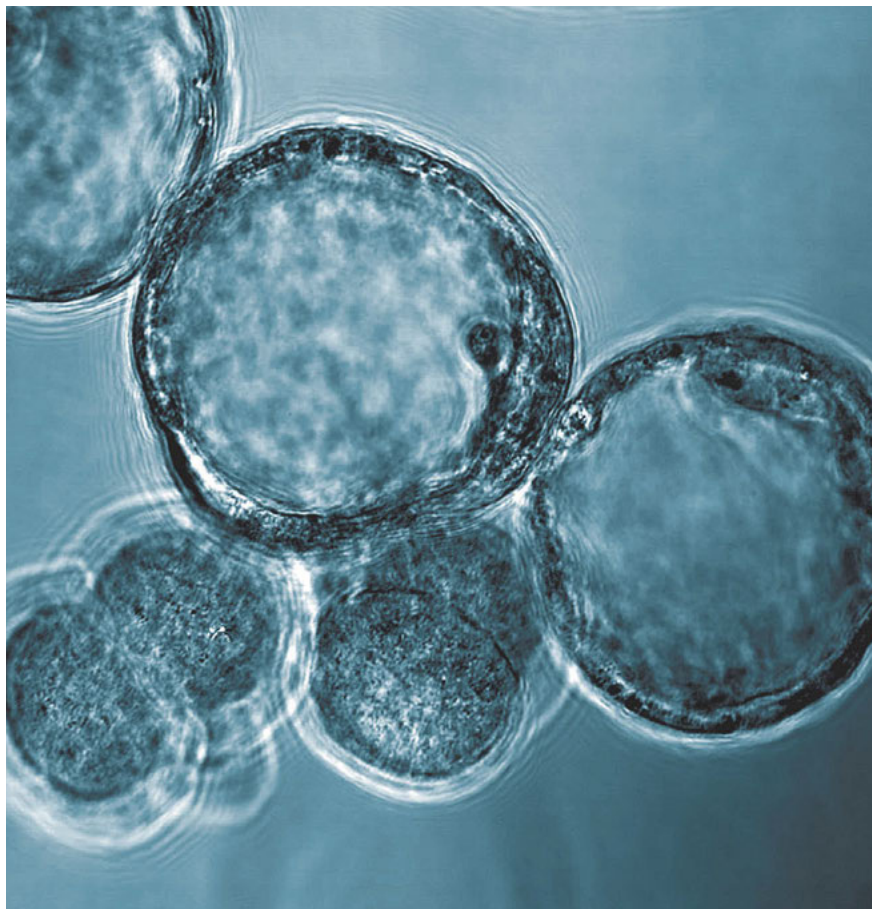
Paraku pole emakakeskkond alati ideaalne ning paljud tegurid võivad mõjutada rakkudevahelist suhtlust. Näiteks füüsiline stress, halb toitumine ja nakkused mõjutavad hormoonide tootmist ja ainevahetust, mille tõttu võib tekkida viljatus. Praeguseks on teadusuuringutega jõutud nii kaugemale, et mõistetakse aina paremini individuaalseid viljatust mõjutavaid protsesse ja osatakse võimaluse korral pakkuda ravi. Kuna sageli põhjustab viljatust korraga mitu tegurit, on keeruleine leida õiget raviviisi.

Kas käega katsutav tulevik?

Mitu uuringut on tõestanud, et kasvusöötmes sisalduvad munajuha-, emaka- ja follikulaarvedeliku EV-d parandavad kehavälise viljastamisega saadud embrüote kvaliteeti, arengut, külmutamistaluvust ja ka elumust. Need mõjud on tingitud EV-de sisu erisugustest ülesannetest. Näiteks kui lisada söötmesse antioksidante sisaldavaid vesiikuleid, siis need kaitsevad embrüoid oksüdatiivse stressiga kaasneva DNA-kahjustuste ja embrüo arengu aeglustumise eest.

Kõik need hädad võivad saada embrüole saatuslikuks enne, kui ta jõuab kinnituda emaka limaskestale. Samas muutub emakakeskkond pidevalt, seepärast on väga raske leida niisugust EV-lisandi kogust ja koostist, mis võimalikult hästi toetaks kasvusöötmes embrüo arengut ja seeläbi parandaks ka kunstliku viljastuse edukust. Ent teadlaste huvi uurida EV-de mõju embrüo arengule on siiski väga suur: ainuüksi eelmisel aastal ilmus selles vallas üle 200 teadusartikli. Juhul kui õnnestub leida kõige kohasemad vesiikulid, mis suurendavad kunstliku viljastuse embrüote elumust, saaks nad viljatusravi osana kasutusele võtta.

Juhul kui õnnestub leida kõige kohasemad vesiikulid, mis suurendavad kunstliku viljastuse embrüote elumust, saaks nad viljatusravi osana kasutusele võtta.



EESTI MAAÜLIKOO

Mikroskoobipilt veise koorunud blastotsüstidest ehk lootepõiekestest

EV-de laialdaseks tarvituseks tuleks neid nanoosakesi toota suures koguses. Kuna munajuha-, emaka- ja follikulaarvedelikust on võimalik eraldada vaid kindel kogus EV-sid, pole mõistlik laialdaselt kasutada nende vedelike EV-sid. Üks moodus on luua emaka sisekeskkonda võimalikult täpselt jäljendav rakukultuur, kus munajuha-, emaka- või follikulaarrakud toodaksid vajaliku sisuga EV-sid. Kui sobiv rakukultuurimudel on leitud, tuleb seda edasi arendada rakukultuuriplatvormiks, millega saaks toota suures koguses kindla kvaliteediga EV-sid.

Niisuguseid rakukultuurialuseid on juba varem loodud, et toota EV-sid näiteks vähiteraapia kliiniliste uuringute tarbeks. Üks uuemaid seda laadi tehnoloogiatest on Vertical Wheeli bioreaktor: aeglaselt pöörlevat pesumasinatrumlit meenutava seadme igal ruutsentimeetril saab kasvatada umbes 7000 rakku, mis eraldavadki kasvusöötmesse EV-sid.

Kui on õnnestunud kasvatada kohaseid vesiikuleid rohkesti tootev rakukultuur, siis tuleb vesiikulid söötmesse

välja puhastada ja määrata nende iseloomulikud tunnused. Paraku ei ole seni veel leitud ühtset viisi, kuidas teha kindlaks ja puhastada kohaseid vesiikuleid. Eri uuringutes on vesiikuleid eraldatud eri moodi, seetõttu on saadud vesiikulide kogus ja puhtusaste (koos EV-dega eraldatakse ka teisi osakesi) olnud varieeruv. Ent tulevased uuringud, kus võrreldakse eri tehnoloogiad ja hinnatakse nende tõhusust, aitavad selle väikse probleemi lahendada ja jõuda lähemale eesmärgile kasutada vesiikuleid viljatusravis.

VAATA LISAKS

teadusprojektid COMBIVET (www.combivet.ee) ja OH-BOOST (www.ohboost.eu)

Johanna Piibor (1995) on loomaarstiharidusega Eesti maaülikooli doktorant, kes on keskendunud veiste viljatusuuringutele ja siirdemeditsiinile.



HARJUMAA MUUSEUM

www.harjumaamuuseum.ee

Harjuma Muuseum

Keila mõisa endises peahoones tegutsev muuseum tutvustab Harjuma mitmekülgset ajalugu muinasajast tänapäevani.

Muuseumis on eksponeeritud põnevaid arheoloogilisi leide Keila keskaegsest linnusest ja Padise kloostrist, püsinäitus „Harju elu“ pakub ülevaadet harjumaalaste argi-, töö- ja usuelust.

Keila mõisa vahetusse lähedusse jäävad ka sünge legendiga Orjakivi, keskaegse väikelinnuse varemed ning maaliliselt looklev Keila jõgi koos ujumiskohtadega.

Lasteaiarühmadele ja koolidele toimuvad
haridusprogrammid rahvakalendri tähtpäevadest, õuesõpe ja muuseumitunnid

14.10.23 Näituse „Muistne Rävala“

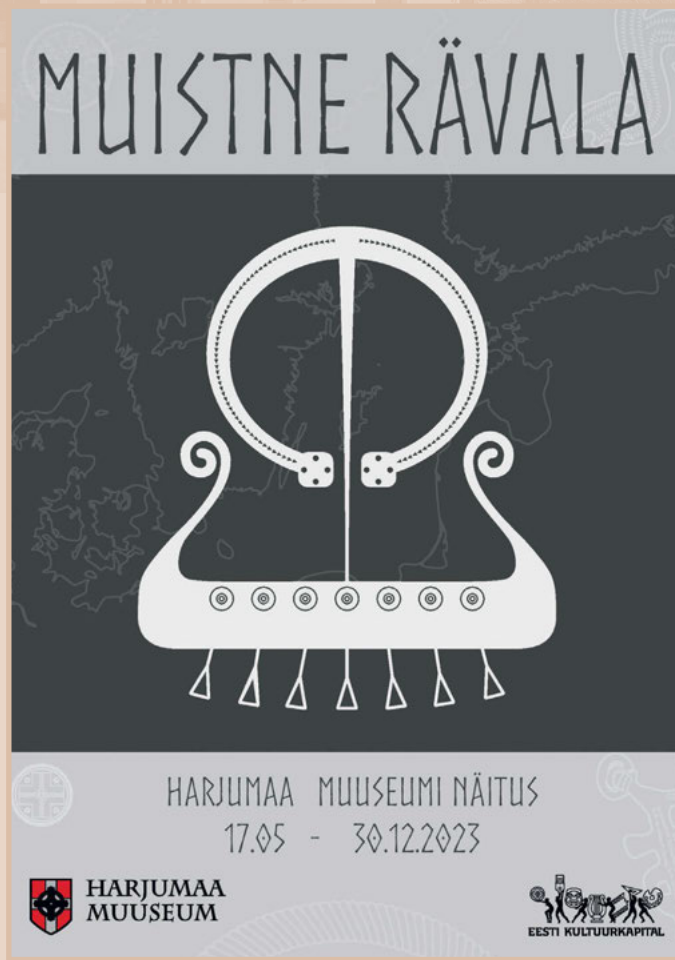
teemapäev Harjuma Muuseumis

31.10.23 Halloweeni kostüümidisko

25.11.23 Ootame kõiki uudistama

Andresepäeva laadale, kus pakutakse peamiselt kodumaist käsitöö- ja toidukaupa, osa saab võtta laadaloosist ning kohvikus pakume head ja paremat.

Kõikide ürituste ja programmide kohta saab lisainfot www.harjumaamuuseum.ee



Amandus Adamsoni Ateljeemuuseum

Ateljeemuuseum on rajatud skulptor Amandus Adamsoni suveateljeesse Paldiskis. Ateljeemuuseum tutvustab Amandus Adamsoni elu ja loomingut.

01.–29.10.2023 Kunstikool „Bjarte“ õpilaste näitus

21.10.2023 Porikuu festivali raames on külas luuletaja Jürgen Rooste

12.11.2023 Amandus Adamsoni sünniaastapäeva tähistamine

Ürituste ja programmide kohta saab lisainfot www.amandusadamson.ee

ANDI HEKTOR, KRISTJAN KANNIKE

NANOGrav jälitab üliraskeid musti auke

Gravitatsioonilainetest on saanud inimkonna uus kõrv, mille abil universumi mõista. Põhja-Ameerika nanoherts-gravitatsioonilainete observatoorium ehk NANOGrav on avanud nüüd veel ühe huvitava võimaluse mõõta gravitatsioonilaineid.

Loodus on täis laineid. Merelained levivad veepinnal, helilained õhus. 19. sajandil sai selgeks, et elektrit ja magnetismi kirjeldavas matemaatilises teoorias on olemas laineid kirjeldav lahend. Valgus, soojuskiirgus ja raadiolained on ainult mõned näited nende elektromagnetlainete kohta.

Kui Albert Einstein lõi gravitatsiooni kirjeldava üldrelatiivsusteooria, märkas ta selle sarnasust elektromagnetismiteooriaga. Muidugi küsis ta kohe: kus on siis lained? Tõepoolest, teooriast ei olnud väga raske välja võluda elektromagnetlainetega sarnanevaid laineid. Keerulisem oli mõista, mida need tähendavad. Läks oma veerand sajandit (1918–1955), enne kui jõuti arusaamisele, et gravitatsioonilained on päriselt olemas. Raskusi tekitas tõsiasi, et üldrelatiivsusteooria ei kirjelda mitte väljade käitumist aegruumis, vaid aegruumi ennast: gravitatsioonilained pole mitte välja (nagu elektrivälja) võnked – ei, need on aegruumi enda võnked! Kui meist läheb läbi gravitatsioonilaine, siis selle võnked sõna otseses mõttes venitavad meid perioodiliselt välja ja suruvad kokku koos ruumiga, milles oleme, panevad aega kiiremini ja aeglasemalt liikuma meie ümber. Relatiivsusteooriaga tegelevate teadlaste esimesel põlvkonnal kulub üksjagu aega, et sellise laine olemust täpsemalt mõista.

Kohe oli selge, et gravitatsioonilained on erakordselt nõrk nähtus, mida mõõta on ülimalt keeruline. Kuigi esimesi katsetusi hakati tegema juba 1960. aastatel, avastati gravitatsioonilained alles aastal 2015. Füüsika ja tehnoloogia areng võib olla uskumatu: avastuse teinud LIGO (USA) ja Virgo (Itaalia) eksperimendid suudaksid mõõta Päikese ja naabertähe Alpha Centauri vahelist kaugust – neli valgusaastat – juuksekarva läbimõõdu täpsusega.

Elektromagnetlainete spekter hõlmab peale nähtava valguse vikerkaare

väga mitmesuguse pikkuse ja sagedusega laineid energiaalalt gamma-kiirtest ülipikkade raadiolaineteni. Gravitatsioonilainete spekter katab samuti väga laia sagedusala. Suuresti erineva lainepikkusega laineid ei saa mõõta samade instrumentidega. Nagu raadiolaine vastuvõtmiseks on vaja lainepikkusele vastavat antenni, on ka pikemate gravitatsioonilainete vastuvõtuks vaja suuremaid riistu. LIGO ja ja Virgo, mille „antenni“ mõõtmed on paar kilomeetrit, mõõdavad lühemaid gravitatsioonilaineid, mis teevad võnke sadakond korda sekundis. Need lained tekivad tähtedest kujunenud väiksemate teineteise ümber tiirlevate mustade aukude või neutrontähtede ühtesulamisest. 2037. aastal orbiidile saadetak Euroopa kosmoseagentuuri

mõõtmisüsteem LISA koosneb kolmest tehiskaaslasest, mis jäävad üksteisest paari miljoni kilomeetri kaugusele. LISA on kõige tundlikum sageduse 0,01 Hz (üks võnge saja sekundi kohta) korral. See suudab mõõta näiteks kosmiliste faasisiirete vaakummullide ühinemisel tekkinud laineid.

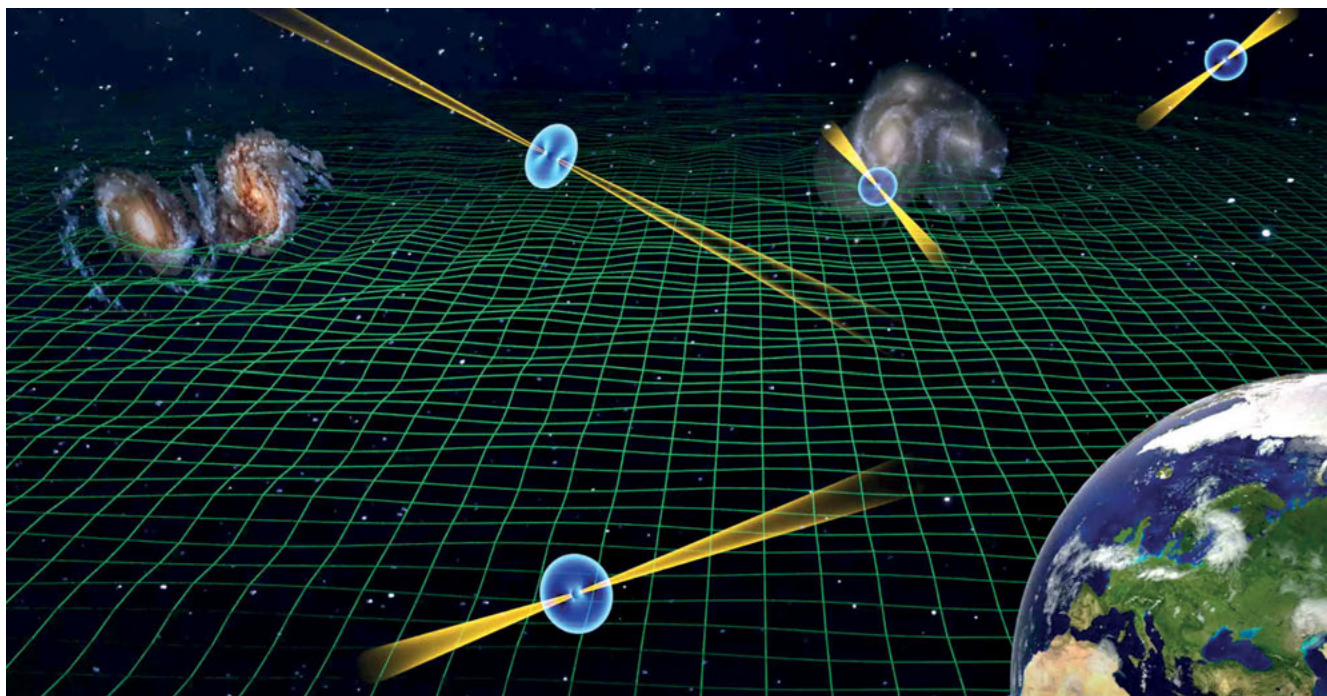
LISA-st suuremat katseseadet on mõistetavatel põhjustel märksa raskem ehitada. Õnneks on loodus ise loonud eksperimendi, mis lubab mõõta ülipikki gravitatsioonilaineid, mille üks võnge kestab kümneid aastaid ja mille lainepikkust mõõdetakse lausa valgusaastates. Sellised vastuvõtjad on ülitäpseid raadiosignaale välja saatvad looduslikud objektid ehk pulsarid.

Pulsar on kiirelt pöörlev üsna nooruke (alla miljoni aasta) neutrontäht.



Effelsbergi raadioteleskoop oli üks teleskoopidest, mis mõõtis pulsarite signaale, et teha kindlaks ülipikki gravitatsioonilaineid

MAX PLANCK INSTITUTE FOR RADIO ASTRONOMY



MICHAEL KRAMER / MAX PLANCK INSTITUTE FOR RADIO ASTRONOMY

See, et meie lähemate pulsarite raadiosignaalide kohalejõudmise aeg varieerub, on märk ülipikkadest gravitatsioonilainetest, mis on tekkinud kauges universumis üksteise ümber tiirlevatest üllirasketest mustadest aukudest. Gravitatsioonilained painutavad aega ja ruumi meie ning pulsarite vahel ning tekitavad ülitäpse perioodilisusega pulsarite raadiosignaalidesse üliväikseid, kuid siiski mõõdetavaid häireid

Kui meie Päikesest mitu korda raskem täht jõuab oma eluea lõppu, olles ära põletanud kõik kerged elemendid, kaob tähes rõhk, mis suudaks raskusjõule vastu panna. Täht kukub oma raskuse all kokku kümme-kümne kilomeetri raadiusega objektiks, mis koosneb ülitihedast neutronainest. Algul aeglaselt pöörlevast tähest tekib ülikii- relt (tuhandeid kordi sekundis) pöörlev neutrontäht. Niisugune noor neutrontäht on eripärane selle poolest, et kiirgab oma magnetpooluste piirkonnast tugevat raadiokiirgust. Pöörlemise tõttu pühib see raadiokiir pidevalt üle taeva otsekui maised majakad. Kui 1970. aastatel avastati esimesed pulsarid, siis esmalt arvati koguni, et võib-olla on tegu mõne võimsa tsivilisatsiooniga, kes meie tulesid vilgutab.

Neutrontähe hiiglasliku massi tõttu võib pulsari pöörlemisperioodi täpsust võrrelda inimkonna täpseimate kellade, nimelt aatomkellade täpsusega. Juba 1990. aastatel pakuti esimest korda, et kiirema sagedusega (millisekund)pulsareid saaks ära kasutada ülisuure lainepikkuse ja madala

sagedusega gravitatsioonilainete mõõtmisel. Nagu mainitud, muudab gravitatsioonilaine vahemaid ja aja kulgu. Nii peaks see tekitama ka väikseid ennustatavaid kõikumisi pulsarite üli-regulaarsetes raadiosignaalides.

Seda efekti mõõta pole mõistagi lihtne. On vaja väga häid raadioteleskoope ja kombineerida tuleb ka erisuguste kiirete pulsarite mõõtmistulemusi (neid on meie piisavalt lähedal avastatud umbes 50). Pealegi on tegu väga raske arvutusliku probleemiga, kus tuhandeid terabaite andmeid tuleb töödelda üsna keerukate algoritmidega superarvutitel. Just sellise keerulise ülesandega sai esimesena küllaldaselt täpselt hakkama Põhja-Ameerika nanoherts-gravitatsioonilainete observatoorium (NANOGrav). Nende mõõdetud gravitatsioonilainete humin osutus aga oodatust tugevamaks.

Ilmselt pärineb lõviosa mõõdetud gravitatsioonilainete huminast üllirasketest mustadest aukude ühinemisest. Kui kaks galaktikat liituvad, hakkavad nende tuumades olnud üllirasked mustad augud teineteise ümber tiirlema, kuni ühte sulavad. Kuna tiirlemine on palju aeglasem kui kaksiktähest sündinud musta augu paaril, on ka tekkinud gravitatsioonilained palju madalama sagedusega. Tuvastatav signaal tekib, kui nad on jõudnud juba teineteisele väga lähedale, mõne valgusaasta kaugusele. Siiani arvati, et rasketel mustadel aukudel on teineteisele nii lähedale jõuda raske ja et enne nende

ühinemist kulub veel miljardeid aastaid. Oodatust tugevam signaal viitab, et praegugi võivad kaugel kosmoses ühineda üllirasked mustad augud.

Teoreetikud on NANOGravi signaali kohta pakkunud ka eksootilisemaid seletusi, nagu näiteks kosmilised stringid, hüpoteetilised energiakiud, millest iseendaga ristudes võivad eralduda silmused, mis kaovad gravitatsioonilaineid kiirates.

Neid võimalusi omavahel võrrelnud Eesti füüsikud Tallinnas keemilise ja bioloogilise füüsika instituudis leidsid, et praegu sobivad eksootilised lahendused signaali seletamiseks pigem nõnda, kui taustal toimub ka üllirasketest mustade aukude ühinemine.

NANOGrav ja teised pulsariobservatooriumid töötavad selle kallal, et panna kokku oma vaatluste andmed. Siis on lootust saada tundlikkus nii suureks, et võib eristada üksikute üllirasketest mustade aukude ühinemist. Võib arvata, et gravitatsioonilainete avastamise eest 2017. aastal antud esimesele Nobeli auhinnale järgneb teisigi. •

✍ **Andi Hektor** (1975) on ettevõtte OÜ GScan juhatuse esimees ning keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur. Ta tegeleb astro-osakestefüüsika ja müöntomograafiaga.

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

Kui meist läheb läbi gravitatsioonilaine, siis selle võnked sõna otseses mõttes venitavad meid perioodiliselt välja ja suruvad kokku koos ruumiga, milles oleme, panevad aega kiiremini ja aeglasemalt liikuma meie ümber.

AIN KALLIS

Ilm ja tolm

Ilmataat võib välja mõelda aineid, mis tekitavad meie eluraskusi, koostöös inimesega on aga võimeline kokku segama kokteile, mis viivad teispooldusse sadu elanikke.

Poolteist aastat pärast hukatuslikku maavärinat ja tsunamit India ookeanil 2004. aasta jõulude aegu ilmus internetti vapustav pilt kõrgest tumedast vallist, mis lähenes ühele külakesele. Allkirjaks oli lisatud: „Pool sekundit enne tsunamit! Elu viimne pilt!“ Edasi kirjeldati, kuidas Sumatra saare kaldalt leiti digikaamera ja mäluaart, kus oli tallel kirjeldatud foto üle 30 meetri kõrgusest saatuslikust hiidlainest. Jube!

Nii mõnigi seda pilti näinu pööras aga tähelepanu tõigale, et laine oli ligi kolm korda kõrgem tollasest tsunamilainest, samuti ei näinud majad välja sugugi indoneesiapärased, pigem euroopalikud. Selgus, et foto oli pärit ajalehest Sydney Morning Herald, avaldatud 2002. aasta novembris! Ja kujutatud oli seal tolmutormi lähenemist väikesele Griffithi linnale Austraalia kagunurgas. Kuupäeva foto nurgas oli võltsija muidugi eemaldanud.

Pildi saamislugu oli tegelikult selline. 12. novembri päeval oli õhusooja 36 kraadi. Äkitselt tõusis tugev tuul. Insener Denis Couch märkas umbes kolme kilomeetri kaugusel kerkivat võimsat pruunikat pilveseina ja haaras fotoaparaadi järele. Mõne minutiga mähkus maailm tolmupilve. (Netikommentaari: õnneks ei olnud see veeaine ja foto mehe viimne.)

Ebameeldiv tolm, vastik liiv

Alati võime õnne tänada, et siinse kandi ilmastikunähtused jäävad laia maailma omadele kõvasti alla. Heino Keesi raamatus „Eestimaa rekordid“ on märgitud, et võimsaimad tolmutormid olid Eestis 1974. aastal. Mais tõusid tolmupilved Hiiumaal Palukülas ja Tubalas 10 m kõrgusele, teedele kerkisid 30 kuni 75 cm kõrgused liivavallid.

Kõik kaob. Kõik. Ainult mitte tolm. Seda tuleb pidevalt juurde.

Armin Kõomägi, „Reetur“, 2018



Tolmutorm läheneb Texase osariigi Stratfordi linnale. Foto aastast 1935

Harjumaal Apometsas kandis tuul maaparandusobjektilt minema hulga kuiva liivmulda, hinnanguliselt 16,2 tonni hektari kohta.

Kõrberiikides tuleb sageli ette torme, nii tolm- kui ka liivatorme, mis erinevad meie kandis nähtavatest. Definitsiooni järgi on liivatorm tugev kuiv tuul, mis tõstab taimestikuga kinnistumata maapinnalt üles suurel hulgal liiva ja tolmu ning kannab seda edasi. Samalaadne, kuid väiksema ulatusega nähtus on tolmutorm.

Põua-aastail võivad tolmutormid olla väga sagedased ebameeldivad külalised. Klassikaline näide on kuiv periood USA-s 1930. aastatel, mida ajaloos tuntakse „tolmuvaagna (Dust Bowl) aastatena“. See ajajärk mõjus hävitavalt sealsele põllundusele: järjepannu üheksal aastal kestnud põud suretas taimed üleharitud kurnatud põldudel ja karjamaadel. Kunagised preeriad muutusid poolkõrbeiks, tugevad tuuled tõstsid pealmise mullakihi tolmu kujul kõrgele atmosfääri.

Kõige hullem nn mustadest tormidest viis 1934. aasta mais Montana põldudelt minema ligi 350 miljonit tonni viljakat pruunmulda ning kandis selle tuhandete kilomeetrite kaugusele idarannikule ja isegi Atlandile. Paljudes linnades sattusid elanikud paanikasse, arvates, et saabunud on maailma

lõpp: minutitega muutus päev mustaks ööks.

Mis rääkida tormidest – isegi meie mõne meetri kõrgused tolmukuradid näivad kõrberiikide nimekaimude kõrval lausa tolmupaharettidena. Seal viivad nad hoonetelt katuseid minema, meil aga kilekasvuhooned.

Ilm muutis ajalugu

Palaval 1943. aasta 26. juulil mattus suurlinn Los Angeles tohutusse haisvasse udupilve. Kuna oli sõjaaeg, polnud mingi ime, et elanike mõte läks jaapanlaste korraldatud gaasirünnakule. Juhtunud kuulutasid linnavõimud patuoinaks ühe suure gaasitehase. See suletigi järgmisel päeval.

Ootamatult hakkasid samasugused „rünnakud“ korduma. Inglite linna kodanikud olid seni olnud oma elupaiga kliima üle väga uhked: see pidavat ravima nii tuberkuloosi kui ka alkohoolismi. Nüüd aga polnud õhku isegi hingamiseks.

Selguse töi kohalik keemik Arie Haagen-Smit. Ta selgitas, et erilisel sambone atmosfäär on tingitud osoonist, mis tekib autode heitgaasides ja tehaste suitsus päikesekiirguse mõjul. Selliselt kujunenud õhukokteil paneb ka silmad ning kurgu kipitama.

Sõja aegu oli Los Angelese linn kiiresti kasvanud, suurenes ka autode

NOAA GEORGE E. MARS ALBUM / WIKIPEDIA

arv. Pealegi on linn tüüpiline saastunud uude ehk sudude tekkepaik: mägedest peaaegu ümbritsetud, jahe ookeanihoovus põhjustab sagedasi inversiooninähtusi (antitsükloonaalses olukorras tekib kõrgemal atmosfääris vahel soojem õhukiht, mis ei lase õhul seguneda, soodustades seega aluspinna lähedal saaste kogunemist).

Californias aitab osooni tekkele suuresti kaasa ka sealne intensiivne päikesekiirgus ja kõrge õhutemperatuur.

Mõiste „sudu“ on sulandsõna, mis ühendab sõnu „suits“ ja „udu“. Sõna loomisel oli eeskujuks ingliskeelne termin *smog* (*smoke* + *fog*), ristiisaks keemik Henry Antoine Des Voeux juba aastal 1905.

Muide, venelased võiksid samuti kasutada samataolist sõna *dōman* (*dōm* + *tuman*), aga ei – ikka *smog*. Lätlastel on tarvitusel *smogs*, leedukatel *smogas*, samas soomlastel *savusumu* ehk suitsudu!

Kui Los Angelese sudud on fotokeemilised (päikese mõju!), siis nn Londoni tüüpi sudu on seevastu õhuniiskuse ja väävlirikka suitsu koostoime saadus.

Mälestusväärsest Los Angelese sudusündmusest möödus tänavu suvel 80 aastat, ühest teisest aga hiljuti 75 aastat. Ka nende viimati nimetatud päevade ilm muutis ajalugu. Just nõnda nimetas üht USA-s 1948. aasta sügisel juhtunud ilmastikukatastroofi telekanal The Weather Channel.

1948. aasta 27. oktoobril laius USA Pennsylvania osariigi kohal ulatuslik kõrgrõhuala. Donora tööstuslinna suurte tsingitehaste suits ei tõusnud taevasse, vaid jäi inversioonikihi kaane alla tervelt viieks päevaks.

Õhk ei liikunud, kollane paks lämmatav udu täitis tänavaid. Alles



1950. aastatel Los Angelese Highland Parki optimistklubi banketil osalejad kannavad sudu tõttu gaasimaske. Foto pärineb ilmselt 1954. aastast

halloweeni-öhtul tõusis tuul ja inimesed said julgelt tänavale minna.

Ametlikel andmeil hukkus sudu tõttu 20 elanikku, pool linna elanikest ehk 7000 inimest haigestus.

Tehaste omanik U. S. Steel nimetas juhtumit loodusõnnetuseks, süüdlaseks olnud autode heitgaasid, elamute suits jms. Linnakodanike võitlus kestis kuni 1966. aastani, siis tehased suleti.

Ameeriklased peavad Donora juhtumit üheks oluliseks looduskaitse verstapostiks: 1970. aastal jõustus puhta õhu seadus (*Clear Air Act*). 2008. aastal avati Donoras ainulaadne sudumuseum, mille loosung kõlab „Puhast õhk algas siit!“.

Sudune Albion

London on teatavasti kuulus oma uude poolest. Linna tavakodanikele mõjusid niisked ilmad – eriti segu suitsust ja udust – rusuvalt, isegi tapvalt. Detsembris 150 aastat tagasi hukkus sudu tõttu ligi 700 inimest, vähemalt 19 uppus Thamesi jökke kukkudes.

Seevastu oli selline atmosfäär üllatavalt inspireeriv kunstinimestele. Näiteks Monet armastas Londonit ainult talvekuudel: siis oli pealinn eriti niiske. „Ilma uduta ei ole London ilus linn,“ väitis kunstnik.

1952. aasta detsembrikuu alguspäevade ilm tekitas aga pealinna elanikes suurt õudust. Taevast püsis paks suitsukiht. Oli tuulevaikne ja külm. Õhk tänavail oli selline nagu Dickensi aegadel: – rohekaskollane „hernesupp“, küllastunud väävliühendeist. Nähtavus oli ainult mõni meeter! Viie päevaga hukkus sudu pärast (astma jm) vähemalt 10 000 londonlast, haigestunuid oli 20 korda enam.

See sudu osutus ajaloo üheks kõige suuremaks sarimõrvariks.

Kuigi ajad on palju muutunud, jääb võitlus atmosfääri puhtuse eest endiselt ülimalt aktuaalseks. Muidugi ei saa unustada ka heitlust tolmurullidega. •

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



WIKIPEDIA

1952. aasta detsembri alguses mähkus London rohekaskollasesse mürtsukudusse, mis sai saatuslikuks vähemalt 10 000 inimesele

KEN KALLING

Nostalgiast kindlustusneuroosini

1915. aastal avaldas Briti meditsiiniajakiri Lancet artikli, milles kasutati esimest korda mõistet *shell shock* (mürsušokk, lahingušokk). Niimoodi olid eesliinil olevad sõjaväelased hakanud kutsuma neid hulgaliselt tabanud psüühilisi probleeme. Varem oli sama nähtust kirjeldatud teiste nimetuste all, nüüdisajal räägitakse veidi kitsamas piiratluses posttraumaatilisest stressihäirest (PTSH).



VIDA PRESS / ALAMY

Foto 1916. aastast, kogu sõja kõige suuremate kaotustega Somme'i lahingu päevilt, kui brittide kaotustest väidetavalt 40% moodustasid sõjaneuroosid

Ajas muutuv diagnoos

PTSH on hilinevad reaktsioon mõne hirmutava või katastroofilise sündmuse suhtes. Selle sümptomite palett on lai, ulatudes juhtunu korduvast läbielamisest unenägudes kuni emotsionaalse tuimuse, keskendumisraskuste

ja kerge ärrituvuseni. Inimene võib kannatada aastaid, muutuvad isiksuseomadused, ta sulgub endasse, kibestub ning on pinges, mis toob omakorda kaasa purunevad suhted. Usutavasti põhjustab PTSH-d olukord, kus ei suudeta väljuda „võitle või põgene“

situatsioonist ning organism toodab edasi stressihormoone. Praegusajal võib selle häire all kannatada umbes neli protsenti maailma elanikkonnast, põdenud on seda aga kuni kümnendik inimestest. Naistel tuleb PTSH-d ette rohkem kui meestel.

Diagnoosina määratleti PTSH siiski alles 1970. aastatel Vietnami sõja järelmina. See haigusmäärang aga erineb 20. sajandi esimese poole sõjaneuroosist (*shell shock*'ile toonaste psühhiaatri antud nimetus), mida iseloomustasid arvukad kehalised sümptomid: lihasvärin ja tõmbused, nägemishäired, stuupor (liigutuste või psüühika pidurdus), tinnitus, aga ka peavalu, mälukaotus, ülitundlikkus müra suhtes jne.

Enne Esimest maailmasõda

Sõjaneurooside kohta leidub kirjeldusi juba antiikajast, aga ka islandi saagadest, kus räägiti sõdalasi kiusanud luupainajatest. 17. sajandil kirjeldati šveitsi palgasõdureid kodumaast kaugel tabanud „nostalgia“, meeleheidet, unetust ja ärevust. Tekkisid ka arutelud teemal, kas nähtust ei peaks samastama hoopis sõjameeste argusega, mille „raviks“ sobiks naeruvääristamine. Paarisaja aasta eest kirjeldas Prantsuse psühhiaater Philippe Pinel esimesena teaduslikult sõjaneuroose. Patsientidel avaldub stuupor (tardumus) andis talle põhjuse nimetada nähtust ka „idiotismiks“. USA kodusõja järel märkasid arstid veteranidel

Sõjaneurooside kohta leidub kirjeldusi juba antiikajast, aga ka islandi saagadest, kus räägiti sõdalasi kiusanud luupainajatest.

Posttraumaatilise stressihäire all võib praegusajal kannatada umbes 4% maailma elanikkonnast.

südamehäireid ning kujunes termin „sõduri süda“ (*soldier's heart*).

Vaieldi selle üle, kas tegemist on „närvi“ või „vaimu“ haigusega. Edaspidi tarvitati ka mõisteid „traumaatiline neuroos“, „hüstero-traumatism“ jm. Samalaadseid olukordi hakati kirjeldama tsiviililusel, inimestel, kes olid üle elanud traumeerivaid olukordi. 19. sajandi keskel hakati rääkima „raudteeseljast“ (*railway spine*) või „ajust“ (*railway brain*) rongiõnnetuse üleelanuil. Usuti, et suurel kiirusel juhtunud avariid kahjustab kesknärvisüsteemi. Rongisõit oli toona uus asi ning küsiti sedagi, kas inimene üldse suudab selliseid kiirusi taluda.

Ilmasõja ehmatuse

Esimese maailmasõja puhkemise järel ilmnis peagi, et rinnetel oli kümneid tuhandeid mehi, kellel polnud haavu, kuid kes olid võitlusvõimetud või isegi

ohtlikud käitumishäirete tõttu. Britidel oli rivist väljas umbes neli protsenti reaktiivseisust ja kümnendik ohvitserkonnast, mures olid ka prantslased, sakslased jt. Leida tuli ravi, aga selleks oli vaja mõista probleemi põhjusi. Esialgu oldi kindlad, et süüdi on plahvatuste lööklaine. Paraku kurtsid sümptome needki, kes polnud eesliinile sattunud. Sõjaneurooside käes kannatasid isegi tagalas töötavad meditsiiniõed, kes nägid sõjakoleidusi hoopis teise nurga alt. Sellised näited julgustasid uskuma, et kirjeldatud sümptomeid põhjustavad emotsionaalsed vapistused ja pinged. Haigestumine tundus olenevat ka sõjapidamise iseloomust: läänernerinde ahistav kaevikusõda arvati olevat ohtlikum kui Ida-Euroopa mobiilne sõjategevus. Näiteks pandi ka Vabadussõjas väga vähe sõjaneuroosi diagnoose.

Üksiti tekitas probleeme bürokraatia, näiteks küsimus, kas neuroosi saab pidada haavata saamiseks. See oleks tähendanud autasusid, privileege ja pensione ning seega kulu riigile. Odavam oluks käsitada neuroosiga mehi kui lihtsalt „haigestunuid“.

Mõnda aega püütigi kannatanutel vahet teha, püüdes selgitada nende võimalikku asukohta plahvatuse ajal.

Meestele, kellel sümptomid ilmnisid, hakati puhkust andma. Sageli see mõjus. Sõja lõpuks olid vähemalt britid probleemi suures osas lahendanud. Kümnete tuhandetega, kelle seisukord oli raskem, tuli aga veel aastakümneid tegelda. Seejuures kasutati ka äärmuslikke ravivõtteid, näiteks püüti kõnevoime kaotanud lisaks hüпноосile „ravida“ neile elektriimpulsse kõrri lastes. Pealegi valitses suhtumine, et sõjaväelasi tuleb ravida teistest patsientidest eraldi ning ühe komponendina järgida ravis distsipliini. Sellisel arvamusel oli ka professor Ludvig Puusepp, kes kavandas Eestissegi sõjaneurooside raviks 150-kohalist raviasutust, mis jäi siiski loomata.

Simulandid

Ühe seisukoha järgi peeti traumajärgsete neurooside põhitunnuseks „teatraalsust“ ja „haiguse silmatorkavat demonstreerimist“. Levinud oli kahtlustus, et tegu on simulantidega, näiteks „raudteeselga“ kurtvad inimesed



Sõjaneurooside sümptomiks võis olla jäsemete tõmbumine või paralüüs. Fotol kujutatud aparatuur oli elekterkrampravi eelkäija, antud juhul püütakse tervendada veterani jalgu



Vietnami sõja tagasihoidlik memoriaal Washingtonis kajastab selle sõja pärast ameerika ühiskonnas valitsevat vaimset traumat. Vietnami sõja tõttu tekkis ka posttraumaatilise stressihäire diagnoos. See erineb varasematest sõdades sõduritel diagnoositud neuroosidest selle poolest, et hõlmab vähem kehalisi sümptomeid, nagu tõmbulisi, nägemis- ja kõnehäireid jms

soovivat niimoodi raudteefirmadelt hüvitisi saada. Kujunes isegi diagnoos – „kindlustusneuroos“. Väideti, et „neurootikud“ tervenevad kiiremini, kui oodata on lõplikku kahjusummat, ent kui perspektiiv oli saada pensioni, ei saadudki terveks. Niisiis usuti, et oludes, kus puudusid võimalused traumast kasu saada, näiteks spordis, kannatanutel neuroose ei tekkinud. Samuti puudusid sellised sümptomid väidetavalt sõjavangidel. Sõjaoludes pandi tähele, et rinde läheduses taastuti kiiremini kui kaugemal tagalas, kus tekkis suurem vastuseis rindeleminekuks, ning haigus „kinnistus“.

Kahtlus simuleerimises tähendas sõja ajal karmi karistust. Esimeses ilmasõjas lasid inglased „arguse“ ja deserteerumise eest teadaolevalt maha 306 meest. Hukatutele anti 2006. aastal amnestia, lähtudes just meditsiinilistest kaalutlustest.

Ilmselt ei saa me kunagi teada, kui palju hukati Teise maailmasõja ajal psühhogeensete diagnoosidega punaarmee lasi. Väidetavalt käsitleti psühhiliste traumade juhtusid siin arguse ja paanika külvamisena ning need

võrdsustati deserteerumisega, ehkki sõjaneurooside teema oli Venemaal olnud tuttav juba alates Vene-Jaapani sõjast. Toona võeti kuulda psühhiaatreid ning töötati välja kannatanute aitamise süsteem: kuna vaimuhaigeks tunnistatuna oleksid veteranid jäänud ilma kodanikuõigustest, püüti neile panna neuroloogilisi diagnoose. Näeme, et posttraumaatiliste häirete käsitlelus pani proovile arstietika, kuid selle nähtuse omaksvõtt iseloomustab ühtlasi ühiskondade humaansust.

Ühiskondliku empaatia mõõdik

Vaidlusi põhjustanud terminit *shell shock* Teises maailmasõjas enam ei kasutatud, asemele tulid uued diagnoosid. Pärast sõda imestasid lääneriikide arstid, kui vähe oli sõjaneurooside põdejaid sakslaste seas. Seda seletati natside tehtud eduka ajupesuga.

Posttraumaatiliste häirete käsitlelus pani proovile arstietika, kuid selle nähtuse omaksvõtt iseloomustab ühtlasi ühiskondade humaansust.

Vähe paistis neuroose olevat ka vene soldatitel, mida seletati omakorda levinud klišeega, et vene inimene on raskete ja ebainimlike oludega kohanenud juba rahu ajal.

Selge on see, et demokraatlikes ja totalitaarsetes süsteemides suhtutakse sõdurite tervisesse erinevalt. Suhtumist posttraumaatilistesse häiretesse saab käsitada indikaatorina, mis näitab, kuivõrd empaatilised on eri ühiskonnad oma liikmete vastu. Näiteks USA-s on Vietnami sõja järelkajades keskendunud eelkõige veteranide vaimse tervise probleemidele. Arenenud riigid näevad kõikjal vaeva (ehkki mitte piisavalt), et oma lahingukogemusega kodanikke rehabiliteerida. Ammu ei käi jutt ka enam üksnes sõjaväljast: järjest suuremat tähelepanu pööratakse tsiviileluse saanud traumaatiliste kogemuste diagnoosimisele ja ravile. Seda, et mõneti on tegemist ühiskondliku küpsuse näitajaga, kinnitab seegi, et kõnealust (ilmselt aladiagnoositud) häiret tuleb enim ette arenenud riikides. •

 Ken Kalling, meditsiiniajaloolane

Tartu Ülikooli muuseum pakub **põnevaid haridusprogramme** kõikidele vanuseastmetele lasteaiast täiskasvanuteni



Päikesesüsteem



Maa mõõtmine



Muumiakambri saladused



Aju



17. sajandi tudengikohver



Teleskoobioptika

Vaata lisaks: muuseum.ut.ee

Telli **"17. sajandi tudengi reisikirst"** programm kooli!

Tartu Ülikooli muuseumi tegelaskuju **Hull Teadlane** käib nüüd koolides teaduskatseid tegemas! Haridusprogrammide kestus on **60-90 minutit** ja enamasti on hind **6 €** õpilase kohta.

Kontakt: Tiiu.Kreegipuu@ut.ee või muuseum@ut.ee

Tartu Ülikooli muuseum **220**
TULE MEILE KÜLLA!



MART KULDKEPP

Sõjakuriteod, propaganda ja inimsaatused

Omaaegses Euroopas seninägematut hävitustööd teinud Esimene maailmasõda oli kõige muu kõrval propaganda sõda, milles osalevad suurriigid süüdistasid üksteist jõhkrates sõjakuritegudes ja rahvusvahelise õiguse rikkumistes. Sel viisil püüti vastase jalgealust õonestada ja rahvusvahelist avalikku arvamust enda kasuks kallutada või vähemalt jätta mulje, nagu oleks kõik sõdivad pooled käitunud ühtmoodi ebamoraalselt. Eriti tähtis oli see Saksamaale, agressorriigile, mille reputatsiooni oli üsna sõja alguses tugevalt kahjustanud kallaletung neutraalsele Belgiale. Hiljem kiskus mainet alla järjest laienev Saksa allveesõda neutraalse kauba- ja reisilaevaliikluse vastu. Infosõja mõttes oli Esimene maailmasõja aegne Saksamaa seega üsna haavatavas seisus.

See oli mõistagi vesi *Entente*'i riikide propagandaveskile, mis pani Saksamaale süüks veel kõikvõimalikke sõjakuritegusid tsiviilelanike ja sõjavangide vastu. Näiteks levitati jutte selle kohta, et Saksa sõdurid olid sandistanud belgia väikelapsi, tootnud langede surnukehadest glütseriini ja loomasööta ning isegi päästnud valla 1918. aasta griepideemia, mida olnuks toonaste viroloogiliste teadmisega võimatu teha ka prima tahtmise korral. Pärast sõja lõppu sai selgeks, et suurem osa nn julmusepropagandast (sks *Greuelpropanda*, ingl *atrocity propaganda*) põhines ebamäärastel teadetest ja kahtlastel allikatel.

Hiljem süüdistas kindral Erich Ludendorff – Saksamaa *de facto* sõjaväeline diktaator kahel viimasel sõja-aastal – riigi kurvas saatuses just lääne-riikide edukamat propagandat, mis avaldanud Saksa vägede võitlusvõimele erakordselt halba mõju. Sama seisukohta väljendasid edaspidi ka Adolf Hitler ja Joseph Goebbels, kes tegid sellest omad järeldused. Ent tegelikult

rajas ka Saksamaa Esimese maailmasõja ajal võimsa propagandamasina, mille abil püüti *Entente*'i põhiväidetele vastu astuda ning näidata ohvritena hoopis Saksamaad ja sakslasi.

Selleks et propagandajutte avalikuse ette tuua, oli kõige parem kasutada neutraalseid riike, nagu Šveits, Rootsi või Hispaania, kust neil oli suurem tõenäosus jõuda rahvusvahelisse ajakirjandusse. Seetõttu püüdsid Saksa saatkonnad neutraalsetes riikides hoida südamlikke suhteid kohalike uudisteagentuuride ja ajalehetoimetustega, et nende materjale seal vastu võetaks. Saatkonnad ise said infot aga kesksete Saksa ametiasutuste, s.o välisministeeriumi, sõjaministeeriumi ja kindralstaabi luureosakonna kaudu.

Siin ongi esitatud üks selline Saksa propagandalugu. Saksa välisministeerium edastas selle 26. aprillil 1915. aastal Stockholmis asuvale Saksa saatkonnale, et see avaldataks kohalikus ajakirjanduses.

Saksa sõjaministeeriumi ette valmistatud dokument kujutab endast eestlasest sõjavangi Voldemar Loorbergi (Lorbergi) ülekuulamisprotokolli, mis on dateeritud 1. aprilliga 1915 Stralkovos. 12. juunil 1880. aastal „Weida linnas“ (Paides?) Eestimaal sündinud reservallohvitser Loorberg seletas, et oli kroonuteenistuses olnud juba aastatel 1902–1906 ning sõja alguses mobiliseeritud ta 210. Zazasni (?) rügemendi, kes võitles Ida-Preisimaal. Seal tegi keegi endine piirivalveohvitser, ülemleitnant Udarov, viieteistkümnelle vabatahtlikule sõdurile ülesandeks põletada maha Darkehmeni linnast (nüüdne Ozjorsk Kaliningradi oblastis) umbes 12 kilomeetri kaugusel kagus asuv küla. Loorbergi meelest võis see olla kas Sun, Stornyn või Angera. Vabatahtlikud, kelle seas oli ka Loorberg, viisid ülesande täide. Juba järgmisel päeval said nad oma teo eest rivi ees

kiita ja diviisikomandör kindralleitnant Fjodorovi nõudel kätte ka autasud: Udarov Stanislavi ordeni ja seitse vabatahtlikku, sh Loorberg, Georgi risti. Samuti oli Loorbergile teada, et nii Udarov kui ka kõik viisteist vabatahtlikku olid langenud Saksa sõjavangi.

Peale selle rääkis Loorberg, et tema kaassõdurid olevat umbes samal ajal vägistanud neli tüdrukut Darkehmenist kümne kilomeetri kaugusel asuvas Neu-Ballupöneni või Stabrikehneni külas. Ohvitserid olid tüdrukute emad, kes kuriteo üle kaebasid, välja naernud ja sõdurid jäänud karistusega. Samuti oli Loorberg ise näinud, kuidas patrull oli umbes 25. septembril metsas ilma põhjusega maha lasknud vana mehe.

Saksa suursaadik Stockholmis Hellmuth Lucius von Stoedten edastas selle loo lühendatud kujul Rootsi telegrammibüroole (*Svenska Telegrambyrån*), mis asus seda omakorda rootsikeelse pressiteatena levitama. Kuigi edukaks see ilmselt ei osutunud, ent Rootsi digiajalehtede andmebaasi põhjal ilmus sellekohane uudisnupp 5. mail 1915. aastal siiski vähemalt kohalikus ajalehes Jämtlandposten.

Jääb üle küsida, kes oli Voldemar Loorberg. Täie kindlusega midagi tõestada on raske, kuid on teada, et üks 1880. aastal Paides sündinud Voldemar (Vladimir) Loorberg oli 20. sajandi algusaastatel Narva tekstiilitöölise seas tuntud aktivist ning ühtlasi sidepidaja Tallinna töölisringkondadega, mille tolaegne juht Mihhail Kalinin abiellus 1907. aastal Voldemari õe Katariina (Jekaterina) Loorbergiga. Samasse, Narva linavabriku sotsialistlikku ringi kuulus peale Voldemari ja Katariina nende vend Konstantin Loorberg.

1906. aastal võtsid sandarmid Konstantini kinni, sest läbiotsimisel oli tema juurest leitud keelatud kirjan-

Verhandelt Stralkowo, l. 4. 15.

Eugeen:

1. als Dolmetscher Unteroffizier
Neumann, von der Kommandantur des
Gefangenenlagers,
2. Hauptmann Girschner
als Verhandlungsführer.

Es erscheint der russische Kriegsgefangene, Unteroffizier der Reserve

Waldemar Lorberg und gibt an:

Ich bin geboren am 12. 7. 80 in der Stadt Weida in Estland und habe vom Jahre 1902 - 1906 aktiv gedient.

Bei der Mobilmachung wurde ich bei dem 210. Zassant-Regiment einberufen. Ich kann folgendes aussagen.

Es ist uns in einem Falle dienstlich befohlen worden, ein Dorf anzuzünden. Es handelte sich entweder um das Dorf Sun oder Stornyn oder Angera, alle 3 etwa 12 km südwestlich von Darkehmen.

Der Befehl zu der Brandstiftung ging aus von dem Oberleutnant Udaroff, einem früher aktiven Offizier (Grenskordon), der bei der Mobilmachung eingezogen worden war. Er befindet sich jetzt in deutscher Gefangenschaft. Zur Ausführung der Brandstiftung wurden 15 Freiwillige abgeteilt, zu denen ich gehörte. Wir haben in der Nacht vom 14./15. November r. Stils den Auftrag ausgeführt und zwar so, daß das betreffende Dorf bis auf das letzte Haus niedergebrannt wurde.

Am nächsten Tage wurden wir von verschellter Truppe

Öf-

öffentlich belobt und es wurden uns im Auftrage des Divisionskommandeurs, Generalleutnant Feodoroff Ordensauszeichnungen verliehen.

Oberleutnant Udaroff erhielt den Stanislausorden, von den 15 Mann der Abteilung erhielten 7 Mann das Georgskreuz für diese Unternehmung. Unter den Dekorierten habe auch ich mich befunden.

Ferner kann ich noch folgendes aussagen. Meine Kameraden in der Kompagnie haben erzählt, daß sie etwa zu derselben Zeit in einem 10 km von uns entfernten Dorf 4 Mädchen vergewaltigt hätten. Die Mütter, die sich darüber beschwerten wollten, seien, auch von den Offizieren ausgelacht worden, die Männschaften seien straffrei geblieben. Diese Vergewaltigung sei entweder im Dorfe Neu-Ballupönen, wahrscheinlich aber in Stabrikenen passiert.

Ich kann aus eigener Wahrnehmung noch aussagen, daß ich etwa am 25. September r. Stils gesehen habe, wie im Walde ein ganz alter Mann ohne Grund von einer Patrouille angeschossen worden ist.

Von den 7 Leuten meiner Patrouille, die das Georgskreuz erhalten haben, kann ich 5 noch mit Namen angeben.

1. Unteroffizier Nachaloff,
2. " Drawukoff,
3. " Kirloff,
4. " Schibajeff,
5. Gefreiter Genrichowsky.

Ich glaube, daß alle 15 Mann gefangen genommen worden sind.

Geschlossen ges. Girschner.

Esimese maailmasõja aegse Preis sõjaministeeriumi materjalid hävisid enamjaolt Teise maailmasõja aegsetes pommirünnakutes. Vähesed säilinud dokumendid on meie kätte jõudnud teiste ametiasutuste kaudu, kellega sõjaministeerium suhtles. Voldemar Loobergi ülekuulamisprotokollist on see ainuke teadaolev säilinud koopia

dust, revolutsioonilisi laulikuid ja liikmemaksu vastuvõtmise raamatud parteipitsatiga. Mees mõisteti kaheksaks kuuks kindlusevangi. Järgmised teated tema kohta pärinevad alles 1917. aasta kevadest, mil Narva jõudis Vene veebruarirevolutsioon. Narva sandarmivalitsuse arhiivi puistamise käigus leiti salakirjas akt, mis sisaldas andmeid ka sandarmiagent Konstantin Loobergi tegevuse kohta.

Konstantin ja Katariina said lõpuks saatuslikuks Voldemarilegi. 1938. aasta lõpus, kui Jekaterina Kalinina oli NKVD uurimise all, süüdistatuna Trotski ja trotskistide abistamises, tunnistas ta ülekuulamisel, et oli 1924. aastal sundinud oma venda Vladimirit end OGPU-le üles andma, sest ta oli teise venna Konstantini käest kuulnud, et Vladimir oli teinud koostööd tsaariaegse sandarmeeriaga ja

andnud üles mitu Narva seltsimeest. Õe nõudmise peale julgeolekusse läinud Vladimir tunnistas oma teod üles, ta arreteeriti ja lasti 1924. aasta 25. septembril maha. •

✍ **Mart Kuldkepp** (1983) on ajaloolane ja skandinavist, kes töötab Eesti ja Põhjamaade ajaloo professorina Londoni ülikooli kolledžis (University College London). Tema peamine uurimisvaldkond on Balti-Skandinaavia suhete ajalugu 20. sajandil.



DMITRI KOTJUH

IGOR KOTJUH

KIRJANIK JA TÕLKIJ

ROHKEM, ROHKEM TEADUST!*

Teadus on teadmised. Olen ammu ajast mõelnud, et peaaegu kõik maailmas on seotud teadusega. Kõik, mis ei ole veel avastatud ja kirjeldatud, oma lahendust leidnud ja saanud üldkasutatavaks teadmiseks – see on nii-öelda homse päeva teadus. Läbitöötatud teemad on teadus siin ja praegu.

Teadlased uurivad mitmesuguseid probleeme, kuid ka juba läbitöötatud teemad ei pruugi olla kõigile tuttavad. Olles ise teadlane – uurin Tartu ülikoolis venekeelsete kirjanike loomingu eesti kirjanduse taustal 1918–1940 –, mõistan, et kõige kurvem ja ühtlasi kõige rõõmsam tõsiasi on see, et inimene peab oskama kasutada teaduse saavutusi, kuid sageli ta ei suuda seda teha. Peab kogu aeg õppima, et saada maailmast veidigi täielikumat ettekujutust.

Mul on selle vastuolu kohta proosaluuletus:

kui vähe on vaja, et aru saada, kui vähe sa tead. piisab vaid, et kodust väljuda, vaadata mitut sorti rohtu ja põõsaid, mis akna all kasvavad, osata neid kirjeldada – kõik need roheline varjundid, mida sisaldavad erineva vormi ja tihedusega lehekesed, mis kasvavad vastamisi ja ühekaupa, madalatest kõrgeteni – osata neid kirjeldada, kuid mitte osata neid nimetada. värske õhk ja anonüümsete taimede maailm („Loomulikult eriline lugu“, tlk Aare Pilv; 2017, lk 17).

Meid ümbritseb üsna palju anonüümset teadust! Hügieen, koristamine, riietumine, poeskäik, suhtlemine, toitumine, laste kasvatamine, taimede maailm – iga siin toodud nähtuse kohta võiks rohkem teada. Millega ennast pesta? Kui sageli? Kreemid ja kosmeetika? Ohtlik ja ohutu keemia? Kohane ja kohatu riietus; stiilid ja kangad; kangad ja tervis? Eelarve planeerimi-

ne? Mõistlik dieet? Laste psühholoogia ja vajadused? Taimede nimed ja omadused, mõju tervisele? Kui palju sellest kõigest oleme õppinud lapsepõlves ja kui palju hiljem? Ja need on ju igapäevased teemad.

Kuid maailm on argipäevast suurem. Ajalugu ja tehnika, kosmos ja nähtamatud osakesed, meditsiin ja tänapäeva meedia (trollid, meemid, viirusvideod, libauudised) – kas õpime tundma maailma edasi?

Nullindate keskpaigast tutvusin lähemalt Jaan Kaplinskiga (1941–2021). Noore luuletajana küsisin kogenud autori ja tõlkija käest: „Jaan, mida Sa loed praegu?“ Lootsin saada vihjet mõnele luulekogule või romaanile, autoriks kas keegi eestlane või väliskirjanik, meie kaasaegne või kunagi ammu elanud looja. Vastus üllatas mind väga. „Ma juba ammu loen peaaegu ainult teadusraamatuid, sest olen vanuses, kus ei saa enam lugeda ilukirjandust“. Matemaatika, grammatika, muusika, füüsika, astronoomia – need olid Jaani suured lemmikud, eri käsitlused ja koolkonnad.

Mõne kirjandusklassiku kohta ütles ta nii: „NN oli andekas kirjanik, kuid kahjuks rumal inimene, ei harinud ennast. Tema ajal teadus juba avastas seda ja seda, kuid teine ei pööranud sellele tähelepanu, arendas enda loomingus naiivseid arusaamu elust.“

Kord oli nii, et külastasin Jaani ja ta abikaasa Tiit nende Lõuna-Eesti talus Mutikul. Minuga kaasas oli meie ühine sõber, Šveitsis elav luuletaja ja klassikaline filoloog Sergei Zavjalov (1958). Kuulasin, kuidas Jaan ja Sergei vestlevad, hiljem kirjutasin sellest koosviibimisest proosaluuletuse:

vestlused: sumeritest hitlerini, punakhmeeridest tranströmerini, portugalist võru keeleni, munk xuanzangist lenini vanemateni, soome-ugri substraadist mendelevini, sapphost nabokovini, ladina maksimist prantsuse roppusteni, poolast lao-zini, du fust tšerepanovite vedurini, pius v-st vene kriminullideni, eesti rahvalauludest kirikuslaavi keeleni, indoneesiast kuusiseni, rooma impeeriumist arvo pärdini jne jms – sergei zavjaloviga külas jaan kaplinskil („Loomulikult eriline lugu“, 2017, lk 11).

Siin on loetletud humanitaaride teemad. Kas teiste teadusharude inimesed oskaksid kaasa rääkida? Kas peaksid? Ma ei ole selles kindel, sest kõike pole võimalik teada.

Ise teadvustan pidevalt enda piiratud eri valdkondades, jõudumööda proovides võidelda tüütu teadmatusega. Eri teadusharude ajakirjad raamatukogus, *podcast*’id teadusest, videoloengud. Näiteks paaril-kolmel viimasel aastal olen kuulanud loengukursusi urbanistikast ja Lacani ideedest, unemeditsiinist ja Soome arhitektuurist, keskaegsest Hiinast ja vene emigratsioonist, *jazz*’i tekkeloost ja sakslaste vastupanust Hitlerile, Vana-Kreeka elukorraldusest ja fundamentaalse füüsika lahendamata probleemidest ... Õnneks elan Paides ja pean iga nädal sõitma tööasjus kas Tallinna või Tartusse, seetõttu saan kuulata audioraamatuid või loenguid eri teemadel. Vahel valin nime midagi eriti kaugest enda põhihuvidest austusest teadlaste töö ja selle valdkonna inimeste vastu. Igaüks tahab olla hinnatud ja armastatud. Või on selle teadmistepäru ajend siiski teine põhjus, nagu olen kirjutanud veel ühes lühikeses tekstis:

tahaks olla lauake baaris, iste bussis, jope jalutuskäigul, riul saunas, paat kalakäigul, käärid juuksuris – et vaid teada saada, kuidas inimesed elavad, kas või natukegi („Loomulikult eriline lugu“, 2017, lk 21). •

*Eestiukraina luuletaja ja tõlkija Katja Novaki artikli „Rohkem, rohkem ukraina kirjandust!“ (Sirp 04.08.2023) pealkirja parafrasis.

Juta & Kaido OÜ

Suur 89b, 48306 Jõgeva

www.jutajakaido.ee



Juta & Kaido OÜ tegeleb välisuste ja puitakende tootmisega 1991. aastast.

Tuginedes kogemustele, on aastate jooksul saavutatud pidev mahu kasv tänu tootmisruumide laiendamisele ja investeeringutele kaasaegsetesse seadmetesse.

Meilt saab tellida uksi ja aknaid nii erimõõdus kui ka standardmõõdus.

VÄLISUKSED MAJALE



KORTERI VÄLISUKSED



PUITAKNAD



Akende tootevalikus on:

- sisse-välja avanevad puitaknad;
- üheraamselt väljapoole avanevad miljööväärtuslikud aknad;
- MSE soome tüüpi kaheraamselt sissepoole avanevad aknad.

Tootmine ja müük:

50 800 61; puut@jutajakaido.ee; www.jutajakaido.ee

SIRJE SISASK

MIKROSKOOBIPREPARAADID FOTODEL JA JOONISTUSTEL

Mikroskoobi abil saab muuta silmale nähtamatu nähtavaks. Seda abivahendit on õppe- ja teadustöös kasutatud juba mitu sajandit, seejuures ei ole piirdutud üksnes objektide vaatlusega, vaid neid on jäädvustatud ka joonistuste ja fotodena.

Selleks et valitud objekte näha, tuleb teha üsna keerulist eeltööd: valmistada preparaat. Kõigepealt peab objek-

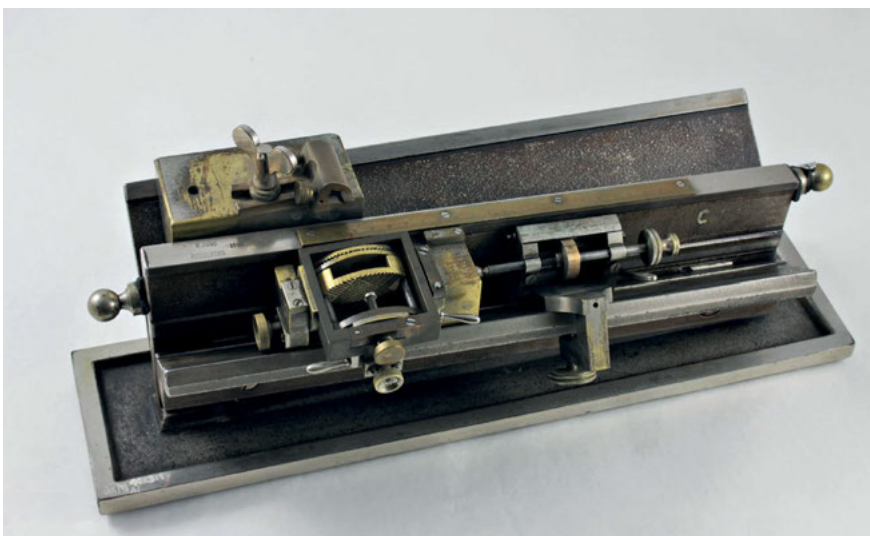
tist eraldama imeõhukese lõigu; siin võetakse appi mikrotroom (foto 1). Kui objektist on saadud piisavalt õhuke

lõik, siis see sageli värvitakse, et uuritavat paremini näha: preparaadile tilgutatakse värvainet. Koolitunnis võib abiainena tarvitada näiteks jooditinktuuri. Spetsiaalseid värvaineid, mida rakendatakse uuringu eesmärgi järgi, on mõistagi mitu (näiteks hematoksüliini ja eosiini kombinatsioon). Mitmele selle artikli joonisele on saksa keeles juurde märgitud *Färbung nach Ehrlich* ehk „värvitud Ehrlichi meetodi järgi“. Silmas on peetud Saksa arsti ja arstiteadlast Paul Ehrlichi (1854–1915), kes töötas välja koe värvimise meetodid.

Kui preparaat on vaatluseks valmis, saab objekti jäädvustada veel ühe vahendi, nimelt mikroskoobi juurde kuuluva joonistusaparaadi abil. Pole teada, kas niisuguse aparaadiga on tehtud ka siinses kirjutises avaldatud joonistused, aga joonistusaparaat ise näeb välja selline, nagu on kujutatud fotol 2.

Tartu ülikooli muuseumis on hoiul pappalusele kleebitud mikroskoobi-preparaatide joonistused ja fotod, mille abil õpetati meditsiini. Joonistustele on juurde kleebitud eestikeelsed tekstid, mõnele on käsitsi lisatud

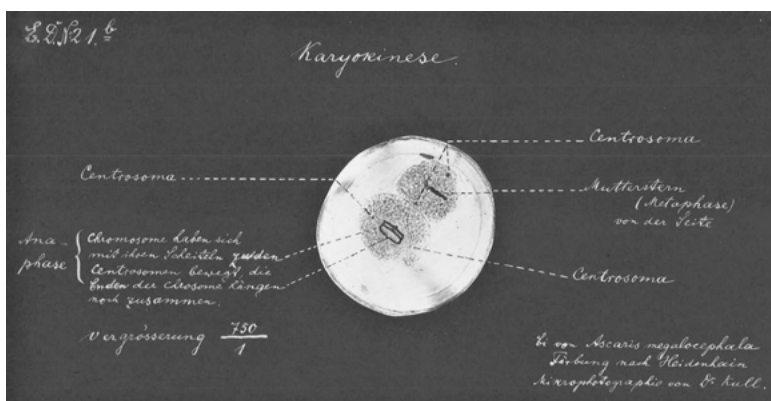
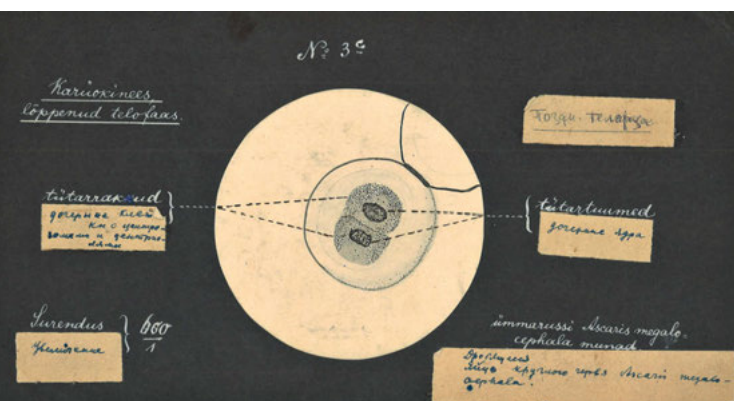
FOTOD: TARTU ÜLIKOO LI MUUSEUM



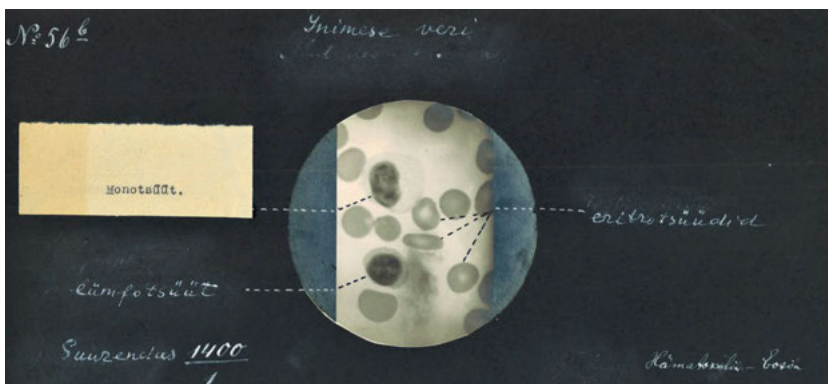
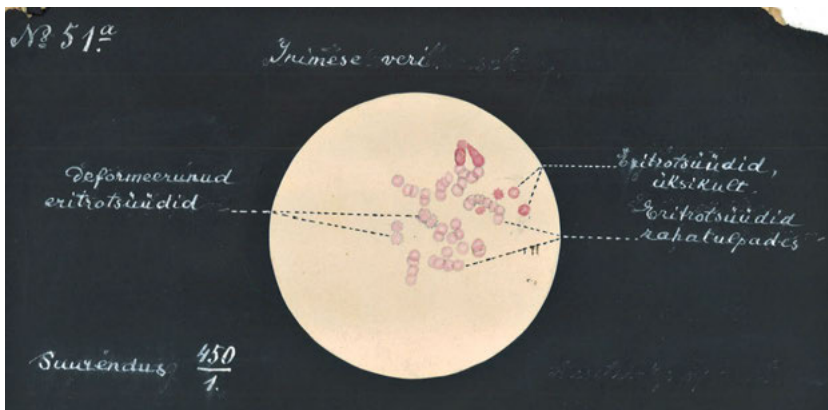
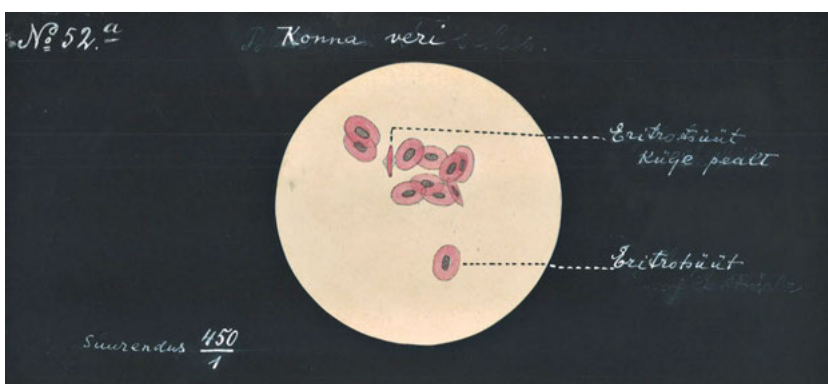
Mikrotroom on peenmehaanikaseade, millega saab valmistada õhukesi lõike, et neid mikroskoobi all uurida. Tänapäevase mikrotroomi loojaks peetakse šveitsi anatomisti professor Wilhelm Hisi (1831–1904) ja tšehhi anatomisti Jan Evangelista Purkyně (1787–1869), kelle mikrotroomi on kirjeldatud kui esimest, mis oli „praktilises kasutuses“. Tartu ülikooli muuseumis on hoiul mitmesuguseid mikrotroome. Fotol olev mikrotroom on pärit 20. sajandi algusest (R. Jung, Heidelberg, nr 1198)



Joonistusaparaat mikroskoobi juurde (firma Reichert, Austria, 20. sajand)



Mikroskoobi all muutuvad nähtavaks rakutuuma jagunemise etapid, mida palja silmaga ei näe. Huvitav on kõrvutada joonist ja fotot sama preparaadi kohta. Ülal on kujutatud ümarussi (*Ascaris megalocephala*) muna rakutuuma jagunemise (karüokineesi) üht faasi (telofaasi) mikroskoobijoonistusel (vasakul) ja fotol (paremal)



Sageli vaadeldakse õppetöös võrdlevalt inimese ja konna vere preparaate. Konna vererakkudes saab selgelt eristada tuumi, mida vaatlejagi on hästi märganud ja joonistanud (kõige ülemine foto). Alumistel fotodel on näha inimese vere preparaadist tehtud joonistus (keskmine foto) ja mikrofoto (kõige alumine foto)

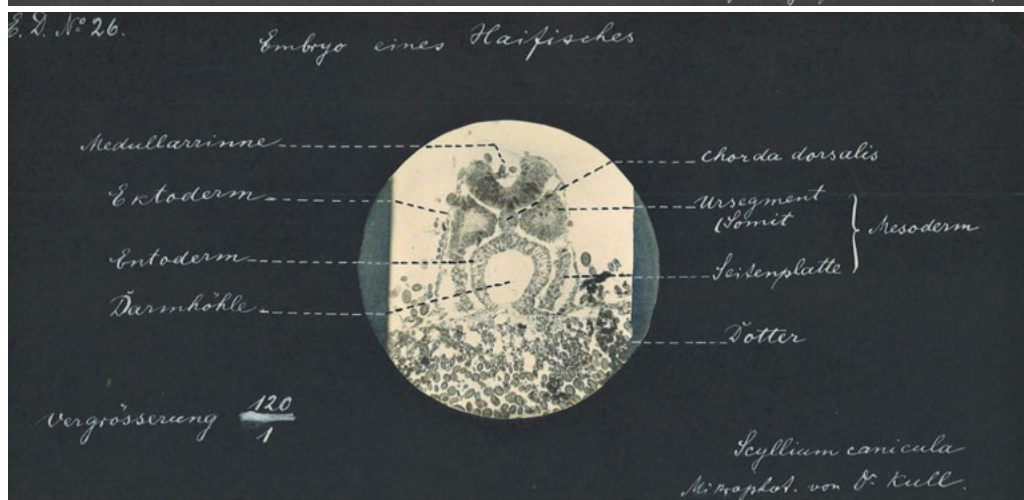
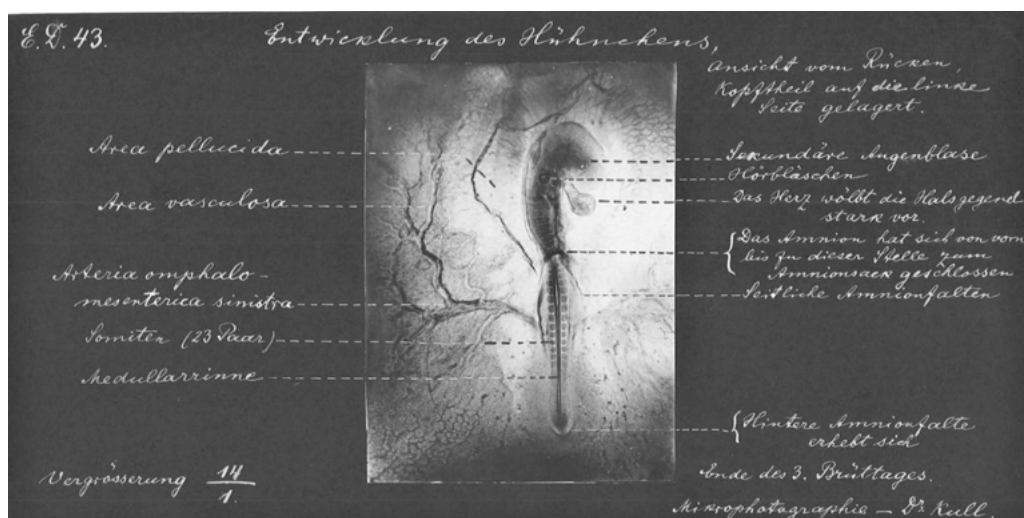
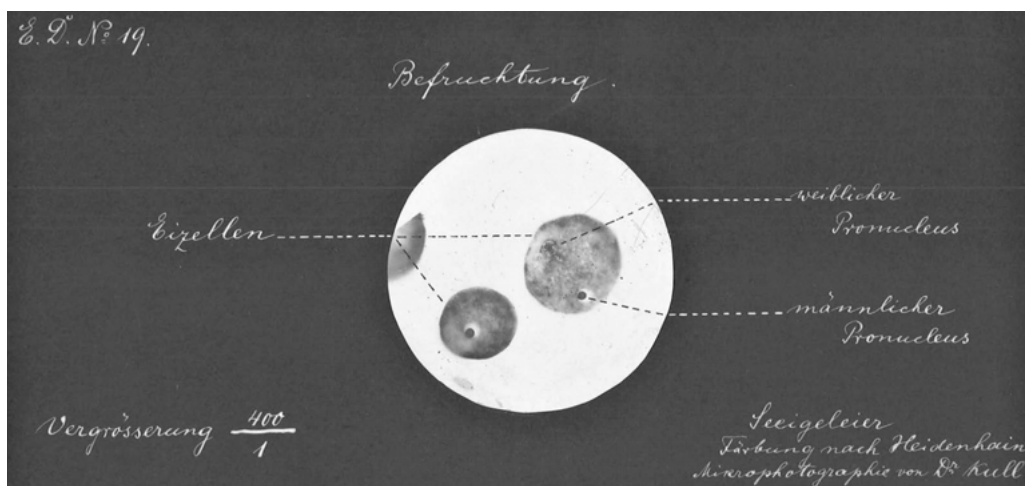
HARRY ANDREAS KULL (1886–1933)

Harry Kull sündis 9. detsembril 1886. aastal Virumaal Lasinurme mõisas, kus tema isa oli mõisavalitseja. 1905. aastal lõpetas ta Tartu Aleksandri gümnaasiumi ja 1912. aastal Tartu ülikooli arstiteaduskonna *cum laude*. Esimese maailmasõja ajal tegutses ta sõjaväearstina; pärast vangi langemist jätkas arstina tööd Saksamaal sõjavangide laagris. Seejärel töötas ta paar aastat Venemaal Punase Risti laatsarettides.

1924. aastal kaitses Kull Tartu ülikoolis meditsiiniteaduste doktori väitekirja ja oli järgmisel aastal Rockefeller Foundationi stipendiaadina USA-s Philadelphia. Tartu ülikoolis oli ta ametis alates 1921. aastast, esialgu histoloogia instituudi assistendina ja 1926. aastast histoloogia ja embrüoloogia professorina. •

TARTU ÜLICOOLI RAAMATUKOGU

Peale kudele on joonistel käsitletud bioloogilisi protsesse. Paremal mikrofoto merisiiliku munaraku viljastumisest



Embrüonaalse arengu etapid fotodel: mikrofoto kana (ülemine) ja haikala embrüost (alumine)

venekeelsed selgitused. Algul on need tekstid olnud valdavalt saksa keeles koos ladinakeelsete terminitega.

Mitmele fotole on autorina juurde märgitud dr. Kull. Tartu ülikooli arstiteaduskonna ajalugu uurides selgub, et tol ajal töötas ülikoolis histoloogia ja embrüoloogia korralise professorina Harry Andreas Kull.

Enamikule joonistustest pole autori nime siiski kirjutatud. Tõenäoliselt

võisid neid 20. sajandi esimesel poolel joonistada üliõpilased praktikumides, kui nad objekte mikroskoobist vaatsid.

Ühest küljest köidavad kõnealused joonistused tähelepanu kauni loomingu – sellisena on vaadeldud objekte tabanud kunagise joonistaja silm. Samas on neil joonistustel olnud suur väärtus nii teadus- kui ka õppetöös. Tartu ülikooli muuseumi kogus on säi-

linud palju põnevaid joonistusi ja fotosid preparaatidest, kõiki neid ei ole võimalik siin esitleda. Kogu valikuga saavad huvilised tutvuda muuseumide infosüsteemi MuIS vahendusel, kasutades märksõna „mikroskoobijoonistus“ või „mikrofoto“.

✍ Sirje Sisask (1950), Tartu ülikooli muuseumi kuraator

BOIS

uus hoiukastiga voodi



OOT-OOT STUDIO

Rävala 7, Tallinn

www.oot-oot.com



JAAN LAHE

SASSANIIDIDE RIIK, HILISANTIKAJA VIIMANE IMPEERIUM



3.–7. sajandini pKr eksisteeris endise Aršakiidide impeeriumi alal suuriik, mis jäi hilisantiik-aja viimaseks impeeriumiks – Uus-Pärsia riik, mida valitses Sassaniidide kuningadünastia. Sassaniidide riik võitles algusest peale oma olemasolu eest, esmalt Roomaga, seejärel Bütsantsiga ja mitmesuguste Aasia rändhõimudega, kuni langes viimaks araablaste võimu alla. Sassaniidide riigil on olnud suur tähtsus Aasia ja teiste maailmajagude ajaloos. Samamoodi kui paljud varasemad Aasias asunud impeeriumid, näiteks Aleksander Suure riik ja Kušaani riik, mõjutas ka Sassaniidide riik sajandeid poliitikat Lähis-Idast kuni India piirideni ning oli eri kultuuride vahendaja.

Sassaniidide riigi sünd

Sassaniidide riik tekkis oma eelkäija, Aršakiidide (Partia) riigi nõrkuse tõttu. 2. sajandi lõpuks oli Partia keskvoim kaotanud kontrolli kohalike vürstide üle. Vürstid pidasid omavahelisi sõdu, mida kasutas ära Rooma, vallutades Aršakiididelt suured territooriumid, sealhulgas riigi viljaaida Mesopotaamia. Kuigi Mesopotaamia õnnestus tagasi vallutada, ei takistanud see siiski impeeriumi lagunemist. Jätkus vürstide võimuvõitlus, mille tagajärjel jagunes riik kahe võistleva venna, Vologes VI (valitses aastail 207–227/28) ja Ardavān IV (valitsusaeg 212–224) vahel. Nende võimuvõitlust õhutas Rooma keiser Caracalla (valitsusaeg 211–217), kes püüdis nõrgestada oma idanaabrit. Ta toetas eeskätt Ardavāni, nõnda saavutas too viimaks ülemvõimu suure osa Iraani üle. Vologesest sai vaid oma venna alluvuses olev vürst Mesopotaamias.

Samal ajal hakkas aina enam esile kerkima uus vürstisuguvõsa, Sassaniidid, kes pidas oma esivanemaks 3. sajandi algusaastail tegutsenud legendaarset sõjameest ja zoroastrismi preestrit Sāsānit. Praegusajal peetakse teda müütiliseks tegelaseks. On võimalik, et Sāsāni nime taga peitub koguni mõni muistne Lähis-Ida jumalus. Sassaniidide suguvõsast pärit vürst Ardašir, kellest oli saanud suguvõsa peamees, haaras enda kätte võimu Fārsi ja selle ümbruskonna üle. 224. aastal võitis ta Hormzdagāni

lahingus Aršakiidide kuningat Ardavāni, laskis tolle hukata ja kuulutas end seejärel Iraani „kuningate kuningaks“. Vologes VI ajas Ardaširi tema residentsist minema. Sellega pani ta kui Ardašir I (valitsusaeg 224–242) aluse Sassaniidide kuningadünastiale, kelle võimu alla kuulusid Iraan ja sellega piirnevad alad kuni araablaste sissetungini.

Riigi esimene õitsenguaeg

Ardašir I poja Šapur I valitsusajal (aastail 240–270/272) tugevnes Sasaaniidide riik veelgi. Ta peatas keiser Gordianus III (valitsusaeg 238–244) juhitud roomlaste sõjakäigu Iraani (aastal 243/244), milles oli keisri saatjana osalenud ka uusplatonismi rajaja filosoof Plotinos (elas aastail 204–270). Gordianuse järglase Filippus Araablase ajal (244–249) korraldas Šapur I sõjaretki isegi roomlastele kuuluvasse Süürias. Kui keiser Valerianus (valitses aastail 253–260) suundus suure Rooma armeeaga Šapuri vastu, võitis too roomlasi ja võttis kinni ka nende keisri, kes suri vangistuses. Šapur I valitsusajal sai Sassaniidide riigist 3. sajandi kõige võimsam impeerium, mille piirid ulatusid Mesopotaamiast Pandžabini Loode-Indias.



AR VLD / WIKIPEDIA

Sassaniidide impeeriumi 4. sajandi, s.o esimese õitsenguaja tähtsaima valitseja Šapur II kullatud hõbedast büst

Iraanis Naqsh-e Rostamis oleval kalju-reljeefil on kujutatud stseen sellest, kuidas zoroastrismi tähtsaim jumal, tarkuse- ja taevajumal Ahura Mazda (paremal) annab Sassaniidide kuningadünastiale aluse pannud Ardašir I-le kätte kuningavõimu sümboliseeriva lindiga diadeemi. Ardaširi hobuse all on näha Partia riigi viimane kuningas Ardavān

Šapur II kehtestas oma võimu suurel territooriumil praeguse Afganistani ja Pakistani aladel. See piirkond oli Sassaniididele strateegiliselt oluline, kuna sealtkaudu kulges Siiditee – kaubateevõrgustik, mis ühendas Vahe-mere rannikut Hiinaga.

Impeeriumi esimene õitsenguaeg oli 4. sajandil. Selle ajajärku tähtsaim valitseja oli Šapur II (elas aastail 309–379), kes tõrjus edukalt tagasi nii araablaste rüüsteretked riigi lõuna-ossa kui ka mitmete stepirahvaste sissetungid riigi idaossa. Ta kehtestas oma võimu suurel territooriumil praeguse Afganistani ja Pakistani aladel. See piirkond oli Sassaniididele strateegiliselt oluline, kuna sealtkaudu kulges Siiditee – kaubateevõrgustik, mis ühendas Vahemere rannikut Hiinaga.

Piirisõdade ja sisemiste rahutuste aeg

Sassaniidide riigil tuli alatasa sõdida oma naabrite roomlastega (hiljem Bütsantsiga) ja mitmesuguste Aasia nomaadihõimudega. Ajajärku, mis algas

Bahram V valitsusajaga (420–438) ja lõppes Kavad I võimuperioodiga (488–496 ja uuesti 499–531), iseloomustavad aga eriti sagedased piirisõjad ning sisemised rahutused. Seetõttu pidid Bahram V ja talle järgnevad suurvürstid tõrjuma idapiirilt sissetungivaid heftaliide ja kidariide. Nii mõnigi kord jäid Sassaniidid neile alla. Nii langes 484. aastal kuningas Peroz I võitluses heftaliididega ja Sassaniidide impeerium pidi tasuma neile tribuuti.

Kavad I valitsusajal lisandusid nomaadihõimude sissetungidele siserahutused. Need vallandas prohvet Mazdaki algatatud sotsiaalrevolutsiooniline liikumine, mis püüdis kehtestada utoopilist võrdsust. Kuigi liikumine suruti maha ja aastal 524 või 528 Mazdak hukati, oli riigi keskviim tolele ajaks nõrgenenud, aga vürstide võim tugevnenud. Vürstidel õnnestus Kavad kukutada ja asendada neile meelepärase uue valitseja Zamaspiga (valitsusaeg 496–499). Kavad suudeti võimult kõrvaldada



WIKIPEDIA

Iraani rahvusmuuseumi kogudes leiduv Chosrau I kujutisega taldrik. Selle valitseja võimu ajal saavutas Sassaniidide riik 6. sajandil suurima ulatuse

üksnes ajutiselt. Heftaliidide toel tuli ta uuesti võimule ja taastas tugeva keskviimu.

Sassaniidide impeerium umbes 620. aastal oma suurimas ulatuses

Arvatavasti saavutas Sassaniidide riik suurima õitsengu kuningas Chosrau I ajal. Chosrau I sõdis edukalt Bütsantsiga, hävitas idas pikemat aega Iraani ohustanud heftaliidide riigi ning tal õnnestus Araabia poolsaarel hõivata ka Omaan ja Jeemen.



Foto: Wikipedia

Teine õitsenguaeg

Sassaniidide riigi uus õitseage algas Kavadi poja Chosrau I võimuletulekuga (valitsusaeg 531–579). Ta sõdis edukalt Bütsantsiga, hävitas idas Iraani pikemat aega ohustanud heftaliidide riigi ning viimaks õnnestus tal Araabia poolsaarel hõivata ka Omaan ja Jeemen. Need olid tähtsad, kuna seal asusid sadamad, mille kaudu peeti ühendust Indiaga. Chosrau tugevdas sõjaväge ja reformis maksusüsteemi. Paljude uurijate arvates saavutas riik just tema valitsusajal suurima õitsengu. Chosrau I ajal jõudis Sassaniidide impeerium ka suurima ulatuseni.

Impeeriumi lõpp

Aastal 628 kuningas Chosrau II mõrvmise ja seejärel vaid mõned kuud valitsenud Kavadi II surmaga algas Sassaniidide riigis uus siserahutuste aeg, mis päädis impeeriumi hävinguga. Keskvõim nõrgenes taas ning riigi eri osad läksid eri valitsejate võimu alla. Ka valitsejad vahetusid kiiresti. Yazdegerd III valitsusajal (aastail 632–651) alustasid islami vastu võtnud araabia hõimud sissetunge nii Bütsantsi idaproviintidesse kui ka Sassaniidide riigi territooriumile. Sassaniidid said araablastelt lüüa mitmes lahingus; üksteise järel läksid araablaste valdustesse üha uued riigi provintsid. Yazdegerd III mõrvas 651. aastal Mervis ilmselt tema enda lähikondlane. Yazdegerdi poeg Peroz põgenes Hiinasse ning lootis Hiina keisri abiga vähe-malt riigi idaosas oma võimu taastada, ent see ei õnnestunud. Nõnda lakkas Sassaniidide riik 7. sajandi keskel olemast. Selle territooriumi hakkasid valitsema araablased, kes muutsid järgnevatel sajanditel Iraani islamiriigiks.

Riik ja ühiskond

Sassaniidide riik hõlmas ligikaudu endise Partia riigi territooriumi. Riigi pealinn oli Mesopotaamias asunud Ktesiphon, millel oli olnud sama staatus ka Partia impeeriumis. Sassaniidide valitseja kandis tiitlit „kuningate kuningas“ (*šahinšahh*) ning tema peanaine tiitlit „kuningannade kuninganna“ (*banbišnan banbišn*). Kuningavõim

Sassaniidide riik lakkas olemast 7. sajandi keskel. Selle territooriumi hakkasid valitsema araablased, kes muutsid järgnevatel sajanditel Iraani islamiriigiks.



Aastail 383–388 Sassaniidide impeeriumi valitsenud Šapur III aegse kuldümündi eri küljed. Ümündi esiküljele on vermitud valitseja kujutis, tagumisele küljele aga püha tule altar, zoroastriitliku riigiusundi võrdkuj

oli päritav vereliini kaudu, kuid tuli ette juhtumeid, kus kohalikud väikevalitsejad pidid kuninga valima. Ka sel juhul pidi kuningakandidaat kuuluma vereliini kaudu kuninglikku suguvõsasse. Kuninga erilise roll seisnes zoroastriitliku riigiusundi kaitsmises. Seda sümboliseeris püha tuli, mida Sassaniididest kuningad kujutasid oma müntidel.

Kuningale allusid eri aristokraadisuguvõsadesse kuuluvad väikevalitsejad (*šahrdar*), kes pärinesid kas vana-dest Partia, Pärsia (st Farsi piirkonna) ülikusuguvõsadest või allutatud rahvaste aristokraatia hulgast. Eriline positsioon oli kindlatel aristokraadisuguvõsadel ja mõne piirkonna (nt Mervi, Kirmani, Sakastani ja Adiabene) väikevalitsejatel – just neist loodi kuninga õukond ja kaaskond.

Sassaniidide riik oli jagatud provintsideks, mida valitsesid ühiselt asevalitseja (*šahrab*) ja kohalik zoroastriitlik ülempreester (*mowbed*). Riigivõim oli tsentraliseeritud; riiki aitas valitseda arvukas ja keeruline bürokraatia-aparaat, mille otsene juhataja oli ametnik, kes kandis tiitlit *wuzurg framadār*. Tema ülesandeid võib võrrelda vesiiri või hilisema peaministri kohustustega. Tähtis roll oli ka sõjavägede juhatajal (*šahbed*), kaupmeeste- ja käsitöölise konsortsiumi juhatajal, põllumajanduse juhatajal (kellele allusid ka talupojad) ning riigi zoroastriitlikul ülempreestril. Preestrid etendasid riigi valitsemises olulist osa. Nad ei andnud mitte ainult religioosset õpetust, vaid tegutsesid ka juristide ja kohtunikena.

Sassaniidide ühiskond jagunes nel-

jaks seisuseks: preestrid ja kohtunikud; sõdalased; ametnikud ning talupojad, käsitöölised ja kaupmehed. Ühest sotsiaalsest rühmast teise jõuda oli raske, kuid siiski võimalik. Linnades oli suur osakaal käsitöölistel ja kaupmeestel, ent kõige suurema osa riigi elanikkonnast hõlmasid maal elavad talupojad. Sassaniidide riigis peeti ka orje, eriti palju saadi neid sõjavägede hulgast pidevate piirisõdade tõttu. Siiski ei ole teada, milline oli nende osakaal majanduses. Suur osa orjadest ei kuulunud eraisikutele, vaid templitele või riigile; nad rajasid riiklikult tähtsaid ehitisi, kindlustusi ja sildu. Kuigi orje käsitleti elavate asjadena, andsid valitsejad välja seadusi, mis piirasid nende põhjendamatuult julma kohtlemist. Nagu kõik eelnimetatud seisused (orjad ei kuulunud nende hulka), oli ka orjus päritav.

Sõjavägi

Kõige suurem osa Sassaniidide riigi sõjaväest oli jalavägi, mis oli värvatud talupoegade hulgast. Jalaväelase relvadeks olid oda ja kilp. Talupoegadest jalaväge tugevdasid professionaalsete sõdurite üksused, mis koosnesid meedlastest ja dailamiididest, kes pärinesid peamiselt Gilanist, Iraani Aserbaidžani ja Masandarani alalt. Nad olid head odaviskajad ning kasutasid ka mõõku. Jalaväge toetas soomustatud ratsavägi, mis koosnes noortest Iraani aadlikest ning sõdalastest, kes olid värvatud Sassaniidide alluvuses olevate rahvaste (kušaanid, sarmaadid, armeenlased jt) hulgast. Ratsaväelased olid relvastatud piigi, mõõga, sõjakir-

ve ja kahe vibuga ning neid toetasid sõjalevandid. Eraldi üksusse kuulusid ammukütid, kellest kõige hinnatumad pärinesid araabia hõimude hulgast. Kindlusi vallutades rakendasid Sassaniidid mitmesuguseid piiramismasinaid. Peale maaväe oli Sassaniididel merevägi, mille üks ülesanne oli tõrjuda piraate Pärsia lähel.

JOHN TREMELLING / WIKIPEDIA



Rekonstruktsioon Sassaniidide-aegse ratsaväe turvises hobusest ja kaitserüüs ratsurist. Ratsaväelased olid relvastatud piigi, mõõga, sõjakirve ja kahe vibuga

Majandus

Kuna suurema osa riigi elanikkonnast hõlmasid talupojad, tugines Sassaniidide riigi majandus eeskätt põlluharimisele ja loomakasvatusele. Tähtsaimad põllundusprovintsid olid Khūzestān ja Iraak. Neis piirkondades kasvatati teravilja (otra, rukist, hirssi), kaunvilju, viinamarju, viigimarju, datleid, pähkleid, aprikoose ja õlipuid. Haritava maa tarbeks rajati niisutuskanaaleid, millest mõni on säilinud tänini.

Kaupu veeti nii maitsi kui ka meriti. Kaks tähtsamat kaubateed olid Siiditee põhjas ja piki Pärsia lahe rannikut kulgev kaubatee lõunas. Nende kaudu peeti ühendust pealinna Ktesiphoni ja provintside vahel ning ida, sealhulgas Hiina suurte kaubanduskeskustega. Nii nagu Hiinas, oli ka Sassaniidide riigis õitsval järgel siiditööstus. Merekaubandus käis Pärsia lahe ääres asuvate sadamate kaudu. Nii moodi peeti ühendust India ja Hiinaga. Indiaga kauplemisel olid tähtsad tugipunktid Araabia poolsaarel Jeemenes ja Omaanis paiknevad Sassaniidide asulad.

Chosrau I valitsusajal laienes Sassaniidide riigi kaubanduse haare veelgi. Siis laiendati kaubateede võrgustikku, mis ulatus viimaks Kesk-Aasia kaugeimatesse piirkondadesse, Lõuna-Venemaa territooriumile ja India ookeani saartele, näiteks Tseilonile. Iraanlaste kaubanduskontaktid ulatusid koguni Ida-Aafrikasse, Malai poolsaarele ja

Sassaniidide riigi peamised eksportkaubad olid siid, villased ja kullaga töödeldud tekstiilid, vaibad ja eesriided, nahk ning Pärsia lahest püütud pärlid. Kuna Sassaniidide riigi kaudu liikuvad luksускаubad olid maksustatud, teenis riik suurt tulu transiitkaubanduselt, esmalt Rooma keisririigi ja seejärel Bütsantsiga.

Indoneesiasse, kust toodi mitmesuguseid haruldasi luksuskaupu. Malai poolsaarel asus Sassaniidide alaline kaubanduskoloonia.

Sassaniidide riigi peamised eksportkaubad olid siid, villased ja kullaga töödeldud tekstiilid, vaibad ja eesriided, nahk ning Pärsia lahest püütud pärlid. Kaugetesse Aasia piirkondadesse müüdi ka Sassaniidide riigis kasvatatud hobuseid. Samuti olid kogu Aasias kõrgelt hinnatud Iraanis valmistatud külmrelvad. Levinud importkaubad olid Hiinast pärit siid, hilisemal ajal ka sealt toodud paber ja Indiast pärinevad vürtsid. Nii Hiina siidi, paberit kui ka vürtse müüdi suure vaheltkasuga edasi Euroopasse. Kuna Sassaniidide riigi kaudu liikuvad luksuskaubad olid maksustatud, teenis riik suurt tulu transiitkaubanduselt, esmalt Rooma keisririigi ja seejärel Bütsantsiga.

KES ON KES JA MIS ON MIS?

Anahita, mitmekülgne Iraani jumalanna, keda peeti maa, vee ja taimeistiku kaitsjaks. Oli viljakusjumalanna sõna kõige laiemas tähenduses, kuid ka üks kuningavõimu toetajatest jumalustest.

dailamiidid, Iraani rahvas Põhja-Iraani mägistes piirkondades.

Färs, ajalooline provint Edela-Iraanis, mis on andnud nime kogu Pärsiale. Sealt pärineb nii Ahhemeniidide kui ka Sassaniidide dünastia.

heftaliidid, ka valged hunnid; hunnide hõimurühm, saabus Araali merest põhjas ja idas olevatest steppidest ning lõi 5. sajandil Kesk-Aasias oma riigi, mille aastail 563–567 purustasid turgi rändhõimud.

kidariidid, hunnide sugulasrahvas, pärines Altai mägismaalt ja tungis 4. sajandil Kesk-Aasiasse, kus rajasid oma riigi, mis püsis 5. sajandini.

Mithra, Iraani kosmilise ja sotsiaalse korra jumal, kurjuse jõududega võitleja; alates Aršakiidide ajajärgust samastati teda päikesega.

nestoriaanid, Konstantinoopoli patriarhi Nestoriuse (5. saj) õpetuse pooldajad, kes uskusid, et Kristus oli küll kaks loomust (jumalik ja inimlik), ent jumaliku loomuse omandas ta alles pärast sündi inimesena ning et inimlik ja jumalik loomus ei ole Kristuses täiesti ühinenud. Mõisteti ketseritena hukka Efesoose kirikukogul 431. aastal.

Pandžab, Loode-India, praeguse Pakistani territoorium. •



BRITISH MUSEUM / WIKIPEDIA

Sassaniidide sõdurid kandsid mitut tüüpi kiivreid. Pildil olev 6. sajandist pärinev haruldane kiiver, mis meenutab kõrget peakatet, leiti Põhja-Iraagist Ninivist. Praegu kuulub see Briti muuseumi Pärsia impeeriumi kollektsiooni

Rahvad ja keeled

Samamoodi kui Ahhemeniidide ja Aršakiidide riik oli ka Sassaniidide impeerium paljurahvuseline ning seal kõneldi eri keeli. Peale Iraani rahvaste (pärsilased, meedlased, baktrialased, partialased, sogdid jt), kes hõlmasid riigi elanikest suurima osa ning kust pärines ka enamik valitsevast kihist, olid vähemusrahvastena esindatud Kaukaasia ja Mesopotaamia rahvad, süürlased, araablased, juudid, kreeklased ja piirisõdades saadud vangide tõttu roomlased ning alates 4. sajandist ka nende armees teeninud germaanlased.

Varasel Sassaniidide ajajärgul koostati paljusid riiklikke dokumente kahes või kolmes keeles (nt pahlavi (keskpärsia) ja partia või pahlavi, partia ja kreeka keeles). Aja jooksul tõrjus pahlavi keel ametlikus asjaajamises teised keeled välja, ent näiteks õpetlaste seas jäi kreeka keel osaliselt kasutusele kuni Sassaniidide impeeriumi hääbumiseni. Kõnekeeltena jäid endiselt tarvitusele ka eespool nimetatud rahvaste keeled, nagu süüria ja aramea keel, mida pruukisid nii juudid kui ka Mešani provintsis elavad aramealased, Kaukaasia keeled (tähtsaimad olid vanaarmeenia ja vanagruusia keel) ning islamieelse araabia keele murded.

Sassaniidide ajastu zoroastrism oli tihedalt seotud kuningavõimuga. Kuningad sekkusid pidevalt usuellu, toetasid zoroastristlikke pühapaiku ja preesterkonda, kuninga roll oli olla zoroastrismi kaitsja ning seeläbi jumaliku maailmakorra tagaja.

Usundid

Sassaniidide impeeriumi etnilisele paljususele vastas riigi religioosne mitmekesisus. Ardašir I muutis riigi ametlikuks usundiks zoroastrismi. See oli Iraani hõimude hulgas juba sügavalt juurdunud. Zoroastrismil oli erilisi suundi, selle usundi piirkondlikud eripärad säilisid kindlasti ka Sassaniidide valitsusajal. Samas iseloomustab Sassaniidide ajajärku püüd usundit ühtlustada. Nimelt üritati zoroastristliku vanima pühakirja Avesta teksti kanoniseerida, zoroastristlikku õpetust ühtlustada ning luua ühtset, ühe ülempreestri juhtimise all olevat religioosset organisatsiooni.

Sassaniidide ajastu zoroastrism oli tihedalt seotud kuningavõimuga. Kuningad sekkusid pidevalt usuellu, toetasid zoroastristlikke pühapaiku ja preesterkonda, kuninga roll oli olla zoroastrismi kaitsja ning seeläbi juma-

liku maailmakorra tagaja. Selle kontseptsiooni järgi esindas kuningas tõde ja headust, tema vaenlased aga kurjust ja valet ning neid hävitades anti oma osa maailmakorra püsimisse. Sama laadi arusaam kuninga rollist oli olnud juba aastsatuhandeid varem muisthes Lähis-Idas (Mesopotaamias ja Egiptuses). Kuninga ainukordne omadus oli *farnah* – jumala antud eriline valitsejakaarisma, mida kunstis kujutati kiirtepärjana kuninga pea ümber. See ikonograafiline element muutis kuninga sarnaseks jumal Mithraga, keda peeti kurjuse vastu võitlejaks ja maailmakorra hoidjaks.

Vähemususundina olid Sassaniidide riigis levinud hõimukultused, riigi esimestel sajanditel ka Kreeka-Rooma usund, budism ja hinduism (riigi idaosas), judaism ja kristlus. Judaism oli enim levinud Mesopotaamias, kuhu see oli jõudnud juba nn juutide Paabeli vangipõlve ajal. 6. saj lõpul ja 7. saj algul pKr pandi Mesopotaamias kirja üks judaismi olulisemaid tekste, Babüloonia Talmud. Ka kristlus oli esialgu kõige rohkem levinud riigi lääneosas, st Süüria-Mesopotaamia alal, kuhu see oli jõudnud juba Aršakiidide perioodil. Sassaniidide ajastu lõpuks oli kristlus aktiivse misjoni tulemusena leidnud tee ka Kesk-Aasiasse.



Iraanis Naqsh-e Rostamis, kunagise Persepolise linna lähedal asuv zoroastristlik matmispaik. Pole teada, millist otstarvet täitis esiplaanil olev kandiline ehitis

Alates 313. aastast, kui kristlus pälv-
vis Rooma riigi tunnustuse, kahtlustas
Sassaniidide riik kristlasi ebalojaalsu-
ses ning Rooma kui vaenuliku naaber-
riigi toetamises. See andis riigivõimu-
dele põhjuse kristlasi taga kiusata. Sas-
saniidide riigis tuli seda ette kogu
impeeriumi ajaloo vältel. Kristlaste
olukorda leevendas pisut 410. aastal
Ktesiphonis peetud sinod, mis löi Roo-
mast sõltumatu kirikuorganisatsiooni
nina Ida Assüüria kiriku. Selle pea
(*katholikos*) hakkas resideerima Ktesiphonis.
Leevendust tõi ka järgmine, 484. aasta
sinod, mis otsustas Ida Assüüria kiriku
ametlikuks õpetuseks kuulutada Bütsantsis
hukka mõistetud nestoriaanluse. Vaenamine
ei lõppenud siiski ka pärast neid samme.
Šapur II valitsusajal (aastail 309–379)
ei kiusatud Sassaniidide riigis taga mitte
ainult kristlasi, vaid ka hindusid, budiste
ja teiste usuliste vähemuste esindajaid.

3. sajandil levis Sassaniidide riigis
uus, Mesopotaamia alal tekkinud usund
manilus ehk manihheism, mille rajaja,
prohvet Mani (elas aastail 216–276/277)
pidas end varasemate usundirajajate
(Buddha, Zarathuštra ja Jeesuse) töö jätkajaks.
Tema usund kasutas rohkesti zoroastrismist
laenatud ideid, mõisteid ja mütoloogilisi
tegelasi ning püüdis end esitleda zoroastrismi
õige tõlgendusena (kristlikel aladel kristluse
õige tõlgendusena). Ent zoroastristlikule
preesterkonnale oli varsti selge, et tegemist
on uue usundiga, mis paljudes põhipunktides
lausa vastandub zoroastrismile. See oli
usund, mille aluseks olid gnostilised ideed
(inimhing kui jumalik valgus, mis ei kuulu
materiaalsesse maailma ja vajab sellest
lunastust; inimhing ja kõrgema jumaluse
sugulus; maailma loonud olendite ja kõrgema
jumaluse eristamine jne), kuid mis püüdis
end impeeriumis sobitada nii zoroastrismi
kui ka teiste usunditega.

Kuningas Šapur I toetas Mani tegevust
ja lubas tal vabalt oma õukonnas õpetada,
ent zoroastristliku ülempreester Kerdiri
eestvõttel laskis kuningas Bahram I ta 276.
või 277. aastal vangistada ja hukata. Mani
kogudust kiusati taga, ent siiski ei õnnestunud
seda usundit Sassaniidide riigist välja juurida.
Samal ajal kui Sassaniidide riigis levis
manilus ka Rooma keisririigis ning jõudis
6. ja 7. sajandil Kesk-Aasiast tulnud sogdi
misjonäride kaudu koguni Hiinasse, kus
püsis elada

**Sassaniidide ajastule on omased
kunstipäraselt valmistatud
höbenõud, millel on kujutatud
kuninglikke jahistseene ja rituaale.
Kõige tuntumad on Sassaniidide
kaljureljeefid, mis kujutavad
kuningate investituuri ja nende
võite vaenlaste üle.**

va vähemususundina kuni mongolite
vallutusteni. Ka sotsiaalrevolutsioonäär
Mazdak oli manilusest mõjutatud.

Kui araablased vallutasid 7. sajandil
Sassaniidide riigi, hakkas seal levima
islam. Kuid selleks, et suurem osa
Sassaniidide riigi ala elanikest pöörduks
islamisse, kulus sajandeid ning ka
pärast seda säilisid vähemususundite-
na judaism, kristlus, manilus ja isegi
zoroastrism.

Kirjandus ja kunst

Peaaegu kogu Sassaniidide ajal loodud
pahvalikeelne kirjandus läks araablaste
vallutuste ajal ning sellele järgnenud
sajanditel kaduma. Säilinud on

vaid teoste pealkirju ja fragmente.
Tuntuim neist teostest on hilise Sassaniidide
ajajärgu „Isandate raamat“ („Xwadāynamag“),
mis oli ametlik riigikroonika. See hõlmas
sündmusi müütilisest ajast kuni hilise
Sassaniidide perioodini. Teos on olnud
tähtis allikas Pärsia luuletaja Firdausi
(elas aastail 940 kuni umbes 1020)
uuspärsia keeles kirjutatud „Kuningate
raamatu“ („Šāhnāme“).

Märksa paremini tunne Sassaniidide
ajajärgu kujutavat kunsti ja arhitektuuri,
millest on säilinud rohkesti mälestisi.
Sassaniidide ajastule on omased kunstipäraselt
valmistatud höbenõud, millel on kujutatud
kuninglikke jahistseene ja rituaale. Vä-
hem on kujutatud mütoloogilisi stseene,
mis on inspireeritud Kreeka-Rooma
kunstist. Kõige tuntumad on Sassaniidide
kaljureljeefid, mis kujutavad kuningate
investituuri ja nende võite vaenlaste üle.
Arhitektuurile on iseloomulikud ümarmakaar-
tega kuppelhitised, millel on palju ühiseid
jooni tollase Bütsantsi kuppelarchitektuuriga.

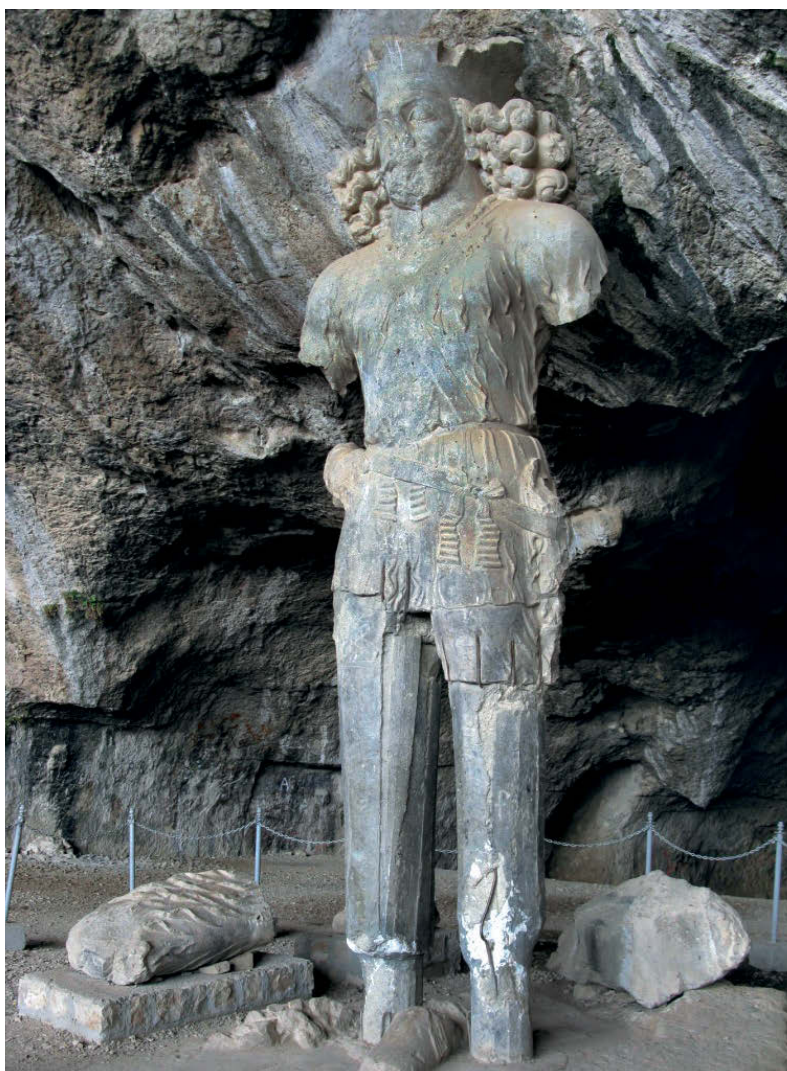


Venemaal Ermitaaži kogusse kuuluv Sassaniidide riigi aegadest pärit höbetaldrik, millel on kujutatud Peroz I mägilambaid küttimas

HERMITAGE MUSEUM / WIKIPEDIA



Sassaniidide ajastule iseloomuliku ümarkaartega arhitektuuri musternäite, Taq-i Kisra nime all tuntud kuningapalee varemeid saab näha Iraagis Salman Paki linna lähedal. Kunagi asus seal Sassaniidide impeeriumi süda, pealinn Ktesiphon



MATIN FATTABI / WIKIPEDIA

Lõuna-Iraanis Sassaniidide-aegse Bišhapuri linna lähedal koopas on säilinud impeeriumi teise valitseja Šapur I kuju, mis on 6,7 meetri kõrgune

Tõenäoliselt mõjutasid Sassaniidide Pärsia ja Bütsantsi kuppelarhitektuur üksteist vastastikku. Tuntuim Sassaniidide ajastu ümarkaartega ehitus on umbes 3.–6. sajandil impeeriumi pealinna Ktesiphoni rajatud kuningapalee, mille varemed (Taq-i Kisra) asuvad praegusaja Iraagis Salman Paki linna lähedal.

Seevastu täisplastilisi skulptuure on säilinud vähe. Üks tuntumaid neist on 3. sajandist pärinev kuningas Šapur I hiigelkuju (kõrgus 6,70 m) Lõuna-Iraanis Sassaniidide-aegse Bišhapuri linna lähedal. Väikestest kunstiesemetest on olulised Sassaniidide mündid, millel on kujutatud kuninga, püha tuld ja mõnikord ka jumalusi ja jumalannasid. Kõige populaarsemad olid Mithra ja Anahita. •

Samalt autorilt on varem Horisondis ilmunud:

- Kadunud impeeriumi jälgedes. Kušaani riigist ja selle kultuurist. Horisont 2019, nr 3
- Kreeklaste Indias. Horisont 2021, nr 1
- Impeerium kahe impeeriumi vahel – Partia riik. Horisont 2021, nr 5

✍ **Jaan Lahe** (1971) on religiooniloolane; Eesti evangeelse luterliku kiriku usuteaduste instituudi usundiloo professor, Tartu ülikooli usuteaduskonna religiooniuuringute kaasprofessor ning Tallinna ülikooli humanitaarteaduste instituudi kultuuri- ja religiooniuuringute dotsent ning rahvusvahelise Iraani-uuringute assotsiatsiooni (AIS) liige. Tema peamised uurimisteemad on Rooma keisririigi usundilugu ja antiikmaailma kontaktid idamaadega.

Inimluudele rajatud bastion

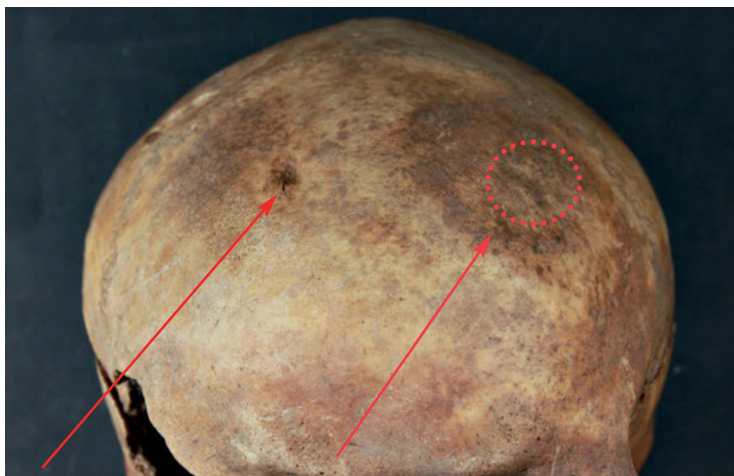
Selleks et arheoloogid, luu-uurijad või ehitajad inimluudele satuks, ei pea ilmtingimata kaevama matmispaika. Üks selline näide on Tallinna Skoone bastion, mille seest ja lähipiirkonnast on viimaste aastate restaureerimistööde käigus arvukalt leitud lõhutud luustikest pärinevaid skeletiosi. Kuidas on need luud muldkindlustusse sattunud?

Väljaspool linnamüüre asunud matmispaiku kasutasid enamasti vaesemad linnaelanikud, kuid neid võidi rajada ka kindlal otstarbel. Üks selliseid oli Püha Gertrudi kabel ning kalmistu, mis asus Suure Rannavärava ees, praeguse vallikraavi ja staadioni kohal. Valdavalt laevaomanikele ja ränduritele mõeldud pühakoda valmis 15. sajandi keskpaiku. Ajal pärast reformatsiooni (1524. aastat) kuni hoone lammutamiseni sängitati sellesse paika Kalamaja eeslinna elanikke. Kabelit ümbritsenud kalmistule maeti kuni 17. sajandi lõpuni, kuigi juba 1539. aastal oli keelatud sinna matta muldkindlustuste rajamise tõttu. Seega võeti bastioni rajamiseks pinnast just surnuaialt. Seetõttu ongi sealt viimase viie aasta jooksul kogutud rohkesti lõhutud luuainest. Ehkki sealt pärit inimluud on segatud ja katkised, saab nende abil teada, milline oli toonaste elanike tervis. Lõhutud kalmistu korral on see ainus võimalus saada teavet selle kasutajaskonna kohta.

Luuaineses on tehtud kindlaks nii meeste, naiste kui ka alaealiste skeletiosi. Luudel on ilmnenud tüüpilisi kesk- ja varauusaegsete matmispaikade luuainesele omaseid patoloogiaid. Valdavalt on tegu hambahaigustega: kaaries ja hambakivi. Samuti avalduvad eaga kaasnevad muutused selgroolülkehadel (spondüloos) ja -liigestel (spondüloartroos).

Paleopatoloogilise analüüsi käigus leiti kahe täiskasvanu koljult märkimisväärsed muutused. Mehe ajukoljuluudel avastati kolm paranenud lohukujulist vigastust. Traumad olid otsmikuluu mõlemal poolel ning vasakul kiiruluul. Võimalik, et mees oli olnud kõva „lõomamees“ ning saanud elu jooksul vastu pead hulganisti hoope või oli ta pidanud ohtlikku ametit (nt müürsepp). Teine kolju kuulus naisele, kellel olid ajukoljuluude välispinnal luulised muutused, mis on tunnustatud pikaajalisele veneerilisele süüfilisele.

Kolju destruktsioon algab peaaegu kõikidel juhtudel kolju välispinnalt, kust põletik levib vereringe kaudu



Paranenud lohukujulised traumad otsmikuluu mõlemal poolel



Veneerilisele süüfilisele omased tunnused (*caries sicca*) täiskasvanu otsmikuluul

FOTOD: MARTIN MALVE

koest luusse. Enamasti toimuvad esimesed muutused otsmikuluus, kus luu hakkab põletiku tõttu ulatuslikult lahustuma. Kolju erosioonis kulgeb korraga kaks vastandlikku protsessi: esmalt tekib luukoe kahjustudes koljusse lohk, mis ulatub kuni luu käsnolluseni, ja samal ajal kujuneb põletikulde ümber ringjoon, kus luu taasub, st ladestub uus luu, mis muutub väga kõvaks. Gumma aine (amorfne mass) lahustamise järel tekib sellele kohale süüfilisele omane tähekujuline haiguskolle (*caries sicca*).

Kabeli kõrval paiknes rõugemaja süüfilisehaigetele, varasemad andmed selle kohta pärinevad 1522. aastast.

Suguhaigusega indiviid võiski pärineda sellest haigemajast.

Samas ei ole võimatu, et osa Gertrudi kabeli juures olnud kalmistust on säilinud bastioni muldkehendis. Seda laadi avastus pärineb Narvast 2014. aastast, kui hakati rajama uut piiripunkti, kust Triumphi bastioni alt leiti osaliselt säilinud matmispaik. Tõenäoliselt toovad Skoone bastioni restaureerimistööd ka järgmistel aastatel päevavalgele lõhutud haudadest pärit inimluud ning võimalik, et isegi kalmistu enda. •

 **Martin Malve** (1984) on Tartu ülikooli arheoloogiaosakonna osteoarheoloog.

TELESKOOP.EE

VÕTA PAREM TELESKOOP



Bresser Messier NT-130 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 €



Star Adventurer GTi monteering astrofotograafide

Kerge ja võimekas monteering fotoaparaadile ja APO refraktorile

- komplektis valgustusega polaarvisiir, vastukaal, kolmjalg
- GoTo funktsioon mobiiltelefoni abil
- kandevõime kuni 5 kg
- kaamera juhtimise funktsioon (Time Lapse)
- jälgib taevast pika särituse ajal
- autogideerimise valmidus

739 €



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 töölauga statliiv

169 €

Võta julgelt ühendust!

Ostueelne ja -järgne nõustamine eesti keeles.



Explore Scientific 406 mm Dobson Newtoni skeemiga peegelteleskoop paraboloidse peapeegli

- D = 406 mm
- F = 1826 mm
- suhteline ava F/4,5
- suurim teoreetiline suurendus 800x, praktiline suurendus kuni 400x
- 2" sujuv fokuseerija
- punatäpp otsija
- kollimeerimistööriist
- jahutusventilaatorid

2799 €



Skywatcher Starquest 102R

Lihtne 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 €

Sky-Watcher



Skywatcher Starquest 130P

Lihtne 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 €



Ekraaniga mikroskoop Analyth LCD

Kvaliteedi kontrollimiseks, pindade analüüsimiseks, 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 €



Mikroskoop Biolux NV

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

Sobilik lapsele ja koolile!

169 €

MAKSA HILJEM **esto**

Osta parem teleskoop ESTO järelmaksuga!

E-pood: teleskoop.ee

Helista: 528 9895

Kirjuta: taevatoru@teleskoop.ee

facebook.com/teleskoop.ee

Taust: ESA/Webb, NASA & CSA, M. Meixner

KOSMOSELENNUD POOLEST JUULIST POOLE SEPTEMBRINI

• **16. juulil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 54 järjekordset Starlinki seeria sidesatelliiti. Kanderaketi esimesele astmele oli see juba 16. start.

• **17. juulil** startis Uus-Meremaa põhjasaarel asuvast Rocket Labi stardikompleksist kanderakett Electron, mis viis orbiidile seitse väikest satelliiti. Kanderaketi esimene aste laskus pärast töö lõppu langevarju abil ookeani, et seadet saaks taaskasutada.

• **19. juulil** startis USA Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 15 järjekordset Starlinki seeria teise põlvkonna sidesatelliiti.

• **23. juulil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

• **28. juulil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti V2 Mini. See oli juba 50. SpaceX-i start aastal 2023.

• **29. juulil** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon Heavy, mis viis orbiidile seni raskeima ehk üheksa tonni kaaluva sidesatelliidi Jupiter 3 / EchoStar 24.

• **2. augustil** startis USA Virgínia osariigis asuvalt stardiplatvormilt firma Northrop Grumman kanderakett Antares, et viia orbiidile veolaev Cygnus. Selle pardal oli 3,7 tonni lasti kosmosejaama ISS. Jaamaga põkkuti 4. augustil. Majandussanktsioonide tõttu oli tegu Antares seeria kanderaketi viimase stardiga, kuna selle mootorid pärinevad Vene firmalt NPO Energomaš.

• **3. augustil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile firma Intelsat sidetehiskaaslase Galaxy 37, et parandada 5G-mobiilsidevõimet Põhja-Ameerikas.

• **6. augustil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

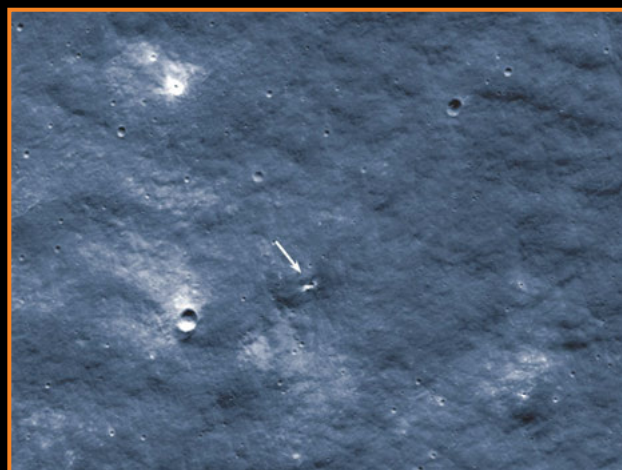
• **8. augustil** startis USA Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 15 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

• **9. augustil** väljusid kosmosejaamast ISS Vene kosmonaudid Sergei Prokopjev ja Dmitri Petelin, kes paigaldasid moodulile Rassvet kosmoseprügivastase kaitsepaneeli ning katsetasid robotkäe küljes asuvat uut tööplatvormi. Töö kestis 6 tundi ja 35 minutit.

• **10. augustil** viis Virgin Galactic suborbitaalsele kommerts-lennule ballistilisel trajektooril kolm kosmoseturisti, peale nende oli meeskonnas kaks pilooti ja reisisaatja. Kaaluta olek kestis umbes neli minutit.



Kunstniku nägemus sidesatelliidist Jupiter 3 / EchoStar 24 Maa orbiidil



Pildil osutab nool Kuu pinnal kohale, kuhu Luna 25 puruks kukkus

• **10. augustil** startis Vostotš-nõi kosmodroomilt Vene kanderakett Soyuz-2-1b/Fregat ja viis Kuule suunduvale missioonile kosmosesondi Luna 25. Plaan oli maanduda Kuu lõunapooluse lähedal ja teha seal teaduskatseid. Paraku kadus 20. augustil Kuule laskumise manöövri ajal kosmoseaparaadiga side ning tõenäoliselt purunes ta Kuu pinnale kukkudes. Eelmine Vene Kuu-missioon Luna 24 oli 1976. aastal.

• **11. augustil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile

22 järjekordset Starlinki seeria teise põlvkonna sidesatelliiti.

• **17. augustil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 22 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

• **22. augustil** startis USA Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 21 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

• **23. augustil** startis Kasahstanist Bajkongõri kosmodroomilt Vene kanderakett Sojuz 2.1a, mis viis orbiidile veolaeva Progress MS-43, pardal umbes kolm tonni küttust, toitu ja muud varustust kosmosejaamale ISS. Umbes 27 tunni pärast põkkus veolaev kosmosejaama ISS mooduliga Zvezda. See oli veolaeva Progress 117. lend alates aastast 1978.

• **23. augustil** maandus Kuul ettenähtud piirkonnas lõunapooluse lähedal edukalt India kosmoseaparaat Chandrayaan 3.

• **24. augustil** startis Uus-Meremaa põhjasaarel asuvast Rocket Labi stardikompleksist kande-

NASA'S GODDARD SPACE FLIGHT CENTER / ARIZONA STATE UNIVERSITY

HUGHES



Chandrayaan 3 maandur Vikram Kuu pinnal. Maandumise järel Vikramist välja sõitnud kulgur Pragyaan tegi maandurist selle pildi 15 m kauguselt

rakett Electron, et viia orbiidile firma Capella Space radarfoto-graferimise tehiskaaslane Acadia 1.

- **26. augustil** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile kosmoselaeva Crew Dragon Endurance, pardal USA astronaut Jasmin Moghbeli, ESA astronaut, taanlane Andreas Mogensen, Jaapani astronaut-kirurg Satoshi Furu-kawa ja Vene kosmonaut Konstantin Borissov.

27. augustil põkkuti kosmose-jaama ISS-i mooduliga Harmony.

- **27. augustil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardiplatvormilt 40 SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

- **31. augustil** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti V2 Mini. See oli SpaceX-i 60. start aastal 2023.

- **2. septembril** startis USA Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett



Tugimeeskond avab äsja Mehiko lahte maandunud kosmoselaeva Dragon Endeavour luuku, et aidata sellest välja Steve Bowen, Woody Hoburg, Sultan Alneyadi ja Andrei Fedjajev

Falcon 9, mis viis orbiidile 13 näidissatelliidist koosneva militaarandmesidekompleksi.

- **3. septembril** eraldus kosmosejaamast ISS kosmoselaev Dragon Endeavour, et tuua Maale tagasi meeskonnaliikmed Steve Bowen, Woody Hoburg, Sultan Alneyadi ja Andrei Fedjajev. 17 tunni pärast maandutigi edukalt Mehiko lahte. Seltskond viibis ISS-is peaaegu 186 ööpäeva.

- **4. septembril** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 21 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

- **6. septembril** startis Jaapanist Tanegashima kosmosekeskusest kanderakett H-2A, et viia orbiidile NASA, ESA ja Jaapani kosmoseagentuuri JAXA koostöös röntgenteleskoop-tehiskaaslane XRSIM ning Kuule suunduvale missioonile 700 kg kaaluv kosmosesond SLIM.

- **9. septembril** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki seeria teise põlvkonna sidesatelliiti V2 Mini.

- **10. septembril** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist United Launch Alliance'i kanderakett Atlas 5, mis viis orbiidile USA riikliku luureameti tehiskaaslase NROL-107 Silentbarker.

- **12. septembril** startis USA Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 21 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti.

- **15. septembril** startis Kaasahstanist Bajkongori kosmoodroomilt Vene kanderakett Sojuz 2.1a, et viia orbiidile kosmoselaev Soyuz MS-24, mille pardal olid Vene kosmonaudid Oleg Kononenko, Nikolai Tšub ja NASA astronaut Loral O'Hara. Juba 3 tunni ja 9 minuti pärast põkkuti kosmosejaama ISS mooduliga Rassvet. Vene kosmonaudid peaks jääma ISS-i aastaks ning Loral O'Hara pooleks aastaks.

- **15. septembril** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki teise põlvkonna sidesatelliiti V2 Mini. •

✍ **Jüri Ivask,**
Horisondi kosmosekroonik



Esimest korda ISS-i pardale jõudnud Jasmin Moghbelit tervitab kallistusega Steve Bowen

OLEG KOŠIK

EESTI NOORFÜÜSIKUTEL ON OLNUD SUUREPÄRANE AASTA

Eesti 70. füüsikaolümpiaad ja Põhja-Balti olümpiaad

Eesti 70. füüsikaolümpiaadi lõppvoor toimus tänavu 1. ja 2. aprillil Tartus Physicumis; osa võttis 108 noort füüsikahuvilist. Õpilasi kutsuti võistlema veebruaris korraldatud piirkonnavoorude ja mullu detsembris peetud lahtise võistluse tulemuste põhjal.

Osalejatele anti viie tunni jooksul lahendada kümme teoreetilist ja kaks eksperimentaalülesannet (põhikoolile ja gümnaasiumile erinevad), arvesse läks viis parimat teoreetilist lahendust ja parim eksperiment. Tänavu osutusid eralisteks pähkliteks gümnaasiumiastme praktilised ülesanded. Ühes neist tuli võimalikult täpselt määrata hõõglambipirni hõõgniidi pikkus, kui kasutada oli vaid

lääts, ekraan ja mõõdulint. Teises ülesandes tuli võimalikult täpselt leida energia, mis on vajalik selleks, et pesupulga otsad täielikult kokku suruda. Abivahendina sai kasutada nõelata süstalt, korki, millega oli võimalik hermeetiliselt sulgeda süstla ots, ning elektroonilist nihikut. Esimese katse parim tulemus oli 11 punkti 14 võimalikust, aga teises eksperimentis ainult 9 punkti.

Gümnaasiumide arvestuses võitis ülekaalukalt Hugo Treffneri gümnaasiumi 12. klassi õpilane **Kristjan-Erik Kahu**, kes kogus 68 punktist 61 punkti. Kristjan-Erik edestas teiseks tulnud Narva keelte-lütseumi 11. klassi õpilast **Aleksei Jemeljanovit** koguni 13 punktiga. Kolmandaks tulnud parim 10. klassi õpilane **Mihkel Rannut** Tallinna reaalkoolist jäi oma-

korda Kristjan-Erikust maha 19 punktiga. Kristjan-Erikule oli see gümnaasiumiastmes juba teine lõppvooru esikoht, samaga sai ta hakkama ka tunamullu. Tähelepanu väärib 10. klassi õpilaste väga tugev esinemine: kümne parima hulgas oli neid koguni viis ning kahekümne parima hulgas üheksa.

Põhikooli arvestuses oli parim Tallinna reaalkooli 8. klassi õpilane **Jasper Vähk**, kellele järgnesid 9. klassi õpilased **Ivan Dukatš** Narva keeltelütseumist ning **Toom Allikmäe** Tallinna reaalkoolist.

Olümpiaadi tulemuste põhjal kutsuti 20 õpilast osalema 14.–16. aprillil Tallinna tehnikaülikoolis peetud Põhja-Balti füüsikaolümpiaadil. Neljale põhiriigile (Eesti, Läti, Soome ja Rootsi), kellest igaüks sai välja panna kuni 20 võistlejat, pakkusid konkurentsi neli külalisriiki (Serbia, Gruusia, Saudi Araabia ja Vietnam), igaüks viieliikmelise tiimina. Põhriigina on oodatud võistlema ka Leedu, kuid kahjuks pole neil seni õnnestunud oma esindust saata. Ent sel aastal osales üks Leedu õpilane individuaalvõistlejana.

Olümpiaad toimus kahel päeval; kummalgi päeval olid nii teooria- kui ka eksperimentiülesanded. Kuldmedali pälvis kokku seitse võistlejat, sealhulgas kolm eestlast: **Kristjan-Erik Kahu**, tema koolikaaslane **Ralf Robert Paabo** 10. klassist ning samuti kümmandik **Saskia Põldmaa** Tallinna reaalkoolist. Kuldmedalid said ka kaks võistlejat Gruusiast, üldvõitjaks tulnud õpilane Serbiast (Kristjan-Erik jäi temast maha ainult 0,1 punktiga) ning ainus Leedu esindaja ja eestlaste suur sõber **Tomas Babelis**, kes käis koos meie õpilastega osalemas ka veebruaris Tšehhis peetud Fyziklani võistlusel.

Euroopa füüsikaolümpiaad ja rahvusvaheline olümpiaad

Tänavune Euroopa füüsikaolümpiaad (EuPhO) peeti Saksamaal Hannoveris 16.–20. juunil. Osales 178 õpilast 38 riigist, kellest 10 olid külalisriigid väljastpoolt Euroopat. Eesti võistkonda kuulusid **Kristjan-Erik Kahu**, **Saskia Põldmaa**, **Ralf Robert Paabo**, Kristjan-Eriku klassi-vend Hugo Treffneri gümnaasiumist **Siim-Erik Viiding** ning Pärnu Koidula gümnaasiumi 10. klassi lõpetanud **Siim Saarse**. Mentorina oli õpilastel abiks Tartu ülikooli teadur Oleg Košik. Eestlas-



FOTOD: ERAKOGU

Eestlaste laiendatud delegatsioon Euroopa füüsikaolümpiaadi (EuPhO) avamisel Hannoveri Leibnizi ülikooli peahoone ees (vasakult): EuPhO president Jaan Kalda, Tomas Babelis (Leedu), Ralf Robert Paabo, Siim-Erik Viiding, Kristjan-Erik Kahu, Siim Saarse, Saskia Põldmaa, Oleg Košik (juhendaja) ja Vlad Stefan Oros (Rumeenia)

test olid kohapealse korraldusega veel seotud Euroopa füüsikaolümpiaadi president, Tallinna tehnikaülikooli professor Jaan Kalda ja akadeemilise komitee liige Eero Uustalu.

Tavakohaselt tuli ühel päeval lahendada eksperimentaalülesandeid ning teisel päeval teoreetilisi ülesandeid.

Põhja-Balti olümpiaadil kuldmedali võitnud eestlased jätkasid hiilgavaid esitusi ka EuPhO-l: nii Kristjan-Erik kui ka Saskia teenisid kuldmedali, tulles üldarvestuses vastavalt 7. ja 13. kohale. Saskia oli ülekaalukalt võistluse parim neiu. Ralf Robert pälvis hõbemedali. Kuldmedali sai kaela ka leedukas Tomas. Üldvõitjaks tuli rumeenlane **Vlad Stefan Oros**, kes on füüsikavõistlustel samuti meie õpilastega sõbraks saanud.

Kuivõrd EuPhO ei kuulu riigi eelarvest toetatud olümpiaadide hulka, toetas seekord meie osalemist Eesti Energia. Loodetavasti jätkub see koostöö ka edaspidi. Järgmisel aastal korraldatakse Euroopa füüsikaolümpiaad juuli keskel Gruusias Kutaisis.

9.–17. juulil peeti Jaapani pealinnas Tōkyōs rahvusvaheline füüsikaolümpiaad (IPhO), kus osales 387 õpilast 88 riigist. Esimest korda pärast 2019. aastat õnnestus kõigil osalejatel saada ühes kohas kokku: aastail 2020 ja 2021 ei võimaldanud seda koroonapandeemia ja mullu segas kaarte Ukraina sõda (olümpiaad pidi algul toimuma Valgevenes).

Eesti võistkonda kuulusid Kristjan-Erik Kahu, Saskia Põldmaa, Ralf Robert Paabo, Aleksei Jemeljanov ja Mihkel Rannut. Juhendajatena tegid kaasa Jaan Kalda ja Starship Technologiesi robotite taju tiimijuht Mihkel Kree.

Samamoodi kui EuPhO-l võisteldi kahel päeval: ühel päeval murti pead eksperimentide kallal ning teisel lahendati teooriaülesandeid. Sel aastal olid teooriaülesanded võrdlemisi lihtsad (ligi veerand võistlejatest sai 30 punktist üle 20, nii mõnigi sai maksimumpunktid), kuid eksperiment oli seevastu raske ja aeganõudev. Parim tulemus oli 16 punkti 20-st; ainult 12 õpilast sai üle 12 punkti. Ülesanded olid väga huvitavad. Teooriaülesannetes tuli uurida, kuidas hüppab kahe väiksema veetilga liitumise järel tekkinud suurem veetilk üles, kui see toimub eriti tugevasti vett hülgaval pinnal; mismoodi valguse liikumine aeglustub gravitatsiooni mõjul ja kuidas see võimaldab mõningatel juhtudel mõõta neutrontähtede massi; vaatluse all oli ka Browni liikumine, muu hulgas see, mil moel saab mudaosakesi veest tõhusalt ja kiiresti setitada, kasutades soolalahust. Eksperimentaalülesandes mõõdeti sinise LED-valgusti spektraalseid omadusi.

Meie õpilastel läks väga hästi ka

IphO-l. Parimana võitis Kristjan-Erik hõbemedali (samaga sai hakkama Tomas), pronks-medali said Ralf Robert, Aleksei ja Saskia. Viimastel aastatel ei ole rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil olnud võrdseid Hiina õpilastele: mullu pälvis viis Hiina õpilast viis esimest kohta, tänavu hõivasid hiinlased neli esimest ja kuuenda kohta; ainsana mahtus nende vahele üks USA õpilane.

Ehkki Euroopa füüsikaolümpiaadi ja rahvusvahelise füüsikaolümpiaadi üldine ülesehitus on sama, leidub detailides palju erinevusi. IPhO ülesannete tekstid on üldjuhul pikad ning sisaldavad rohkesti alapunkte, ent EuPhO ülesanded on lühemad ja alamülesandeid leidub vähem, mis eeldab suuremat loomingulisust. Erinevus seisneb ka selles, et EuPhO-l peavad õpilased oma lahenduste tulemusi ise vaidlustama ja kaitsma, st diskuteerima võistlustööde hindajatega siis, kui on alust arvata, et lahendus väärinuks rohkem punkte. See aitab õpilastel arendada teadusliku argumenteerimise oskusi. Rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil (üldjuhul ka teiste ainete rahvusvahelistel olümpiaadidel) on apellatsioonide esitamine juhendajate ülesanne.

EuPhO-l on õpilaste ajakava väga tihe ning vaba aega jääb võrdlemisi vähe, kuid IPhO kestab kauem ning ka olümpiaadi laad aitab pakkuda osalejatele mitmekülgsemat kultuuri- ja vabaaja-programmi. Nii oli õpilastel küllaldaselt võimalusi tutvuda Tōkyō ja lähiumbrusega ning Jaapani kultuuriga. Näiteks käidi muisthes pealinnas Kamakuras ja sealse bambusemetsas, UNESCO maailmapärandis kuuluvasse Nikkō linnas ning Odaiba tehissaarel Tōkyō lahes. Sai osaleda traditsioonilisel Jaapani teetseremoonial ning kuulata kahe Nobeli auhinna laureadi loenguid.

Vaba aega on põnev ka ise sisustada. Rahvusvahelise matemaatikaolümpiaadi ajal üritas Eesti võistkonna juhendaja Hendrik vallutada Jaapani kõrgeimat Fuji mäe (3776 m). Kahjuks ei kandnud Hendriku katse vilja, sest ülesmäge minnes blokeerisid teekonna karud ning tuli pöörduda tagasi. Kuulnud Hendriku seiklustest, otsustasid Saskia, Mihkel ja Ralf mõni päev hiljem, kui füüsikaolümpiaadi võistlusvoorud olid läbi saanud, üritada ise mäetippu vallutada, ning said sellega hakkama. Siiski ei möödunud ka nende matk seiklusteta: algul loodeti mäe tipus käia ära ühe päevaga, kuid eksiti ajaarvestusega. Nii tuli öö veeta mäe küljel asunud osmikus. Meie matkalistel ei olnud ka ilmastikuoludega sobivat riietust, kuid abi saadi teistelt matkajatelt. Kuna retk venis plaanist pikemaks, said telefoniakud tühjaks ja nõnda eksiti



Eesti esindajad rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil Tōkyōs restoranis *sushi*'t söömas (vasakult): Aleksei Jemeljanov, Mihkel Rannut, Kristjan-Erik Kahu, Saskia Põldmaa ja Ralf Robert Paabo

tagastele ära. Selleks et saada tagasi Tōkyōsse, ei jäänud lõpuks üle muud, kui hääletada autoteel.

Järgmisel aastal peaks IPhO toimuma juuli lõpus Iraanis.

Ettevalmistus taas üheskoos soomlastega

Õpilasi rahvusvahelisteks võistlusteks ette valmistav koostöö Eesti ja Soome vahel oli paar aastat koroonapandeemia tõttu katkenud, kuid tänavu taastus. Nii lihvisid meie õpilased koos soomlastega oma teoreetilisi teadmisi mai lõpus Orissaares ning eksperimentide tegemise oskust juuni alguses Jyväskylä. Orissaares korraldasid treeninguid Oleg Košik, Jaan Kalda ja Mihkel Kree, Soomes juhendas aga Lasse Franti.

Eesti füüsikaolümpiaadi, võistkondade ettevalmistust ja osalust rahvusvahelisel füüsikaolümpiaadil rahastab haridus- ja teadusministeerium ning koordineerib Tartu ülikooli teaduskool. Põhja-Balti füüsikaolümpiaadi korraldamist koordineerib Tallinna tehnikaülikool. Lõppvoor parimaid toetavad stipendiumidega Robert Kitt, Tallinna tehnikaülikool ja Tartu ülikooli füüsika instituut. •

Oleg Košik, Eesti võistkonna mentor tänavusel Euroopa füüsikaolümpiaadil



Enn Kung
MERCURIUSE JA
MARSII VAHEL.
Hansalinn Tallinn
Rootsi riigi haardes
1561–1632
Tallinna Linnaarhiivi
toimetised nr 16
526 lk
Tallinn, 2022

2023. aasta alguses pälvis Enn Kung Eesti riigi teaduspreemia. Tippvormis teadlasele on see kõige mainekam tunnustus, mida antakse eelneva nelja aasta jooksul valminud ja avaldatud parimate teadustööde eest. 2022. aasta suvel ilmunud teadusmonograafia „Mercuriuse ja Marsi vahel“ on selle loendi käilakuju. Enn Kungi sõnul on tegemist tema viimase viie aasta kaalukaima uurimusega, milleks ta kogus materjali kuus-seitse aastat.

Raamat vaatleb, kuidas toimis Tallinn 16. sajandi teisel poolel ja 17. sajandi esimesel kolmandikul kiirelt areneva Rootsi rahvusriigi koosseisus. See on lugu uue ja vana maailma koh-

tumisest, kokkupõrkest ja põimumisest, kus keskaegne Tallinn oma väljakujunenud traditsioonide, ilmavaate, võrgustike ja positsiooniga on vanem, et mitte öelda eilne päev. Hiljuti laienemist alustanud „vana Euroopa“ silmis veel barbaarne ja tundmatu, pealegi järjepanu sõdiv Rootsi kujutab homset: alles vormumisjärgus varuusaegset riiki, mille haare, ambitsioonid ja taotlused on hoopis mujal.

Intrigeeriv on raamatu laiendpealkiri „Hansalinn Tallinn Rootsi riigi haardes“. Haardesse kas võetakse, haardes ollakse või haardest vabane-takse; haare vajab vähemalt kaht osalist: aktiivsemat haarajat ja passiivse-mat haaratavat. See suhe ei ole mingil juhul võrdne. Juba pealkiri seab nii-viisi paika käsitluspositsiooni, kus Tal-linn on justkui nõrgem ja Rootsi riik või selle valitsejad tugevam pool. See on aeg, mil varem hansalinnana suhtel-st laialdast autonoomiat nautinud Tallinn pidi vastu seisma uue isanda katsetele sekkuda linnaelu kõikidesse valdkondadesse. Teos näitab, kuidas ja milliste teemade kaudu kulges kahe poole dialoog ehk kõievedu, mille käi-

gus pidi Tallinn hoolimata kõigest nii mõneski küsimuses järele andma.

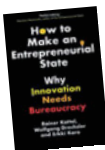
Käsitluse aluseks on muljet avaldav kogus primaarallikaid, mis annab raamatule ilma igasuguse kahtluseta pü-siva väärtuse. Peale n-ö koduarhiivi (Tallinna linnaarhiiv) on kaasatud hul-galiselt materjale mäluasutustest Rootsist Saksamaa ja Lätini. Nii on saa-vutatud harva esinev faktitihedus ning avar ja uudne käsitlusdimen-sioon. Siin ei avane mitte üksnes Tal-linna, vaid ka Rootsi riigi enda vaate-nurgad ja tegutsemismotiivid, tõstes õigupoolest mõlemad nägelevad poo-led peategelase rolli. Käsitlust liigen-davad-täiendavad tabelid ja joonised, esitades detailse pildi rahakursside, linna laenude, laekunud tollirendi-rahade, garnisoni sõdurite arvukuse, viljakaubanduse statistika jms kohta.

On suur rõõm, et Enn Kungi raamat on ilmunud eesti keeles, kuid kindlasti peab selle välja andma ka mõnes suurema lugejaskonnaga teaduskeeles.

✍ **Kaarel Vanamõlder**, Tallinna ülikooli kommunikatsiooni- ja praktilise ajaloo dotsent ning ajaloo, arheoloogia ja kunstiajaloo keskuse teadur

Kolm Eesti professorit on pälvinud maailmakuulsa raamatuauhinna

Augustikuus tuli Eestisse üks maailma olulisemaid tunnustusi juhtimisraamatute eest – George R. Terry auhind. Bostonis peetud Academy of Managementi aastakonverentsil välja kuulutatud väärrika tunnustuse pälvisid Tallin-



HOW TO MAKE ENTREPRENEURIAL STATE.
Why Innovation Needs Bureaucracy
Rainer Kattel, Wolfgang Drechsler ja Erkki Karo
288 lk
Yale University Press, 2022

na tehnikaülikooli (TTÜ) majandustea-duskonna Ragnar Nurkse instituudi professorid Rainer Kattel, Wolfgang Drechsler ja Erkki Karo ühistöös val-minud raamatu eest, kus vaadeldakse, mismoodi arendada avaliku sektori poliitikakujundamise ja elluviimise suutlikkust.

Raamatu „How to Make an Entrepre-neurial State: Why Innovation Needs Bureaucracy“ on üllitanud maailma-kuulsa Yale'i ülikooli kirjastus mullu septembris. „Oleme ülimalt uhked, et tehnikaülikooli professorite trio mit-mete aastate töö on saanud ühe vääri-kaima üleilmse juhtimisteadlaste kogukonna tunnustuse. Suur rõõm, et murrangelised ideed, mis meie üli-koolis on idanenud, kõnetavad maa-ilma juhtimisteaduste tippe ning mõte avaliku juhtimise agiilsest sta-biilsusest on inspireerimas erineva taustaga lugejaid üle maailma,“ kom-menteeris TTÜ majandusteaduskonna dekaan Mari Avarmaa.

Raamatut hinnates märkis auhinna-komisjon, et see teos lähtub klassikali-sest ja nüüdisaegsest organisatsiooni-teooriast, majandussotsioloogiast ja poliitökonoomiast, et eemalduda va-

litsevast käsitlusest, mille kohaselt on riik erasektori innovatsiooni passiivne soodustaja. Üle 60 teose hulgast otsus-tati auhinnavääriliseks tunnistada just see teos, kuna „Raamatus pakutakse välja uus, ettevõtliku riigi mudel – riik, mis investeerib aktiivselt innovat-siooni ja ettevõtlusesse ning koordi-neerib seda eri vahendite, sealhulgas otseinvesteeringute, riigihangete, po-liitikate ning strateegiliste partnerlus-te kaudu erasektori partneritega. Kokkuvõttes on see raamat murrangu-line panus ülemaailmsetesse juhtimis-teadmistesse“.

Raamatu autorid on kolme põlv-konda kuuluv akadeemiline mees-kond, kes on koos töötanud juba pikka aega. Võib öelda, et raamat on valmi-nud nende peaaegu kümneaastase koostöö järel, mille keskmes on olnud küsimus: kuidas optimaalselt korral-dada avalikku sektorit, et toetada ja ellu viia uuendusi. •

Terry auhinna pälvib raamat, mis on viimase kahe aasta jooksul paist-nud maailmas silma juhtimisteadmis-te edendamiseks. Auhinda välja andev Academy of Management on maailma juhtiv juhtimis- ja organisatsiooni-teadlaste kutseühendus. 1936. aastal asutatud ühendusse kuulub ligi 18 000 liiget üle 120 riigist. •

✍ **Tallinna tehnikaülikool / Horisont**



TALLINNA TEHNICAÜLIKOO

TTÜ Ragnar Nurkse instituudi professorite trio – (vasakult) Rainer Kattel, Wolfgang Drechsler ja Erkki Karo – hoiab käes oma teost, mis on saanud väärrika George R. Terry auhinna



RAKUBIOLOOGIA.
Õpik kõrgkoolile
Koostajad Sulev Kuuse
ja Toivo Maimets
1184 lk
Tartu ülikooli kirjastus,
2023

Rakubioloogia on suur teadusvaldkond. Mida enam me tunneme selle keerulise uurimisala kõikvõimalikke nüansse, seda rikkamad teadmiste poolest oleme.

Õigupoolest on mõte anda välja eestikeelne rakubioloogia õpik sama vana kui Tartu ülikooli rakubioloogia õppetool, mis loodi 1990. aastate alguses. Mõte tugines veendumusele, et õppe- ja teadustööd peab olema võimalik teha emakeeles. Nii otsustasid Tartu ülikooli rakubioloogia õppetooli inimesed koostada üliõpilastele oma ala õppevahendi juba 1990. aastate alguses. Peamiselt kasutati toona ja kasutatakse praegugi ka mitut rahvusvaheliselt tunnustatud õpikut. Ent äsja ilmunud uue õpiku koostajatele

tundus, et korralik rakubioloogiaõpik peab kätkema näiteks koeõpetust, mis saab alguse rakuõpetusest, ja samamoodi võiks rakubioloogia kajastada kõrvalerialade suundi, näiteks mikrobioloogiat ja taimerakubioloogiat.

Värske rakubioloogiaõpiku koostamisse oli kaasatud 31 autorit, kes kõik on seotud rakubioloogia õpetamise ja asjaomase teadustööga Tartu ülikooli loodus- ja täppiseaduste ning meditsiiniteaduste valdkonnas ja Tallinna tehnikaulikoolis. Need on teadlased, kes tahavad ja oskavad eesti keeles õpikutekste kirjutada ja oma teadmisi jagada. Kolmekümne aasta töö tulemus on nüüd lugeja käes. Kuigi igal autoril on paratamatult oma käekiri, oleme püüdnud raamatust kujundada terviku. Ikka selle nimel, et anda üliõpilasele, kraadiõppurile, õpetajale-õppejõule või oma eriala süvitsi tundjale, aga miks mitte ka tublile gümnaasistile ülevaade rakubioloogiast kui väga mitmepalgelisest distsipliinist.

Mahuka raamatu 17 peatükki tutvustavad lugejale rakubioloogia ajalugu ja juurdunud teadmisi, aga ka selle väga kiirelt areneva teadusharu uusi suundi. Peale selle on õpikusse võetud peatükid arengubioloogiast, immunoloogiast, tüvirakkudest, rakude eristumisest ja kasvajate tekkest

ning koeõpetusest, mis aitavad täiendada üldist arusaamist rakubioloogiast.

Õpik on illustreeritud rohkete selgitavate jooniste ja tabelitega ning paljude fotodega. Kaante vahele on mahtunud ühtekokku 996 illustratsiooni, millest 214 on Eesti teadlaste originaalfotod. Teosel on termini- ja autoriregister ning soovitatava lisakirjanduse peatükk, mis haakub rakubioloogia õpetamisega Tartu ülikoolis.

Selle õpiku esmaväljaanne avaldati 2018. aastal elektroonilise versioonina, mida on rakendatud eri tasemete õppetöös. Tagasiside põhjal on nüüd õppevahendi materjalide proportsioon kohendatud ning täiendatud uute teadmistega. Seetõttu on raamat algsest e-versioonist paljuski erinev.

Eesti keele rikkus ja rahva elujõud ei peitu mitte kõigile arusaadavates lihtsustustes, vaid kõigi meie murrete, murrakute, aga ka mitmesuguste all- ja erialakeelte rikkuses. Rakubioloogia erialakeel on üks hea näide. •

 **Sulev Kuuse**, raamatu koostaja, Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi vivaariumi juhataja

Toivo Maimets, raamatu koostaja, Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi rakubioloogia professor



www.KL24.ee

www.helmic.ee

UUE HOOAJA VALIK KOHAL!

Kangad, lõngad, pärlid, tööriistad, niidid, lukud, pandlad, paelad, nõöbid ...

Kokku üle 120 000 toote

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

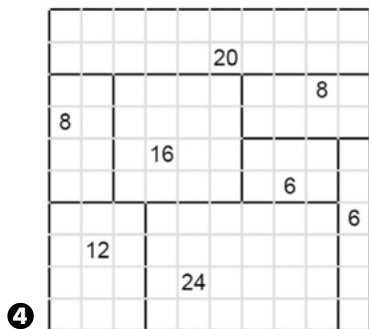
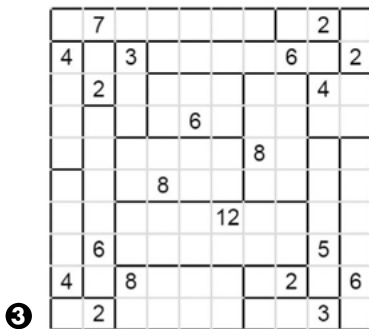
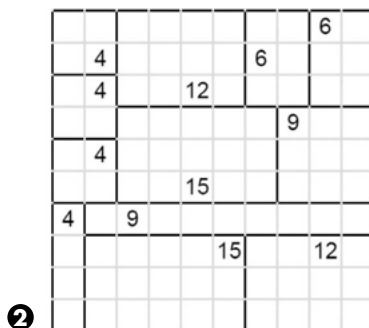
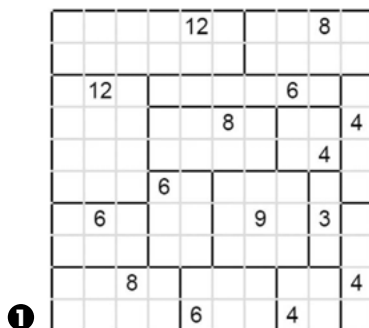
KÄSITÖÖSÖBRA KAUBAMAJA 24 H SINU ARVUTIS

Krüptoaritmeetika ülesanded

Krüptoaritmeetika ülesannetes tuleb tähed asendada numbritega 0–9 nii, et võrdus kehtiks. Ühele ja samale tähele vastab ülesandes üks ja sama number, aga eri tähtedele vastavad eri numbrid. Ükski sõna ega ükski arv ei alga numbriga 0.

- 1) $TWO \times TWO = THREE$
- 2) $ISA = A^4$ $SAI = B^4$
- 3) $READ + THIS = PAGE$
- 4) $READ - THIS = PAGE$
- 5) Et keeduanumasse mahtus 4 muna, siis: $4 \times MUNA = ANUM$
- 6) Et kanapesas oli 6 muna, siis: $6 \times MUNA = KANA$

Neljanda vooru ülesannete vastused



Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 15. november 2023.

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 loodushälle CD-plaadi. Sarjas ilmunud raamatutega ja CD-plaatidega saab tutvuda veebilehel www.loodusajakiri.ee ja eelistustest saab teada anda toimetuse telefonil 610 4105 või meiliaadressil loodusajakiri@loodusajakiri.ee.

Neljanda vooru tulemused

Neljanda vooru ülesanded olid lihtsad. Kõik neli ülesannet lahendasid õigesti Vladimir Jaanimägi, Aivar Kauge, Kalle Kulbok, Katre Luik, Marko Orav, Meelis Reimets, Siim Sammul, Kuldar Traks, Hannes Valk, Mariina Viil ja Heldur Väljamäe. Vooruahind läks seekord **Marko Oravale**.

Vaata veebilehelt

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

 **Tõnu Tõnso**, matemaatik,
Tallinna ülikooli lektor

Kõitmisel raamatu- selja otseste väriline pael	Kirjanik	LAURI 11274	Tugipuu	Tipmine	Riik Aasias	<i>Kuma</i>	Lennuki- mark	Küla Alu- taguse vallas						
Kaasa- ütlev kääne														
Soome- pärane m.-nimi		Õletüüp LEMBER			Noot Vere- soon									
Algvõrre						Särk (murdes)								
<i>Kuma</i>	Linn Ve- nemaal Nigeeria rahaühik				Sidesõna Auto- mark									
Küla Paide vallas			Kagu- Aasia riikide ühendus				Ehitus- materjal	Mitte-		Endine maadleja	<i>Kuma</i>	Naise- nimi	India maletaja	Liiklus- eeskiri
Mehe- nimi		Kes on pildil? Element nr. 42	Sidesõna								Eladeski Sügav- trüki- tehnik			
Küla Lüganuse vallas				Teisiti- mõtteleja Nimbus										
<i>Kuma</i>	Jögi hisp. k. Liide		Korv- palliliiga Linn Sri Lankal		Rooma 6 Kahuri- paat		Helilooja Tuule- puhang							Sametliil
Rohumaa		Element nr. 32 Kohupiim (murdes)		Liha- malte Element nr. 95				Luuletaja Tasa (muus.)						
<i>Kuma</i>	Avaus Lind		Linn Jaapanis Timothy		PIKK- SUUK Great Britain				Noot Pole kursis					
Rooma 4		Grand prix										Element nr. 3		
Pealinn Aafrikas				Püünise- jada Küla Tü- ri vallas				Vilkalt (muus.) Tähtkuju						
Ülem- võim						Tangens Laste- kirjanik			Tee soome k. Zeusi ema					
			<i>Kuma</i>	Inglise k. eessõna Nõia- trumm		Briti filosoof Teiste abita		Saksa tennise- legend Element nr. 11			Soome- pärane m.-nimi			
	Indiaani rahva liige				Näljane					Järelliide				
	Mister													
	Mesilas- mürgi kasutus ravis													

Lahendajate vahel läheb loosi Onu Uno Valitud Ristsõnade aastatellimus.

Eelmise ristsõna vastus „Teadus on lahutamatu inimese IGIPÖLISTEST OTSINGUIST TEISE järele“ viitab tänavuses kolmandas Horisondis ilmunud kirjanik Berk Vaheri kirjutisele endast ja teadusest.

Loosi tahtel võitis Super Kuma aastatellimuse KATRE LUIK.

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

Arva ära!

- 1** Näete ühe iseseisva riigi pealinna vappi, mille ladinakeelne moto tähendab tõlkes „Igaühele oma“. See pealinn on rahvaarvult pisut suurem Tallinnast. Millise pealinna vapp see on?



- 2** Kes oli see näitleja ning modell, üks omaaegseid populaarsemaid Hollywoodi filmistaare? Oscarit ta oma üle 40 aasta kestnud filmikarjääri jooksul siiski ei võitnud. Küll aga pälvis kõnealune seltskonna- ja kõmuajakirjanduse lemmik Itaalia filmiauhinna Donatello Taaveti.



LUGEJATE LEMMIK

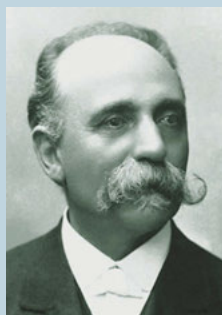
Lugejate lemmiklugu eelmises numbris oli „Kes olid esimesed tallinlased?“ (autorid Martin Malve ja Ülle Aguraiu-Lätti).

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

FOTOD: WIKIPEDIA



- 3** See oli viimane lahing, milles valitsev Briti monarh isiklikult vägesid juhatas. Prantslaste kaotusega lõppenud lahingu auks komponeeris Georg Friedrich Händel mitu muusikateost. Mis lahingust on jutt?



- 4** Ta uuris närvirakke, kasutades selleks enda väljatöötatud histoloogilist värvimist, ning kirjeldas esimesena rakude korvitaolist moodustist, mis paikneb tuuma ümbruses. Lisaks avastas ta lihase kõõluse ülemineku kohas asuva organi, mis reguleerib selgroogsete loomade liigutusi. Kes oli see Nobeli auhinna pälvinud arst ja teadlane?

MÄLUSÄRU 4/2023 VASTUSED

1. Ray L. Burggraf.
2. Nastassja Aglaia Kinski.
3. Konga ehk Kuuba huutia.
4. Louis de Broglie (7. Broglie hertsog).
5. Egil Skallagrímsson.

● Mälusäru auhinnaraamatu, Laurence Bergreeni „Kuningriigi otsingul. Francis Drake, Elisabeth I ja Briti impeeriumi ohtuderohke sünd“ kirjastuselt Argo, võitsid MARTIINA VIIL, TIIT PRUUL ja MONIKA PARMO.



✍ Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

- 5** See Eestis üsna sagedasti leiduv hea söögiseen kasvab tihti haljasaladel ja aedades. Ta moodustab seeneringe ning tema seeneniidistik eritab sinihapet, mis hävitab seeneringi välisservas olevat taimestikku. Mis nime kannab see šampinjonilaadsete seente seltsi kuuluv seen?



VASTA JA VÕIDA RAAMAT!

Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut: Tiina Tamman, „Spioon, kes armastas eesti naist. Briti luuraja Brian Giffey elu“ kirjastuselt ARGO.

● Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmikkirjutis.

VASTUSEID

ootame 15. novembriks aadressil Rävälä pst 10, 15042 Tallinn või horisont@horisont.ee.

NB! Vastuste juurde kirjutage auhinna-loosis osalemiseks kindlasti oma mobiil-telefoni number ja postiaadress.

MÄLUSÄRU
RUBRIIKI TOETAB
KIRJASTUS ARGO.



AAadioRA
adioRAadio
RAadioRAA
dioRAadio
AAadioRA
RAA

KUKU

VÄÄRT MÕTETE LAINEL

KUULA MEID DAB/FM SAGEDUSTEL ÜLE EESTI
VÕI IGAL AJAL MOBIILIS

» PLEIER

KUKU.EE



GET IT ON
Google Play



Available on the
App Store

TAMREX

Ole nähtav

OHUTULT JA MUGAVALT!



Kapuutsiga Hi-Vis talvejope

1132/6658
1132/5558 **319 €**



Hi-Vis talvejope

1130/6658
1130/5558 **207 €**



Hi-Vis talvejope

1137/6658 **222 €**



Hi-Vis talveparka

1830/6658
1830/5558 **351 €**



**ALLROUND
WORK**



37.5



**TASUTA
talvemüts**

Tasuta mütsi (SNICKERS Workwear 9093/6618, väärtus 68 €) saab kaasa ainult talvejopede (1132; 1130, 1137 ja 1830) tavahinnaga ostu puhul.

Kampaania algab 01.10.2023 ja kestab kuni tasuta müts jätkub.



Hi-Vis talvepüksid

6639/6658
6639/5558 **178 €**



Hi-Vis veekindlad talvepüksid

6630/6604 **227 €**



Kapuutsiga Hi-Vis fliis

8039/6600 **110 €**



Kerge Hi-Vis jope

8134/6604 **159 €**



Hi-Vis Softshell

1230/6658
1230/5558 **170 €**

Hinnad sisaldavad käibemaksu 20% ja kehtivad kuni kaupa jätkub!

TAMREX OHUTUSE OÜ

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

TALLINN Laki 5, Pärnu mnt 139c, Katusepapi 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