

EESTI TULEVIKU-
MAAVARAD

100 AASTAT
RAHVUSARHIIVI

ERILISED
ÜLIJUHID

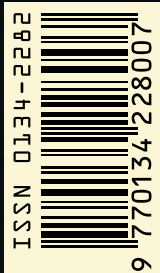
horisont



RIIKLIKULT TUNNUSTATUD
TEADUSE
POPULARISEERIJAJA 2015

3 / 2020 ■ MAI-JUUNI ■ HIND 4.90 ■ 54. AASTAKÄIK

VIIRUSED INIMESE KALLAL



ILM JA PUHKUS

UUED JOOGIVEE PUHASTUSVÕIMALUSED

Wiru Uks Tallinn OÜ

Tel 50 44 798 ■ wu@wu.ee
Vaata lisaks www.wu.ee

GARAAŽIUKSED | VOLDIKUKSED | RULLUKSED
KVALITEETSELT JA HOOLEGA!



**GARAAŽIUSTE
REMONT,
VARUOSAD JA
AUTOMAATIKA**



KOHE OLEMAS SUUR VALIK UUSI JA KASUTATUD UKSI

SELLES NUMBRIS

Ülar Allas **Inimene ja viiruste kirju maailm** 8

Viiruste tähtsus elu arengus ja ökosüsteemi tasakaalus hoidmisel alles hakkab selguma – nad on palju enamad kui väikesed ja vastikud haigustekitajad.

Birgit Kibal, Tõnis Tärna **Rahvusarhiiv 100** 36

Sel kevadel sajandat sünnipäeva tähistanud rahvusarhiivi kogudes on nii professionaalidele kui asjaarmastajatele kasutamiseks ligi 10 miljonit unikaalset arhivaali.

Rein Munter **Joogivee kvaliteet. Probleemid ja lahendused** 50

Osoon on veepuhastusjaamades asendanud kantserogeeni tekitava kloori kasutamise. Uute puhastusvõimalustena on uurimisel nanotehnoloogia ja süvaoksüdatsiooni-protsessid.

HORISONT KÜSIB

Intervjuu **Tulevikumaavarade jääl** 18

Tallinna tehnikaülikooli geoloogia instituudi rakendusgeoloogia osakonna juhi Rutt Hintsiga rääkis Ulvar Käärt.

Mina ja teadus 29

Näitleja ja lavastaja Katrin Pärn



36

SIIT- JA SEALPOOLT HORISONTI

Eero Vasar. Nuusutada või mitte – 3 selles ongi teaduse küsimus

Tarkade bakteritega plaaster hakkab haavu ravima 4

Piret Pappel. Kas elevant jääb purju? 6

Sõna lugu 7
Kotlet

Teine maailm 16
Mulla sarvlestad

Looduse varjatud vastupanu 24
Kolm teed väljasuremise vältimiseks

Sündmuste horisondil 26
Ebaharilikud ülijuhid ja aja suuna sümmeetria

Ain Kallis. **Ilm ja puhkus** 28

Luu-uurija leid 32
Stressijooned hammastel

Harakale haigus 34
„Hullud koerad lasti maha, inimesed surid ise ära“

Aafrika 46
Kui Aafrika lõunatipus tehti transvaali: ajalooline Lõuna-Aafrika

Igameheteadus 57
Peatagem pandeemia

Kosmosekroonika 58



18



50



8

OLÜMPIAAD

Sulev Kuuse
Eesti 59. bioloogiaolümpiaad 59
lõpetas olümpiaadide tänavuse hooaja

PRAKTILIST

Raamat 61
Jaak Kikas
Elu võrandid. Evolutsiooni suunavad varjatud reeglid

Enigma 62
Veel ristkülikute tetraminodeks jaotamisi

Ristsõna 63

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



Sel kevadel tähistas oma sajandat sünnipäeva rahvusarhiiv – asutus, kus on talle suur osa Eesti maa ja rahva kirjalikust mälust. Värskes Horisondis annavad ajaloolased Birgit Kibal ja Tõnis Tärna ülevaate rahvusarhiivi viimasest aastasajast ning tutvustavad, milliseid kasutusvõimalusi arhiiv tänapäeval kõigile huvilistele pakub.

Need, kes on ajanud arhiivis oma esivanemate jälgi, teavad, et suguvõsaurimiseks vajalikke materjale – kirikuraamatuid, hingeloendeid ja elanike nimekirju – saab igaüks juba mõnda aega sirvida koduse arvuti tagant lahkumata. Rahvusarhiivi digikogudest võib leida nii fotosid, filme, kaarte kui ka arvukaid dokumente eri sajandeist. Eesti vabariigi algusajast on interneti muuhulgas jõudnud toonaste valitsuste protokollid ja Eesti välissaatkondade materjalid, mis annavad lugejale põneva pildi, kuidas ja millistes oludes Eesti riiki saja aasta eest üles ehitama hakati.

Sada aastat tagasi varakevadel oli Eesti vabariik kimpus tüüfuseepideemiaga, mida kardeti kogu riigis „laialilagunevat“. Selle kevade märksõna on kahtlemata uus koroonaviirus, mille laidetud ülemaailmne pandeemia mõjutab meist igaüht. „Ajaloole vältel on esinenud mitmeid viirustest põhjustatud epideemiaid, ent 21. sajandi algus näib nende poolest eriti tihe olevat. Viimase 20 aasta jooksul on toimunud kolm koroonaviiruste puhangut. Lisaks kimbutavad inimkonda seagripp, ebola, leetrid, dengepalavik ja rida teisi nakkushaigusi. Veelgi

ärritavam on, et epideemiade vaheline aeg lüheneb,“ tõdeb värskes Horisondis molekulaarbioloog Ülar Allas. Artiklist saab lugeda, millised on viiruste erinevad levikustrateegiad, miks nad meid haigeks teevad ning mistõttu põhjustavad enamiku uutest nakkushaigustest tänapäeval viirused, mis on inimestele „üle hüpanud“ loomadelt.

Nagu viimasel ajal palju räägitud, ei ole meil paraku põhjust erilisel loota, et uusi tõsiseid viirusepuhanguid tulevikus enam ei vallandu. Panuseid tuleks sellises olukorras teha eelkõige efektiivsete vaktsiinide ja ravimite väljatöötamisele ehk teisisõnu – teadusele ja teadlastele, kes selle taga seisavad.

Tänu vaktsineerimisele on õnnestunud Eestist eemale tõrjuda nii mõnigi tõsine viirushaigus. Üks sellistest on marutõbi, millest teeb maikuisest Horisondis juttu meditsiiniloolane Ken Kalling. Kodu- ja metsloomade vaktsineerimine on osutunud siinmail sedavõrd edukaks, et 2013. aastal kuulutati Eesti marutaudi vabaks. See ei tähenda aga, et me võiksime valvsuse kaotada – metsikud ja hulkuvad loomad teadupoolest piiril passi ei näita. Nakatumise puhul hakkab moodsal ajal mängima aeg: kui sajandite eest tähendas „hullult“ koeralt või metsloomalt pureda saamine vältimatult, et järgnemas on piinarikas surm, mille vastu pole teha muud kui kirikulaule laulda ja härdalt palvetada, on tänapäeval võimalik tõvest võitu saada, kui hammustada saamise järel viivitamatult arsti poole pöörduda.

Ühest tähelepanuväärsest arstist, kellelt said abi 19. ja 20. sajandi vahetusel iseseisvuse eest võidelnud buurid, teeb maikuisest Horisondis juttu aga ajaloolane Karin Veski. Nagu artiklist selgub, ilmutas Eestist pärit doktor ajal, mil Aafrika lõunaosas „transvaali tehti“, üles erakordset vaprust ning pälvis selle eest kiidusõnu nii kolleegidelt kui kohalikest buuri liidritelt.

Lisaks saab värskest Horisondist lugeda, miks tasub uurida Eesti maapõueressursse, mil moel elusloodus inimese muudetud keskkonnas väljasuremise vastu võitleb ning veel paljut muud põnevat ja silmapiiri avardavavat.

Püsigem terved ja hoidkem vaimu värskena! •

Helen Rohtmets-Aasa, toimetaja
helen@horisont.ee

ESIKAANE FOTO: VIDA PRESS / ALAMY



EESTI
TEADUSTE AKADEEMIA

horisont



Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

Helen Rohtmets-Aasa, toimetaja
helen@horisont.ee

Geda Paulsen, keeleteoimetaja
geda@horisont.ee

Kersti Tormis, kujundaja
kersti@horisont.ee

Mariliis Keskküla, turundusjuht
mariliis@loodusajakiri.ee

Riho Kinks, tegevjuht, reklaam
riho.kinks@loodusajakiri.ee

Tellimine: 617 7717,
www.tellimine.ee/loodusajakirjad.

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

Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri,
Endla 3, Tallinn 10122
tel 610 4105
e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee

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



HARIDUS- JA
TEADUSMINISTERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel

Nuusutada või mitte – selles ongi teadvuse küsimus

Tervel inimesel on kolm erinevat teadvusseisundit: ärkvelolek, mitte-REM- ja REM-uni (nn kiirete silmaliigutuste uni). Vaatamata nende seisundite suurele erinevusele toimub reageerimine lõhnadele nii ärkvelolekus kui ka magamisel.

Lõhnameel on keemiline meel, mis on koos maitsemeelega meie kõige arhailisema meelesüsteemi osa. Lõhnameele abil me sisuliselt analüüsime ja hindame kõiki molekule, mis meie ninaõõnde satuvad. Lõhnameele abil saame hinnata heast õhtusöögist tekkinud naudingut või tajuda meile huvipakkuvast inimesest lähtuvaid meeldivaid lõhnu. Lõhnasensoritest algavad juhtteed jõuavad väga erinevatesse ajustruktuuridesse, alates ajukoorest asuvatest keskustest, mis on seotud lõhnade teadvustatud eristamisega, ning lõpetades ajupiirkondadega, mis on seotud seksuaalse käitumise ja emotsioonidega ning õppimise ja mälu. Lõpuks jõuavad lõhnasignaalid ka ajustruktuuridesse, mis kontrollivad meie teadvusseisundit.

Selles valguses on huvipakkuv ajakirjas *Nature* ilmunud värske uurimistö *Olfactory sniffing signals consciousness in unresponsive patients with brain injuries*, kus uuriti lõhnameele kasutamise võimalikkust raske ajukahjustusega inimeste teadvusseisundi analüüsimiseks. Uuringus leiti, et lõhnade tuvastamise võime olemasolu või puudumine aitab ennustada raske ajukahjustusega patsientide võimalikku taastumisvõimet ja isegi ellujäämist. Lihtne ja odav nuusutamistest annab arstidele võimaluse täpsemalt hinnata teadvushäiretega patsientide seisundit ja selle alusel rakendada paremaid raviplaane. Patsiendi raske ajukahjustuse järgset seisundit on arstil väga keeruline hinnata. Diagnoosimisel tehakse vigu kuni 40%-l juhtudest. Minimaalselt teadvusel olev patsient erineb vegetatiivses seisundis haigest ja nende kahe patsiendirühma tulevikuväljavaated on erinevad. Täpne diagnoos on oluline, kuna see mõjutab ravistrateegiat, näiteks valu leevendamist, ja samuti elu lõpuga seotud otsuste tegemist.

Uuringud teostati 43-l raske ajukahjustusega patsiendil. Esiteks selgitas uuringu läbiviija igale patsiendile, et neile esitatakse purkides erinevaid lõhnu ja nina kaudu hingamist jälgitakse väikesel toru abil, mida nimetatakse nina-kanüülaks. Puudusid igasugused viited



UNSPASH

sellele, et patsiendid oleksid selgitust kuulnud või sellest aru saanud. Järgmiseks esitati patsiendile mitme sekundi vältel purki, mis sisaldas kas meeldivat šampoonilõhna, ebameeldivat mädanenud kala lõhna või puudus selles lõhn üldse. Igat purki juhuslikus järjekorras esitleti kümme korda ja mõõdeti patsiendi sissehingatud õhu hulka.

Teadlased leidsid, et minimaalselt teadvusel olnud patsiendid hingasid lõhnade järel märkimisväärselt vähem, kuid ei teinud vahet heade ja vastikute lõhnade vahel. Samad patsiendid muutisid oma ninaõõnde tungivat õhuvoolu ka vastusena lõhnata purgile. See tähendab teadlikkust purgi olemasolust või siis õpitud ootust lõhnade suhtes. Vegetatiivses seisundis patsiendid olid väga erinevad – mõned ei muutnud oma hingamist vastuseks ühelegi lõhnale, teised jälle muutsid.

Kolm ja pool aastat hiljem tehtud järeluuringu käigus selgus, et üle 91% patsientidest, kellel oli vahetult pärast vigastust säilinud nuusutamistest, olid endiselt elus, kuid 63% neist, kes ei reageerinud, olid surnud. Mõõtes tõsise ajukahjustusega patsientide nuusutamistest reaktiivset, võisid teadlased anda hinnangu aju süvastruktuuride toimimisele. Selgus, et nuusutamistest olid järjepidevalt erinevad, kui võrrelda vegeta-


Lõhnade tuvastamise võime olemasolu või puudumine aitab ennustada raskete ajukahjustustega patsientide võimalikku taastumisvõimet ja isegi ellujäämist.

tiivses seisundis ja minimaalselt teadvusel olnud inimesi – pakkudes seeläbi täiendavaid võimalusi täpse diagnoosi saamiseks. Lisaks leiti järeluuringu, et kui vegetatiivses seisundis patsiendil tekkis nuusutamistest, siis hiljem liikusid nad vähemalt minimaalse teadvuse olekusse. Mõnel juhul oli see ainus märk, et nende aju taastus, ning see toimus päevade, nädalate ja isegi kuude jooksul enne muude positiivsete tunnuste ilmnemist.

Vegetatiivses seisundis võis patsient oma silmad avada, ärgata ja regulaarselt magama jääda ning tal olid olemas kõik põhilised elulised refleksid, kuid neil polnud olulisi reageeringuid või märke teadlikkusest. Minimaalne teadvuse seisund oli sellest erinev, kuna patsiendil võis olla perioode, kus ta näitas teadlikkuse märke või reageeris käskudele. Kui nuusutamistest töötas normaalselt, siis see näitas, et patsiendil võis siiski olla teatav teadvuse tase ka siis, kui kõik muud sellele viitavad tunnused puudusid.

Töö autorid leiavad, et nuusutamistest on uus ja lihtne meetod raskest ajukahjustusest taastumise tõenäosuse hindamiseks ning see tuleks viivitamatult lisada teadvushäiretega patsientide diagnostikavahendite hulka. Eriti oluline on selle testi rakendamine olukordades, kus kaasaegsed neurofüsioloogilised ja elupuhuse kuvamise tehnoloogiad on raskesti kättesaadavad. •

Arzi, A., Rozenkrantz, L., Gorodisky, L. et al. 2020. Olfactory sniffing signals consciousness in unresponsive patients with brain injuries. *Nature*.

 **Eero Vasar**, Tartu ülikooli inimese füsioloogia professor

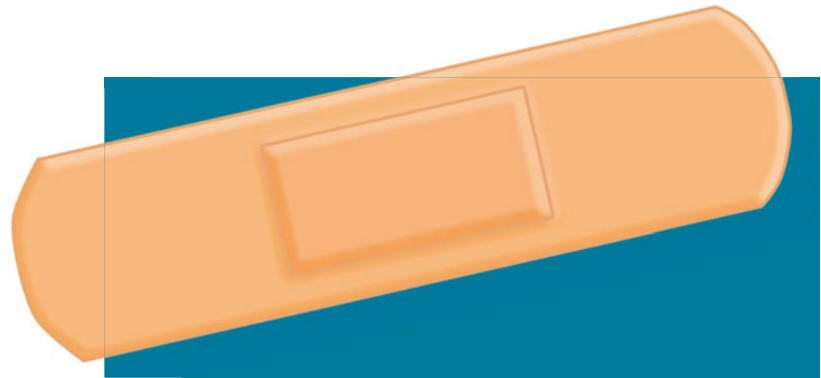
Tarkade bakteritega plaaster hakkab haavu ravima

Iga inimene on pidanud oma elus mõnda haava ravima. Normaalselt toimiv organism saab haavaraviga ise hakkama, kuid mõnikord, näiteks eakate puhul, ei parane haavad nii, nagu peaks. Tartu ülikooli (TÜ) teadlased on uurimas, kuidas saaks haavainfektsioonide vastu võitlemisel kasutada abistavaid baktereid.

TÜ füüsikalise farmaatsia dotsendi Karin Kogermanni sõnul on temaga seotud uurimisrühma eesmärk panna n-õ targaks muudetud bakterid tootma antimikroobset ainet, mis aitaks võidelda haavainfektsiooni vastu.

Praegu on käimas laborikatsed, et välja selgitada, kuidas bakterid ja tavalisimad haavainfektsioonitekitajad üksteist mõjutavad. Seejuures jälgitakse, et targad bakterid säilitaksid oma elumuse, mis tagaks vajaliku antimikroobse aine tootmise.

Kui bakterid täidavad laboritingimustes teadlaste ootusi, järgnevad katsed haavamudelil. Selleks kasutatakse



PIXABAY

kas koekultuurisüsteemis kasvatatud inimrakke või siis olemuselt inimese nahale väga sarnast seanahka. Kui targad bakterid tegutsevad nendeski katsetes nii, nagu ette nähtud, on võimalik edasi minna loom- ja inimkatsetega, mis eeldavad juba ranget ohutuskontrolli.

Mis muutuks inimese jaoks, kui selliste tarkade bakterite abil õnnestub lõpuks luua uudsed haavakatted? „Haavaravi vajava inimese jaoks ei muu-

tuks visuaalselt midagi. Ta näeb sidet või plaastrit, aga ei suuda palja silmaga tuvastada, mis seal sees on. Tulevik võiks olla ideaalis selline, et inimene läheb apteeki ja palub antimikroobset plaastrit, kus on sees bakterid, mis aitavad haava ravida. Kuid selle ohutuse ja tõhususe tõestamise nimel on vaja veel palju tööd teha,“ tõdeb Kogermann. •

Tartu ülikool / Horisont

Kild minevikust: koroona-patarei

2020. aasta märksõna on koroonaviirus. Eestikeelsed teatmeteosed tunnevad sõna *koroona* viiruse tähenduses 1970. aastatest: näiteks kohtab terminit 1976. aastal ilmunud „Eesti nõukogude entsüklopeedias“ (*koronaviirus*, lk 423).

Sõna *koroona* pärineb ladina keelest, kus see tähendab pärga või krooni ning viitab viiruse välimusele elektronmikroskoobi all. Enne viirushaigusega seostumist tunti seda sõna eesti keeles eelkõige piljardilaadse lauamänguna, mida hakati Eestis aktiivselt harrastama pärast 1929. aastat, mil neid mängu Lutheri vabrikus tööstuslikult tootma hakati. Mängu ajalugu on seotud eesti ja läti meremeestega, kes teisendasid piljardit nii, et seda sai mängida ka merel (kasutatud ka sõna *lauapiljard*). Miks sai mängu nimeks koroona, ei ole selge. Läti keeles on mängu nimi näiteks *novus*.

Sõna *koroona* on tuntud ka füüsikas – koroonalahendusena teatakse atmosfäärirõhule lähedasel rõhul toimuvat gaaslahendust, millega kaasneb

sinakas helendus. Nähtus esineb ka looduses: näiteks võib sinakas valguskiirgus, nn Püha Elmo tuled, tekkida äikese ajal laevamasti või kirikutorni tippu.

Eelnevale lisaks tähistab sõna *koroona* eesti keeles aga ka teatud tüüpi energiasalvesteid, mille kohta eesti keele kogudest viiteid ei leia. Tänapäeval kasutame sellist tüüpi patareisid, mille ajalugu ulatub tagasi 1950. aastate USA-sse ja Ühendkuningriiki, sageli suitsuanduri jõuallikana.

Nõukogude Liidus hakati taolisi energiasalvesteid 1950. aastate lõpul tootma õigupoolest mitte *koroona*-, vaid *krona*-tüüpi patareidena – just



Nõukogude Liidus toodetud *krona*-patareisid kasutati näiteks kaasas kantavas Selga raadios. Paljudele ilmselt meenub lapseast seoses selle patareiga „keeletest“, mis andis testija keelele üsna arvestatava elektrilaengu

tootenime Krona all müüdi neid nõukogudeaegses kaubandusvõrgus. Kasutati neid patareisid aga eelkõige laialtlevinud raadios Selga.

Nimetus *krona* (vene k 'kroon') tulenes ilmselt patarei välimusest, sest üks selle klemmidest on kroonikujuline. Ametlikus nomenklatuuris on sellise patarei nimi tänapäeval 6LR61 (on ka muid variante), aga seda tuntakse ka 9-voldise patareina. Tootenime muutmises tavakeele sõnaks pole midagi haruldast – eesti keeles on selliseid juhtumeid paarikümne ringis, tuntumad ehk *žilet* ning *ketsid* ja *botased*.

Miks tunnevad ja mäletavad paljud eestlased omaaegset *krona*-patareid aga hoopis *koroona*-patareina (ka karoona-patarei)? Ilmselt oli *krona* nime väljaütlemine eestlastele mõnevõrra keeruline: foneetiliselt lihtsam oli lisada sõna algussilpi täishäälik. Samuti oli sõna *koroona* eesti keeles juba olemas (vene keeles on patarei nimetus jätkuvalt *krona*). Nii võib internetipoodides veel tänapäevalgi kohata seda tüüpi patareisid märkega *krona*, *koroona* või koguni mõlemad nimetused. •

Taavi Pae, Tartu ülikooli Eesti geograafia dotsent



LIIGITI KOGUMISE JUHIS

PAKENDID

KLAASPAKEND



Loputa vajadusel, et ei määriks teisi pakendeid. Eemadada korgid ja kaaned, silfid võivad jääda.

- Klaaspudelid ja -purgid (nt karastus- ja alkohoolsete jookide pudelid, klaaspurgid)

PLAST- JA METALLPAKEND, JOOGIKARTONG



Loputa vajadusel, et ei määriks teisi pakendeid. Jätta korgid-kaaned peale.

- Tarbekaupade, toiduainete, jookide, kosmeetika- ja hooldusvahendite plastist pudelid, karbid ja topsid
- Kilekotid, kilepakend
- Metallpakendid (nt konservi- karbid, kanistrid, alumiinium- purgid, metallkorgid ja -kaaned)
- Joogikartong (nt piima- ja piimatoodete, mahla- ning veinipakendid)
- Muust materjalist pakendid

PAPP- JA PAPERPAKEND



Voldi suured papist pakendid kokku või rebi tükkideks, nii võtavad nad vähem ruumi. Veendu et materjal on puhas ja kuiv.

- Paberist ja papist pakendid (nt pappkastid ja -karbid, paberkotid, pakkepaber)

BIOJÄÄTMED



Biojäätmepane konteinerisse lahtiselt, paberkotis või täielikult biolooguneva ja komposteeruva kotiga.

- Riknenud toit ja toidujäätmepakk
- Tahked riknenud puu- ja köögiviljad, nende koored
- Liha- ja kala jäätmepakk
- Muna- ja pähklikoored
- Majapidamis- ja pabersalvrätid
- Kohvipaks, paberfiltrid
- Lõikeilled, ilma pottita toataimed

VANAPAPER



Kogu paber ja kartong muudest jätmetest eraldi ka siis, kui teie majal pole selleks konteinerit. Vanapaber pane konteinerisse lahtiselt.

- Ajalehed, ajakirjad
- Kataloogid ja reklaammaterjalid
- Töövihikud, paberist ja kartongist kaustikud
- Trükiga ja puhas kirja- ning joonistuspaper
- Kontoripaber
- Papp
- Jõupaber
- Kileaknata ümbrikud
- Vanad raamatud (kövade kaanteta)

SEGA-OLMEJÄÄTMED



Kogu pakendi- ja toidujäätmepakk eraldi ja segaolmejätmete hulka väheneb märgatavalt!

- Jäätmepakk, mille liigiti kogumine pole korraldatud
- Kaasliiv
- Mähkmed, hügieenisidemed, kosmeetika
- Kõrvaltooted, foorium
- Jahtunud tuhk, tolmuimeja tolmukott, kummi esemed
- Hõõgniidiga lambipirnid, CD-plaadid, tühjad ja katkised pastakad, tühjad viidikad
- Katkised kruusid ja taldrikud
- Kasutuskohtamatud jalanõud, riiet ja mänguasjad

EI SOBIB

Akna- leht- ja peegelklaas
Valguslambid ja elektripirnid
Keraamika, kristall ja portselan (nt toidunõud, vaasid jne)
Kuumuskindel klaas (nt ahjukindlad toidunõud)

Plastist ja kummist tooted, mis ei ole pakendid
Ehitusmaterjalid
Rõivad ja jalanõud
Ohtliku aine märgisega tähistatud toodet sisaldavad pakendid

Määrduv/vettinud paber ja papp
Pehmepaber (nt tualett-paber)
Ajalehed, ajakirjad, raamatud
Koopia- või joonistuspaper
Fooriumi või kilet sisaldav paber, papp, kartong (nt mahlapakid, kommi- ja sokolaadi paberi)
Tapeet

Tavalised kilekotid, toidupakendid
Kassiliiv, tuhk, suitsukonid
Vedelad toidujäätmepakk, toiduõli, suured konid
Kiletatud või vahatatud pinnaga või kileaknaga paberikottid
Kõrvaltooted
Vanad ravimid
Mähkmed, hügieenisidemed
Tolmuimejakotid
Kunstlilled, küünlad
Lille- ja salatipoid

Määrduv või vettinud paber ja papp
Majapidamis- ja kasutatud paber
Kleepsildid, teibid
Foorium, võipaber
Kommi- ja jäätisepaberid
Tapeet, lamineeritud või kiletatud paber
Tetrapakid
Kõik, mis sisaldab materjali peale paberi ja kartongi

Toidujäätmepakk, puhtad pakendid
Värvijäätmepakk, ravimid, tule- ja plahvatusohtlikud jätmed, patareid, akud, kodumasinaid, elektroonika
Ehitusjäätmepakk, ajajäätmepakk
Vedelad jätmed (näiteks kasutatud toiduõli)
Suuremõõtmelised jätmed, mööbel, peegel, vaibad, madratsid
Ained ja esemed, mis oma kaalu, ohtumete või kuju tõttu võivad ohustada mahutit, veokit või vedajat

Kogumisvahendisse on lubatud panna ainult kuivad, tootest tühjad pakendid, mis ei määri teisi pakendeid. Suru suuremahulised esemed enne kogumisvahendisse panekut kokku!



VAATA LISAINFOT KUHUUVIALEE

SOBIB

Kas elevant jääb purju?

Inimene peab end teistest loomadest paremaks, ometi meeldib meile mõnikord ennast teiste liikidega võrrelda ja sarnaseid jooni otsida. Uudis napsilembesest ahvist või käärinud õuntest joovastunud põdrast paneb keskmise lugeja salamisi muhelema.



DARIUSZ JEMIELNIAK / WIKIPEDIA

Aafrika elevantid Addo rahvuspargis

Hästi on teada ka lood maruula-elevandiõunapuu (*Sclerocarya birrea*) käärinud vilju söönud Aafrika elevantidest, kes käituvad, nagu oleks nad korraliku auru all. Esimesed sarnased teated pärinevad juba 1870. aastatest. Mõned uurijad on neid juttu nimetanud müüdi, väites, et me lihtsalt inimlikustame elevanti käitumist. 2006. aastal arvutas Bristol ülikooli füsioloog Steve Morris koguni välja, et maruuladest vinti jäämiseks peaks elevant neid sööma nii üüratus koguses, et see pole lihtsalt füüsiliselt võimalik.

Tegelikult pole teada, kui hästi või halvasti elevant ja teised imetajad alkoholi taluvad. Ka Morris lähtus oma rehkendustes sellest, et elevanti ja inimese maks lammutavad etanooli sama tubliilt. Inimesele iseloomulik alkoholi metabolism on samas üsna ainulaadne. Meie kaugetel eellastel tekkis alkoholi lagundavas ensüümis alkoholi dehüdrogenaasis mutatsioon, mis lubab hakka saada üsna suure napsikogusega ja tekkinud jäägid kehast edukalt väljutada. Geenimuutus jäi püsima ja pärandus edasi, kuna selle kandjad võisid murelt käärinud puuvilja tarvitada. Paljudel loomad on alkoholitaluvus ilmselt palju nigelam.

Hiljuti ajakirjas *Biology Letters* ilmunud uuring annabki alust väita, et elevantil võib tõesti mõnikord kilk peas olla

ja purjijäämiseks võib piisata üsna väikesest alkoholikogusest. Nimelt on elevanti alkoholi dehüdrogenaasi geenis DNA järjestuse muutus, mille tõttu on tekkinud enneaegne stoppkoodon ja selles geenis sisalduva info põhjal ei saa valku toota.

Uuringu autorid Mareike Janiak ja Amanda Melin töötavad Kanadas Calgary ülikoolis ja huvi imetajate alkoholitaluvuse vastu tekitasid neis lagritsupaiad (*Ptilocercus lowii*). Kagu-Aasias elutsevad hiiresuurused loomakesed on ainukesed imetajad, kelle puhul on teada, et nad tarbivad katusepalmi (*Eugeissona*) käärinud nektarit, limpsides pidevalt etanooli. Inimese puhul oleks see võrreldav iga päev klaaside kaupa veini joomisega. Ometi pole lagritsupaiade puhul ühtegi märki sellest, et toitev märjuke neile kuidagi halba teeks.

Alkoholi dehüdrogenaasi kodeeriv geen on imetajate evolutsioonipuul oma funktsiooni kaotanud kümnes eri kohas. Lisaks elevantidele on see juhtunud veel ka näiteks vöölaste, ninasarvikute, deegude, kobraste ja veistega.

Janiak ja Melin otsustasid koondada olemasoleva geeniinfo imetajate alkoholitaluvuse kohta. 79 liigi andmete võrdlemisel selgus, et alkoholi dehüdrogenaasi kodeeriv geen on imetajate evolutsioonipuul oma funktsiooni kaotanud kümnes eri kohas. Lisaks elevantidele on see juhtunud veel ka näiteks vöölaste, ninasarvikute, deegude, kobraste ja veistega.

Uurimusega tutvunud Tartu ülikooli selgroogsete zoologia dotsent Harri Valdmann arvab, et kõnealuse uuringu järeldused on puhtalt teoreetilised. „Üritatakse ennustada, kuidas konkreetset loomal alkoholi metabolismiga lood on, ja see jätab rohkem küsimusi üles kui annab vastuseid,“ viitab Valdmann.

Kas Eesti looduses on võimalik purjus imetajat kohata? „Eestis pole looduslikult käärinud toitu palju saadaval, vähemalt mitte imetajatele – marjad lähevad rohkem ikka lindude nahka. Öunu võiks küll olla, aga nende suhkruisaldus pole kuigi suur ja ega nad eriti kääri. Võib ka nii olla, et õunad varisevad meil hilja, kui temperatuur pole enam käärimiseks piisavalt kõrge. Igatahes looduslikest produktidest purju jäänud imetajatest pole mina küll kuulnud,“ kinnitab Valdmann. •

 Piret Pappel

Kotlet

Otsin poest hakkliha ja tegin kotletti. Need tulid head välja ja ma ei unustanud sellega oma Facebooki sõprade ees kiidelda. Neil aga tekkis küsimus, kust on pärit sõna *kotlet*.

Eesti keeles tähendab sõna *kotlet* enamasti ümarat või piklikku hakklihakupsetist. See tähendus on tal juba esimeses eestikeelses kokaraamatus, rootslanna Cajsa Wargi mahukas „Köki ja Kokka Ramatus“ (1781), mille 116. retsept kannab pealkirja „Wüllitid Kortlettid. (Gefüllte Coteletten.)“ ja õpetab:

„Leika keik lihha külje-lude ümbert ärra, hakki sedda torelt, ja te sest üks Waars ('hakkliha' – U. U.), wormi sedda siis kui kortlettid, ja jätta üks pissike auk senna sisse, seäa se kont jämedama otsaga senna kortletti külge kinni, panne penikest Ragu senna augo sisse, ja katta sedda Waarsiga, et se jääb hästi tihti kinni; katsu agga nenda tehha, et need näitwad välja kui õiged Kortlettid. Kasta neid siis wispeldud munnade sisse, ja pärrast jälle seggatud riiw-leiwa ning jahho sisse, ja keeda neid siis klaariud woi sees.“

Sealsamas kokaraamatus leiab aga ka sama sõna teistsugust kasutust, näiteks 242. retseptis „Kanapojad kui Kortlettid. (Kücheln en Cotelette.)“:

„Harri pissokessed lihhawad kannapojad puhtaks, leika neid pitketi lõhki, ja kloppi neid hästi, et nemmad laiaks ja õhukeseks lähtwad, kasta neid woi sisse, ja wereta neid riwi-leiwa sees ümber, mis sola ja Pipraga seggatud on. Pannesse määritud Paberit rösti peäle, ja kannapojad senna peäle, ja röösti neid et mollemad küljed pruun-koldseks sawad. Kui sa neid ülles annad, siis peab sul Tikkelbäri marja ehk Sinnapi Soost walmis ollema, (sedda agga leiad sa lihha Soostide seltsis) walla sedda waagna sisse, ja panne need kannapojad senna peäle.“

Paljudes Euroopa keeltes tuntud sõna võibki tähendada eri keeltes sootuks erinevaid liharoogi: meil, lätlastel ja venelastel eelkõige hakklihakupsetist, prantslastel praetud ribitükki, sakslastel praetud ribi- ja fileetükki, poolakatel ja leedulastel šnitslit, inglastel nii üht, teist kui kolmandat.

Eesti *kotlet* on noor laensõna, mille aluseks on saksa *Kotelett* (algselt *Cotelette*). Saksa sõna on omakorda üle võetud prantslastelt. Sõna, mis tänapäeva prantsuse keeles käibib kujul *côtelette*, oli vanaprantsuse keeles *costelette* 'ribitükk, karbonaad'. See on deminutiiv sõnast *costel*, mis aga omakorda on deminutiiv sõnast *coste* 'ribi, külg' (< ladina *costa* 'ribi'). Niisiis on sõna *kotlet* algne, etümoloogiline tähendus õigupoolest 'ribikesekene', tänapäeva eesti keeles pole aga sellest ribist midagi alles jäänud.

✍ Udo Uibo, keelemees



WIKIPEDIA

HORISONT KIRJUTAS

50 AASTAT TAGASI



HORISONT 5/1970, LK 9

Looduskaitsetegelane Eerik Kumari selgitab elukaitse olemust:

„Tervislike elualuste säilitamiseks ja loomiseks – see tähendab biosfääri hügieenilise olukorra normaliseerimiseks – nõuab elukaitse puhast õhku, vett ja mulda, taimestiku ja loomastiku kaitset, inimese tervise kaitset selle kõige laiemas tähenduses, maastikukaitset, inimkonna elu juhtivate ideelite ja eetiliste väärtuste austamist. Elukaitse on lähedane sellele, mida nõukogude hügienist Nikolai Lazarev propageerib kui geohügieeni, kuid viimasest märksa laialdasem mõiste.“



HORISONT 4/1980, LK 30

Meditsiinikandidaat Jüri Raudsepp kirjeldab suitsetamisharjumuse kui mõtlemapaneva mõttetuse terviseohtlikku poolt:

„Suitsetamist võib piltlikult võrrelda miniatuurse keemiatehasega. Pöledes tööseb sigareti temperatuur kuni 500 kraadini ja üle sellegi ning toimub tubaka kuivdestillatsioon. Moodustub keerukas keemiliste ühendite kogum, millest praeguseks tuntakse umbes 4000 nimetust. Nendest kolmekümnel on organismi kahjustav toime ilmne. Ohtlikemate hulka kuuluvad vähi tekitavate omadustega 2,3-bensopüreen, närvimürk nikotiin, sinihape, süsinikmonooksiid, bensidiin, ammoniaak, metanool, eeterlikud õlid, fenoolid ja radioaktiivsed isotoobid Po-210, Rb-87, Sr-90, Cs-137 ja Th-228. 25-aastase staažiga suitsumehe kopsudesse kogunenud Po-210 võib anda kiirguseannuse 1000 röntgeni bioloogilist ekvivalenti, millest juba üksi piisab kopsuvähi tekitamiseks.“

40 AASTAT TAGASI



HORISONT 5/1990, LK 35–36

Atmosfäärifüüsik Uno Veismann vaatleb isevärki kirjandust esoteerikast, parateadustest, müstikast ja looduse saladustest ning ühiskonnas sellele tekkinud vastureaktsioone:

„Teadusringkondade mure tõukus teadusvälise argumentatsiooni sugereeriva esitamise pärast esoteerilises literatuuris, mis ilmselt kujundab lugejates osaliselt või täielikult ebateaduslikke tõekspidamisi. Mõnel juhul, näiteks mittetraditsionaalsete ravimeetodide ohjeldamatul populariseerimisel, võivad sellel olla isegi elu ohustavad tagajärjed. 1976 loodi USA-s paranormaalusele pretendeerivate nähtuste teadusliku uurimise komitee. 1985. aastal saavutas see kokkulepped, millega mõned USA ajalehed hakkasid igapäevastele astroloogiarubriikidele lisama märkust „Astroloogilisi ennustusi tuleb lugeda vaid meelelahutuseks. Neil pole mitte mingisugust teaduslikku alust.“

30 AASTAT TAGASI



HORISONT 2/2000, LK 50

Psühholoog Maria Teiverlaur selgitab, miks inimene naerab:


„Inimest ajab naerma eelkõige koomilisuse tunnetamine, mis äratub temas eneseväärikustunde ja tõstab enesehinnangut. Näiteks veiderdav kloun tsirkuses elavdab meie huumoritaju ning etenduse jälgijat valdab üleolekutunne ja rõõmus võidukas naer. Naļatunne, mida me enamasti väljendame naeruga, rahuldab meie vajadust olla teistest targem, parem, ilusam. Muidugi ümbritseb nii huumorit kui naeru kergemeelsus ja ka agressiivsus. Etioloog K. Lorenzi arvates on huumor teisenenud agressiivsus, mis „valatakse välja“ sotsiaalselt vastuvõetavas vormis – naljatledes ja naerdes.“

20 AASTAT TAGASI

ÜLAR ALLAS

INIMENE JA VIIRUSTE KIRJU MAAILM





Enamik teadlasi ei pea viiruseid elusorganismideks. Viirused kannavad endas pärilikku informatsiooni säilitavat materjali, kuid neil puudub rakuline ehitus. Samuti pole viirustel iseseisvat aine- ja energiavahetust. Mitte ükski teadaolev viirus ei suuda ise endale vajalikke valke sünteesida, sest neil pole ribosoomi. Seetõttu suudavad viirused paljuneda ainult tänu peremeesorganismi elusates rakkudes parasiteerimisele.

ALAMY / VIDA PRESS

Sisuliselt kujutab viirus endast ühte või mitut RNA- või DNA-molekuli, mida ümbritseb jäik valguline kapsiid. Viirusosakeste läbimõõt jääb enamasti vahemikku 20–300 nanomeetrit. See tähendab, et ühe millimeetri pikkuse joone saamiseks tuleb asetada kõrvuti 3000–50 000 viiruspartiklit. Erandiks on suhteliselt hiljuti avastatud hiidviirused, mille pikkus ulatub kuni 1,5 mikromeetrit. Nii suurte mõõtmetega viirused on nähtavad ka valgusmikroskoobi abil. Kui lihtsamatel viirustel leidub vaid mõni üksik geen, siis hiidviiruste geenoomid sisaldavad sadu ja isegi tuhandeid gene.

Maal leidub miljoneid erinevaid viiruseid, põhjalikult on neist kirjeldatud umbes 5000 liiki. Viiruseid esineb kõikjal, kus leidub elu. Samas pole tänini selge, kuidas nad meie plaanidel tekkisid. Viiruste evolutsiooni uurimine on keeruline, sest neist ei jää maha fossiile. See-eest aitavad viiruste mitmekesisust selgitada jää ja igikeltsa uuringud. Alles äsja avastati Tiibeti liustiku proovidest 28 senitundmatut viiruste perekonda. 2014. aastal leiti Siberi 30 000 aasta vanusest igikeltsast viirus, mis oli jätkuvalt nakatamisvõimeline. Sellest järeldub, et kliima soojenemise ja igikeltsa sulamisega võivad kaasnedu senitundmatud ohud.

Viiruste päritolu selgitamiseks on püstitatud kolm hüpoteesi, kuid kõigil neil on puudusi. Paljude viiruste tekkelugu ei pruugi kunagi selgeks saada. Tõenäoliselt on erinevad viiruste rühmad arenenud erinevatel aegadel ja põhjustel. Mõned viirused võisid areneda DNA või RNA fragmentidest, mis „põgenesid“ bakterite või teiste organismide geenoomist. Teised viiruste liigid võivad põlvneda kunagi eksisteerinud parasiitlikest rakulistest eluvormidest. Selle tõestuseks peetakse klamüüdiabaktereid, kes sarnaselt viirustega suudavad paljuneda üksnes peremeesrakus. Leidub ka hüpotees, mille järgi eksisteerisid viirused juba enne rakulise elu ilmumist. Samuti ei saa välistada, et mõned viirused tekkisid valkudest ja nukleiinhapest samal ajal koos esimeste rakkudega.

2014. aastal leiti Siberi 30 000 aasta vanusest igikeltsast viirus, mis oli jätkuvalt nakatamisvõimeline.

Esimesed kontaktid

Varased inimlased kannatasid viirustest põhjustatud nohu ja kõhulahtisuse all samamoodi nagu meie praegu. Kiviajal toimusid viiruspuhangud haigusatena. Suuri epideemiaid esialgu ei esinenud, sest elati väikeste isoleeritud kogukondadena. Alles siis, kui tekkis piisavalt tihe inimasustus, said viirused ühtejärke kedagi nakatada ja muutusid inimkonnale pidevaks ohuallikaks.

Esimesed meie päevini säilinud märgid viiruste olemasolust pärinevad Mesopotaamiast ja vanast Egiptusest. Ligi 4000 aastat tagasi kirja pandud Ešnunna linna seadused sisaldasid juhist marutõbise koera hammustuse vältimiseks. 3400 aasta vanustel Egiptuse kivireljeefidel on jäädvustatud polioviirusest moonutatud jalgadega inimesi. Vaarao Ramses V muumial on äratuntav rõugeviirusekahjustus. Paljude viirushaiguste ilmunisaeg ja päritolu vajavad alles välja selgitamist.

Mida kiiremini suurenes rahvaarv linnades, seda soodsamaks muutus pinnas epideemiate puhkemiseks. Keskajal ei ulatunud inimeste keskmine eluiga laste suure suremuse tõttu üle 35 aasta. Kõige tavalisemad viirushaigused olid rõuged, leetrid ja gripp. Rõugete levikut soodustasid ristirüütlite ja moslemite sõjaretked. Samal ajal levisid ka loomade viirushaigused. Mongolite sissetungid põhjustasid Euroopas mitu veiste katku pandeemiat.

Ameerikas jäi suur osa Vana Maailma viirushaigustest kuni eurooplaste saabumiseni tundmatuks. Rõuged jõudsid Ameerika mandrile 1520. aastal, mil Mehhikos randusid Hispaania konkistadoorid. On oletatud, et rõugeviiruse „maaletooja“ oli hispaanlaste laeval viibinud mustanahaline ori. Mõne kuuga levis haiguspuhang rannikult Kesk-Mehhikosse ning oli üks Tenochtitláni linna ja asteekide riigi langemise põhjustest. Sündmusi pealt näinud hispaanlasest munk Toribio Motolinia märkis, et indiaanlased „suri nagu lutikad“. 16. sajandil jõudsid Kesk-Ameerikasse ka tuulerõuged, leetrid ja mumps. Kollapalavik saabus

Alles siis, kui tekkis piisavalt tihe inimasustus, said viirused ühtejärke kedagi nakatada ja muutusid inimkonnale pidevaks ohuallikaks.

Suur osa Vana Maailma viirustest on arenenud koduloomade viirustest.

Uude Maailma veidi hiljem koos Aafrikast toodud orjadega.

On arvatud, et eurooplaste saabudes elas Ameerikas umbes 50 miljonit inimest. 17. sajandi keskpaigaks oli põliselanikkond haiguste ja sõdade tõttu kahanenud 95% võrra. Võib väita, et Uue Maailma elanikke ei alistatud mitte sõjaväe abil, vaid haigustega. Ent miks olid indiaanlased eurooplaste haigustele nii vastuvõtlikud? Põhjused peituvad kahe tsivilisatsiooni erinevas ajaloos. Suur osa Vana Maailma viirustest on arenenud koduloomade viirustest. Ameerika põliselanikud olid kodustanud palju vähem loomi, mistõttu neil oli ajalooliselt viirustega vähem kontakte, vähem epideemiaid ja vähem geneetilist immuunsust.

Teine indiaanlaste haavatavuse põhjus oli, et nad pärinesid väikesest eellaste grupist ja olid pikka aega elanud eraldunult. Seetõttu oli nende genofondi suurus piiratud ja samavõrra piiratud oli ka nende immuunsüsteemi võime reageerida erinevatele haigustekitajatele. Seevastu eurooplaste olid tuhandeid aastaid kokku puutunud erinevatest piirkondadest pärit sõjavägede ja kauplajatega. Kuna epideemiad olid Euroopas tavalised, käivitus loodusliku valiku mehhanism. Ellu said jääda need, kellel oli haigustele parem vastupanuvõime. See läbi muutus eurooplaste immuunsüsteem tugevamaks.

Kolmas põhjus oli asjaolu, et eri-

nevalt eurooplastest oli indiaanlastel väga vähe kogemusi epideemia olukorras käitumisega. Eurooplaste teadsid, et nakkuse leviku tõkestamiseks tuleb haigestunud tervetest isoleerida. Seevastu indiaanlased kogunesid haigete sugulaste ümber, lootuses neid abistada, ent nakatusid seeläbi ka ise. Nii said viirused kergesti levida.

Leetrite puhul võib välja tuua veel ühe põhjuse. Nimelt olid leetrid Euroopas tavaline lastehaigus. Haigestunud laps jääb enamasti ellu ja on kogu ülejäänud elu vältel leetritele immuunne. Ent kui leetritesse haigestub täiskasvanu, on surma tõenäosus märksa suurem. See selgitab, miks leetrid said täiskasvanud indiaanlaste hulgas teha ebatavaliselt suurt hävitustööd. Kuna indiaanlased ei olnud lapsepõlves leetrid läbi põdenud, mõjus viirus neile laastavamalt.

Miks viirus teeb haigeks?

Sageli nakatavad viirused üksnes peremehe keha kindlaid piirkondi. Näiteks nohu põhjustavad rinoviirused nakatavad ülemiste hingamisteede rakke. Olles raku sisenenud, kasutab viirus peremehe molekulaarset masinavärki, et iseendast koopiaid toota. Piisab vaid mõnest tunnist, et ühest viirusest tekiks tuhandeid koopiaid. Järgmiseks peavad uued viirusosakesed rakkudest välja pääsema, et uusi rakke ja uusi peremehi nakatada. Enamasti kaasneb sellega vanade rakkude hävitamine. Kui peremehe organid saavad sealjuures kahjustada, tekivad haigusnähud. Kuid sageli ei ole haigestumine tingitud rakkude hävimisest, vaid organismi immuunvastusest.



Taiwani armee keemiakorpus desinfitseerib COVID-19 puhangu ajal Taipei tänavaid



ALAMY / VIDA PRESS

Ebolasse surnu matused Sierra Leones 2014. aastal puhkenud epideemia ajal. Kohalikud pidid viiruse pärast muutma põliseid matusekombeid, mille lahutamatu osa on lahkunu puudutamine

Kui rakud tunnetavad viiruse rünnakut, hakkavad nad tootma interferooni. Need on signaalmolekulid, mis annavad immuunsüsteemile teada, et organismis on sissetungija. Kui tegu on senitundmatu sissetungijaga, siis järgneb immuunreaktsioon. Immuunvastuse tulemusel tekib palavik. Kõrge kehatemperatuur on üldjuhul viiruste ebasobiv, kuna see takistab nende paljunemist. Lisaks tekitab immuunsüsteem põletiku ja lülitab tööle spetsiaalsed kaitserakud. Ühed neist toodavad viirusevastaseid antikehi. Teised muunduvad mälorakkudeks, et järgmise nakatumise korral viirust kiiremini ära tunda. Kolmandad hävitavad viirusega nakatatud rakke. Sealjuures võivad kehas tekkida kahjustused, ent tihti on tegu paratamatusega. Organismi kaitsereaktsiooni käigus tekkiv palavik, lihasevalu ja teised põletiku sümptomid ongi põhjus, miks inimene tunneb end haigena. Tilkuv nina ja turses lümfisõlmed on märk keha võitlusest sissetungija vastu.

Me puutume viirustega kokku iga päev, kuid enamiku neist muudab meie immuunsüsteem kahjutuks. Eriti tõhusalt saame jagu nendest viirustest, millega oleme varem kokku puutunud või mille vastu oleme vaktsineeritud. Kuid mõnikord kujuneb võitlus raskemaks. Eriti keerulised olukorrad võivad tekkida kahjustatud immuunsüsteemiga inimestel. Antibiootikumid viiruste vastu ei aita. Mõnede viiruste arengut saab tõkestada antiviraalsete ravimitega, kuid pahalased muteeruvad kiiresti ja võivad muutuda ravimitele resistentseks.

Tegelikult ei saa viirus sellest mingit kasu, et me haigeks jääme. Kui viirustel oleksid mõtted ja tunded, eelistaksid nad meid terveks jätta. Viirus saab tulu vaid sellest, kui tal on võimalik iseendast koopiaid teha ja neid uutele peremeestele levitada. Haigestunud inimesed jäävad enamasti koju ja terved kipuvad haigetest eemale hoidma. See pole viirusele kasulik, kuna nii muutub uute peremeeste valutamine raskemaks.

Viiruste erinevad levikustrategiad

Viirused kasutavad uute peremeeste nakatamiseks erinevaid strateegiaid. Paljud viirused levivad nakatunud inimeste ja loomade kehavedelike kaudu. Gripiviirus levib vedelikupiiskadega, mida haiged välja köhivad või aevastavad. Oksendamistõbe põhjustav noroviirus jõuab uute peremeesteni nakatunud inimese oksa ja rooja kaudu. Rotaviirused levivad enamasti haige väljaheitega saastunud käte, toidu või vee vahendusel. HIV-viirus kandub uutele peremeestele nakatunud inimese vere, seemnevedeliku ja tupeeritise kaudu. Dengepalavikku, Zika

Inimesed vajavad järjest rohkem maad, raiuvad metsi ja tungivad sügavamale džunglisse. Seetõttu muutuvad metsloomade kontaktid inimeste ja koduloomadega sagedasemaks ja kasvab tõenäosus uute zoonootiliste haiguste esile kerkimiseks.



WIKIPEDIA

Sääsed aitavad levida dengepalavikul, Zika viirusnakkusel (pildil oleva liigi *Aedes aegypti*ga) ja Chikungunya viiruspalavikul

viirusnakkust ja Chikungunya viiruspalavikku levitavad sääsed.

Mida kiiremini viirus organismis paljuneb, seda varem pälvib ta immuunsüsteemi tähelepanu. Aga mida aeglasemalt ta paljuneb, seda väiksem on võimalus uusi peremehi nakatada. Selle dilemma on viirused lahendanud erinevatel viisidel. Nohu põhjustavad rinoviirused paljunevad ülemistes hingamisteedes, kust nad kiiresti välja köhitakse ja nuusatakse. Rinoviirused justkui teavad, et immuunsüsteem saab neist kiiresti jagu ja ei üritagi püsida ühes peremehes kauem kui nädal.

Ebolaviirus teeb inimese väga kiiresti väga haigeks. Erinevalt rinoviirusest nakatab ebolaviirus mitmeid erinevaid kudesid. Ebolaviiruse strateegia on muuta peremehe keha võimalikult kiiresti suureks lekkivaks viiruseosakeste anumaks ja loota, et haige kehaeritised satuvad kellegi teise peale. Tegelikult ei ole see parim strateegia, kuna inimesed väldivad

NAHKHIIRTE JA VIIRUSTE ISEÄRALIK SUHE

Nahkhiired kannavad arvukalt erinevaid viiruseid. Mõned neist on võimelised inimest otse nakatama. Teised peavad enne nakatama vaheperemeest, kelle kehas nad saavad muteeruda. Ühelt liigilt teisele hüpates võivad viirused lõpuks nakatada inimesi. Seda on juhtunud korduvalt. Hendra viirus jõudis nahkhiirtelt inimesteni hobuste kaudu, Marburgi viirus rohepärdikute vahendusel. MERS-i puhul kandus koroonaviirus nahkhiirtelt kaamelitele ja inimene võis nakatuda värsket kaamelipiima juues või läbiküpsetamata liha süües. SARS-i põhjustav koroonaviirus jõudis inimesteni Hiina turgudel müüdud paguumaade (kärpkaslaste sugukonda kuuluv loom) kaudu. Tõenäoliselt pärineb nahkhiirtelt ka tapvalt ohtlik Zairi ebolaviirus.

Nahkhiiri tuntakse rohkem kui 1400 liiki. Seega moodustavad nahkhiired umbes viiendiku kõikidest imetajaliikidest. Nahkhiiri leidub igal kontinendil peale Antarktika. Nad võivad elada vanemaks kui 30 aastat ning kogu selle aja vältel saavad nad uriini, väljaheidete ja süljega viiruseid levitada. Sageli kogunevad nahkhiired kolooniatesse, kus viirused kanduvad kergesti ühelt isendilt teisele.

Inimesed tungivad üha enam aladele, kus nahkhiired elavad, ja puutuvad nendega sageli kokku. Tihti tulevad nahkhiired aedadesse puuvilju sööma ja inimesed otsivad palavaga nahkhiirte koobastest jahedust. 15 aastat tagasi suri Bangladeshis 11 inimest Nipah' viirushaigusesse. Selle ravimatu tõve sümptomid on palavik ja peavalu, mis areneb entsefaliidiks. Nakkusallikaks osutus töötlemata datlipalmimahl, mida valmistati nahkhiirte sülje või uriiniga saastunud viljadest. Samavõrra riskantne on süüa puuvilju, mida nahkhiired on juba näsinud, või juua vett kaevudest, kus ka käsitiivalised käivad janu kustutamaks. Teine õnnetu juhtum leidis aset 1998. aastal Malaisias, kui metsa rajatud seafarmi töötajate hulgas toimus Nipah' viiruse puhang. Tookord hukati Malaisias üle miljoni sea, mis põhjustas suurt kahju riigi majandusele.

Mõistagi tekib küsimus: miks viirustest punnil nahkhiired ise ei haigestu? Vastuse saamiseks peame tutvuma nahkhiirte immuunsüsteemi iseärasustega. Nagu varem mainitud, hakkab viirustega nakatunud rakk tootma interferoone. Need signaalmolekulid annavad läheduses asuvatele tervetele rakkudele korralduse kaitsemehhanismide käivitamiseks. Selle tulemusel peatub naaberrakkudes valgusüntees. Ühtlasi pidurdub ka viiruse valkude tootmine ja



ADITYA JOSHI / WIKIPEDIA

Sagarninaliste (*Rhinolophus*) hulka kuuluvaid nahkhiiri seostatakse muuhulgas ka koroonaviiruse levitamise

nakkuse levik organismis. Uuringutest on selgunud, et nahkhiirte rakud suudavad interferoone toota erakordselt kiiresti. Kui inimese rakud sama kiires tempos interferoone toodaksid, oleks tulemuseks raskekujuline põletik. Nahkhiired seevastu suudavad põletikku minimaalsena hoida.

Nahkhiirte kohastumus, mis aitab põletikku vältida, on seotud nende lennuvõimega. Lendamise ajal tõuseb nahkhiirte kehatemperatuur üle 40 °C ja süda võib lüüa rohkem kui 1000 lööki minutis. Suure koormuse tõttu tekib nahkhiirtel oksüdatiivne stress – kehas vabanevad hapniku vabad radikaalid. Stressi tõttu tekivad rakkudes kahjustused, mis sarnanevad viiruste tekitatud kahjustustega. Teistel imetajatel kutsuksid need kahjustused esile immuunvastuse, kuid nahkhiired on kohastunud lendamise stressiga ja suudavad rakke kaitsta ilma ülemäärase immuunvastuseta.

Kiire interferoonide tootmine kaitseb nahkhiire rakke, kuid samas ergutab viiruseid kiiremini paljunema, et kaitsest läbi murda. See tähendab, et viirused muutuvad ajapikku virulentsemaks. Kui kõrgeenenud virulentsusega viirused kanduvad üle uuele peremeesliigile, levivad nad selle rakkudes väga kiiresti ja põhjustavad kiiret haigestumist. Lisaks suudavad nahkhiirte organismis elavad viirused taluda kõrget kehatemperatuuri. Seetõttu taluvad nad ka inimese palavikku.

Noored zoonootilised viirused alles

kohanevad uue peremeesliigiga. Nad pole veel leidnud tasakaalu eduka paljunemise ja peremehe vähima kahjustamise vahel. Ka inimorganism ei oska uut viirust kontrollida ja võib üle reageerides tekitada tugeva põletiku. Selliste haiguste vastu ei leidu esialgu ravi ega vaktsiini. Arstid saavad kasutada vaid haigusnähte leevendavaid vahendeid, kuni patsiendi immuunsüsteem püüab viirust alistada.

Nahkhiired on miljoneid aastaid viirustega koos evolutsioneerunud. Nad võivad olla kogu elu nakatunud inimeste jaoks surmavate viirustega, ent viirused ei tee neid haigeks ja vastupidi – nemad ei kahjusta viiruseid. Vale oleks nahkhiiri nende kohastumuste tõttu süüdistada. Nendel loomadel on väga oluline koht ökosüsteemis. Nahkhiired söövad tonnide kaupa putukaid, nad tolmeldavad õisi ja levitavad sadade taimeliikide seemneid. Nad on leidnud võimaluse viirustega koos eksisteerimiseks ja võib-olla saame nende immuunsüsteemi uurides aimu sellest, kuidas meigi end viiruste eest kaitsta võiks. Zoonootiliste viiruste ülekandumist põhjustab eeskätt inimtegevus. SARS-i ja COVID-19 epideemiast tekkinud pimedade hirmu ajendil hukati Hiinas tuhandeid paguumasid ja soomusloomi, keda peeti nakkuse levitajateks. Sellised meetmed on brutaalsed ja ei takista uute viiruste ilmumist. Me teame probleemi tegelike põhjuseid ning peame oskama nendest õppida. •

ebolahaigeid. Kui haiged isoleeritakse, pole viirusel enam võimalik kedagi nakatada.

Teine äärmus on seksuaalsel teel levivad viirused. Herpesviirusel on kasulik hoida oma peremeest tippvormis, et see astuks uute partneritega vahekorda nii sageli kui võimalik. Kui genitaalidele tekib lööve, muutub peremees vähem atraktiivseks. Seetõttu kasvab herpesviirus väga aeglaselt ja võib püsida aastaid märkamatusena. Herpesviirus 1 on inimese liinil parasiteerinud juba miljoneid aastaid, mistõttu seda võib pidada väga edukaks viiruseks. Paljud sugulisel teel levivad viirused päršivad immuunsüsteemi käivitavaid signaalsüsteeme, et takistada põletiku teket ja nakatunud rakkude hävitamist. Kuid immuunsüsteem ei tegele üksnes nakkuste kõrvaldamisega, vaid päršib ka kasvajate teket. Seepärast ongi olemas seos inimese papilloomiviiruse ja emaka kaelakasvaja, samuti oraalseksi ja kõrivähi vahel.

Rõugeviirusest aitas jagu saada asjaolu, et rõugehaiged ei muutunud nakkusohhtlikuks enne lööbe tekkimist. Seetõttu oli võimalik haigustunustega inimesed kiiresti tervetest isoleerida. Ka SARS-i nakkust levitavad eelkõige raskesti haigestunud isikud. Seevastu leetrid ja SARS-CoV-2 võivad levida ka sümptomite puudumisel. Selliseid viiruseid on märksa raskem peatada.

„Hüppavad“ viirused

Selliseid viiruseid, mis on võimelised loomade ja inimeste vahel „hüppama“, nimetatakse zoonootilisteks viirusteks. Zoonootilised haigustekitajad põhjustavad enamiku uutest inimeste nakkushaigustest. Ülekandumiseks peab viirus uue peremehe rakkudele ligi pääsema. Selleks tuleb ületada füüsilised takistused nagu nahk ja lima. Järgnevalt peab viirus suutma seonduda rakkudel paiknevate retseptoritega. Kui need tingimused on täidetud, pääseb viirus uue peremehe rakkudesse ja saab hakata paljunema. Eelkõige ületavad liikidevahelisi barjääre viirused, kelle genoom koosneb RNA-st. RNA replikatsioonil toimub palju vigu ja see annab rikkalikult materjali evolutsiooniks. Seetõttu võivad RNA-viirused kiiresti areneda ja uue keskkonnaga kohaneda. Koroonaviiruste rühm kuulub samuti RNA-viiruste hulka. Seepärast pole üllatav,

et COVID-19 nakkus levis ka New Yorgi loomaaias elavale tiigrile.

Ajaloo vältel on esinenud mitmeid viirustest põhjustatud epideemiaid, ent 21. sajandi algus näib nende poolest eriti tihe olevat. Viimase 20 aasta jooksul on toimunud kolm koroonaviiruste puhangut. Lisaks kimbutavad inimkonda seagripp, ebola, leetrid, dengepalavik ja rida teisi nakkushaiguseid. Veegi ärritavam on, et epideemiate vaheline aeg lüheneb. Pandemiad saavad alguse Aasiast või Aafrikast ja nende üks tekkepõhjus on järjest kasvav elanikkond. Aasias elab 60% maailma rahvastikust. Inimesed vajavad järjest rohkem maad, raiuvad metsi ja tungivad sügavamale džunglisse. Seetõttu muutuvad metsloomade kontaktid inimeste ja koduloomadega sagedasemaks ning kasvab tõenäosus uute zoonootiliste haiguste esile kerkimiseks. Lisaks kaovad metsade hävitamisel kiskjate elupaigad. Kui kiskjate arvukus väheneb, kasvab näriliste hulk ja suureneb tõenäosus näriliste osalusel tekkivate zoonootiliste haiguste levikuks. Üks näriliste levitav ohtlik haigustekitaja on hantaviirus.

Kunagi varem pole toimunud nii ulatuslikku loomade küttimist ja nendega kaubitsemist nagu praegu. Aasia ja Aafrika on täis elusloomade turge, kus kõikvõimalikud loomaliigid satuvad inimestega lähikontakti. Turgudel saavad kokku ka sellised loomaliigid, kes looduses omavahel kokku ei puutu. Kagu-Aasia turgude hügieenitingimused on pahatihti allpool arvestust. Erinevate looma- ja linnuliikide puurid asetsevad läbisegi ja üksteise otsas, mistõttu loomad aevastavad ja roojavad üksteise peale. Kõik see suurendab haigustekitajate ülekandumise tõenäosust. Ohuallikate hulka kuulub ka traditsiooniline Hiina meditsiin, kus kasutatakse loomade kehasi.

Sahara kõrbest lõuna pool on levinud džungliloomade jahtimine ja nende toiduks tarvitamine. Aafrika turgudel pakutakse laias valikus toorest ja suitsutatud ahviliha, samuti närilisi, nahkhiiri ja kõikvõimalikke teisi loomi. Sageli ei kanna lihunikud kindaid. Loomade veristamise, transportimise, toiduks valmistamise ja väheküpsutatud liha söömise käigus püsib kõrge nakkusrisk. Tõenäoliselt on sel moel inimesteni jõudnud HIV, ebola ja T-lümfotroopne viirus. Sama-

suguste praktikate jätkumisel on vaid aja küsimus, millal puhkeb järgmine seninägematu viiruspuhang.

Kõige ohtlikumad viirused

Mõned viirused on leebemad, mõned ohtlikumad. Paljude viiruste vastu on olemas vaktsiinid ja ravimid, mis aitavad nakkuste levikut piirata ja haigestunutel paraneda. Kuid oleme kaugel sellest, et sõda võita, sest viimastel aastakümnetel on uued viirused loomadelt inimesele „üle hüpanud“. Üks selline on Marburgi viirus, mis tapab umbes pooled nakatunustest. See viirus sai nime Saksamaal asuva Marburgi linna järgi, kus nakkust esmakordselt kirjeldati. Marburgi viiruse esimesed ohvrid olid laboritöötajad, kes puutusid kokku Ugandast toodud rohepärdikutega. Marburgi viiruse sugulased on ebolaviirused, millest kõige ohtlikum on Zaire'i ebolaviirus. On esinenud juhtumeid, kus ebolaviirusega laboris töötanud teadlased on nakatunud ja surnud. Möödunud aastal sai valmis Zaire'i viiruse vastane vaktsiin, kuid pole usutat, et seda haigust on võimalik niipea välja juurida.

Rõuged on tõenäoliselt kogu ajaloo kõige laastavam viirushaigus. 40 aastat tagasi kuulutati rõugeviirus maailmast likvideerituks. Ometigi oli enne seda viimase 100 aasta jooksul rõugetes surnud umbes 500 miljonit inimest. Tänapäeval levivatest viirustest põhjustab palju probleeme rotaviirus, mis nakatab väikelapsi. Eesti lastel on õnn saada rotaviiruse vastu vaktsineeritud, kuid paljudes arenguriikides pole see veel võimalik. Maailmas sureb rotaviiruse tõttu umbes 200 000 last aastas.

Ilmselt tuleb kaasajal kõige problemaatilisemaks pidada siiski gripiviirust. Terviseameti andmetel haigestus Eestis hooajal 2018/2019 grippi umbes 50 000 inimest ja tekkinud tüsistuste tõttu suri 57 haigestunut. Maailmas põeb igal aastal grippi kuni 5 miljonit inimest, kellest rohkem kui veerand miljonit sureb. Enamik ohvreid on lapsed, vanurid ja nõrgenenud immuunsüsteemiga või krooniliste haigustega patsiendid. Kõige ohtlikumaks peetakse gripiviiruse tüve H5N1, mis nakatab sügaval kopsus asuvaid rakke ning põhjustab pahatihti raskekujulist kopsupõletikku.

Gripiviirus levib eelkõige piisknakkuse teel. Kui haige inimene aevastab,

VIIRUS KUI BIORELV

Juba tuhandeid aastaid on püütud tõvestavaid baktereid ja viiruseid rakendada sõjategevuses. Üks läbi ajaloo tuntud sõjataktiline oli vaenlase sõdurite meelitamine piirkonda, kus asus mingi nakkuskolle. Loodeti, et haigustekitajaga kokku puutunud sõdurid lähevad tagasi omade juurde ja nakatavad terve armee. On teada, et 1763. aastal Fort Pittis toimunud Pontiaci ülestõusu ajal püüdis Briti kindralmajor Jeffrey Amherst indiaanlasi tahtlikult röugetesse nakatada. Nimelt anti indiaanlastele kingitusi, mille hulgas leidis ka röugehaigete riidesemeid. Ligikaudu samal ajal toimuski põlisrahva hulgas röugete puhang. Samas pole selge, kas tegu oli Fort Pitti intsidendi otsese tagajärgena või pärines viirus mujalt.

Biorelva kasutamine vaenuväe vastu võib tunduda ahvatlev, sest teoreetiliselt on sel moel võimalik külvata palju hävingut. Kuid biorelvade eriline oht peitub selles, et viirused ja bakterid on võimelised edasi kandudes põhjustama kaotusi ka erapooletu või sõbraliku elanikkonna seas. Biorelvade teine puudus on asjaolu, et nende mõju kestab pikka aega. 1925. aasta Genfi protokolliga keelustati bio- ja keemiarelvade kasutamine rahvusvahelistes relvastatud konfliktides. Samas ei öelnud esialgne dokument sõnagi biorelvadega eksperimenteerimise ja nende tootmise või omamise kohta. Mikroobidel, viirustel ja toksiinidel põhinevate hävitusvahendite väljatöötamine jätkus mitmetes riikides.

Nõukogude Liidu tähtsaim biorelvade loomise üksus oli laborite ühendus Biopreparat, mis tegeles muuhulgas röuge-, gripi- ja entsefaliidiviiruse kasutusvõimaluste uurimisega. Biopreparat hõlmas kümneid laboreid ja tuhandeid töötajaid. Paralleelselt inimeste vastu suunatud relvade arendamisega tehti välja ka vaenlase põllumajandusloomade hävitamiseks mõeldud preparaate. Vahetevahel juhatus töö käigus ka äpardusi. Hästi on teada 1971. aastal toimunud nn Araali intsidendi, kus katsete käigus toimunud õnnetuse tõttu nakatus röugetesse 10 inimest.

1981. aastal tabas Kuubat hemorraalse dengepalaviku laine, mis nõudis 158 inimest. Veidral kombel sai epideemia alguse korraga kolmes erinevas kohas. Keegi ohvritest ei olnud külastanud piirkondi, kus dengeviirus levib. Leidub teisi argumente, mis lubavad oletada, et tegu võis olla kunstlikult esile kutsutud epideemiaga. On teada, et USA biorelvade arendusprogramm panustas kõige rohkem just dengeviirusele. Sellel viirusel on mitmeid omadusi, mida saab kasutada tõhusa biorelva loomisel. Dengepalavik on väga sandistav ja seda saab nakatunud sääskede vahendusel kiiresti levitada üle laia piirkonna. Dengepalavik on paljudes maailma osades tavaline haigus, mistõttu on võimalik rünnakut hõlpsasti varjata. USA on sõjalisel eesmärgil eksperimenteerinud ka linnugripi, veiste katku, Chikunguya, kollapalaviku ja hantaviirusega, samuti koroonaviirustega.

Minevikusüldmused ja teadmine, et kaasajal on võimalik suhteliselt kerge vaevaga viiruseid laboris toota, annavad alust vandenõuteooriate tekkeks. Seetõttu kohtab alternatiivmeedias arvamusi, et SARS-CoV-2 on inimkäte poolt valmistatud ja laborist välja pääsenud või meelega välja lastud. Ometigi on teadlased veenvalt tõestanud, et tegu on alusetu hirmuga. SARS-CoV-2 partiklile iseloomulik tunnus on ogakujulised moodustised, mis paiknevad viirusosakeste pinnal. Need on glükoproteiini molekulid, mida viirus kasutab peremehe rakkudega seondumiseks. Täpsemalt seondub viirus peremehe hingamistee rakkude pinnal asetsevate ACE2 retseptoritega. Värske uuring näitas, et viiruse glükoproteiin seondub inimese ACE2 retseptori külge nii efektiivselt, et see saab olla kujunenud üksnes loodusliku valiku tulemusel. Lisaks on SARS-CoV-2 molekulaarne struktuur teistest tuntud koroonaviirustest üsna erinev. See välistab võimaluse, et viirus on loodud laboris. •



CDC / WIKIPEDIA

Ligikaudu 370 000-kordse suurendusega elektronmikroskoobipilt rögeviirusest. Keskelt näha olev hantlikujuline viirus tuum sisaldab viiruse DNA-d

paiskub niiskusepiisakestega õhku rohkem kui pool miljonit viirusosakest. Nakatumist võib põhjustada juba üheainsa piisakese sissehingamine. Viimasel sajandil on toimunud kolm gripipandeemiat. 1918–1920 väldanud nn Hispaania grippi nakatus umbes veerand kogu inimkonnast. Surnute arvu hinnatakse ligi 50 miljonini. Hispaania gripiks nimetati haigus seetõttu, et Hispaania ajalehed kirjutasid sellest avalikult. Teised riigid ei lubanud ajakirjandusel haigusega kaasnenud traagikat kajastada, et sõja tingimustes mitte moraali kaotada. Ebatavaliselt suure hukkunute arvus olid süüdi ülerahvastatud haiglad, alatoomine ja vilets hügieen. Aastatel 1957–1958 toimunud Aasia linnugripi puhang röövis 2–3 miljonit ja 1968. aasta Hongkongi pandeemia umbes miljon inimest. Kõigil kolmel juhul oli tegu A-gripiviiruse serotüüpidega. Usutakse, et enamik gripiviiruse tüvedest pärineb lindudelt.

Põhjapoolkeral kestab gripihooaeg novembrist aprillini ja lõunapoolkeral aprillist novembrini. Sellisel perioodilisusel on mitmeid põhjuseid. Talvel veedame rohkem aega siseruumides ja ühistranspordis, kus puutume kokku juba nakatunud inimeste ja viirusega saastunud pindadega. Samuti arvatakse, et talvist grippinakatumist soodustab madal D-vitamiini tase, kuna talvel saavad inimesed vähe päikest. Talvine õhk on kuivem. Kuivas õhus välja aevastatud niiskusepiisakesed lagunevad pisikesteks osakesteks ja jäävad tundideks õhku püsima. Seevastu sombune ilm takistab gripi levikut, sest siis jäävad niiskusepiisakesed suureks ja kukuvad kiiremini maha. Lisaks muundab õhus sisalduv veeaur viiruse pinda ja vähendab selle nakkamisvõimet. Minnesota teadlased on näidanud, et õhuniisuti abil saab tunni ajaga hävitada 30% õhus lendlevatest viirusosakestest.

Gripiviiruse genoomi paljundavad ensüümid teevad nii palju vigu, et enamik uusi viirusosakesi sisaldab mutatsioone. Seetõttu muunduvad viiruse pinnalvalgud ajapikku teistsuguseks. Samuti võivad gripiviiruse

1918–1920 väldanud nn Hispaania grippi nakatus umbes veerand kogu inimkonnast. Surnute arvu hinnatakse ligi 50 miljonini.



NATIONAL MUSEUM OF HEALTH AND MEDICINE MUSEUM, AFIP / WIKIPEDIA

Hispaania grippi põdevad USA sõdurid Camp Funstoni laatsaretis. Foto aastast 1918

erinevad tüved omavahel uusi hübriide moodustada. Kui viirus mutteerub, ei tunne immuunsüsteem seda järgmise nakatumise korral ära ega saa meid kaitsta. Gripiviiruse kiire muutlikkuse tõttu valmistatakse igal aastal uue koostisega vaktsiin. Lisaks vaktsiinile aitab grippi eest kaitsta korralik isiklik hügieen.

Kasulikud viirused

Sõna *viirus* tuleb ladina keelest ja tähendab mürki. Oleme harjunud viirustega seostama haiguseid, nakkusohu ja surma. Ometigi pole kõik viirused tingimata tervisele kahjulikud. Arstid märkasid juba ammu, et viirusnakkuse saanud vähihaiged hakkasid sageli kasvajast paranema. Sellest vaatlusest on tänapäevaks välja arenenud viroteraapia, mis otsib võimalusi looduslike ja laboris muundatud viiruste kasutamiseks meditsiinis. Viiruseid püütakse rakendada vähkkasvajate ja pärilike haiguste ravil ning immunoteraapias. Faagiteraapia kasutab baktereid nakatavaid viiruseid ehk faage, et ravida bakterite põhjustatud haiguseid. Algloomi nakatavatest viirustest loodetakse abi entsefaliiti põhjustavate amööbide hävitamisel.

Suurt tähelepanu on pälvinud onkolüütilised viirused ehk viirused, mis nakatavad ja tapavad vähirakke. Esimesed loom- ja inimkatsed tehti

onkolüütiliste viirustega juba 1940.–1950. aastatel. Vähirakkudesse süstitud onkolüütiline viirus peab hakkama replitseeruma ja põhjustab lõpuks raku lagunemise. Vabanenud viiruseosakesed nakatavad järgmisi vähirakke ja aitavad kasvajat hävitada. Lisaks peaks onkolüütiline viirus ergutama immuunsüsteemi kasvajaga võitlema. Esimene onkolüütiline viirus võeti kasutusele 2004. aastal Lätis. Tegu oli melanoomi raviks kohandatud enteroviirusega. Täna on see ravim siiski müügilt kõrvaldatud. Viis aastat tagasi kiitis USA toidu- ja ravimiamet heaks geneetiliselt muundatud herpesviiruse, mida kasutatakse samuti melanoomi puhul.

Geeniteraapia uurib, kuidas muundatud viiruste abil transportida terapeutilisi geene haigetesse rakkudesse. See idee on ahvatlev, sest viirust ümbritsev valguline kest kaitseb terapeutilist geeni lagundamise eest. Viirusvektorite kasutamine eeldab, et leitakse võimalus organismi immuunvastuse allasurumiseks. Probleeme põhjustab ka ravi kõrge hind. Hiljuti lubati turule adenoviirusel põhinev ravim Zolgensma, mis on loodud lülisamba lihaskatroofia raviks. Paraku

Viiruseid püütakse rakendada vähkkasvajate ja pärilike haiguste ravil ning immunoteraapias.

on ühe ravikuuri maksumus 2,1 miljonit dollarit. Zolgensma on hetkel maailma kõige kallim ravim. Ometigi müüdi seda esimese nelja kuuga 160 miljoni dollari eest.

Peremehe ja viiruse vahel võib esineda sümbiootiline suhe. Siinkohal võib huvitava näitena tuua tsütomegaloviirust kandvad hiired. Nimelt tagab see viirus hiirtele kaitse katkubakteriga nakatumise vastu. Mõned viirused aitavad peremehel kiiresti kohaneda muutuvate keskkonnatingimustega. Näiteks on teada, et mitmed taimeviirused võimaldavad oma peremehel paremini taluda põuda või külma.

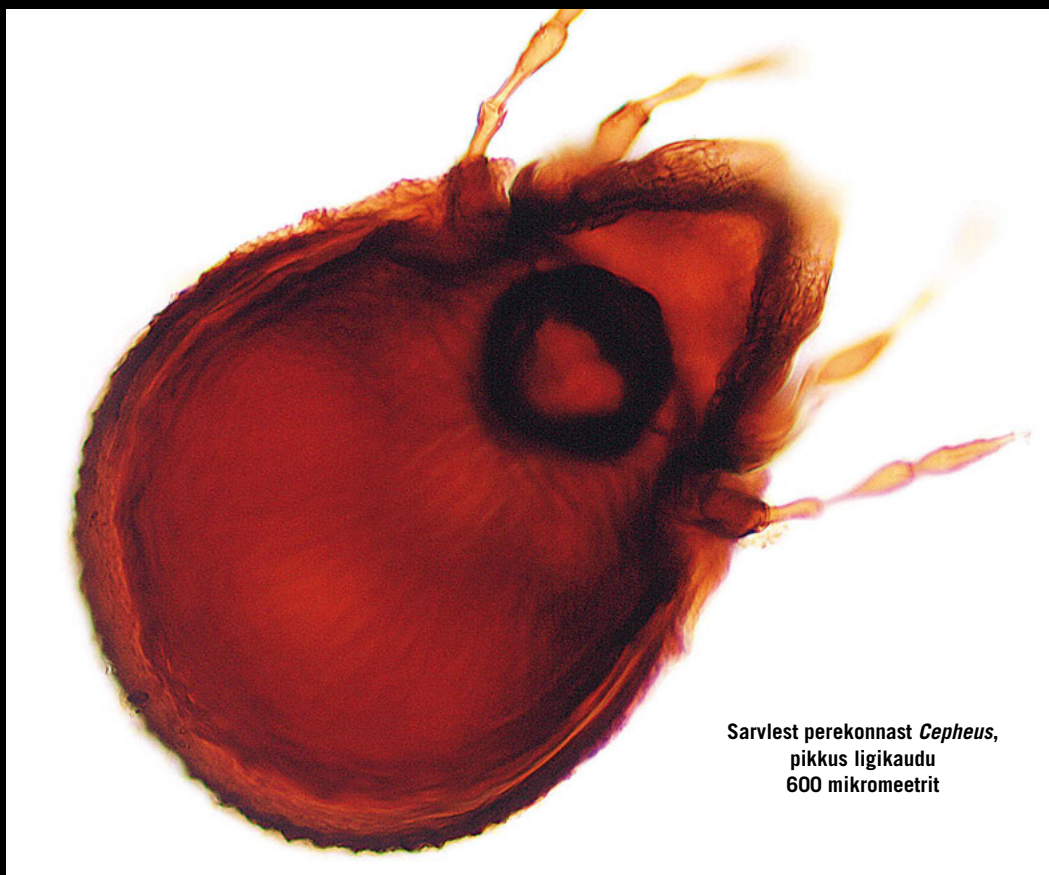
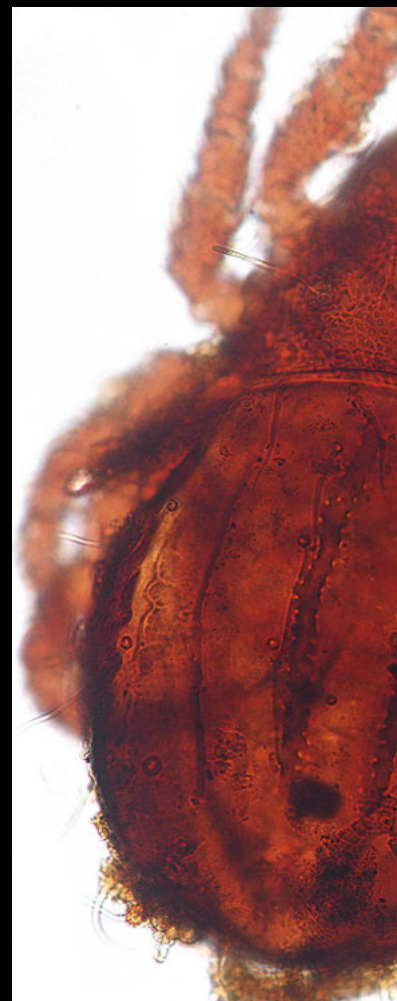
Teatud juhtudel on viiruste olemasolu peremehe eluks hädavajalik. Sellesse kategooriasse kuuluvad putukaparasitoidid, näiteks käguvaablased. Putukaparasitoidide sigimine on võimalik üksnes tänu polüdnaviirustele, kes replitseeruvad nende munetis. Teatavasti toituvad parasitoidide vastsed teiste putukaliikide vastsete või nukkude kehas. Kui parasitoid muneb näiteks liblika röövikusse, väljub koos munadega ka hulk viirusosakesi, mis kaitsevad mune rööviku immuunsüsteemi eest. Selles näites on peremees ja viirus nii kokku kasvanud, et osa viiruse geenidest on kolinud peremehe genoomi ja vastupidi. Maailmas leidub kümneid tuhandeid liike parasitoidlikke kiletiivalisi, kes kannavad sümbiootilisi viiruseid.

Viirused mängisid väga olulist rolli varases evolutsioonis, mil nad vahendasid päriliku materjali ülekannet erinevate liikide vahel, suurendades seeläbi geneetilist mitmekesisust. Viirused kannavad ka praegu suurel hulgal tundmatuid geene. Tähelepanuväärselt suur osa inimese genoomist on samuti viiruslikku päritolu. Hiljutine uuring näitas, et igale ruutmeetrile langeb päevas ligi miljard viirusosakest, mis pidevalt ringlevad Maa ökosfääris. Nende tähtsus elu arengus ja ökosüsteemi tasakaalu hoidmisel alles hakkab selguma. Igatahes pole mingit kahtlust, et viirused on palju enam kui väikesed ja vastikud haigustekitajad. •

Ülar Allas (1977) on molekulaarbioloog. Tartu ülikoolis kaitstud doktoritöös uuris antibiootikumide toimemehhanisme ja antibiootikumiresistentsust. On koostööd teinud 2017. aasta Nobeli keemiaauhinna laureaadiga Joachim Frankiga. Hetkel töötab Tartu ülikoolis haridustehnoloogina. Tuntud ka kui DJ Smaddy.



Sarvlest
perekonnast *Eupelops*,
pikkus 500–700 mikromeetrit



Sarvlest perekonnast *Cepheus*,
pikkus ligikaudu
600 mikromeetrit



Sarvlest perekonnast
Schelorbates,
pikkus ligikaudu
750 mikromeetrit



FOTOD: PIRET VACHT

Platynothrus peltifer,
pikkus ligikaudu
750 mikromeetrit



Piret Vacht

Mulla sarvlestad

Sarvlestad (*Acari, Oribatida*) on mullas elavad pisikesed paksu sarvja kestaga kaetud ämblikulaadsed, kelle kehapiikkus on enamasti 0,2–1,0 mm. Sarvlestad toituvad mulla õhuruume asustavatest mikroobidest ehk mesofaunast ja nende ülesanne on mullas orgaanilise varise tükeldamine ning lagundamine. Sel moel osalevad nad olulise lülina mulla toiduvõrgustikus ja aineringses. Maailmas arvatakse olevat ligikaudu 11 000 sarvlestaliiki. Eestis on seni leitud 222 liiki, kuid tuleb nentida, et neid on meil ka vähe uuritud.

Kõrvalolevatel mikroskoobifotodel on näha, kuidas erinevate sarvlestaliikide välimus varieerub. Liikide määramisel tuleb täpsemalt vaadata näiteks lestade keha suurust ja kuju, genitaal- ja anaalplaatide kuju ja paiknemist teineteise suhtes, kehal olevate pooride ja teiste moodustiste, aga ka harjaste ning karvade arvu, kuju ja asetust.

Sarvlestade uurimiseks võetakse tavaliselt mulla pindmisest kihist mullapuuri või väikese kühvliga proov. Seejärel eraldatakse proovist kõik mikrolüljalgsed, sh sarvlestad. Saadud proovi vaadeldakse esmalt stereomikroskoobi abil ning leitud isendid tõstetakse ükshaaval piimhappega täidetud lohuga alusklaasile, kaetakse osaliselt kattedklaasiga ning seejärel määratakse valgusmikroskoobiga 200–600-kordse suurenduse juures nende liik. Lohuga alusklaasi kasutamine on vajalik, kuna sageli on määramisel vaja isendeid väikese pintslikesega liigutada, et neid saaks vaadelda ka näiteks küljelt. Niimoodi tuvastatakse proovist kõik liigid ja loetakse kokku isendite arv.

Sarvlestad on erilised selle poolest, et mitmete liikide kohta on teada erinevaid indikaatoromadusi – näiteks on teada liike, kelle esinemise ja arvukuse abil on võimalik hinnata õhusaaste taset. Leidub ka selliseid liike, kelle kehasse akumuleeruvad raskmetallid või kelle olemasolu võimaldab kirjeldada mulla vee- või orgaanilise aine sisaldust jne. Inimmõjutusega muldade osakaal on kasvamas nii Eestis kui mujal maailmas ning sarvlestade ja ka teiste mulla mikroorganismide mitmekesisuse uurimine aitab tuvastada nii inimtekkelisi häiringuid kui hinnata võimalike taastamis-meetodite kasutamise tõhusust. •

Piret Vacht, Tallinna ülikooli lektor, uuris hiljuti kaitstud doktoritöös sarvlestade ja ränivetikate kooslusi erineva inimõjuga muldades.



Geoloog Rutt Hintsil on käes tükk Eesti graptoliitargilliiti

TULEVIKUMAAVARADE JÄLIL

FOTOD: VALLO KRUUSER

Tallinna tehnikaülikooli geoloogia instituudi rakendusgeoloogia osakonna juhi Rutt Hintsiga rääkis Ulvar Käärt.

Meie geoloogid räägivad viimasel ajal üha häälekamalt vajadusest uurida lähemalt, milliseid maavarasid meie maapõu endas peidab. Miks?

See vajadus tuleneb otseselt pausist, mis tekkis maavarade uurimisel pärast Eesti taasiseseisvumist. Kahjuks ei ole erinevatel poliitilistel ja ka keskkonnast tingitud põhjustel ligemale 25 aasta jooksul Eestis sellesse valdkonda eriti panustatud. Paratamatult avastab riik sellises olukorras ühel hetkel, et on millestki ilma jäänud või jäämas. Kui naabermaade sisemajanduse kogutoodangust annab olulise osa erinevate maavarade kasutus, siis Eesti on siiani jäänud väga põlevkivikeskseks. Kuna põlevkivi tulevikuväljavaated pole hetkel – eriti just täna, mil oleme akuutses naftakriisis – enam väga paljutootavad, siis on ju selge, et Eestis tuleks uurida teisi maapõueressursse, mida võiksime tulevikus kaevandada ja väärindada. Taasiseseisvumisele eelnenud perioodil tehtud tööde alusel saame väita, et meil on maapõueressursse, mis väärivad tulevikku silmas pidades kaasaegseid geoloogilisi uuringuid. Seepärast on geoloogide häääl viimasel ajal tõesti natuke kõvemini kõlama hakanud.

Rahvuslikuks rikkuseks peetud põlevkivi on meil tõesti praegu justkui demoniseeritud. Aga mis siis selle kõrval geoloogidele maa sees huvi pakub?

Lähituleviku ehk 50 aasta perspektiivi vaadates pakub geoloogidele kõige enam huvi kaks kivimikompleksi, mille kasutamine võiks majanduskeskkonna prognoositavat nõudlust, olemasolevat kaevandamistehnoloogiat ja uuritust arvestades kõne alla tulla.

Üks nendest tulevikuressurssidest on fosforiit. Lisaks fosforile sisaldab see ka haruldasi muldmetalle. Teine huvipakuv kompleks on fosforiidilasundi peal olev graptolliitargilliit (*endise nimega diktiõneemaargilliit – toim.*), mis teadaolevalt sisaldab raskmetalle, nagu näiteks uraani, molübdeeni ja vanaadiumi. Viimast peetakse praegu üheks kõige olulisemaks tehnoloogiliseks metalliks, kuna seda vajab kaasaegne akutehnoloogia. Venemaal on graptolliitargilliiti viimasel kümnel aastal intensiivselt uuritud üliharuldase reeniumi allikana. Reeniumi leidub maakoos väga vähe ning seda kaevandatakse maailmas väikestes kogustes. Seetõttu on reeniium maailmaturul väga kallis metall (*selle järele on suur nõudlus nii militaar-, raketi- kui ka meditsiinitehnoloogias – toim.*). Laiemalt on see vähe teada, aga Eesti graptolliitargilliidis on reeniumisaldus maakoore keskmisest näitajast kuni 600 korda kõrgem.

Kuna põlevkivi tulevikuväljavaated pole hetkel enam väga paljutootavad, siis on ju selge, et Eestis tuleks uurida teisi maapõueressursse, mida võiksime tulevikus kaevandada ja väärindada.

SELLES NUMBRIS: RUTT HINTS



Arvamus, et oleme oma maavarad hästi läbi uurinud, ei pea kahjuks paika.

Graptoliitargilliit kuulub mustade kiltade hulka ning selliseid mitmetest huvipakkuvatest metallidest rikastunud komplekse leidub ka mujal maailmas. Tegemist on suurte, kuid suhteliselt madala kvaliteediga ressursidega. Võrreldes keskmise maagi kasutuselevõttuga on seda tüüpi toorme rikastamine väga keeruline. Rikastamise keerukus ongi takistanud taoliste maapõueressursside laiemat kasutuselevõttu, aga viimase aja arengusuunad näitavad, et pilgud on pöördumas ka selliste komplekssete ressurside poole. Näiteks Rootsisis on käivitunud uuringud, mis vaatlevad meie graptoliitargilliidiga sarnasest mustast kildast vanaadiumi rikastamise võimalusi. Mustade kiltadega seotud metalliresursse uuritakse intensiivselt ka Kesk-Euroopas.

Nõukogude ajal ju juba uuriti meie graptoliitargilliidi varusid. Millest siis vajaka jäi, et nüüd oleks vaja see maavara uuesti luubi alla võtta?

Jah, sel ajal uuriti neid maavarakomplekse, kuid tollaseid uuringuplaane ei teinud tihti kohapealsed teadlased ja rakendusgeoloogid, vaid need lähtusid Nõukogude Liidu tsentraalsest juhtimisest. Vähemalt Nõukogude Liidu algusaastail läks osa selliste uuringutega saadud informatsiooni meie jaoks ka kaduma ehk siis materjalid liikusid edasi piiratud ligipääsuga arhiividesse. Tõsi, 1970. ja 1980. aastatel tehtud laialdastest graptoliitargilliidi ja Toolse ning Rakvere fosforiidimaardlatega seotud uuringutest on meil põhjalikud geoloogiliste uuringute arhiivimaterjalid olemas. Samas on nende puhul probleeme võimalike analüütiliste ebatäpsustega.

Täna näeme, et näiteks graptoliitargilliidi vanaadiumisisaldust hinnati toonaste analüüsides ilmselt tegelikust mõneti väiksemaks. Teostatud fosforiiduuringute juures tekitab probleeme puuraukude puurimise kvaliteet. Eesti fosforiit, mis on olemuselt üsna pude liivakivi, tuleb puursüdamekiga maa seest väga halvasti välja ja nii ei saa me olla väga kindlad varasemate uuringute puurimiskvaliteedis ega sellest sõltunud varuarvutustes. Pealegi pole fosforiiduuringutel puuritud rohkearvulistest puursüdamekist tänaseks praktiliselt midagi alles. Väidetavalt kallati paljud puursüdamekud pärast esmast kirjeldamist ja proovimist lihtsalt ümber, neid ei säilitatudki.

Niisiis oleme täna olukorras, kus varasema informatsiooni usaldusväärsust ei ole pahatihti võimalik kontrollida. Lisaks ei anna varasemad uuringud piisavat infot nii mõnegi tänaseks väga suurt huvi pakkuva elemendi osas. Näiteks haruldaste muldmetallide levikut fosforiidis varasemad uuringud süstemaatiliselt ei käsitle.

Arvamus, et oleme oma maavarad justkui nii hästi läbi uurinud, et võiksime alustada kohe nende kaevandamisega, ei pea seega kahjuks paika. Olemasolevate maavara-uuringute kvaliteet ei vasta kaasaegsetele standarditele ega sisalda informatsiooni mitmete oluliste väärtuslike komponentide kohta.

Kui palju on vastavad uurimisvõimalused vahepeal muutunud? Või on puuraugu puurimine endiselt parim kaardistusmeetod?

Täna on nii, et sellistes projektides on omavahel kombineeritud traditsioonilised puurimistööd, analüütilised uurinud ja saadud ruumiandmetega seotud tulemuste kolmemõõtmeline modelleerimine arvutiga. Modelleerimine võimaldab palju täpsemalt mõista maavara paiknemist maapõues ning selle sisemist muutlikkust. Samuti saab sel moel prognoosida, kus maagikehas on meile huvipakkuvate elementide sisaldus kõige suurem. Selline mudel annab meile tervikliku ülevaate kogu maardlast, ka sellega seotud keskkonnaprobleemidest – näiteks kirjeldab mudel, kuidas toimub uuritavas süsteemis põhjavee liikumine jne.

Kui tahame kontrollida geoloogiliste mudelite paikapidavust, siis seda saame endiselt teha ikkagi vaid vana hea puuraugu abil. Kaudseid geofüüsikalisi meetodeid või kaugseirevahendeid, mis lubaks meil piisava täpsusega öelda, kui palju sisaldab maapõu teatud sügavusel näiteks neodüümi (*fosforiiti moodustavates käsijalgsete karbipoolmetes sisalduv haruldane muldmetall – toim.*), ei ole olemas.

Käimasolevatest maavarauuringutest on praegu laiemalt tähelepanu pälvinud rauamaagi ehk magnetiitkvartsiidi varu uurimine Jõhvi lähistel, milleks on plaanis puurida kaks 800 meetri sügavust puurauku. Mida loodavad geoloogid sealt leida?

See on potentsiaalne tulevikumaardla, mis paikneb Eesti moonde- ja magmakivimitest aluskorras. Taolisi kivimeid näeme näiteks paljandumas Helsingis, meil paiknevad need settekivimikihtide all. Geoloogiline sarnasus Rootsi Stockholmis ümbrusesse jääva maagirikka piirkonnaga lubab oletada, et Jõhvi lähistel uuritavad aluskorrakivimid võivad sisaldada olulisi maagiilminguid. Meie oludes on neid suure sügavuse tõttu väga raske leida ja uurida. Taoliste huvipakkuvate kohtade leidmise muudab lihtsamaks see, kui aluskorrakivimid sisaldavad magnetilisi mineraale – täpselt nagu Jõhvi magnetanomaalia puhul.

Paraku pole ainult raua kaevandamine paarisaja meetri sügavuselt kuigi otstarbekas, sest pealmaakaevandusi, kus rauamaak on tunduvalt kergemini ja odavamalt kättesaadav, on maailmas palju. Samas on teada, et Jõhvi magnetiitkvartsiidi maardlaga sarnastes geoloogilistes süsteemides võib rikastuda ka rauast väärtuslikumaid metalle. Maagikehasse vaid mõne puuraugu puurimisega ei pruugi siiski saada piisavalt infot otsustamiseks, kas selles süsteemis on huvipakkuvaimaid elemente või mitte. Selleks oleks vaja teha tunduvalt rohkem puurauke.

Milliste „magusamate“ metallide olemasolule võib siis Jõhvi magnetanomaalia viidata?

Eelkõige võib taolistest kohtadest leida sulfiididega seotud maakmineraale, nagu näiteks hõbe, vask, tsink ja plii. Kas neid ka tegelikult Jõhvi kandis arvestava suurusega maagiilmingutena leidub, sellele saavad vastuse anda üksnes uuringud.

Mainisite hõbedat, millega meenuvad kohe tuntud laulusõnad: „Ei hõbedat, kulda ei leidu me maal...“

(*Muigab.*) Eks see laul („*Mu isamaa armas*“, sõnad Martin Kõrberg – *toim.*) on tehtud oma aja teadmiste kohaselt. Olen varem ka ise seda laulukatket esile tõstnud ja seejuures märkinud, et siis oleks küll põhjust olla väga imestunud, kui kahesaja aasta pärast need sõnad endiselt tõele vastavad.

Kui maailmas toimuvat laiemalt vaadata, siis räägime aina rohetehnoloogiale üleminekust. Säärane „roheline“ pööre eeldab ju tegelikult üha uute maavarade kasutuselevõtmist?

Nii see paratamatult on. Rohetehnoloogia ei tule meile kätte puhtalt õhust, vaid selle taga on konkreetsed ressursid. Tihti on uute tehnoloogiliste lahenduste taga just taolised toormed, mida pole tänases tehnoloogilises ringes piisavalt ehk siis me ei saa neid ka taaskasutada. Praeguse kliimapoliitika eesmärk on vähendada põlevmaavaradest saadava energia hulka – me peame selle kompenseerima mõne muu tehnoloogiaga. Primaarressursi kasutuse mõttes oleks seejuures kõige vähem nõudlikum tuumaenergia laiem kasutuselevõtt. Uude tuumaenergeetika infrastruktuuri peaksime sisse panema kõige vähem nii tehnoloogilisi kui ka tavalisemaid metalle. Paraku nõuab säästva energia taristu ka terast, mille tootmisega on seotud väga oluline süsinikdioksiidi emissioon. Ehk siis ka kõik uus tuleb ikkagi millegi arvelt.

Enamik ei oska seostada näiteks neidki aspekte, et Tesla hiidtehasest tulevate uudsete ja roheliseks tituleeritud elektriautodega kaasneb märkimisväärne koobalti kaevandamismahu suurenemine, kuna see metall on oluline akude koostisosas.

Sisuliselt on see ju ehe loodusest kaugenemise näide, et me ei tea, milliseid maavarasid erinevates tehnoloogilistes rakendustes kasutatakse. Euroopas on see eriti hästi tuntav, kuna praktiliselt kõik tehnoloogilised toormed imporditakse. Eestiski puudutavad ressursikasutamise arutelud tavaliselt ainult põlevkivi. Seda, et igauhe elu sõltub veel väga suurest hulgast teistest maapõueressurssidest, ei tajuta. Kuidas teha nii, et me oskaks väärtustada seda, mida tarbime? Mõned mu kolleegid on käinud välja mõtte, et teadlikkuse tõstmiseks võiks hakata kõikvõimalikke tarbesemeid ja elektroonilisi vidinaid, mida igapäevaselt kasutame, märgistama keemiliste elementide sümbolitega, millest need on valmistatud. Täpselt nagu toidukaupadel on esitatud nende koostis.

Omaette probleem on seegi, et maavarade kaevandamist saadab – vähemalt Eestis – konfliktide vari. Kui kuskil tahetakse koppa maasse lüüa, tekitab see kohe vastuseisu ja tüli. Fosforiit on aga nii suur tabuteema, et keegi ei julge lubada seda isegi uurida. Jah, nii see on, aga me peame õppima elama koos selliste konfliktidega ja probleeme sisuliselt analüüsima. Nõukogude Liidu pärandiks olid kõikvõimalikud kaevandustega seotud keskkonnaprobleemid. Ilmselt kulub Eestis sellest ülesaamiseks veel natuke aega, et suudaksime emotsioonideta mõelda ja omavahel rääkida ressurssidest, mida meil maapõues leidub. Meenutaksin siinkohal ühe oma kolleegi mõtet: geoloogiline uuring on justkui kingitus meie järgmistele põlvkondadele. Täna kasutame neid ressursse, mida

RUTT HINTS

- Rutt Hints sündis 23. augustil 1976. aastal Tartus. Põhi- ja keskhariduse sai Tartu 10. keskkoolis.
- Aastal 1994 asus õppima Tartu ülikoolis (TÜ) geoloogia erialal. Bakalareusetöö kaitses 1998. aastal ja magistritöö 2001. aastal. Doktoritöö siluri ja devoni ajastu Balti paleobasseini bentoniitide arengust kaitses TÜ ökoloogia ja maateaduste instituudi geoloogia osakonnas 2009. aastal.
- Aastail 2002–2011 töötas Eesti loodusmuuseumi geoloogia osakonna juhatajana. 2009. aastal asus teadurina tööle Tallinna tehnikaülikooli geoloogia instituudis, kus juhib alates 2018. aastast rakendusgeoloogia osakonda.
- Tema teadustöö põhiteemad on seotud bentoniitide diagenesi, savimineraloogia, Balti paleobasseini tektoonilis-termaalse arengu, Baltoskandia varapaleosoiliste kiltade metallide geneesi ja sedimentoloogia uurimisega.
- Tema osalusel on ilmunud üle 20 teaduspublikatsiooni, millest 10 on kõrgeima taseme ehk nn 1.1-klassi teadusartiklid.
- Tema juhendamisel ja kaasjuhendamisel on kaitsnud kaks magistritööd ning valmimas kaks doktoritööd.
- Alates 2004. aastast on rahvusvahelise geokeemia seltsi (Geochemical Society) ja 2005. aastast Eesti geoloogia seltsi liige.
- Vabal ajal meeldib tegeleda jalgrattasõidu ja lugemisega.

uuris meie vanaisade põlvkond. Võib-olla meile endile ei pruugigi teatud maavarade uurimine otseselt kasulik olla, aga kindlasti on see oluline järgmistele põlvkondadele, kes saavad kogutud teadmistega edasi minna.

Jutt läks eri põlvkondade peale. Kuidas on maavarauuringute soikumine meie geoloogide järelkasvule mõjunud?

Paratamatult on nii, et kui sa ei investeerid, siis pole ka järelkasvu. Meie kriitilisim küsimus ongi praegu uue rakendusgeoloogide põlvkonna kasvatamine. Kõik see võtab aega. Kui vahepeal pole midagi tehtud, siis tuleb alustada kunagisest madalamalt tasemelt. Pilt on siiski muutunud lootustandvaks. Näiteks Eesti geoloogiateenistuse loomine oli riiklikult väga oluline strateegiline samm. Lisaks on ressursside valdkonnas oodata ka tihedamat partnerlust riigi ja ülikoolide vahel – algamas on teadus- ja arendusprogrammid, mis on suunatud muuhulgas ka maavarade väärimise uurimisele.

Rääkides rakendusgeoloogiast, siis valdkondliku kompetentsi laiendamisel toetume loomulikult ka Skandinaavia maade kogemustele ja oskustele. Need riigid kuuluvad nii geoloogiliste uuringute kui ka maavarade kaevandamise poolest maailma edukaimate hulka.

Jõhvi magnetiitkvartsiidi maardlaga sarnastes geoloogilistes süsteemides võib rikastuda ka rauast väärtuslikumaid metalle nagu näiteks hõbe, vask, tsink ja plii.



Omajal tegid Eesti geoloogid endale laiemalt nime meteoriidikraatrite uurimisega. Viimasel ajal räägitakse soovist ka sellise tööga uuesti pihta hakata – seda eeskätt Loode-Eestis rannikumere põhjas asuva Neugrundi meteoriidikraatri poole vaadates, mis on siiani üksikasjalikult läbi uurimata.

Meteoriidikraatrid on kõikjal maailmas väga suured huviobjektid nii teadlaste kui ka tavakodanike jaoks. Inimestele on ilmselt loomumane, et kõik Maale jõudnud taevakehad ja nendega seotu tekitab meis erilist põnevust. Ühe kraatri uurimine võib pakkuda uut teadmist mitmetes vägagi erinevates geoteaduste valdkondades. Laialdast kõlapinda on leidnud uuringud, mis käsitlevad meteoriidikraatrite rolli elu arengus – nii üldisemalt kui ka konkreetsetes piirkonnas.

Vahel on meteoriidikraatrite uuringutel ka praktilised põhjused, sest taolistes süsteemides võib esineda maagileukohti: meteoori kokkupõrkel maapinnaga tekib aine ja energia voog, mille tulemusel võivad kivimid rikastuda teatud elementidega. Nii et, jah, kui meil oleks võimalik, siis kahtlemata oleks tore puurida ka Neugrundi kraatrisse mõned sügavad puuraugud.

Kuidas Teist geoloog sai?

Geoloogia juurde jõudsin ilmselt sel põhjusel, et mitmed minu lähisugulastest on loodusteadlased – vististi oli käbil raske kannust kaugele kukkuda. Alguses paelusid mind vääriskivid ning perspektiiv saada gemmoloogiks. Ülikooliajal olid mu esimesed uurimustööd seotud peeneteraliste sette kivimite ning vulkaanilis-settelise tekkega bentoniidikihti-de mineraloogiaga.

Miks peaks noored tulema täna geoloogiat õppima?

Üks hea põhjus on kindlasti see, et maavarade ja maapõuevaldkond on ka tulevikus inimkonnale oluline, tegemist ei ole kaduva erialaga. Mind ennast on alates esimesest geoloogia loengust köitnud asjaolu, et eriala kombineerib paljusid teadusvaldkondi – siin on koos füüsika, keemia, bioloogia, inseneeria ja viimasel ajal ka infotehnoloogia. Me püüame tõlgendada maailma väga erinevate valdkondade teadmiste kaudu. •

AQUAPHOR[®]
water filters

Mitu liitrit pudelivett SINA
aastas koju tassid?

Puhas vesi otse kraanist!
Aquaphor Crystal H
säästab sind ja sinu
rahakotti!

CRYSTAL H ERIPAKKUMINE

~~131€~~ **91.70**



-30%

Pakkumine kehtib aquaphor.ee veebipoes kuni 31.05.2020

www.aquaphor.ee

KOLM TEED VÄLJASUREMISE VÄLTIMISEKS

Inimtegevuse tulemusena muutub harjumuspärane elukeskkond paljude liikide jaoks kiiresti ja kardinaalselt. Maastik kujundatakse ümber, kliimaolud muutuvad, keskkonda sattuvad uued kemikaalid, ökosüsteemidesse ja toiduvõrgustikesse tuuakse uusi liike ning kaob nii mõnigi varasem toiduallikaks või kiskjaks olnud liik. Koos keskkonnamuutustega ilmuvad uued haigustekitajad ja konkurendid. Liigid, kes on tänaseks ellu jäänud, ei ole aga allaandjad. Varjatud vastupanu on pidev ning väljasuremise-ellujäämise rindel nihkub tasakaal sõltuvalt inimtegevuse intensiivsusest ja liigi vastupanuvõimest kord siia-, kord sinnapoole.

Liigid sobituvad oma käitumise, kehaehituse ja keha toimimise poolest üsna täpselt oma keskkonnaga. Looduslik valik on nad selliseks kujundanud – elukeskkonnaga paremini kohastunud isendid on saanud kehvemini kohastunutega võrreldes enam järglasi ja andnud seega järgmistesse põlvkondadesse edasi rohkem geene. Nii sobitub loom (või taim, seen või bakter) oma elupaika nagu võti lukuauku. Mis aga juhtub siis, kui lukuauk muutub ja võti enam ei keera?

Lahkuda või käitumist muuta

Kiirete keskkonnamuutuste korral on hammasrataste vahele jäänud elusolenditel kolm valikut. Esimene neist on leida uus elupaik, kus tingimused vastavad nende varasematele kohastumustele. Kui kliima soojeneb, on võimalik rännata põhja poole. Näiteks leiti ülemaailmses 1700 liigi andmeid hõlmanud metaanalüüsis, et uurin-gusse hõlmatud liikide elupaigad olid nihkunud keskmiselt 6,1 km võrra pooluste suunas. Ka meile tuleb kliima soojenemisega uusi liike, kes varem

asustasid lõunapoolsemaid alasid. Näiteks kinnitati Eestis 2018. aastal esmakordne lääne-pöialpoisi pesitsemine, samuti leiti siit territoriaalne väikehüüp. Nii polegi põhjust imestada, kui peagi võiks Eestiski kohata tõeliselt eksootilisi liike, näiteks papagoisid ja kilpkonni, kes on sissetoodud liikidena mitmel pool juba kanda kinnitanud.

Teine võimalus keskkonnamuutustega kohanemisel on muuta oma käitumist, kehaehitust ja keha toimimiseviise. Bioloogid nimetavad seda fenotüübiliseks plastilisuseks – nagu plastiliini, saab mõnikord ümber vormida ka fenotüüpi ehk avalduvaid tunnuseid. Ilmselgelt ei ole see alati võimalik: kui loomal on ikkagi paks karvaka-sukas seljas, siis ei saa ta seda sooja ilma puhul niisama lihtsalt varna riputada. Dodo ei saanud üleöö lendama õppida, et Mauritiuse saarele ilmunud inimeste ja rottide eest pageda, ega mammutid kasvatada endale eelajalooliste kättide kaitseks selga soomusrüüd. Uute haigustekitajate vastu pole loodusest alati rohtu võtta ja uute ohutegurite puhul, nagu näiteks akna-klaasid, autorattad või keskkonnamürgid, on vajalike muutuste tegemine sageli liiga suuremahuline väljakutse.

Küll aitab paindlik käitumine või füsioloogia hakkama saada keskkonnamuutustega, mille ulatus jääb enam-vähem liigi varasemas evolutsioonilises ajaloos toimunu piiresse. Paindlikud muutused on näiteks lindude sigimisaja nihkumine varasemaks, rändeaja muutus, aga ka kõrgemal helisagedusel laulmine linnamüra taustal. Kuigi eeldused selliste vastupanumehhanismide kasutuselevõtuks on elusolenditel olemas, on paindlikkuse ulatus liigiti väga erinev. Inimese muudetud keskkonnas on



WIKIPEDIA

Kui inimene looma elupaiga ebasobivaks muudab, on üks pääsetee oma kompsud kokku pakkida ja ära kolida. Linnuvaatlejatele on kliima soojenemisega kaasnev lõunapoolsete pesitsusaladega lindude põhja poole liikumine hea võimalus kohata uusi liike. Näiteks kinnitati 2018. aastal Eestis lääne-pöialpoisi esmapesitsemise

Laborieksperimendid pärmidega on näidanud, et evolutsiooniliseks pääsemiseks kulub keskeltläbi 25 põlvkonda.

selge eelis aga liikidel, kelle paindlikkus nii käitumises kui füsioloogias on suurem.

Kuna kiiresti on hõlpsam muuta oma käitumist kui näiteks keha võimet taluda kuuma-külma, uusi haigustekitajaid või muutunud söögilauda, kuulub enamik näiteid paindlikest vastustest keskkonnamuutustele just loomade käitumise valda. Selliseid näiteid sai lähemalt käsitletud selle artiklisarja esimeses loos. Olgu neile siinkohal lisatud vaid veel üks näide suuremat sorti muutusest. Kui reeglina on saartel elavad liigid vähem paindlikud, sest evolutsioonilises ajaloos on keskkond nende jaoks vähem varieerunud, ja nad on seega keskkonnamuutustele eriti haavatavad, ilmuvad California ranniku lähistel Kanalisartel elutsevad rohesäälikud pesaehitusel üllatavat kohanemisvõimet. Tavaliselt ehitavad nad pesa maapinnale. Kui aga keskkonnas leidub vihjeid mandrilt pärit kiskjate (vareslaste) külaskäigust, rajavad nad pesad paremini varjatud asukohtadesse, näiteks puu otsa või puhmaste varju. Selline paindlikkus pesaehitusel on lindude seas küllaltki haruldane ja eeldab, et kiskjapoolne valikusurve paindlikuma pesaehituskäitumise suunas on olnud läbi liigi ajaloo üpris tugev.

Evolutsiooniline pääsemine

Kolmas, kõige keerukam ja äärmuslikum võimalus on nn „uute tiibade kasvatamine“ ehk uute tunnuste evolutsiooniline väljakujunemine vastusena keskkonnamuutustele. Muutused toimuvad sel juhul juba geenide tasemel.



ALAMY / VIDA PRESS

Tšiili neljasilmsel konnal (*Pleurodema thaul*) aitab fenotüübiline plastilisus muutuva kliimaga toime tulla. Eelise saavad isendid, kes kannatavad välja suuremates piirides varieeruvat temperatuuri. Temperatuuritolerantsusel on aga oma hind, sest selle taga on keerukad füsioloogilised mehhanismid

Sellist kiiret kohastumist tugeva valikusurve tingimustes nimetatakse ka evolutsiooniliseks pääsemiseks. Et geenid saaksid kombineeruda luua uusi tunnuseid, on vaja põlvkondade vaheldumist, mis annab selged eelised kiiremini vahelduvate põlvkondadega elukaile.

Laborieksperimendid pärmidega on näidanud, et evolutsiooniliseks pääsemiseks kulub kesktlābi 25 põlvkonda. Pärmseentele võib seega piisata vaid paarist kuust, kuidas on lood aga näiteks elevantiga? Inimtekkeliste keskkonnamuutuste puhul ei saa me paraku mõõta aega sajandites, vaid parimal juhul aastates. Lisaks on piskeste, kiiresti vahelduvate põlvkondadega elusolendite eelised evolutsioonilisel pääsemisel muuhulgas sellise ohtliku nähtuse taga nagu bakterite antibiootikumiresistentsus. Ka viirustel võimaldab kiire põlvkondade vaheldumine kiiresti muteeruda ja ühelt liigilt teisele hüpata, nagu näitab ka koroonaviiruse hüpe nahkhiirtelt inimesele.

Mida väiksem on geneetiline mitmekesisus populatsioonides, seda vähem on võimalusi, et geenide kombineerumisel tekib täiesti uus tunnus, mis aitab keskkonnaohuga toime tulla. See on ka põhjus, miks populatsioonide arvukus ning ühendused eri elupaigalaikude vahel on ääretult olulised, et hoida populatsioonide võimekust keskkonnamuutustega sammu pidada.

Evolutsioonilisel loteriil on vähe võitjaid

Lõpetuseks aga üks erakordne näide sellest, kuidas inimtekkeline keskkonnamuutus on loonud populatsioonile võimaluse teise keskkonnamuutusega toime tulla. Nimelt on reostustasemed USA-s Atlandi ookeani ranniku lähistel tõusnud kohati sedavõrd kõrgeks, et need peaksid olema kohalikele kalaliikidele surmavad. Samas on leitud, et kalad, keda nimetatakse hammaskarbilisteks (*Fundulus heteroclitus*), suudavad selle reostuse oma ainevahetuse käigus neutraliseerida. Paradoksaalsel kombel on sellise võime andnud neile võõrliigi sissetoomine – nad on ristunud ja hübriidiseerunud sissetoodud lähisugulasest kalaliigiga, mille tulemusena tekkinud uued geenikombinatsioonid võimaldavad hammaskarbilistel mürke taluda.

Enamasti ei ole sissetoodud liike sisaldavad lood aga sugugi nii õnne-

Mida väiksem on geneetiline mitmekesisus populatsioonides, seda vähem on võimalusi, et geenide kombineerumisel tekib täiesti uus tunnus, mis aitab keskkonnaohuga toime tulla.



WIKIPEDIA

Hammaskarbiline kala *Fundulus heteroclitus* on hea näide liigist, kes suudab inimese hävitustõuga keskkonnas sammu pidada. Reostunud vees saab kala elada seetõttu, et on lähedase sissetoodud võõrliigiga hübriidiseerudes saanud kingiks geenid ainevahetusrajaks, mis aitab mürke lagundada

liku lõpuga – enamikul juhtudel osutub võõrliik kohalikule konkurendiks ning kiirendab tema väljasuremist. Samuti ei tähenda see näide, et mürke võiks valimatult keskkonda paisata – et küll liigid kohastuvad. Võimalused ja eeldused uute tunnuste tekkeks on üldjuhul piiratud ja evolutsioonilisel loteriil on kiirete muutuste bingomängus väga vähe võitjaid. •

Kasutatud allikad:

Carlson, S. M., Cunningham, C. J., Westley, P. 2014. Evolutionary rescue in a changing world. *Trends in Ecology and Evolution* 29, 521–530.

Parmesan, C., Yohe, G. 2003. A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature* 421, 37–42.

Peluci, S. I., Sillett, T. S., Rotenberry, J. T., Ghalambor, C. K. 2008. Adaptive phenotypic plasticity in an island songbird exposed to novel predation risk. *Behavioral Ecology* 19, 830–835.

Reid, N. M., Proestou, D. A., Clark, B. W., Warren, W. C. et al. 2016. The genomic landscape of rapid repeated evolutionary adaptation to toxic pollution in wild fish. *Science* 354, 1305–1308.

Sih, A., Ferrari, M. C., & Harris, D. J. 2011. Evolution and behavioural responses to human-induced rapid environmental change. *Evolutionary Applications* 4, 367–387.

Tuul Sepp (1984) on Tartu ülikooli loomaökoloogia teadur, kelle uurimistöe keskmes on linnastumise mõju lindudele ning vananemisbioloogia ja vähi evolutsiooniga seotud teemad.

Randel Kreitsberg (1983) on Tartu ülikooli ökotoksikoloogia teadur, kelle teadustöö fookuses on keskkonnareostus ja selle mõju elusorganismidele, eeskätt kaladele.

EBAHARILIKUD ÜLIJUHDID JA AJA SUUNA SÜMMEETRIA

Elektrivoolu metallis võime ette kujutada elektronide voona; aeg-ajalt pörkavad nad vastu aatomituumi ja kaotavad energiat. Koolitunnis kutsume seda elektritakistuseks. Ülijuhis käituvad nad aga klassikalises mõttes täiesti veidralt ega kaota energiat! Miski nagu keelaks neil energiat ära anda.

Meile, klassikalise maailma elanikele, tundub see veider, aga iga kvantmaailma elanik teab hästi, et pisiasjade maailmas on energia hüppeline muutumine tavaline. Näiteks elektron saab liikuda ümber aatomituuma ainult teatud kindlatel energiatel. Selline hüppeline käitumine on kvantsüsteemile iseloomulik siis, kui tegu on omavahel külgetõmbega seotud osakeste, näiteks aatomituum ja elektron, mida hoiab koos elektromagnetiline jõud.

Nupukas lugeja näeb siin vastuolu – voolu tekitav elektron peab ju vabalt liikuma, ta ei saa olla seotud! Füüsikutel kulus ligi nelikümmend aastat, et aru saada, millega elektron seal ülijuhis tõmmet tunneb. John Bar-

deen, Leon N. Cooper ja Robert Schrieffer tulid 1957. aastal lagedale uskumatu väitega, et ülijuhtiv elektron tunneb tõmmet ... omasuguste poole. Juhtivuselektronid moodustavad ülimaldala temperatuurile jahutatud ülijuhtivas metallis nn Cooperi paarid, mis saaksid oma energiat ära anda vaid hüppeliselt. Et see energiahüpe on suur, siis ei saagi seda toimuda.

Aga mis vägi sunnib kahte samamärgilise laenguga elektroni tõmbuma – nad peaksid ju tõukuma! Tühjas ruumis nii olekski. Metallis aga liiguvad elektronid kristallvõres, mis koosneb positiivselt laetud ioonidest. Piltlikult võib ette kujutada, et piisavalt madalal temperatuuril tõmbab elektron metallis ringi liikudes ümbrit-

sevad ioonid endale lähemale. Need omakorda tõmbavad ligi teisi elektrone. Just see külgetõmme liidab kaks elektroni Cooperi paariks.

Ülijuhtivuse avastamist ja seletamist võib pidada üheks suurimaks 20. sajandi füüsika saavutuseks. 1911. aastal leitud ülijuhtivus oli tollal alles lapsekingades kvantmehaanika jõuline füüsikalavale astumine. Salapärase kvantmehaanika, mis oli senini ennast kiivalt peitnud aatomite sisse, ilmutas sellega ennast esimest korda meie, makroskoopiliste olendite, maa-

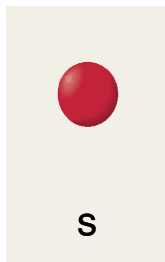
Ülijuhtivuse avastamist ja seletamist võib pidada üheks suurimaks 20. sajandi füüsika saavutuseks.

Ajasümmeetria ülijuhtide maailmas

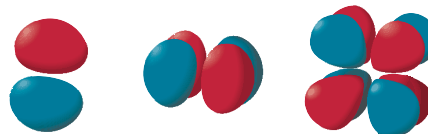
Ülijuhte võib jaotada harilikeks ja ebaharilikeks. Viimased käituvad aja suuna mõttelisel pööramisel teisiti: neil on laengukandjatel magnetväli, mis aja suuna pööramisel pöördub samuti ringi. Et magnetväli aja suuna pöördumisel tõesti pöördub, seda näitab ilmekalt elektromagnet.



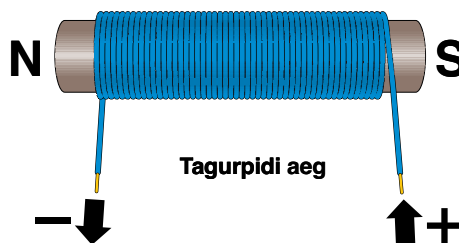
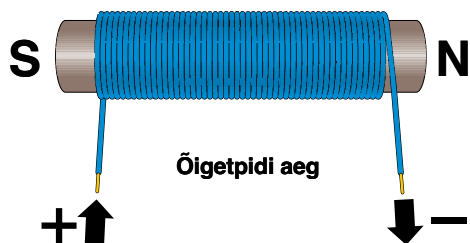
Ülijuhi kohal hõljuv magnet. Kuigi nii harilik kui ebaharilik ülijuht tõrjub magnetvälja endast välja, on ebaharilikus ülijuhis elektrilaengut kandvate elektronide Cooperi paaril endal magnetväli



Hariliku ülijuhi Cooperi paaride elektronid on s-orbitaalil teineteisega lähestikku



Ebahariliku ülijuhi Cooperi paaride elektronid on mõnel kõrgemal orbitaalil; näiteks strontsiumrutenaadil p-orbitaalil



Kui aja suund ümber pöörata, muudab vool elektromagnetis ja selle magnetväli suunda

ilmas. Heike Kamerlingh Onnes, ülijuhtivuse avastaja, pärjati kärmesti Nobeli preemiaga (1913). Hollandlane Onnes – mees, kelle valduses oli pikki aastaid maailma külmim labor, suutis teha uskumatult palju, alates heeliumi vedelaks muutmisest kuni ülijuhtivuse ja ülivoolavuse avastamiseni. Nüüdseks on ülijuhid jõudnud juba igapäevarakendustesse, nagu näiteks tomograafia meditsiinis, täppismõõteseadmed ja ülitugevad elektromagnetid.

1986. aastal löödi teoreetilisse pilti väike mõra, kui avastati kõrgtemperatuurised ülijuhid (J. Georg Bednorz ja K. Alex Müller). Ka neis tekivad Cooperi paarid – ilmselt elektronide tekitatud magnetvälja tugevuse kõikumise tõttu –, aga pole veel täpselt selge, miks ja kuidas. On üsna kindel, et sellele küsimusele lõpliku vastuse andjat ootab ees käepigistus Rootsi kuningalt (ja Nobeli preemia). Seda, millest füüsikud hästi aru saavad ja millest veel ei saa, peegeldab seegi, kuidas nad asju nimetavad. Ülijuhte, milles tekivad Cooperi paarid ülalkirjeldatud kristallvõre võnkumiste abil, nimetatakse ka harilikkeks. Mingil muul moel tekki-va elektronidevahelise külgetõmbega ülijuhid on aga ebaharilikud.

Oluline samm ebaharilike ülijuhtide olemuse mõistmisel on tähelepanek, et nendes rikutakse aja suuna pööramise sümmeetriat. Alustuseks: milles selline sümmeetria üldse seisneb? Kindlasti on igaüks näinud veest välja lendavaid ja osavalt hüppelauale maanduvaid vettehüppajaid või muna, mis maast tagurpidi lauale kukub ja koore sisse tagasi poeb. Tänapäeval on säärase ime tegemine üpris lihtne: tuleb ainult filmilint tagurpidi käima panna. Aja suuna muutmise imetrikid üllatavad meid seetõttu, et tegelikult kulgevad asjad ainult ühtepidi. Võimalusel, et kaootiliselt ringi kihutavate veemolekulide soojusliikumine juhuslikult vettehüppaja veest välja viskaks,

Ebahariliku ülijuhtivuse mehhanismide parem mõistmine aitab luua veelgi kõrgemal temperatuuril toimivaid ülijuhte, mida võiks kasutada näiteks meditsiinis paremate tomograafiamasinade või väikeste, kuid võimsate elektrimootorite valmistamisel.



Ülijuhtivuse avastaja Heike Kamerlingh Onnes

on astronoomiliselt väike tõenäosus.

Ometi võib isegi igapäevaelus ette tulla olukordi, mida filmilt vaadates on raske aru saada, kumba pidi aeg ekraanil kulgeb. Vaatame lühikest filmilõiku kahe piljardikuuli põrkest. Kui pole näha ei kuuli löömist ega auku kukkumist, on raske öelda, kas aeg liigub õigetpidi või tagurpidi. Saati siis, kui tegu ei ole mitte kuulide, vaid elementaarosakeste põrgetega. Siis võib juba küsida, kas need põrked – ning füüsikaseadused, mis neid kirjeldavad – on mõttelise aja suuna pööramise suhtes sümmeetrilised.

Mis siis täpsemalt toimub, kui aeg mõtteliselt teistpidi pöörata? Pannes filmilindi teistpidi käima, hakkavad meie piljardikuulid liikuma tagurpidi: nende kiirused muutuvad vastupidiseks. Samuti hakkavad kuulid teistpidi pöörlema ja lapse põrandale tiirlema pandud vurr hakkab päripäeva liikumise asemel käima vastupäeva. Koos aja suunaga pöörduvad teistpidi magnetväli: kui näiteks magnetvälja tekitab elektromagnet, hakkab aja suuna muutudes elektrivool selles teistpidi käima ja magnetväli vahetabki pooluseid.

Ülijuhtide kontekstis ongi kõige tähtsam, et koos aja suunaga pöörduvad teistpidi magnetväli. Praegu uuritakse agaralt ebaharilike ülijuhtidena eksotilisi anorgaanilisi ühendeid nagu strontsiumrutenaat Sr_2RuO_4 või raskmetallide uraani ja plaatina ühend UPT_3 . Nendes ühendites tekitab ülijuhtivas olekus Cooperi paar magnetvälja. Seetõttu rikuvadki ebaharilikud ülijuhid ajasümmeetriat.

WIKIPEDIA

Et mõista, miks ühel Cooperi paaril on magnetväli ja teisel mitte, meenutame, mida õppisime keemiatunnis selle kohta, kuidas elektronid paiknevad aatomite orbitaalidel. Cooperi paar – täpselt nagu aatom – on seotud süsteem ja elektronid asuvad seal samasugustel orbitaalidel nagu keemiliste elementide aatomites. Hariliku ülijuhi Cooperi paaris asuvad kaks elektroni kerajal s-orbitaalil. Nii on elektronid ruumiliselt rohkem lähetikku ja saavad teineteist enda ümber tõmmatud positiivse laengu kaudu mõjutada.

Ebaharilikel ülijuhtide elektroni paarid on aga kõrgematel, p-, d- või f-orbitaalidel (näiteks strontsiumrutenaadi Cooperi paar on p-orbitaalil). Piltlikult võib ette kujutada, et kõrgematel orbitaalidel olevad elektronid tiirlevad teineteise ümber. Elektronide tiirlemisest sünnib elektrivool, sellest aga magnetväli. (Mõistagi on selline analoogia üpriski jäme.)

Niisiis, hariliku ülijuhi s-orbitaaliga ei juhtu midagi, kui aeg teistpidi pöörata. Küll aga ebaharilike ülijuhtide Cooperi paaridega, mis on kõrgematel orbitaalidel. Kui aja suund teistpidi pöörata, hakkavad elektronid teistpidi tiirlema ja magnetvälja suund pöördub samuti.

Katseliselt on seda mõõta üsna raske. Ülijuhtiv materjal surub igasuguse tugevamagi magnetvälja enda sees halastamatult alla kohe, kui see tekib. Võib näiteks pommitada ülijuhti müüonitega ja jälgida nende spinnide pöördumist muutuvast magnetväljas või lasta ülijuhile laserikiir ja uurida peegeldunud valguse polarisatsiooni muutust (Kerri efekt).

Ebahariliku ülijuhtivuse mehhanismide parem mõistmine aitab luua veelgi kõrgemal temperatuuril toimivaid ülijuhte, mida võiks kasutada näiteks meditsiinis paremate tomograafiamasinade või väikeste, kuid võimsate elektrimootorite valmistamisel. Säärased ülijuhid võivad osutada kasulikuks ka kvantarvutite loomisel. •

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

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

ILM JA PUHKUS

Hoia Eesti loodust – puhka välismaal! Soovitus aastal 2010
Hoia oma tervist – puhka kodus! Nõue aastal 2020

Kõige sagedamini kõlab praegu kaaskodanike suust: „Sel aastal tuleb kevad (suvi) teisiti kui tavaliselt!“ Mitte ainult Eestis, vaid kogu maailmas. Uus viirus on pannud oma pitseri kõigile ettevõtjatele – ei saa enam korralikult töötada, õppida ega puhata.

Sõna *puhkamine* alla mahub õige palju igasuguseid ettevõtmisi: reisimine, kalal- või jahilkäigud, peesitamine mererannas, linlastele töö suvekodus ja kas või seenele söitmine. Kõik sõltub harjumustest, harrastustest, tervisest ja rahakotist.

Erisugused on ka puhkajate nõudmised ilmale. Enamik ootab, et puhkuse ajal valitseksid ilusad ilmad: aina säraks päike, poleks liiga kuum, vihm ei tülitaks. Kalamehed igatsevad seevastu pilvisemat taevast tibutava vihmaga, lainelaudurid aga prisket tuult ning kõrget lainet. Samas araablased loodavad pääsu lõõskavast päikesest – on ju sealmail kombeks sõpradele soovida: „Et su taevast alati pilves oleks!“

Turismiäri sõltub ilmast

„Viimastel aastakümnetel on iseäranis palju juttu olnud igasuguste suvitus-

ja tervistuskohdade asutamises. Seesuguste kohtade väljavalimisel tuleb rõhku panna koha kliima peale, tuleb järele uurida, kas koht ka ilmade poolest selleks sünnis on, sest ilusast loodusest ei ole tervise kosutamiseks veel küllalt. Seepärast ongi suvituskohtade väljavalikul esimesena meteoroloogidelt nõu küsitud. Annavad nemad eitava vastuse, siis on ülekohtus seesugusesse kohta suvitajaid meelitada, sest suvituskoht võiks kasu asemel ainult kahju tuua,“ kirjutas ligi sajand tagasi meteoroloog August Tõllassepp.

Klimatoloogidelt küsisid nõu ka prints Williami pulmारेisi korraldajad 2011. aasta kevadel. Ilmatargad soovitasid lennata Seišellidele. Seal valitseb aastaringselt soe ilm, nii õhu kui vee keskmine aastane temperatuur on umbes +28 kraadi ja sademete hulk 4000 mm aastas. Parim aeg mesinäda-

lateks on mai-juuni, pea garanteeritud pilvitu ilmaga. Briti kuningakojale ilmselt meeldib nn ökoturism – saareriigi suurim saar on Mahé.

Nüüd on paras koht rääkida turismindusest. Selle mõiste definitsioone on mitmeid: näiteks Vikipeedia järgi on turism 'reisimine väljapoole oma tavalist elukeskkonda meelelahutuse, äri või muul eesmärgil ning sellise reisimisega kaasnevate teenuste tarbimine ja osutamine'. Esimest korda tarvitati aga sõna *turist* 1772. aastal meedias ühe Šotimaal ringi tuuritava mehe puhul (sõna turism seostuvat treipingi pöörlemisega). Nüüd külastab seda maad parimail aastail üle 150 000 talveturisti, soojal lumeta 1991/1992 talvel oli neid aga vaid 12 500. Seega sõltub nimetatud äri suuresti ilmast.

Veel viimase ajani võis arvata, et tulevikus muutub turism kogu maailmas üheks peamiseks majandusharuks. Näiteks paar aastat tagasi lisandus iga 2,5 sekundi järel tööturule uus turismitöötaja. Turism kui majandusharu annab Suurbritannias 5%, Eestis 8%, Barbadosel saarel 30% ning Bahamal isegi 80% rahvuslikust kogutoodangust. Viimase paari kuuga oleme näinud, kui haavatav see sektor on.

Kui majanduskriis on praegu kõigjal kujunenud just koroonaviiruse tõttu, siis reisihiimulistele keerab sageli kätt ilmataat. 2014. aasta suvel hävitasid rahetormid kaunil Lõuna-Prantsusmaal viinamarjavälju, Põhja-Itaalia, Bosnia ja Hertsegoviina ning Šveits kannatasid paduvihmadest tingitud üleujutuste ja maalihete all.



UNSPLASH

Eestis on rannapuhkuseks parim aeg juuli lõpus



UUS RAAMAT



- Mis on kliima ja kuidas see kujuneb?
- Miks kliima inimtegevuse tagajärjel muutub?
- Kes vastutab kliimamuutuse eest? Kes peaks selle leevendamise tegelema?
- Kuidas mõjutavad kliimat inimese elukoht, toiduvalik ja puhkuse veetmise viis?
- Mida saad sina teha, et tulevik oleks helgem?

See imeliselt illustreeritud ja väga informatiivne raamat aitab lapsi (ja miks mitte ka täiskasvanuid) aru saada, milline on kliimamuutuse mõju, ja mõista, et kui igaüks teeks kas või väikese sammu, et seda vähendada, oleks meie maailm palju parem ja elamisväärssem.

LAURA ERTIMO on geograaf, kes on kirjutanud mitu aimeramatut eriliste nähtuste, inimeste ja looduse vastastikusest mõjust.

MARI AHOKOIVU on illustraator ja koomiksi-raamatute kunstnik juba üle 10 aasta. Ta armastab kõike, mis on armas ja hirmus.



www.avita.ee

Raamatut saab osta Avita e-poest või hulgi tellida info@avita.ee.



Veneetsia lähedal hukkus neli turisti äkkulvas. Põhjamaade inimesed, kes olid tulnud Saapamaale päikest nautima, nägid kolmveerandi puhkuse ulatuses aina tormi ja vihma! Mõned hotellid päästsid oma reputatsiooni sellega, et maksid iga vihmapäeva eest klientidele tagasi 10–20% majutus- tasust.

Nüüd üks näide ka meie maalt. 2018. aasta 2. juulil kurtis Äripäev, et sel päeval Tallinnas peatuval kuuel kruisilaeval on kokku 12 571 reisijat, kes võiksid pealinnas kulutada üle 700 000 euro, kuid halb tuuline ja vihmane ilm on teinud keeruliseks nii laevade vastuvõtmise sadamas kui ka mõjutanud reisijate plaane linnaga tutvumisel.

Kuhu minna, mida teha?

Puhkusepaiga valikul on turistidele abiks agentuuride kliimabrošüürid, kus on esitatud riikide õhutemperatuuri ja sademete näidud (kuude keskmised, maksimaalsed ja minimaalsed) ning muidugi päikesepaiste tunnid. Rannad on ideaalsed, suurepärased – sellele viitavad ka nende nimed – Costa del Sol, Sunny Beach... Abiks on ka lühisoovitused nagu: „Nepal. Ideaalne reisiaeg märts-aprill ja november.“ USA-st Euroopasse reisijad saavad teada, et Vanas Maailmas on ilm palju rahulikum kui kodumaal, äikesetormid ja tornaadod on väga haruldased. Valmis peab aga olema halliks taevaks ja rõõmu tundma päikesepaistest.

Küsimusele, kuidas võõras kliimas puhata, kõlaks lühivastus – hästi! Hästi, st tervislikult. Bioklimatoloogia on sellele probleemile palju tähelepanu pühendanud. Kaugele maale reismisel tuleb arvestada aklimatiseerumisega, samuti ajavahega: meie organismil tuleb kohaneda uute tingimustega. See protsess võtab paljudel aega 5–6 päeva. Ja koju jõudes hakka jälle adapteeruma!

Arstid omakorda hoiatavad krooniliste haiguste põdejaid, väikelapsi ja vanureid järskude kliimamuutuste eest. Lisaks häirib võõras toit, kollitavad hullud haigused. Jube! Kergem on meie inimestel reisida troopilistesse maadesse sügisel, kui vähemalt temperatuurikontrastid pole nii suured kui suvel ning päike ei ole enam nii terav kui suvel.

Möödunud sajandi kuuekümnendatel aastatel ei pööratud erilist tähe-



Tuuline ja vihmane ilm mõjub turismile laastavalt

lepanu ultraviolettkiirguse kahjulikule mõjule ja tuhandes inimesed Lääne-Euroopast praadisid end usinasti Põhja-Aafrika suvise taeva all. Juba paarkümmend aastat hiljem registreeriti Inglismaal nahavähi rohkete esinemist just selle kontingendi hulgas.

On meilgi Florida


„Kaugele ei maksa sõita, / kallist aega vaja võita. / Eestiski on meil Florida, / Krimmi rand, eksootne ida / kõigi oma rõõmudega” – Leo Normeti laulu „Puhkus Viljandis” teavad vast kõik. Viimase aastakümneni mitme suve ilmanäitajad Mulgimaa pealinnas klapiivad hästi kui mitte Florida troopilise, siis vähemalt Lõuna-Carolina niiske subtroopilise kliimavöötmega – ööpäeva keskmine õhutemperatuur oli näiteks 2018. aasta heinakuus 25 °C ümber, päeval näitas termomeeter keskeltläbi 31, öösel 20 soojapügalat. Ainult et meie inimesed pole veel kohastunud järskude kliima- (õigemini ilma-) muutustega: pärimusmuusika festivalil olnud Punase Risti töötajail tempokad päevad, sest sageli tuli ülekuumenenud rahvast jahutada külmakottidega.

Kuumalaineid on Eestisse randunud üha sagedamini: aastail 2006, 2010, 2014 ja 2018 juulis-augustis, mullu esmakordselt ka juunis. 2010. aasta lõikuskuul jäi palavus vaid 0,2

kraadi alla riigi rekordile (+35,6 °C 1992. aastast).

„Valge inimene kaanib Eviani vett, / istub palavaga kontoris, seljas sulab pekk” Nii kõlab stroof punkansambli Kurjam ajakohasest laulust „Kuumalaine Stroomi rannas”. Ja rahvas juba õhkab – parem külmas elada kui kuumas koolda!

Puhakem siis Eestis. Aga millal? Esitame siinkohal Tartu-Tõravere ilmajaama viimase kümne aasta andmeid suvekuude temperatuuri ja sademehulga kohta. Statistikas eristub siin selgelt juuli viimane dekaad. Jah, mõnel aastal on läinud nii, mõnel naa, aga kümne aasta keskmine näit ütleb, et 21.–31. juulil on ööpäeva keskmine temperatuur 19,8 kraadi ja sademeid 16 mm. Võrdluseks: aastatel 2009–2018 on juuni viimasel dekaadil (mille sisse jääb ka jaanik) keskmine ööpäevane õhutemperatuur vaid 16 kraadi Celsiuse järgi ja sademeid 34,8 mm. Augusti viimase, esimese koolikella eelse dekaadi näitajad on vastavalt 15,2 kraadi ja 34,1 mm. Nii et juuli lõpp võiks olla rannapuhkuse planeerijale parim valik, mis siinsest suvemenütüst leida. •

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



KATRIN PÄRN

NÄITLEJA JA LAVASTAJA

Ma tahtsin lapsena saada teadlaseks. Täpsemalt – ma olen alati tahtnud saada kellekski, kes palju näeb ja palju teab. Alguses küll hoopis kaugsõiduautojuhiks – see tundus mulle romantiline ja silmapiiri avardav. Seejärel kirjanikuks ja teadlaseks. Mulle tundus, et kirjanikud ja teadlased on hästi targad. Küllap kõige targemad. Mina tahtsin targaks saada. Tahtsin kõike teada. Mulle meeldis lugeda entsüklopeediaid ja leksikone, vaadata, mis on asjade sees, uurida, mismoodi maailm töötab.

Minu huvi teaduse vastu sai aga alguse hoopis mitte kõige teaduslikumal moel. Olin lapsena tohutu MacGyveri fänn. Mulle tundus, et maailm, milles on MacGyver, on hea ja huvitav maailm. Proovisin kodus järele teha sarjas ette tulnud trikke ja katseid. Lugesin vanu õpikuid, mis ma põõningult leidsin, ja ootasin, ootasin metsikult, et mul ometi hakkaksid koolis füüsika- ja keemiatunnid, et ma saaksin sellest imelisest maailmast rohkem teada. Mul oli küll väike kahtlus, et kõik need MacGyveri lahendused ei olegi tegelikult n-ö päris teadus, et osa sellest on muinasjutt, aga ma ei tahtnud seda lõpuni uskuda. Mäletan, kuidas üks sõber mind hurjutas, et mismoodi saab selline sari või tüüp meeldida – teeb kautšuktaldadega kingadest, nätsupaberist ja kirjaklambrist pommi, mis teeb kõik pahad kohe heaks, – no see pole ju võimalik! Aga ma ei jätnud jonniga lasknud oma illusiooni kõigutada. Õppisin pähe Mendelejevi tabeli ja hunniku füüsikaseadusi.

Veetsin suurema osa oma lapsepõlvesuvedest vanaemaga maal. Vanaema nimetas mind oma väikeseks inseneriks – ma olin tähelepanelik ja leidlik ning mulle meeldis välja mõelda süsteeme, mille abil sai majapidamist vanaema jaoks lihtsamaks – või mõnikord ka keerulisemaks – muuta. Ühel suvel näiteks – arvan, et võisin siis käia esimeses klassis – ehitasime me vanaemaga koos kanala ja ma nuputasin sinna seadeldise, millest tuli kanadele toitu ja vett ette ilma, et vanaema pidanuks sellega igapäevaselt mässama. Kui midagi läks katki, kutsus vanaema mind seda parandama. Ka täiskasvanueast meenub mulle, kuidas ma parandasin niidi ja nõelaga jooksvat WC-potti või remontisin oma esimesel tööpäeval teatris juukseklambritega kapiust.

Minu huvi keemia ja füüsika vastu hakkas aga väga kiiresti raugema, kui need oodatud õppeained koolis kätte tulid. Selgus, et see pole see. Tahvli peal oli äkki lihtsalt jada numbraid ja tähti, mis ei rääkinud minuga ega moodustanud minu peas mingit särisevat loogilist süsteemi. Sain vaikselt aru, et keegi ei kavatsegi mulle õpetada, mismoodi ma sellesse MacGyveri võlumaailma saan, kus tavalistest asjadest imelisi vidinaid tehakse; keegi ei vastagi minu lõpututele küsimustele, kuidas elu ja raamatuteadus kokku kõlavad ning mis valem järgi seda kõike mõista.

See, mis asjade sees on ning mismoodi maailm ja inimesed töötavad, huvitab mind ikka veel. Uudishimu ja soov kõike teada pole kuhugi kadunud. Oma praeguses ametis pean ma uurima inimest ja tema seoseid ümbritsevaga küllaltki süvitsi ja saan hea õnne korral tegeleda mistahes teadusega. Või vähemalt mängida, et see on nii.

Õnneks sai ükskord mu teadlasekarjäär ka ametlikult tuule tiibadesse, kui mu väike poeg ütles: „Emme on meil teadlane: tema teab, kus kõik asjad on.“ •

Stressijooned hammastel

Minevikus elanud inimeste tervise ja elutingimuste mõistmisel mängivad tähtsat rolli säilinud hambad. Kuna hammastel ei ole erinevalt luudest võimet iseseisvalt paraneda, siis on neile eluajal tekkinud märgid näha ka tuhandeid aastaid hiljem. Samuti säilivad hambad enamasti paremini kui luud. Üks sagedamini esinevaid defekte arheoloogiliste luustike hammastel on hüoplaasia.

Hüoplaasia all peetakse eelkõige silmas horisontaalseid jooni, mida võib emailil korraga esineda üks või mitu. Kasvuhäire põhjustaja on füsioloogiline stress, mis koormab inimese keha lapsepõlves nii suurel määral, et pidurdab hammaste arengut. Seetõttu nimetatakse selliseid märke ka stressijoonteks. Lisaks joonestele võib hüoplaasia ilmneda hammastel lohukeste või vaokestena.

Suurem osa hammaste emailist areneb välja lapsepõlves, seega aitab hüoplaasia analüüsimine uurijatel teada saada, millistes tingimustes inimene üles kasvas ja kas ta kannatas näiteks nälga või pidi tema keha võitlema mõne ainevahetushaigusega. Hüoplaasiat esineb nii jääv- kui ka piimahammastel. Muutusi tuvastatakse sageli lõikehammastel ja veelgi enam silmahammastel, mis on hüoplaasiale vastuvõtlikud, kuna nende arenguperiood on pikk. Harvematel juhtudel on stressijooni dokumenteeritud kolmandal tagapurihambal ehk tarkusehambal, mis omakorda annab teavet noorukiea kohta.

Tihti on horisontaalseid jooni ühel hambal mitu, mis näitab, et lapsepõlves on üle elatud enam kui üks stressiepi-sood. Defekti tugevus annab omakorda aimu kogetud tervisehäire raskusastmest – mida sügavam joon, seda kauem on emaili areng häiritud olnud.

Tänapäeval esineb hüoplaasiat väga harva, seda on näha pigem maailma vaesemates piirkondades üles kasvanud inimestel. Arheoloogilises materjalis on stressijoonete esinemisprotsent aga kõrge, ületades paljudel juhtudel 70% piiri. See on seletatav minevikus aset leidnud näljahädade, halvemate elutingimuste ja üleüldise vitamiinipuudusega, milleni paratamatult viib pikaldane vaegtoitumine. Kuigi hüoplaasia olemasolu vihib, et inimese elutingimused olid kasvas-des kehvad, siis teisalt kinnitab see, et organism oli piisavalt tugev, et haigus-tekitajale vastu panna ja olukorrast välja tulla. Nii saab öelda, et maetud, kel stressijoon esines, puutusid küll füsioloogilise stressiga kokku, aga nende immuunsüsteem oli vahest tugevam kui neil, kelle hammastele polnud defekte jõudnud tekkida, sest nad olid enne ära surnud.



Täiskasvanu ülemised lohukestega lõike- ja silmahambad



Lapse alalõualuu piimahambad, millel on nähtavad lohukesed ja vaokesed



FOTOD: JANIKA VILJAT


Täiskasvanu (vasakpoolne) ülemine stressijoonega silmahambas

Seni on Eestis horisontaalseid stressijooni leitud kõikidel matmispaikadel, nii Tartus keskajal elanud toomhärade kui

Tallinna Tõnismäe eeslinna 16.–18. sajandi elanike hulgas. Asjaolu, et defekte esines kõrgema sotsiaalse positsiooniga inimestel, näitab, et nendegi toitumine polnud vitamiinide puudujäägi vältimiseks küllalt täisväärtuslik.

Hüoplaasiat on muuseumis seostatud ka rinnapiimast võõrutamisega kaasnevate muutustega organismis. Kõige tõenäolisemalt on see seotud ainevahetushaigustega, nagu näiteks varem laialdaselt levinud rahhiidi ja skorbuudiga, mis on tingitud vastavalt tugevast D- ja C-vitamiini puudusest.

Hüoplaasia uurimine arheoloogilises luuaineses võimaldab võrrelda erinevatest sotsiaalsetest kihtidest ning piirkondadest pärit inimeste tervist, toitumust ja elukeskkonda. Seeläbi saavad uurijad terviklikuma pildi minevikus elanud inimeste lapsepõlvest.

 **Linda Vilumets**, Tartu ülikooli ajaloo ja arheoloogia instituudi arheoloogia magistrant.

TELESKOOP.EE

AINULT HEAD TELESKOOBID



BRESSER®



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



**Bresser Messier
AR-102/1000 Exos-1**
Akromaatiline läätsteleskoop
Ø 102 mm, F=1000 mm
499 €



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

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



Messier 80/640 AZ NANO
Ø 80 mm, F=640 mm
Kompaktne läätsteleskoop
lihtsal asimutaalsel
monteerimisel alustavale
astronoomiahuvilisele.
Sobib lapsele.
Ohtralt lisavarustust
ja võimalusi
189 €



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



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



Päikeseteleskoop LUNT
Ø alates 50 mm
Põnev astronoomia keset päeva!
Uus hind alates 999 €

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

„Hullud koerad lasti maha, inimesed surid ise ära“

2020. aastal maailma tabanud uue koroonaviiruse pandeemia on toonud tähelepanu alla ka loomad, kellelt patogeenid inimesele satuvad. Teame, et üks koroonaviiruste nakkusreservuaare on nahkhiired. Käsitivalisi saab seostada aga teistegi viirushaigustega ja sealhulgas marutõvega, mis teeb mitmel pool maailmas tänini tõsist laastustööd.



WIKIPEDIA

Vampiirilugude kõrval on libahundi müüt üks neist, mille taga arvatakse olevat marutõve ja marutaudi põhjustatud hirmud. Lucas Cranach vanema 1512. aastal valminud puulõikel näemegi, kuidas üks loomastunud inimene hävingut ja hirmu külvab

Marutõvel (loomadel: marutaud) on olemas ka teaduslikum nimi: rabies, mis tähendab ladina keeli „hullust“. Haigust põhjustab lüssaviiruste perekonda kuuluv patogeen. *Lyssa* viitab kreeka keeles vägivaldusele. Need nimetused peegeldavad ammusest ajast teada olevaid marutõve sümptomeid – loomadel võimendatud reageeringut ärritajatele, sh agressiivsust; inimesel paralüüsi ja krampe, ärevust, paranoiat ning hallutsinatsioone. Tegemist on närvisüsteemi kahjustava viirushai-

gusega, mis lõpeb surmaga, kui nakatumisele ei järgne kiiret ravi.

Lisaks tasub siinkohal meenutada veel üht tõvele antud nime – hüdrofoobiat. Nimelt ei saa marutõbised haiguse teatavas faasis enam neelata ning vee nägemine ühes süveneva janutundega kutsub neis esile kõrikrambid ja paanikahoo. Veekartus on „nipp“, mida süljenäärmetesse jõudnud viirus kasutab, takistamaks peremeest joomast ja neelamast, sest see võib vähendada sülje virulentsust.

Kõigi soojavereliste haigus

Marutaud on looduskoldeline nakkushaigus, mis levib peamiselt nakatunud loomade vere või süljega. Inimeselt inimesele on tõbi levinud vaid mõnel üksikul juhul organisiirdamise tulemusena. Haiguse peiteaeg võib olla pikk (kuni aasta), see sõltub hammustuskohast. Esialgu on sümptomid mittespetsiifilised – palavik ja peavalu. Surm saabub 2–10 päeva pärast sümptomite ilmnemist. Haigusel on kaks vormi – agressiivne ja paralüütiline, viimast esineb 20% juhtudest.

Valdavalt saab inimene marutõve koertelt: 2015. aastal suri maailmas marutõppe 59 000 inimest, kellest 99% sai haiguse „inimese parimalt sõbralt“ (sh 20 000 surma Indias, kus keelati 1981. aastal hulkuvate koerte hävitamine). 95% marutõvesurmadest leiab aset Aafrika ja Aasia vaesemates piirkondades; eeskätt tabab tõbi lapsi. Marutõvevastast ravi saab igal aastal ligi 30 miljonit inimest.

Ameerika kontinendil on praegu-seks ka vaesemates riikides koerte levitatava marutõve üle kontroll saavutatud, nüüd põhjustavad seal tõbe peamiselt nahkhiired – Ladina-Ameerika riikides 2010. aastal registreeritud 111 nakatumisest 60 puhul olid süüdlas-teks vampiirnahkhiired.

Ammutunud nuhtlus

Marutõbe kui vältimatut piinarikast surma on ajaloos paaniliselt kardetud: koera käest hammustada saanud inimesed on sooritanud enesetappe ning neid on mõrvanud kaaskondsed. Tõbi oli teada juba paar tuhat aastat enne meie ajaarvamist. Muistses Mesopotamias kohustati koeraomanikke oma loomadel silma peal hoidma. Antiikmütoloogias seostati marutõbe Suure Peni tähtkuju heledaima tähe Siiriusega (*Canis Major*). Arvati, et selle kiirgus paneb koerad veidralt käituma ja seda eriti kuuma ilmaga.

Astroloogiliste seletuste kõrval teati sedagi, et tõbi levib hammustusega, mille käigus „mürk“ (lad k *virus*) verre satub. Teine võimalus oli uskuda, et hammustades antakse edasi nn koerakeeleuss. Viimast arvati pesitsevat keelekidada, mis tuli hammustatult seotõttu ravi otstarbel ära lõigata. Selline praktika oli jõus kuni 19. sajandini.

Kristlikus Euroopas oli marutõbiste kaitsepühak Püha Hubertus, mistõttu tuli hammustatud kohta põletada tema sümbolit kandva rauaga. Koerte



ALAMY / VIDA PRESS

Louis Pasteur on üks neid teadlasi, kelle üle Prantsusmaa õigustatult uhkust tunneb. Võit marutõve üle oli vaid üks tema saavutusi

puhul harrastati seda ka profülaktiselt.

Eestis mainitakse marutõbe esimest korda 1634. aastal, mil tõbine hunt ründas Virumaal talupoegade heinavoori ning pures kuut meest, kes kõik „hullusesse“ surid. 1851. aastal vigastas üksainus haige hunt Ambla kihelkonnas aga koguni 16 inimest, kellest vaevalt et keegi eluga pääses.

18.–19. sajandil esines marutõvepuhanguid Eestis korduvalt, näiteks suri 1820. aastal Eestis marutõppe 17

inimest. Sellest ajast pärinevates öudusjuttudes kirjeldatakse, kuidas Karula mõisas pandi mitu puretud inimest kinni kivirehte, kust nad said ainult selleks käsi välja torgata, et neil saaks aadrit lasta. Kuna sellisest ravist ei olnud mingit kasu, oli targem end kirikulaule lauldes surmale ette valmistada. Ja nii inimesed tegidki.

Võit marutõve üle

Praeguse koroonaviiruse puhangu ajal meenutatakse tihti meditsiini ajalugu

ja vaksineerimise kasutuselevõttu. Marutaudi vaktsiini löid 19. sajandi lõpul prantslased Émile Roux ja Louis Pasteur, kes matkisid rõugevaktsiini loojaid, püüdes samuti haigustekitajat nõrgendada. Selleks nakatati küülikuid, kelle ajust valmistatud preparaat 1884. aastal edukalt koerte peal katsetati. Järgmisel aastal tehti kaitseüstitimisi juba paljudele „hulludelt“ loomadelt pureda saanud inimestele ning kuigi viiruse mõistet veel ei tuntud ja immuunsuse olemus oli ebaselge, saatis vaksineerimisi edu. Pasteurist, kes polnud arst ega oleks tohtinud seaduse järgi üldse inimesi ravida, sai tänu sellele aga Prantsuse rahvuskangelane.

Tänapäeval teame, et võimalik on nii aktiivne kui ka passiivne vaksineerimine. Esimesel juhul manustatakse ennetavalt antigene, teisel antikehast juba nakatunud inimesele. Marutõvevastases võitluses on olnud keske tähtsusega kodu- ja metsloomade aktiivne vaksineerimine. Selles vallas tehtud töö tulemusena kuulutati Eesti 2013. aastal marutaudivabaks (viimane taudijuhtum oli diagnoositud kaks aastat varem). Viimane inimene suri Eestis marutõppe 1986. aastal. Kokku on tõbi II maailmasõja järel nõudnud siinmail 27 inimest.

Vampiirid ja zombid

Arvatakse, et marutõbi võis alust anda vampiirilugudele: väidetavalt sai vampiiride teema populaarseks 1730. aastatel ehk kümmekond aastat pärast Ungaris esinenud suurt marutõvepuhangu.

Kirjanduslike vampiiride käitumises leiab tõesti seoseid marutõve sümptomitega. Vampiirid, kes võivad muutuda nii koerteks kui ka nahkhiirteks, tahavad oma ohvreid hammustada ning nagu marutõbistelgi esineb neil unetus ja hüperseksuaalsus. Üks marutõve sümptomeid on vastumeelus ärritavate stiimulite suhtes, milleks võivad olla lõhnad (küüslauk!), valgus või kasvõi enda peegelpilt. Nii diagnoositi marutõbe minevikus ka peegli abil – kui inimene enda peegelpilti ei kartnud, ei olnud ta järelkult tõbine.

Kultuuriloolased näevad marutõve mõjusid ka zombide, „elavate surnute“ legendide tekkes. Siingi on äratuntav inimeste irratsionaalne hirm loomastumise ees, kartus kaotada kontrolli enda käitumise üle ning hirm nende ees, kellega see on juhtunud. •

✍ Ken Kalling, meditsiinijaloolane

Asjaolu, et nahkhiirte organism ei tõrju patogeene, vaid kohaneb nendega, teeb temast ideaalse nakkusreservuaari. Nii mõnegi käsitiivalise eluiga on üllatavalt pikk – kuni 40 aastat – ja nii on loomulik, et selle aja jooksul võib „hiirel“ olla arvukalt kontakte nii liigi-kaaslaste kui ka teiste imetajatega.

Viiruste paljunemisele aitab kaasa seegi, et mõnel rahval on käsitiivaliste söömine või ravi eesmärkidel „sissevõtmine“ sotsiaalne norm. Näiteks lähtutakse Hiinas teadmistest, et nahkhiired elavad kaua ja neil on suurepärase „nägemine“ – lugeja oskab siit ilmselt juba aimata, millistel eesmärkidel neid tarvitatakse. Nahkhiire liha ja tuhk „aitavad“ sealkandis aga kõha ning palaviku puhul. Andides jällegi kasutatakse nende loomade verd epilepsia vastu. Minevikus usuti ka Euroopas, et nahkhiire liha ja veri aitavad ravida nii maohammustusi kui podagrat. Samuti oli nahkhiirtel oluline koht tõrjemaagias – arvati, et laudaukse külge naelutatud loomake aitab pahategijaid eemal hoida. •

BIRGIT KIBAL, TÖNIS TÜRNA

RAHVUSARHIIV 100

Arhiivide ajalugu ulatub maailma kirjaliku mineviku mõõtkavas vähemalt kolme aastatuhande pikkusele ajateljele. Eestis on vanimad meieni säilinud kirjalikud allikad pärit 13. sajandi keskpaigast, mil siinsel alal kujunesid välja esimesed kindlama ülesehitusega arhiivikogud. Paljud allikad Eesti 13.–16. sajandi ajaloo kohta on aga hävinud või pihustunud mitme riigi, eeskätt Vatikani, Austria, Poola, Venemaa, Rootsi ja Taani arhiivide vahel.





FOTOD: RAHVUSARHIIV

Järjekindlam arhiiviainese talletamine meie asualal algas Rootsi võimude korraldusel 16. sajandi lõpul. Rootsi ajast on meieni muuhulgas säilinud nii rüütelkondade kui ka linnade ajaloopärandid, mida täiendavad kirikute, kohtute, koolide ja ettevõtete dokumendid. 18. sajandi alguses, mil Eesti ala liideti Venemaaga, võtsid uued võimuesindajad Rootsi ajast pärineva arhiiviainese kogumise traditsiooni üle, mis tagas asutuste, ettevõtete ja isikute arhiivide pidamisel järjepidevuse kuni tsaariaja lõpuni.

19. sajandi teisest poolest ilmuvad arhiivikogudesse ka eestikeelsed kohaliku omavalitsuse dokumendid. Maarahva elu peegeldavate asutuste – vallavalitsuste, vallakohtute, valla- ja kihelkonnakoolide, samuti luteri- ja õigeusu koguduste – talletatud pärand on nii ajaloolaste kui ajaloo huviliste seas tänini üks enimkasutatavaid allikaid. Eelnimetatud kogud moodustavad ühtlasi suure osa rahvusarhiivis hoitavast Eesti maa ja rahva dokumentaalsest mälestusest. Mõistagi on neile viimase saja aasta jooksul lisandunud rikkalikult materjali Eesti vabariigi esimesest iseseisvusperioodist, järgnenud okupatsiooniaastatest ning omariikluse taastamise järgseist aastakümneist.

Siinses artiklis vaadeldakse, milliseid kasutusvõimalusi arhiiv inimestele tänapäeval pakub, ning tutvustatakse ühtlasi väljapaistvamaid näiteid rahvusarhiivi varasalvedest. Algatuks pöörakem aga pilk Eesti arhiivinduse sünniaega, sest Eesti oma arhiivisüsteemi rajamisest täitus sel kevadel sada aastat.

Rahvusarhiivi sünnilugu

Kuu pärast Tartu rahu sõlmimist, 3. märtsil 1920. aastal kogunes Tartu ülikooli raamatukogus arhiivikomisjon, et arutada Eesti ajaloopärandi talletamise tulevikku ning rajada noorele riigile oma arhiivisüsteem. Seda kokku-

Maarahva elu peegeldavate asutuste – vallavalitsuste, vallakohtute, valla- ja kihelkonnakoolide, samuti luteri- ja õigeusu koguduste – talletatud pärand on nii ajaloolaste kui ajaloo huviliste seas tänini üks enimkasutatavaid allikaid.

saamist loetaksegi meie riikliku arhiivinduse lähtekohaks ja sestap ka rahvusarhiivi sünnipäevaks.

Komisjoni töötähistena loodi 1921. aasta kevadel kaks kesket arhiivi – ajalooliselt oluliste asutuste dokumente koondav riigi keskarhiiv Tartus ning tegutsevate asutuste dokumente koguv ja säilitav riigiarhiiv Tallinnas.

Õigupoolest olid kaks arhiivi hoiupindade mõttes välja kujunenud juba I maailmasõja päevil, mil arhiiviainese päästmise ja kogumise tegeles Tartus aktiivselt eesti rahva muuseum ning Tallinnas Eestimaa rüütelkonna arhiiv. Toompea lossi rajati nn eriline riigiarhiiv, kuhu koondati tegevuse lõpetanud vene riigiasutustest järele jäänud dokumendid. Saksa okupatsioonivägede lahkumisel anti selle võtmed 1918. aasta novembris Eesti võimudele üle. Tartusse evakueeriti juba ilmasõja aastail aga ajalooline Balti kindralkuberneri arhiiv koos 15 Liivimaa kubermanguasutuse arhiiviga, millest osa saadeti edasi Venemaale. Tartusse jõudis tagasi ka Tartu ülikooli arhiiv. Niivõrd suur dokumentide hulk, nagu ka uurimis- ja õppetöö vajadus andis olulise tõuke ajaloolise arhiivi rajamiseks Tartusse, kus sobiv pind leiti Tartu ülikooli ühiselamus aadressil Hetzeli 1 (hilisema aadressiga J. Liivi 4). Kuigi hoonet peeti juba toona arhiivina üksnes ajutiseks, teugutses asutus selles pea sada aastat – 2016. aasta kevadeni, mil valmis arhiivi uus peahoone Nooruse tänaval.

Kahe keskse arhiivi põhimäärused kinnitati 1922. aasta mais. Eesti esimehe arhiiviseadus võeti vastu 1935. aasta juunis, mis oli seda tähelepanuväärsem, et enamikus maailma riikides arhiivinduslik seadusandlus II maailmasõja eel puudus. Arhiiviseadus kinnistas kahe keskse arhiivi laiad võimupiirid ning seadustas sõjarhiivi, nn provintsiaalarhiivide ja eraarhiivide loomise eraldi asutustena. Lisaks tegutsesid maailmasõdade vahelises Eestis omavalitsusarhiivid, sealhulgas linnavalitsuste alluvuses 19 linnaarhiivi. Suurim neist oli mahukaima ajaloolise pärandiga Tallinna linnaarhiiv.

Märkimisväärselt suurt tähelepanu pöörasid arhiivitöötajad juba toona arhiiviallikate kasutusse toomisele ja ajakirjanduses tutvustamisele ning ajalooteaduslike uurimistööde koostamisele. Arhiivinduse ajaloo uurijate lugemislauale kuuluvad tänaseni



Otto Liiv (1905–1942) oli riigi keskarhiivi noore direktorina aastatel 1929–1941 Eesti riikliku arhiivinduse ülesehitaja ja ühtaegu viljakas ajaloolane, kes uuris 17. sajandi lõpu majandusajalugu, aga ka rootsiaegset linna- ja maarahvastikku ning Virumaa asustuslugu

1933. ja 1936. aastal ilmunud „Arhiivinduse käsiraamatu“ kaks köidet, nagu ka keskarhiivi toimetiste sarja kuus sisukat väljaannet. Nii nende kui paljude teiste artiklite ja allikapublikatsioonide autor ja algataja oli 1929. aastast keskarhiivi juhtinud Otto Liiv, kes oli ka üks arhiiviseaduse peamisi koostajaid.

Nõukogude periood: arhiivid sulguvad

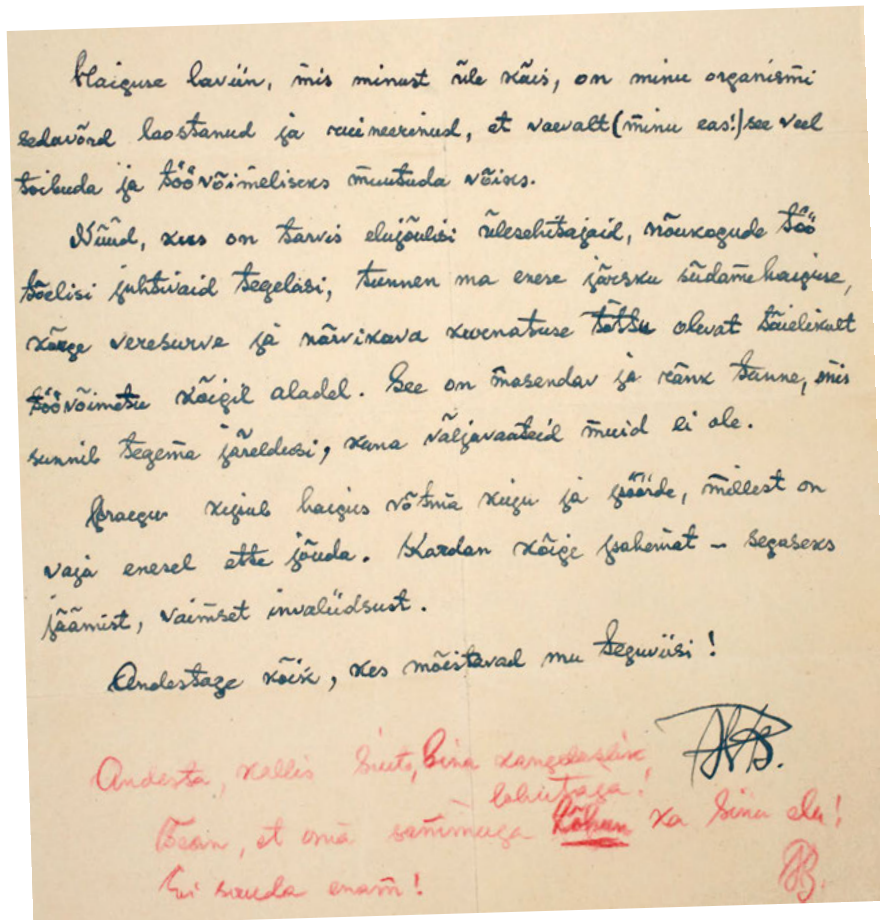
1940. aasta nõukoguliku sovetiseerimise tingimusi murenesid endised põhimõtted: arhiividokumentidele pääses nüüdsest ligi vaid erandkorras. Dokumentid salastati ja arhiivid jäid ühiskonnale suletuks. Just sel traumaatilisel põhjusel võib veel praegugi mõnikord kohata umbusklikku suhtumist arhiividesse, ehkki need on olnud nüüd juba pea 30 aastat kõigile avatud.

Sõjajärgsetel aastatel kinnistunud trauma oli seda sügavam, et inimeste teadvuses seostusid arhiivid julgeolekuasutuste käepikendusega ebasobivate isikute repressioonidel. Igapäevase tööna vaatasid arhivaarid läbi

Sõjajärgsetel aastatel seostusid arhiivid inimeste teadvuses julgeolekuasutuste käepikendusega ebasobivate isikute repressioonidel.



Arhivaalide korrastustöö koos arhiivikirjelduste koostamisega oli 1920. aastail üks riigi keskarhiivi mahukamaid tööloike. Sõdadevahelisel perioodil loodud hierarhiline korrastussüsteem ja arhivaalide pealkirjade sõnastus on paljuski kasutusel tänaseni



Kohaliku kommunistliku partei organisatsioonide ja parteiasutuste dokumendid moodustasid nõukogude perioodil eraldi arhiivifondi, mis pitseeriti enam kui poolsajandiks nn parteiarhiivi hoonesse Tallinnas Tõnismäel. Kõigi muude parteidokumentide seas peideti Tõnismäe hoidlatesse kõrgete riigi- ja parteitegelastega seotud skandaalse maiguga teavet, mille hulka kuulus ka 1946. aasta novembris endalt elu võtnud Eesti NSV ülemnõukogu presiidiumi esimehe Johannes Vares-Barbaruse hüvastijätukiri. Kirja hoiti parteiarhiivis sedavõrd suure saladuskatte all, et isegi kõnealuse ülisalajase toimiku pealkiri (vene keelest eesti keelde tõlgituna „Eestimaa kommunistliku partei keskkomitee operatiivbüroo protokoll nr 212 materjalid 14. detsembrist 1946“) ei reeda, et selles võiks sisalduda teavet Vares-Barbaruse surma kohta

dokumente, et tuvastada nende abil nn rahvavaenlasi ja kontrrevolutsionääre. Samuti tegelesid arhiivitöötajad sel perioodil vanapaberil plaanipärase väljavalimisega arhiivihoidlatest ehk teisisõnu viisid ellu makulatuuri-kampaaniat. Tõsi, tänaste hinnangute järgi ilmutasid toonased arhivaarid siiski püüdu suunata ümbertöötlemiseks vaid kõige vähemväärtuslikku ainet, säästes hinnalisemat ja uni-kaalsemat hävingust.

Kui Stalini surma järel näis olevat lootust mõistlikuma töökorralduse taastamisele ning arhiivid rakendatigi mõneks ajaks lahti nõukogude võimule sobimatute isikute kindlakstegemise plaanisüsteemist, sumbus vabam õhustik 1968. aasta augustis Tšehhoslovakkias aset leidnud sündmuste järelkajas. 1970. ja 1980. aastad tähistavad seisakuaega nii arhiivinduses kui ühiskonnas tervikuna. Alles 1980. aastate teisel poolel alanud nn perestroika tegi taas võimalikuks arhiivide avamise ühiskonnale.

Tänapäev: internetis ja igapäevale

Aastal 1988–1998 algas arhiivide lahtrikendamine sovetiaja taagast. Üks mahukaimaid tööloike tol perioodil oli omandireformi läbiviimise toetamine vajalike arhiiviallikate vahendamiseks sadadele tuhandetele kodanikele – võib julgelt väita, et maade tagastamine endistele omanikele olnuks võimatu, kui keerulistel okupatsiooniaegadel ei oleks säilinud vajalikke arhiivivandmeid.

1998. aastal vastu võetud Eesti teine arhiiviseadus tähistas juba selgelt üleminekut uude ajastusse. 1999. aastal alustas tegevust rahvusarhiiv, mis koondas ühtsesse süsteemi seni eraldi asutustena tegutsenud ajalooarhiivi Tartus, riigiarhiivi Tallinnas, filmiarhiivi ja maa-arhiividena endised linnaarhiivid. Eraldiseisvatena jäid tegutsema Tallinna linnaarhiiv kui ajalooliselt kujunenud asutus ning Narva linnaarhiiv.

Uue sajandi alguses sai võimalikuks kasutada arhiiviallikaid koduarvuti juurest lahkumata: loodi arhivaalide pealkirju hõlmav otsisüsteem AIS, digipiltide veeb Saaga ning veebipõhine ligipääs ajaloolistele filmidele, helidele, fotodele ja maakaartidele. Samal perioodil alustati rahvusarhiivis digisündinud dokumentide vastuvõttu. Digiinfo püsiv ja tasuta kättesaadavus on paisutanud rahvusarhiivi külasta-

KUST MIDA OTSIDA?

VAU EHK RAHVUSARHIIVI VIRTUAALNE UURIMISSAAL on aadressil www.ra.ee/vau huvilistele avanev iseteeninduskeskkond, milles on olemas kõik tavapärasel uurimissaalis esindatud teenused: siit leiab nõuandeid ja juhtnööre, saab kasutada andmebaase, vormistada laenu-tusi, tellida koopiaid ning suunduda sirvima digisäiliku. Viimati nimetatud toiminguteks on tarvilik luua kasutajakonto, mille kaudu saab edaspidi sisse logida juba kõigisse autentimist nõudvatesse arhiivi keskkondadesse ja teenustesse. Algaja uurija leiab VAU-st põhjalikud ülevaatektsid, mis räägivad suguvõsaurimisest, tutvustavad kohaloolikaid ning teisi populaarsemaid uurimisteemasid. Kes ei taha pikkade tekstide kallal pusida, võib vaadata alustuseks arhiivi YouTube'i kanalil leiduvaid samateemalisi õppevideoid.

DIGIKOGUSSE SAAGA aadressil www.ra.ee/saaga on arhiiv koondanud kõik oma digitaalkujul säilitatavad allikad – kokku ligemale 300 000 säilikut enam kui 21 miljoni digipildiga. Need moodustavad ümmarguselt 3% kõigist rahvusarhiivi kogudest ehk arhiivisäilike kõige populaarsema osa. Näiteks leiab siit suguvõsaurimiseks olulised kirikuraamatud, hingeloendid ja elanike nimekirjad, samuti vakuraamatud, nekrite nimekirjad, eri sajandite riigiasutuste dokumente, isikute ja organisatsioonide arhiive, kooliajaloo allikaid ning veel paljut muud. Kui olete suguvõsaurija, kelle esivanemad kuulusid luteri usku, tasub enne kirikuarhiivide sirvimist teha otsing arhiivi ja Eesti genealoogia seltsi koostöös loodud nimeregistris aadressil www.ra.ee/dgs/addon/nimreg, mis juhatab teid vaid mõne klikiga konkreetsete digisäilikuteni. Veel veidi harjumist aastasadadetaguste käekirjade ja dokumentide vormistusega ning põnev teekond esivanemate radadel võib alata.

Ehkki kasutajad ootavad arhiivilt üha enam veebis avatud digisisu, on arhivaalide põhimass endiselt paberikandjal ning nende kasutamiseks tuleb külastada uurimissaali või esitada koopiategi. Ülevaate kõigist arhiivis leiduvatest dokumentidest saab ARHIIVI INFO-SÜSTEEMIST AIS aadressil www.ais.ra.ee. Isikunime järgi otsides on siin võimalik jõuda näiteks toimikute pealkirjadeni, mis sisaldavad teavet esivanema õpingute, töö- ja teenistuskäigu, pärimismenetluse või ka näiteks küüditamise ja represseerimise kohta.

Kohanimeotsingud annavad enamasti tulemuseks viiteid hooneregistri- ja kinnistustoimikutele, majapidamisraamatutele, laenuotomikutele, omavalitsuste arhiividele jms. Kuna arhiiv kogub ja säilitab väga erinevate asutuste ja organisatsioonide materjale, võib AIS-ist leida infot kõikmõeldavate teemade ja eluvaldkondade kohta alates 13. sajandist kuni tänapäevani välja. Lisaks eestikeelsetele pealkirjadele leidub siin võõrkeelseid kirjeid, kõige enam saksa ja vene keeles. Huvipakkuval pealkirjal klikkides leiab taustainfot, millise asutuse või organisatsiooni arhiivi ja dokumendisarja otsitav säilik kuulub. AIS-ist on omakorda võimalik edasi liikuda VAU-sse tellimust vormistama või digisäilike puhul Saagasse pilte lappama.

Eelnimetatud kolme vaala kõrval leidub arhiivi veebisugavustes kasutuskeskkondi, mis pakuvad juurdepääsu mõnele kindlale allikaliigile või spetsiifilisele infokandjale. Näiteks leiab fotode infosüsteemist FOTIS aadressil www.ra.ee/fotis rahvusarhiivi fotokogu detailsed kirjeldused ning üle 600 000 foto digikujutised. Arhiivi väärtuslikust kaardikogust annab ülevaate kaartide infosüsteem aadressil www.ra.ee/kaardid, millest võib leida üle 150 000 kaardi ja plaani kirjelduse, neist enam kui kolmandiku puhul ka digikujutise. Kõige unikaalsema osa moodustavad siin mõisate ja talude maakasutusplaanid, millest vanimad pärinevad juba 17. sajandist. Filmi- ja helidokumentide otsimiseks tuleb avada filmiarhiivi infosüsteem FIS aadressil www.eha.ee/fa/public, kust leiab hetkel digitaalkujule viiduna umbes 4800 filmi ning ligi 800 tundi erinevaid helisalvestisi. Eraldi otsingukeskkonnad on olemas veel näiteks vanade pitsrite, pärgamentürikute ja aadlivappide kohta, millele leiab viited VAU keskkonnast. •

tavuse 1,5 miljoni korrani aastas, millest vähemalt 99,5% toimub veebipõhiselt.

Traditsiooniliselt arhiivis käivate akadeemiliste uurijate asemel on tänaseks kasutajate edetabeli tippu tõusnud hobiuurijad, kes koguvad and-

meid oma esivanemate ja kodukoha ajaloo kohta. Hiljutise uuringu kohaselt on keskmine arhiivikasutaja Tallinnas või Harjumaal elav aktiivses keskeas genealooghuviline, kes logib sel eesmärgil arhiivikeskkonda sisse vähemalt korra nädalas. Oma pere- või

koduloo uurimisega tegeleb statistika kohaselt kokku lausa kolm neljandikku kõigist registreeritud klientidest ning enamik teeb seda digikogude ja veebiteenuste vahendusel.

Vabatahtlike panus: ühisloome

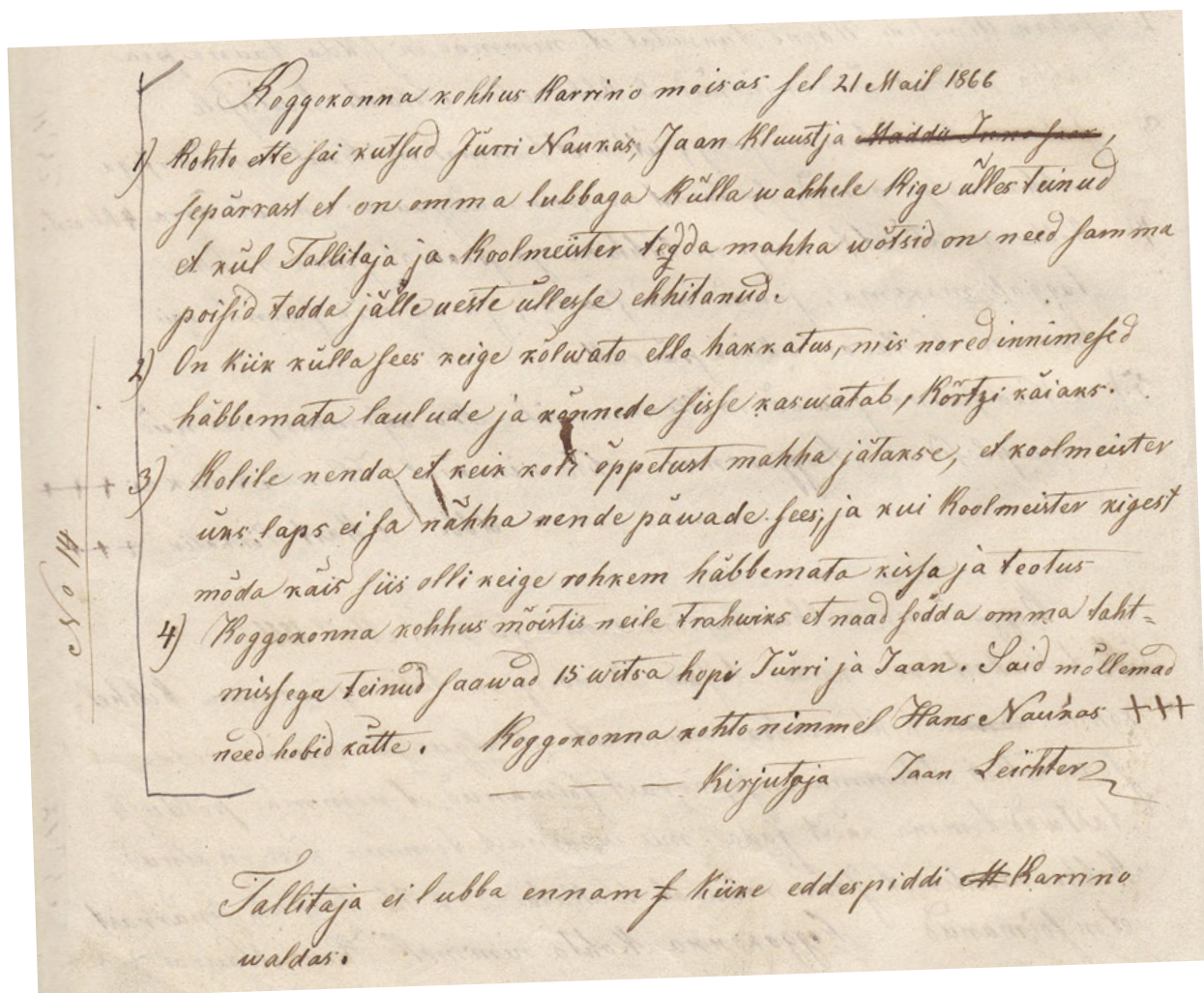
Tänu hoogsale digirevolutsioonile on arhiiv jõudnud hoidlariulitelt igapä-

Tänu hoogsale digirevolutsioonile on arhiiv jõudnud hoidlariulitelt igapäev arvutisse ja nutitelefonile. Kel vähegi huvi, võib igal hetkel oma nutiseadmes vanu ürikuid lapata.

arvutisse ja nutitelefonile. Kel vähegi huvi, võib igal hetkel oma nutiseadmes vanu ürikuid lapata. Arhiivis on mugavalt kasutatav, kuid suure avatusega kaasnevad paratamatult omad probleemid. Mida rohkem on veebis digiaine, seda aja- ja töömahukam on huvipakkuvaid infokilde sellest välja söeluda. Kuna digikogu kätkeb originaaldokumentide pildilisi kujutisi, mis sisaldavad sageli harjumatu käekirjaga kirjutatud võõrkeelset teksti, tuleb huvilistel endiselt veeta pikki tunde arvukate lehekülgede välja- ja läbilugemisega.

Parem pole olukord veel digimata arhiivis leidmisel – kuigi AIS-is on ära toodud kõigi säilikutega pealkirjad, on need sageli üldsõnalised ega ava kaugelgi säiliku sadadel lehekülgedel

peituvat infot. Nii ei oska tavakasutaja sageli kahtlustadagi, et mõne asutuse või organisatsiooni „kirjavahetuse“, „protokollide“, „kaebuste ja avalduste“ või „nimekirjade“ mahukas toimik sisaldab muuhulgas väärtuslikku teavet neile olulise isiku või uurimistema kohta. Kuna kõigi säilikutega detailne kirjeldamine ja leht-lehelt avamine käib arhivaaridele üle jõu, on viimasel kümnendil kogu maailmas hakatud selleks kasutama vabatahtlike arhiivisõprade abi – paljude arhiivide ja teiste mäluasutuste jaoks on ühisloomest (inglise keeles *crowdsourcing*) saanud oluline igapäevatöö ja nõnda ka Eestis. Arhiiv on tänaseks algatanud kokku neli ühisloomeprojekti, millest mitu veel kestavad (vt täpsemalt kõrvalolevast infokastist).



Tavapärase võlanõute ja muude tsiviiliasjade lahendamise kõrval tuli vallakohtutel menetleda ka väiksemaid kuritegusid, üleastumisi ja moraaliprobleeme. Näiteks karistas Karinu vallakohus 1866. aasta maikuu 15 vitsalöögiga kahte külameest, kes püstitasid vallavanema ja koolmeistri keelust hoolimata külasse kiige, mis avaldas eelnimetatud ametimeeste hinnangul ümbruskonna noortele hukutavat mõju: lapsed ei käinud enam koolis, vaid veetsid aega kiigel häbbematute laulude ja kõlvatute juttude keskel. Lisaks ihunuhtluse määramisele on kohtuotsuses kirjas, et edaspidi ei luba vallavanem Karinu valda enam ühtegi kiike rajada

VABATAHTLIKE LOODUD ABIVAHENDID: SÕDURITE NIMEKIRJADEST VALLAKOHTU PROTOKOLLIDENI

Esimese ühisloomekeskkonna avas rahvusarhiiv 2014. aasta sügisel, et tähistada saja aasta möödumist I maailmasõja puhkemisest. Aadressil www.ra.ee/ilmasoda kutsuti vabatahtlike appi töötama projekti „Eestlased Esimeses maailmasõjas“ raames läbi mahukat dokumendimassiivi, mis kajastab Eesti meeste väeteenistusse värbamisi. Seni oli meil vaid hinnanguline ettekujutus sellest, kui palju eestlasi ilmasõjas sõdis ja langes. Projektis osales 236 vabatahtlikku, kelle loodud andmebaas koondab tänaseks üle 197 000 isikukirje. Ehkki andmestik, mille loomisel kasutati paljusid erinevaid allikaid, sisaldab ühe inimese kohta sageli mitut viidet, on mõningate piirkondade osas lünklik, hõlmab ühtlasi neid, kes komisjonis välja praagiti ja sõtta ei jõudnudki, ega sisalda ilmselt infot kõigi sõjameeste kohta, on projekti peamine eesmärk – hõlbustada

eesti sõdurite kohta säilinud andmete leidmist – igal juhul täidetud.

Arhiivi järgmise ühisloomeprojekti „Tartu 1867“ (vt www.ra.ee/tartu1867) käigus sisestati andmebaasi ja seoti kaardiga 1867. aasta rahvaloendusel kirja pandud tartlaste nimed. Tänu vabatahtlikele avanebki nüüd kõigile huvilistele kaardil 150 aasta tagune Tartu, kus on võimalik tänavate ja kinnistute kaupa tutvuda toonaste linnaelanike, nende pereliikmete ja tegevusaladega ning sirvida tolleaegseid krundiplaane.

2019. aasta veebruaris alanud kolmandas ühisloomeprojekti „Vallakohtud“ (www.ra.ee/vallakohtud) on vabatahtlike ülesandeks sisestada sõna-sõnalt ja täht-tähtelt tsariaegsete vallakohtute protokollide tekste perioodist 1818–1917, kokku enam kui 235 000 digipilti. Tegemist on värvika ja väärtusliku eestikeelse ajalooallikaga, mis kätkeb üksikasjalikku teavet eesti talurahva majanduslike ja sotsiaalsete suhete, eluolu ja hoiakute kohta. Samuti on vanad kohtulood põnevad perekonna- ja kohaloo huvilistele, sisaldades infot kaugete

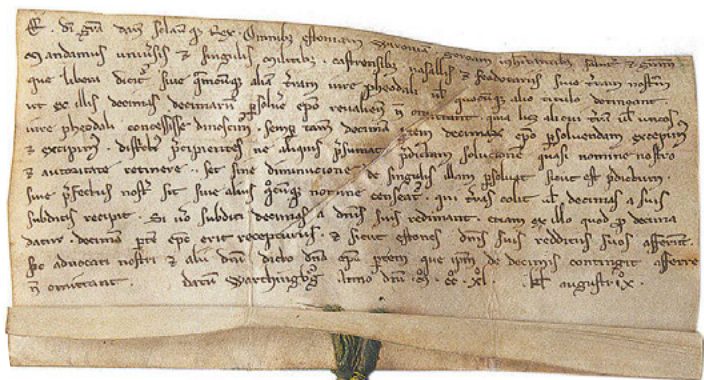
esivanemate ja kodukandi rahva kohta. Kuna kaebused tähendati raamatutesse üles kronoloogilises järjekorras ning siseregistrid ei loodud, on kohtuprotokolle olnud seni võrdlemisi keerukas kasutada. Vaatamata suurele töömahule on vabatahtlikud tulnud ülesandega innukalt kaasa: esimese aastaga on sisse toksitud juba ligi 32 000 kohtulugu. Vallakohtu ühisloomet jätkub veel aastateks ning kõik uued sisestajad on äärmiselt teretulnud.

Rahvusarhiivi neljas ja seni viimane ühisloomeprojekt „Vabadussõda“ aadressil www.ra.ee/vabadussoda tegeleb samuti sõdurite kaardistamisega, kuid keskendub sedapuhku Vabadussõjas osalenute nimede koondamisele. 2020. aasta jaanuaris alanud projekti eesmärk oli koondandmebaasi loomine Vabadussõjas osalenud sõdurite kohta, mis seni puudus. Kuigi projekt on jõudnud kesta vaid loetud kuud, koondab vabatahtlike loodud andmebaas juba ligi 60 000 isikukirjet ning seda saab edaspidi kasutada nii sõjaajaloo uurimisel kui ka perekonnalooga tegelemisel. •

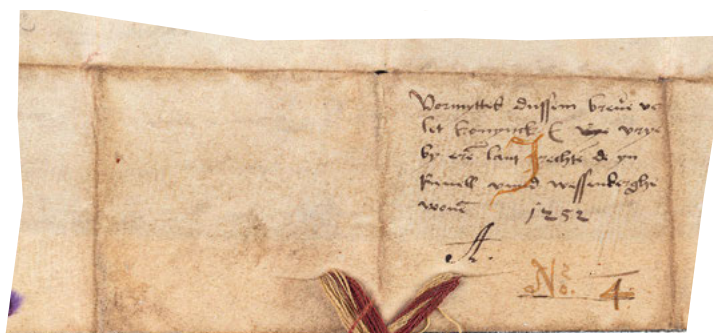
TERE
TULEMAST!

Ootame vabatahtlike abi
19. sajandi kohtulugude
sisestamisel -
avasta ja kirjuta!

www.ra.ee/vallakohtud



Rahvusarhiivi vanimat ürikut, mis pärineb 1240. aastast, ehib vahapitser, mille esiküljel on kuninga kujutis ja tagaküljel kolm leopardset lõvi



Eesti riigivapi kolm leopardi jõudsid motiivina Eestisse 13. sajandil koos Taani kuningavõimuga. Rahvusarhiivis säilitatakse selle motiivi vanimat Eestis hoitavat kujutist aastast 1252

RAHVUSARHIIVI VANIM ARHIVAAL: TAANI VAPIST EESTI VAPINI

Rahvusarhiivi vanim arhivaal kannab daatumit 24. juuli 1240. Sel päeval allkirjastas Taani kuningas Erik IV maksuteatise Harju-Viru ja Järva vasallidele, korrates selles oma isa kehtestatud kohustust maksta kümnist ehk loovutada riigile kümnendik vasallide sissetulekust.

Kõnealune kiri on formaadilt pisike, mahtudes vaid kümnekonnale reale, koostatud ladina keeles, vormistatud toonase kombe kohaselt pärgamendile ja kinnitatud vahapitseriga. Pitseri ühel küljel on kuninga, teisel kolme leopardse lõvi kujutis. Tegemist on ühtlasi vanima Eestis säilitatava dokumendiga, mis on seotud Taaniga.*

Rahvusarhiivi vanimat arhivaali tasub käsitleda aga tihedas seoses vanusel järgmise, 30. septembril 1252 Taani kuninga Christoffer I antud ürikuga Harju-Viru läänivalduste pärilikuks kinnitamise kohta. Seegi kiri on pärgamendil ja kinnitatud vahapitseriga, mille ühel küljel on kolme leopardi kujutis. Kahe dokumendi sisust olulisemgi võib olla nende seos Eesti riigivapi kujunemislooga.

Kaasaegsel Taani riigivapil on kujutatud kolme kroonitud sinist leopardset lõvi kullast kilbil, ümbritsetud südametega (algse tähenduses vesiroosilehtedega). Heraldiliselt on leopardne lõvi sammuv ja peaga profiilise ehk otsesuunas vaatav, leopard aga sammuv ja näoga vaataja poole ehk otsavaatav lõvi. Valdemar II ja Erik IV vapil olid leopardsed lõvid, alates Christoffer I valitsemisajast kuni 15. sajandini kujutati Taani vapil leoparde ja seejärel, kuni tänapäevani, ehivad vappi taas leopardsed lõvid.

Eesti riigivapil on kuldsele kilbil kolm sinist leopardi – motiiv, mis pärineb Taani kuninglikult vapilt. Esmakordselt jõudis see sümbol Eesti aladele koos Taani kuningavõimuga 13. sajandi algul. 13. sajandist alates on sarnast kolme lõvi kujutist kasutanud oma pitsatil Tallinna raad. On arvatud, et sellega soovis raad meenutada 1248. aastal Taani kuningalt saadud Lübecki linnaõigust. Otseseid andmeid, et Taani kuningas oleks Tallinna linnale vapi kinkinud, ei ole.

1584. aastast esitati kolme leopardsel lõviga vappi Eestimaa hertsogkonna sümbolina. Sarnase motiiviga vapipilt kujunes ka Tallinna suureks vapiks. Seevastu Tallinna väiksel vapil on kujutatud Dannebroggi risti motiivi – valget risti punasel väljal. 17. sajandist kasutati seda ka Eestimaa kubermangu vapina, ametlikult kinnitati see 1856. aastal.

Eesti vabariigi II riigikogu kinnitas kolm leopardi riigivapiks 19. juunil 1925. aastal. Kolme leopardiga vapp võeti uuesti kasutusele 7. augustil 1990. Kehtiv riigivapiseadus, kus heraldilisi leoparde kirjeldatakse sammuvate ja otsavaatavate lõvidena, kuulutati välja 6. aprillil 1993. aastal. Saame öelda, et Eestis hoitav riigivapi motiivi vanim kujutis asub rahvusarhiivis, jäädvustatuna just eeltoodud 1252. aasta üriku vahapitserile kolme sammuva leopardina.

* Vanim Eestis hoitav arhivaal, mis pärineb aastast 1237, asub Tallinna linnaarhiivi kogudes ning käsitleb Saksa-Rooma keisri Friedrich II määruse väljakuulutamist kirikule annetamise õiguse kohta Tallinnas.

Ülevaade tugineb 13. juunil 2019 rahvusraamatukogus avatud näituse „Dannebrog 800 – Taani lugu Eestis“ tekstile, autor rahvusarhiivi arhivaar Liina Püttsepp.

OOTAMATU ARHIVAAL: SINIMUSTVALGE MÄSSUMEEL TÕRVAS

Rahvusarhiivi rikkalikes kogudes on huvitavaid arhivaale kuhjaga, harvem esineb päris ootamatuid jäädvustusi sõnas või pildis, veelgi harvem esemeid. Viimaseid võib asitõenditena kohata kohtutoimikutes, olgu sajandite tagusest ajast (näiteks muukraudad, kuulid, raha) või siis nõukogude perioodist.

Ühe näitena väärib esiletoomist kohtutoimik, mille lisakausta on hoolikalt volitud asetatud kolmest kangaviirust kokku õmmeldud umbes ühe meetri pikkune ja poole meetri laiune sinimustvalge lipp.

Lipule lisaks leidub kaustas õmblusmasina mustrijäljega riideribasid, traadist kinnituskonkse ja lühema saapapaela moodus nõorijuppe.

See ootamatu esemeline kollektsioon näitlikustab nõukogudeaegse kriminaaljuurdluse detailsust. Nimelt tõmmati Tõrva töörahva saadikute nõukogu täitevkomitee hoonelt 1962. aasta 30. aprilli



õösel vastu 1. maid alla ENSV lipp, mille asemele pandi lehvima kodus käepäraste vahenditega kokku õmmeldud sinimustvalge trikoloor. Täitevkomitee torni uksele kinnitati kahe knopkaga aga silt „Minceritud“.

KGB asus mõistagi asja hoolsalt uurima. Üles pildistati nii täitevkomitee hooned ja torn kui ka kõnealune kriminaalne lipp ja hoiatussilt. Juurdluse käigus kuulati üle hulgaliselt kohalikke inimesi. Kahtlused langesid nii mõnelegi Tõrva elanikule, ent kindlad tõendid puudusid. Selleks, et tööle lähemale jõuda, võeti õmblusmasina jäljendeid, mille tulemuseks parandati ära isegi üks rikkis õmblusmasin. Ent seegi ei toonud lahendust. Juurdluse käigus küll tuvastati, et lipu oli

õmmelnud inimene, kellel puudusid õmblusmasina kasutamise kogemused, kuid sellega asi piirdus. 31. detsembril 1964 otsustati kriminaalasi süüdlasi leidmata lõpetada.

Kui 2006. aasta juunis näidati lippu rahvusarhiivi algatusel Eesti televisiooni hommikuprogrammis, võttis arhiiviga ühendust härra, kes loole lahenduse tõi. Selgus, et ta oli olnud üks kolmest koolipoisist, kes idee omal ajal algatas ja ellu viis, saades nüüd 44-aastase vaheaja järel oma suureks üllatuseks näha lipu originaali ja teisi asitõendeid.

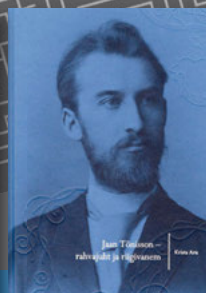
Kokkuvõtte põhineb Valdur Ohmanni 2006. aastal koostatud tekstil.



SISUKAT LUGEMIST RAHVUSARHIIVILT

- TEATMIKUD
- MONOGRAAFIAD
- ARTIKLIKOGUMIKUD
- ALLIKAPUBLIKATSIOONID

VARSTI
ILMUB



RAHVUSARHIIV
Nooruse 3, 50411 Tartu
publitseerimine@ra.ee

VEEBIPOOD: www.ra.ee/vau



100 AASTAT EESTI ARHIIVINDUST

- 1920 – arhiivikomisjoni esimene koosolek, millega määrati riikliku arhiivisüsteemi rajamine
- 1921 – tegutsema hakkasid kaks keskset arhiivi: Eesti riigi keskarhiiv Tartus ajalooliste dokumentide hoidjana ja riigiarhiiv Tallinnas tegutsevate asutuste dokumentide haldajana
- 1935 – Eesti esimene arhiiviseadus
- 1939 – Eesti arhivaaride ühingu asutamine
- 1940–1988 – endise arhiivikorralduse katkemine, arhiivide sovetiseerimine ja arhiiviainese salastamine
- 1988–1998 – arhiivide desovetiseerimine, üleminek kaasaegsele arhiivikorraldusele ja arhiiviainese avalikustamine
- 1998 – Eesti teine arhiiviseadus
- 1999 – rahvusarhiivi moodustamine endiste kesksete arhiivide baasil
- 2011 – Eesti kolmas arhiiviseadus
- 2017 – rahvusarhiivi peahoone Noora avamine Tartus

Digitaalne tulevik

Muidugi võib küsida, kas üha areneval digitehnoloogial pole arhiivile pakkuda tõhusamaid lahendusi kui töö- ja ajamahukas tekstide käsitsi ümbertoksimine? Muuseumites ja raamatuko-

gudes on juba astunud esimesi samme krattide ehk tehisintellektil põhinevate rakenduste kasutamiseks, mis teenivad muuhulgas kogude kättesaadavaks tegemise huve. Sarnane areng on toimumas arhiivimaailmas. Näi-

teks on paari viimase aastaga võimsalt arenenud käsikirjaliste tekstide automaatse tuvastamise tehnoloogia, mille parim esindaja on rahvusvahelises koostöös sündinud Transkribuse tarkvara (vt lähemalt www.transkribus.eu).

Katsetused on näidanud, et piisava hulga testmaterjali ettesöötmisel suudab arvuti iseseisvalt välja lugeda kõige keerulisemaid ajaloolisi tekstimas- siive, tehes seejuures vigu vaid mõne protsendi ulatuses. Mitmed arhiivid on jõudnud käsikirjalist tekstituvas- tust juba ka edukalt rakendada ning tulemusi avalikustada, kõige ulatusli- kumalt seni Soomes ja Hollandis. Ees- tis on tekstituvastust testitud 17. sajandi saksakeelsete supliikide ja 19. sajandi venekeelsete õigeusu meetrikaraa- matute peal, kuid need on alles esi- mesed ettevalmistavad sammud.

Pole kahtlust, et tegemist on revo- lutsioonilise leiutisega, mis viib arhiivikogude kasutamise täiesti uuele ta- semele. Nagu eri maade kasutaja- uuringud näitavad, peavad arhiivi-



Tartus asuvas rahvusarhiivi peahoones Noora saab tasuta tutvuda püsinäitusega "Keerdkäigud", mis kajastab Eesti riigi sünniperioodi aastail 1917–1920. Näitusel tutvustatakse arvukaid originaalallikaid, sh väljavõtteid sündmustele vahetult kaasa elanud Amalie Plankeni päevaraamatust ja selle ajastu kroonikakaadreid. Ühtlasi korraldatakse Nooras teematunde eri vanuses õpilastele, viiakse läbi ekskursioone kõigile soovijale ning huviliste kasutuses on 80 kohaga konverentsisaal

sõbrad juba ammu enesestmõistetavaks, et traditsioonilisest pabersäilikust on saanud veebis vabalt vaadatav pilt. Nüüd oodatakse arhiividelt üha enam, et pildifailimassiivide kõrvale astuksid sõnaotsinguga kaetud tekstid. Võib ennustada, et järgmisena soovivad kasutajad näha juba pikkade ja keerukate arhiivitekstide tõlkeid ja tõlgendusi, seoseid ning sisukokkuvõtteid. Need ja teisedki proovikivid jäävad aga juba rahvusarhiivi järgmisel aastajasasse.

Arhiiv teeb teadust, populariseerib ja õpetab

Eesti arhiivinduse traditsiooni on omariikluse algusaegadest peale kuulunud teadus- ja publitseerimistegemine, mis nõukogude ajal küll mõneti hääbus, kuid poliitiliste olude teisenedes 1980. aastate teisel poolel taas ellu äratati. Rahvusarhiivi loomisel sai teadus- ja publitseerimistööst üks asutuse põhitegevusvaldkondi. Paarikümne aasta jooksul on rahvusarhiiv publitseerinud 200 teadustrükist, sh nii monograafiaid, sarjana ilmuvaid

Katsetused on näidanud, et piisava hulga testmaterjali ettesõtmisel suudab arvuti iseseisvalt välja lugeda kõige keerulisemaid ajaloolisi tekstimassiive, tehes seejuures vigu vaid mõne protsendi ulatuses.

artiklikogumikke, allikapublikatsioone kui teatmikke. Hiljuti trükivalgust näinud teostest võib nimetada näiteks 2018. aastal ajaloolaste Toomas Karjahärmi ja Ago Pajuri koostatud monograafiat Konstantin Pätsist, 2019. aastal ilmunud Krista Aru käsitlust riigivanem Jaan Tõnissonist ning 2020. aasta alguses rahvusarhiivi toimetiste sarjas ilmunud Vabadussõjale pühendatud teemanumbrit. Lisaks annab rahvusarhiiv koostöös Eesti arhivaaride ühingu ja Tallinna linnaarhiiviga välja ajalookultuuri ajakirja Tuna, mille ilmunud numbrid on kättesaadavad ajakirja kodulehel (www.ra.ee/tuna).

Kirjasõnas kajastuva teadustöö kõrval korraldatakse arhiivis avalikke loenguid ja viiakse läbi arhiiviopet, seda nii Tartus 2017. aasta veebruaris avatud rahvusarhiivi uues peahoones kui Tallinnas asuvas arhiivihoonetes. Samuti on arhiivipedagoogi võimalik kutsuda esinema koolidesse ning arhiivi veebilehel www.ra.ee/arhiivikool on parkümmend õppepaketti, mida saab kasutada ajalootundides.

Tuult on viimastel aastatel tiibadesse saanud ka rahvusarhiivis hoitav Eesti filmipärand: 2017. aasta sügisest korraldatakse Tartus arhiivikino seansse, mis toovad kord kuus vaatajate ette rohkem ja vähem tuntud pärlid filmiarhiivi kogudest.

2020. aasta alguses hõlmavad rahvusarhiivi kogud ligi 10 miljonit uniikaalset arhivaali, olgu paberil või digitaalkujul, teksti, foto, maakaardi, heli

või filmina, kasutamiseks nii professionaalidele kui ka asjaarmastajatele üle kogu ilma. Kõik ajaloo huvilised on oodatud osa saama rahvusarhiivi rikkalikust ajaloo pärandist.

Autorid tänavad nõuannete ja abi eest head kolleegi akadeemik Tõnu Tannbergi.

Loe lisaks

Liiv, Otto; Övel, Richard 1930. Eesti riiklikust arhiivindusest. *Ajalooline Ajakiri* 1–2, 52–76.

Liiv, Otto 1936. Eesti arhiivinduse ajalooline areng. *Arhiivinduse käsiraamat II*, lk 7–30. Tartu.

Pillak, Peep 1991. Ajaloolise arhiivi asutamine ja Tartu ülikool. *Kleio* 3, 56–59. Tartu.

Kuusik, Endel 1999. Ajalooarhiivi ajaloo aastail 1939–1944. Arhiiv riigiasutuse Eesti ühiskonnas. Artiklid. *Eesti Ajalooarhiivi toimetised* 4/11, 119–152. Tartu.

Pirsko, Priit 1999. Arhiiv riigiasutuse Eesti ühiskonnas. Artiklid. *Eesti Ajalooarhiivi toimetised* 4/11, 7–29. Tartu.

Pirsko, Priit 2007. Eesti arhiivinduse sovetiseerimine 1940–1941. Eesti NSV aastatel 1940–1953. Sovetiseerimise mehhanismid ja tagajärjed Nõukogude Liidu ja Ida-Euroopa arengute kontekstis. Koostanud Tõnu Tannberg. *Eesti Ajalooarhiivi toimetised* 15/22, 106–152. Tartu.

Pirsko, Priit 2020. Eesti arhiivinduse arengufaasid. *Tuna* 1, 2–7.

Rahvusarhiivi tegevuse ülevaated 1999–2018, publitseerituna kahe aasta kaupa, asuvad rahvusarhiivi veebiaadressil www.ra.ee/rahvusarhiiv/dokumentid.

Birgit Kibal (1976) on rahvusarhiivi kommunikatsiooni- ja välissuhete juht. Lõpetas 1999. aastal Tartu ülikooli ajaloo osakonna (peaaine arhiivindus) ning on uurinud 1935. aasta arhiiviseadust ja juurdepääsupiiranguid arhivaalidele Euroopas ja Eestis 1990. aastatest kaasaegani.

Tõnis Türna (1981) on rahvusarhiivi Tartu kasutusosakonna juhataja. Lõpetas 2004. aastal Tartu ülikooli ajaloo osakonna arhiivinduse erialal. On osalenud arhiivi e-teenuste ja kasutuskeskkondade väljakujundamises ja arhiivikasutuse rahvusvahelistes koostööprojektides.

Kutsume Sind osalema Rahvusarhiivi 100. juubelile pühendatud loovkonkursil

Mina ja arhiiv

ootame esseid, joonistusi, postreid, videoid, koomikseid, fotoseeriaid, kuidas iganes see teema end Sinu jaoks kõige paremini avab!

kõik tööd on teretulnud!

Millega seostub arhiiv Sinule?

Parimatele preemia!!! (KUNI 300 EURO)

Lisainfo leiad: www.ra.ee/arhiivikool/loovkonkurss/

RAHVUSARHIIV 100

KUI AAFRIKA LÕUNATIPUS TEHTI TRANSVAALI: AJALOOLINE LÕUNA-AAFRIKA

Eesti õigekeelsussõnaraamatust leiab sõna *transvaal*, mille päritolu ja ajalooline tähendus on paljude eestlaste jaoks unustuse hõlma vajunud. Tegu on sõnaga, mida sobib eesti keeles kasutada siis, kui kusagil läheb mölluks või mürgeldamiseks. Nimelt kutsuti Transvaaliks üht Lõuna-Aafrikas asunud buuride vabariiki, mis pidas üle-eelmisel sajandivahetusel sõdu inglasega. Järgnevalt võtamegi vaatluse alla, kes olid buurid (tänapäeval afrikaanid), kuidas nad muutsid selle piirkonna ajalugu ning mis seob meid, eestimaalasi, LAV-i rahutu ajaloo.



WIKIPEDIA

1666. aastal alustati Hea Lootuse neemel suure kindluse ehitamisega esialgse väikese kindlustuse asemele. 13 aastat hiljem valminud hoone on tänapäeval Lõuna-Aafrika vanim säilinud koloniaalehitus. 1936. aastal kuulutati see rahvuslikuks monumentaalteoseks. Mõeldud oli kindlus eelkõige kaitseks Euroopa rivaalide võimalike rünnakute eest, ehkki ühtegi rünnakut sellele kunagi ei toimunudki. Teadaolevalt teenis juba kindluse rajamise aastatel seal kapralina ka üks Tallinnast pärit mees, keegi Ottho Ralingh, ning pea sajand hiljem jõudis sinna kompanii teenistuses olnud Narvast pärit Johannes Rauck

Teadaolevalt olid portugallased eesotsas maadeavastaja Bartolomeu Diazega esimesed eurooplased, kes Indiasse mereteed otsides jõudsid 1488. aastal Aafrika lõunatipuni. Ümber rahutu neeme seilanud Diaz otsustas ristida selle Tormide neemeks, mis hiljem,

Aasiasse viiva mereteed auks, Hea Lootuse neemeks ümber nimetati. Oma üllatuseks tuli meremeestel tõdeda, et “koerad hauguvad siin samamoodi nagu Portugaliski”. Sarnasus ei peitunud aga üksnes koertes. Ka Lõuna-Aafrika rannik tundus olevat kliimaatiliste

tingimuste poolest Lõuna-Euroopaga sarnane. Nii saigi tänapäeva Kaplinast Euroopa laevadele oluline peatuspaik, kus puhati pikast teekonnast ja koguti järelejäänud laevareisiks varusid.



Bartolomeu Diaze kuju Lõuna-Aafrika vabariigi saatkonna fassaadil Londonis

Liha osteti piirkonna põliselanikelt, karjakasvatajatest khoikhoideelt, kes kippusid osavate müügimeestena eurooplaste ärima oma karja vanemaid ja haigemaid loomi. Kui eurooplaste nõudlus kauba järele kasvas pakkumise suuremaks, hakkasid meremehed otsima toidumoonu varumiseks teisi, usaldusväärsemaid ja odavamaid võimalusi. Üks selliseid oli püüasunduse loomine selles „kaugeimas“ maailmanurgas, mis sai teoks siiski alles 17. sajandil – ajal, mil portugallaste ülevõim meredel oli hääbunud ning suurimateks mere- ja kaubandusriikideks olid tõusnud Inglismaa ja Holland, kelle laevad piirkonda ka järjest sagedamini külastasid.

Kapi koloonia kujunemine

Esimesele eurooplaste kolooniale Lõuna-Aafrikas panid 1652. aastal aluse Tahvilahes (ingl k Table Bay) maabunud Hollandi Ida-India kompanii laeva 80 hollandlasest asukat. 1657. aastal otsustas kolooniat juhtinud komandör Jan van Riebeeck vabastada mõned kompanii teenistujad varasematest lepingukohustustest, et nad saaksid edaspidi tegutseda talupoegadena. Nõnda-

nimetatud buuride (hollandi keeles *boer* 'talupoeg') ülesanne oli varustada kompaniid põllumajandussaadustega. Vaevalt jõuti asundus luua, kui juba algasid esimesed kokkupõrked põliselanikega, seda peamiselt kohalike karjamaade pärast, mida valged asunikud aegamööda hõivasid. Kuna põlisrahva (khoikhoide) kasutamine põllutööl esialgu suuresti nurjus, hakati tööjõuna sisse vedama orje.

Koloonia elanikkond kasvas järgnevat aastakümneil kiiresti, mille taga polnud sedavõrd sisseränne, kuivõrd erakordselt suur sündimus kolonistide hulgas. Kuna esimeste Kapi kolonistide seas oli naisi vähe, lubati asunikel abielluda khoikhoi naistega. See oli lühikesee perioodi vältel üsna levinud tava – juba paarikümne aasta pärast abielu põliselanikega keelati.

Aegamööda hakkas Lõuna-Aafrika valge kogukond aga lõhenema kaheks: ühelt poolt Kaplinna ametnikud, rikkad suurmaaomanikud ja ärimehed, teisalt riigi sisealadel paigast paika rändavad spartalikes tingimustes elavad asunistest karjakasvatajad, kes sarnanesid oma eluviisilt paljuski põliselanikega.

17. sajandi lõpuks khoikhoide sõjaline vastupanu valgetele asunikele rauges, lisaks surid paljud neist 18. sajandi esimesel poolel puhkenud epideemia ajal rüugetesse. Eurooplaste arv Aafrika lõunatipus kasvas aga jõudsalt. Uute maade otsinguil rändasid kolonistid piki rannikut järjest kaugemale itta, sest rannikualad olid sisemaast viljakamad. 18. sajandi lõpuks jõuti Kaplinnast juba 360 kilomeetri kaugusele Kalajõeni. Seal takistasid buuride rännakut bantude hulka kuuluvad koosad (ingl k *xhosa*), kes tegelesid nii nagu khoikhoideki karjakasvatusega.

Aegamööda hakkas Lõuna-Aafrika valge kogukond lõhenema kaheks: ühelt poolt Kaplinna ametnikud, rikkad suurmaaomanikud ja ärimehed, teisalt riigi sisealadel paigast paika rändavad spartalikes tingimustes elavad asunistest karjakasvatajad, kes sarnanesid oma eluviisilt paljuski põliselanikega.



KARIN VESKI

Rahvarõivastes koos



KARIN VESKI

Suulu poiss

Erinev arusaam omandiõigusest (koosad pidasid buuride vabalt ringi liikuvaid kariloomi endi omaks) ja võitlus karjamaade pärast viisid peagi sõjani. Kokku pidasid koosad järgnenud saja aasta jooksul (1779–1879) esmalt buuride ja seejärel inglaste vastu üheksa nn kahvri sõda ja said lõpptulemusena neis lüüa. Eriti traagiliseks kujunes koosadele 1857. aasta, mil noorukese naisprohveti Nongqawuse nõudmisel hävitati ligikaudu 400 000 karilooma ja suur osa teraviljast. Seda lootuses, et ohverdus meeldib esivanemate hingedele, kelle õnnistusel õnnestub eurooplased maalt välja kihutada. Tulemuseks oli hoopis nälg, mille tagajärjel suri ligi 40 000 koosat. Paljud piirkonnad jäid inimtühjaks, mis lihtsustas maade minekut valge kogukonna kätte.

Suurbritannia sissetung

Kahvri sõdade tulemusena laienes Kapi koloonia territoorium märkimisväärselt, sirutudes järjest enam ida poole. Buurid elasid üsna sõltumatult kuni 19. sajandi alguseni, mil nendegi ellu saabusid dramaatilised muutused. 1799. aastal likvideeriti majandusraskustesse sattunud Hollandi Ida-India kompanii. Lisaks komplitseerus poliitiline olukord Euroopas – Prantsusmaa sõjavägi tungis Prantsuse revolutsiooni keerises Hollandisse, kus kuulutati 1795. aastal välja Bataavia vabariik.

Samal aastal kuulutasid vabariigi välja ka buurid. Buuride esimese vabariigi eluiga jäi üürrikeks, sest Prantsuse vägede sissetungi kartuses palus toona veel tegutsenud kompanii oma valdustele kaitset Suurbritannialt. Britide ülemvõimu alla kuulus koloonia kuni 1802. aastani, mil see läks mõneks aastaks Bataavia vabariigi koosseisu, ning uuesti alates 1806. aastast, mil inglased ala okupeerisid. Lõuna-Aafrika sisepiirkondades elanud buurid, kes polnud kunagi olnud Hollandi võimude tegevusest ja kehtestatud kontrollist erilises vaimustuses, suhtusid veelgi suurema vaenulikkusega Suurbritannia kehtestatud ülemvõimu.

Buuri vabariikide teke

Brittide saabumine Lõuna-Aafrikasse stimuleeris kohalikku majandust, samas kaasnes sellega inglise keele ja seaduste domineerimine. 1820. aastatel hakkas Inglise kogukond piirkonnas kiiresti kasvama ning brittide eelistamine maade jagamisel pinges-

1870. aastate lõpuks oli Suurbritannia allutanud oma kontrollile kõik Lõuna-Aafrika suuremad põlisrahvad, jäänud olid vaid buuride vabariigid.

tas nende suhteid buuridega. Lõhet kahe kogukonna vahel suurendas veelgi orjapidamise keelustamine Briti impeeriumis 1833. aastal, mis ohustas otseselt buuri talupoegade majandus- huve. Osa buure, kellele Suurbritannia poliitika Kapimaal oli muutunud vastumeelseks, otsustas koloonia aladelt lahkuda. Alguse sai suur rännak (afrikaani k *Groot Trek* 'suur ümberasumine') ehk buuride massiline ränne Lõuna-Aafrika sisealadele. Ehkki britid üritasid buuride ümberasumist igati takistada – ümberasujatele keelati müüa püssirohtu ja muid kaupu – ei seganud see tuhandeid perekondi härjavankritele asumast, et alustada mitme kuu pikkust rännakut.

Buuridest ümberasujad ehk *voortrekker*'id liikusid peamiselt kahes suunas: Oranje jõest põhja poole Highveldi mägismaale, kus saavutati võit Vaali jõe orus elanud ndebele rahva üle, ning itta Tugela jõe suunas Natalisse, kus oldi edukad sõjas suulude (Zulu) kuningriigiga. Natalist tuli buuridel inglaste survele siiski Vaali jõe piirkonda ümber kolida. 1860. aastal ühinesid Vaali jõest põhja poole tekkinud buuri väikeriigid Lõuna-Aafrika vabariigiks, mida inglased kutsusid Transvaaliks – sama nime all tunti riiki ka mujal Euroopas ja sealhulgas Eestis. Lõuna-Aafrika vabariigist lõuna poole jäänud buuri väikeriikidest kujunes aga Oranje vabariik. Paraku oli buuri vabariikidele rahulikuks arenguks antud vaid parkümmend aastat.

Buuri sõjad

1870. aastate lõpuks oli Suurbritannia allutanud oma kontrollile kõik Lõuna-Aafrika suuremad põlisrahvad, jäänud olid vaid buuride vabariigid. Inglise surve buuri riikidele tugevnes sedamööda, kuidas Lõuna-Aafrika sisemaal avastati 19. sajandi teisel poolel rikkalikud teemandimaardlad ja kullaleiukohad.

Kahe valge kogukonna vastasseis tipnes sõdadega, millest sai otsustavaks 11. oktoobril 1899. aastal alanud



WIKIPEDIA

Eestimaalane Karl von Rennenkampf oli üks neid väheseid arste, kes jäi buuridega sõja lõpuni.

Pretoria ärimehel George Jesse Heysile kuulunud Melrose House, kus asus sõja ajal Briti vägede peakorter ning kus sõlmiti 1902. aastal sõja lõpetanud Vereenigingi rahuleping

teine Inglise-Buuri sõda (1899–1902). Buurid ise kutsuvad seda iseseisvussõjaks, inglased buuri sõjaks ja tänapäeva ajaloolased Lõuna-Aafrika sõjaks. Inglise suurele sõjalisele ülekaalule vaatamata suutsid buurid kaitsta oma riike kaks ja pool aastat. Lõplik kaotus saabus alles pärast seda, kui inglased hävitasid põletatud maa taktikat kasutades ligikaudu 30 000 buuri talu ning rajasid kontsentratsioonilaagrid, milles suri haigustesse ja nälga ligemale 28 000 buuri naist ja last.

Sõja lõpetas 31. mail 1902. aastal Pretorias alla kirjutatud Vereenigingi rahuleping. Buuri riigid kaotasid sõltumatus. Ometi ei kujutanud keegi tolal ette, et juba 1910. aastal sünnib Lõuna-Aafrika Liit, mis baseerub kahe üsna erimeelse valge kogukonna vahelisel poliitilisel liidul ning mis omakorda, läbi erinevate ajaloo keerdkäikude, viib Lõuna-Aafrika multietnilise kogukonna lõpliku lõhenemiseni – aparteidirežiimi.

Eestimaalased buuri sõjas

Mitmed Eesti ajaloolased on rõhutanud, et buuride vabadusvõitlus avaldas olulist mõju eestlaste rahvuslikule

enesetunnetusele ja iseseisvuspüüdlustele. Tõepoolest, teine Inglise-Buuri sõda oli toonases eestikeelses trüki-sõnas üks enimkäsitletud poliitilisi sündmusi. Teavet sealsete sündmuste kohta tulvas lühisõnumitena pea kõigist eesti ajalehtedest. Lisaks ilmus sõjaromaane ning kohapeal viibinute või otseselt sõjategevuses osalenute mälestusi, sealhulgas eestimaalaste muljeid nii sõjasündmuste kui ka buuride elu-olu kohta. Autorid olid peamiselt baltisaksa päritolu eestimaalased, kes osalesid sõjas vabatahtlikena (osa arstidena).


Inglise-Buuri sõjas võitles buuride pooltel ligikaudu 2600 välismaalast, seda nii erinevates vabatahtlike korpustes kui ka buuride komandodes. Toimunu vaikivad tunnistajad on arvu- kad hauad ja monumendid. Näiteks

Mitmed Eesti ajaloolased on rõhutanud, et buuride vabadusvõitlus avaldas olulist mõju eestlaste rahvuslikule enesetunnetusele ja iseseisvuspüüdlustele.

võib Magersfonteini lahingupaigas leida mälestusmärgi langenud skandinaavlastele. Buure toetasid ka Holland, Saksamaa, Prantsusmaa, Itaalia, Venemaa ja Iirimaa. Väidetavalt lõi hilisem Iirimaa vabariiklik armee (IRA) oma geriljataktila just buuri ründesalkade eeskujul. Briti impeerium sai omakorda toetust ja sõjalist abi Austraaliast, Uus-Meremaalt ja Kanadast.

Ajaloolane Tanel Rütman on suutnud kindlaks teha, et buuride pooltel sõdinud üheteistkümne teadaolevalt Eestiga seotud isiku seas (ilmselt oli neid siiski rohkem) oli ka üks eestlane: Ambla kihelkonnast Uudekülast pärit endine meremees Kustas Uudeberg. Ülejäänutest olid kuus Tartu ülikooli arstiteaduskonna kasvandikud. Silmapaistvaimaks võib neist pidada Venemaa-Hollandi välilaatsareti koosseisus osalenud baltisakslasest arsti, Läänemaalt Suure-Rõude mõisast pärit Karl von Rennenkampfi, kes oli Lõuna-Aafrikasse jõudes kõigest 29-aastane. Kolleegid on rõhutanud tema vaprust ja kinnitanud, et ta käinud sageli ka ise sõjaväljalt haavatuid ära toomas. Sõjas osalenud vene meditsiiniõde Sofia Izedino- va on kirjeldanud, kuidas Rennenkampf näitas aafriklaste suhtes üles suurt hoolivust ja ravis valgetele mõeldud hospitalis ka mustanahalisi patsiente, mida poleks kohaliku kombe kohaselt tegelikult tohtinud teha. Rennenkampfi kindlameelne töö sõjaarstina leidis tunnustust ka buuride liidritelt. 16. detsembril 1901 kirjutas Transvaali kindral Koos De la Rey president Paul Krugerile: „Praeguseks on meid maha jätnud pea kõik arstid. Kogu minu alluvuses olevale territooriumile on jäänud vaid üks arst – Rennenkampf, venelane, kes on meile lõpmatult ustav ja palju meie heaks teinud“.

Peale Buuri sõja lõppemist jõudis vapper arst osaleda ka Vene-Jaapani sõjas, esimeses maailmasõjas ja Eesti vabadussõjas. •

 **Karin Veski**, Tartu ülikooli uusima aja lektor



JOOGIVEE KVALITEET PROBLEEMID JA LAHENDUSED

Joogivee kvaliteedi tähtsust tervisele on võimatu üle hinnata. Veeta pole elu võimalik, kuid samal ajal võib vesi kanda edasi erinevaid raskeid haigusi. Üks esimesi hoiatavaid näiteid vee kaudu levinud nakkusest oli 1831. aastal Londonis puhkenud kooleraepideemia, mis nõudis 4000–7000 ohvrit. Samal viisil on maailmas surma toonud ka näiteks tüüfus, düsenteeria, kollapalavik, hepatiit A ja giardioos.

Kõige levinum veega edasikanduv haigus on tänapäeval äge kõhulahtisus ehk diarröa. Diarröajuhtumeid on maailmas igal aastal ligi 4,6 miljardit, millest umbes 1,6 miljonit lõpeb surmaga. Erinevad joogivees sisalduvad keemilised ained võivad samas põhjustada aeglasemalt kulgevaid kroonilisi haigusi – vähki, südame- ja veresoonkonna haigusi, närvihaigusi, endokriinseid häireid, geneetilisi haigusi jt.

Vaatamata sellele, et viimastel aastakümnetel on rahuldava või hea kvaliteediga joogivee kättesaadavus maailmas veidi paranenud, on probleem siiani kriitiline. Maailma terviseorganisatsiooni (WHO) andmetel puudub kümnendikul inimkonnast siiani juurdepääs puhtale joogiveele. Ühinenud rahvaste organisatsiooni säästva arengu programmi eesmärk on lahendada see probleem hiljemalt 2030. aastaks.

Vees lahustuvate tervistkahjustavate ainete nimekiri on üsna pikk. Loetellu kuuluvad suuremates kontsentratsioonides nii loodusveele iseloomulikud tuntud elemendid ja ühendid (raud, mangaan, CO₂, H₂S, radoon, raadium, sulfiidid, sulfaadid, arseen, kloriidid, kaltsium, magneesium, boor, baarium, fluoriidid, jood jt) kui ka vee saastumisel sinna sattunud ohtlikud keemilised ained (raskmetallid, trihalometaanid (THM), dioksiinid, fenoolid, naftasaadused, polüklooritud bifenuülid (PCB), metüültert-butüüleeter (MTBE), polüaromaatsed süsivesinikud (PAH), pindaktiivsed ained, pestitsiidid, ravimijäägid jt).

Supermürkidest bakteriteni

Dioksiine nimetatakse ka supermürkideks, kuna nad on ohtlikud juba väga väikestes kontsentratsioonides (ng/l) ning seejuures ka väga püsivad. Dioksiinide poolestusaeg on organismis

Joogivee direktiiv annab vees lahustunud ainete sisaldusele maksimaalsed lubatavad väärtused, mida ei tohi ületada, aga ei ütle, kui palju mingit keemilist ainet peaks inimese tervise seisukohalt vees olema.

7–11 aastat. Dioksiinid said üldtuntuks aastatel 1965–1971 kui taimelehtede enneaegset varisemist põhjustava taimemürgi *Agent Orange*'i lisand, mida ameeriklased kasutasid Vietnami sõjas.

Juba mainitud kõige tuntumatele loodusvees lahustuvatele lisanditele on puhastustehnoloogia varasemast olemas, kuid tänapäeval täiustatakse seda pidevalt. Lühidalt kirjeldatuna kasutatakse selles tehnoloogias oksüdatsiooni, väljasadestamise, filtrimise ja aeratsiooni protsesse. Pinnavees sageli hõljuvat planktonit eraldatakse peamiselt mikrofiltrimise või surveflotatsiooni abil.

Euroopa Liidus (EL) lülitati 2001. aastal ohtlike ainete nimekirja 33 kõige olulisemat toksilist keemilist ainet, mille sisaldust tuleb jälgida juba veekogudes. Nendele ainetele on kehtestatud piirnormid. Maailma terviseorganisatsiooni, EL-i, USA ja Venemaa piirnormid on küll üksteisest mõnevõrra erinevad, kuid ühtmoodi hinnatakse nendega kemikaalide terviseriske n-õ ühekaupa, arvestamata ainete võimalikku koosmõju ehk sünergiaat. Seda pole siiani lähemalt uuritud.

Loomulikult ei tohi vee terviseriskide hindamisel unustada ka baktereid, viirusi, algloomi ja parasiite, mis võivad joogivette sattuda juhul, kui toorvee oksüdatsioon või desinfitseerimine pole olnud piisav. Tõsiseid haigus-

riske põhjustavad näiteks kolibakter *Escherichia coli*, kooleravibrioon *Vibrio cholerae*, jersinioosi tekitav *Yersinia enterocolitica*, kampülobakter *Campylobacter jejuni*, legionellatekitaja *Legionella pneumophila*, mitmed viirused, nagu hepatiit A ja E, polio- ja rotaviirus, ning parasiidid *Cryptosporidium parvum* ja *Giardia lamblia*. Viimased satuvad veekogudesse inimeste ja metsloomade väljaheidetega ning kutsuvad sageli esile eluohtlikku kõhulahtisust ja palavikku. Nad on üsna resistentsed tavaliselt vee desinfitseerimiseks kasutatava kloori suhtes.

Kokkuvõttes peab joogivesi EL-i riikides vastama kõigi näitajate poolest joogivee direktiivi nõuetele. Kui joogivesi vastab kehtestatud normidele, siis kas see on tervist tugevdav või lihtsalt tervisele kahjutu? Sellele küsimusele on päris keeruline vastata, sest joogivee direktiiv annab vees lahustunud ainete sisaldusele maksimaalsed lubatavad väärtused, mida ei tohi ületada, aga ei ütle, kui palju mingit keemilist ainet peaks inimese tervise seisukohalt vees olema. Võtame näiteks katioonide kaltsiumi- ja magneesiumisisalduse. Mõlemad elemendid puuduvad joogivee direktiivi nimekirjast üldse. Samas on teada, et kui joogives on vähe kaltsiumi, mõjub see halvasti luustikule ja lihastele. Vähenen magneesiumisisaldus soodustab aga südamehaiguste teket. Mitmes maailma riigis tehtud uuringute järgi peaks joogivesis kaltsiumi olema 40–50 mg/l ja magneesiumi 20–30 mg/l.

Osoon asendab kantserogeene tekitava kloori kasutamise

Tööstuse ja põllumajanduse tormiline areng ning rahvastiku kasv on põhjustanud joogiveeallikate keemilise ja bakteriaalse saastumise. Seetõttu tuleb loodusvee desinfitseerimisel kasutada üha suuremas koguses eelkloori, mis on omakorda viinud kantserogeensete kõrvalproduktide, trihalometaanide (kloroformi, bromoformi, dibromoklorometaani, diklorobromometaani) tekkeni. Need ühendid tuvatati loodusvee kloorimisel esmakordselt 1974. aastal peaaegu üheaegselt Rootsis ja USA-s.

Loodusvee puhastusastme tõstmiseks hakati pärast eelkloorimist helvestusainetena (mis koonduvad vees leiduvate osakeste ümber, muutes need suuremaks ja raskemaks, et neid saaks seejärel kergemini veest kätte)

vette lisama alumiiniumi ja raua soolasid ning polüakrüülamidi. Seejärel vesi selitati ehk eraldati sellest setitamisega heljum ning filtreeriti lõpuks läbi antratsiit-liivafiltri. Bakteritevaba joogivee tagamiseks tarbija kraanis lisati puhastatud vette veel järelkloori. Kirjeldatud klassikalise tehnoloogiaga on pinnaveest joogivett toodetud peaaegu kõikjal maailmas.

Mitmetes riikides hakati aja jooksul selles tehnoloogias mürgiste trihalometaanide tekke vältimiseks eel- ja järelkloori asemel kasutama osooni või klooridioksiidi. Viimased on kloorist palju tugevamad oksüdeerijad ning ei moodusta trihalometaane.

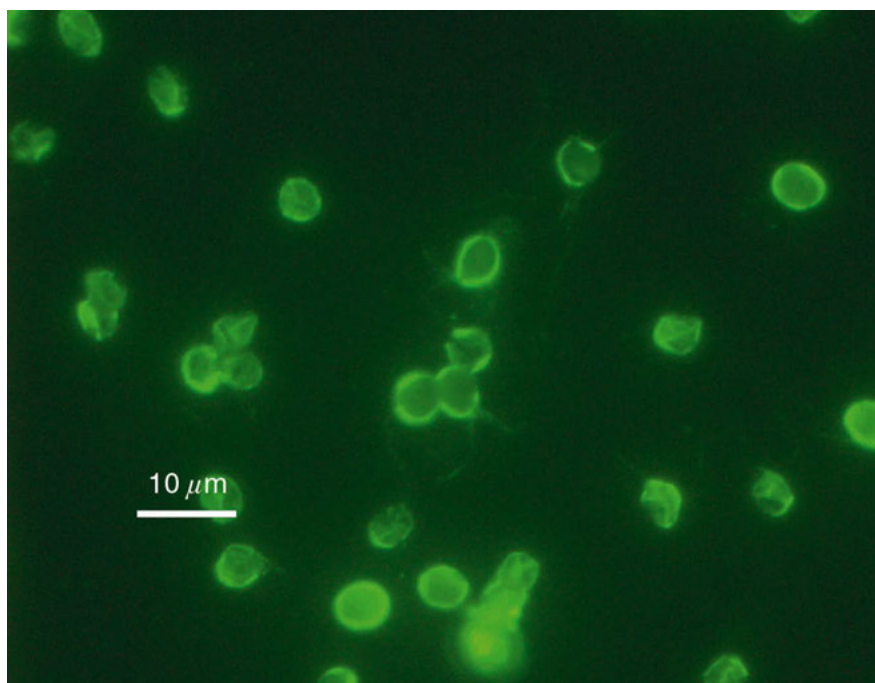
Osooni (O₃) kui tundmatu teraväljalõhnalise gaasi avastas 1785. aastal juhuslikult hollandi keemik Martin van Marum, juhtides elektrivoolu läbi hapniku. Osooniks (ozo on kreeka keeles 'lõhnav') hakkas seda esimesena kutsuma Bernis töötanud saksa keemik Christian Schönbein.

Tänapäeval toodetakse osooni tavaliselt kõrgepinge-elektroväljas vaikselt sädelahenduse ehk nn koroonalahenduse toimel torukimp-tüüpi osonaatorites. Need koosnevad sadadest toruelementidest, mille keskel on dielektriku kihiga kaetud vardakujuline laadiv elektrood ja seda ümbritseb silindrikujuline maandatud elektrood. Nendevahelisest pilust juhatakse läbi

kuivatatud õhu või puhta hapniku vool. Suur osa rakendatud elektrienergiast muundub osooni tootmisel soojuseks ning selleks, et temperatuuri tõus ei põhjustaks osooni tagasilagunemist hapnikuks, tuleb osoonigeneraatoreid külma vee või õhuga jahutada.

Marius Paul Otto alustas 1889. aastal Pariisis esimesena tööstuslike osoonigeneraatorite tootmist. Siis algas ka intensiivne rahvusvaheline uurimistöö esmalt joogivee, hiljem ka reovee osoonimise alal. Euroopas hakati osoonimisega algul joogivett puhastama, USA-s rakendati seda võimalust kohe reoveepuhastuses. Esimesed tööstuslikud joogivee osoonimise jaamad ehitati 1896. aastal Saksamaal Wiesbaden ja Paderbornis. Neile järgnesid veejaamad Prantsusmaal, Hollandis jm. Vähetuntud on fakt, et 1. jaanuaril 1911 lasti Venemaal Peterburis käiku tolle aja suurim ja moodsaim osooniga

Osoon lagundab mikrofiltri läbinud planktonirakke, lahustunud orgaanilisi ja anorgaanilisi aineid, hävitab ainuraksed bakterid ja viirused ning annab veele ilusa sinaka värvuse, värsket maitset ja lõhna.



Joogivette sattudes võivad *Cryptosporidium parvum*'i bakterid põhjustada inimesele eluohtlikku kõhulahtisust ja palavikku

WIKIPEDIA

TALLINNAS OLID OSOONIHIRMUL SUURED SILMAD

Suurt osa Tallinnast töödeldud pinna-veega varustav Ülemiste veepuhastusjaam alustas tööd 1927. aastal. Jaama ehitas Ülemiste järve äärde Inglise firma W. Patterson Engineering Co ning valmides andis see linnale ööpäevas kuni 24 000 m³ filtritud ja klooritud joogivett. Pärast mitmeid ümberehitusi 1960. ja 1970. aastatel suurenes jaama tootlikkus peaaegu 170 000 m³-ni ööpäevas. Jaama veepuhastustehnoloogia koosnes siis järgmistest etappidest: esmalt läbis toorvesi mikrofiltrimise ja eelkloorimise, järgnevalt lisati veele helvestusaineid (koagulatsioon/flokulatsioon), siis vesi selitati (vees olev heljum setitati välja) ning puhastusprotsess lõppes käideldud vee filtrimise ja järelkloorimisega.

Eelkloorimine asendati Tallinna veepuhastusjaamas eelsoonimisega 1997. aasta novembris. See õnnestus Tallinna tehnikaülikooli keemiatehnika instituudis toimunud pikaajalise uurimistöö (osalised Enno Siirde, Maie Raukas, Hilja Loorits, Rein Munter, Helgi Veskimäe, Silvi Külmi) ja samaaegselt ka avalikkuses osooni kasutamist toetava aktiivse selgitustöö tulemusena. Tallinna osooniprojekti teostumisel oli määrava tähtsusega ka kauaaegse veepuhastusjaama juhi Johannes Suti toetus.

Laboratoorses ja pilootkatsetes tehti kindlaks osooni mõju vee orgaani-

ka ja planktoni sisaldusele, bakteritele, viirustele, vee värvusele, maitsele ja lõhnale ning määrati osoonimisel kasutatavad sobivad osooniannused olenevalt aastaajast. Kontrollida tuli ka toorvee osoonimisel tekkida võiva kantserogeense bromaatiooni kontsentratsioon. Kuna Ülemiste järve vees on bromiidi väga vähe, siis oli ka leitud bromaatiooni kontsentratsioon (3–4 mg/l) märgatavalt alla tollase piirnõrmi (25 mg/l).

Veepuhastusjaama kaks osoonigeneraatorit (kumbki tootlikkusega 50 kgO₃/h) osteti Prantsuse firmalt Trailigaz. Trailigaz projekteeris jaama ka vee ja osooni segamise mullbasseini. Jaama keskmine ööpäevane joogivee tootlikkus on nüüd 60 000 m³.

Vee osoonimine kui Eesti jaoks uudne meetod tekitas siin 1970.–1980. aastatel suuri kahtlusi ja vastuseisu mitte ainult ametnike, vaid ka paljude veeala asjatundjate seas. Ajakirjanduses ilmus ridamisi artikleid, milles väideti, et Ülemiste järve vesi pole osoonimiseks sobiv, et osoon hakkab linna veetorustikku lagundama ning et see on kloorist palju mürgisem ja ka kallim reagent jne.

Osoonimise majanduslikud vastuväited lükkas arvutustega ümber Heino Levald, kes näitas, et osooni tootmiseks ja veega segamiseks kulutatud energia maksumuse kompenseerivad eel- ja järelkloori ning ka koagulandi ehk Al₂(SO₄)₃ kokkuhoid. Ülejäänud põh-

jendamata süüdistuste ümberlukkamise ja osooni kasutamise kaitsmisega tuli 1980. aastatel palju vaeva näha Enno Siirdel ja Rein Munteril.

Enne osoonimisega alustamist tarbisid Tallinna elanikud joogivett, millega kaasnes risk haigestuda maovähki. Eelkloori kasutamisel ulatus kantserogeensete trihalometaanide sisaldus joogivees sageli 400–500 µg/l-ni, ületades lubatud piirnõrmi (100 µg/l) 4–5 korda. Pärast osoonitsehhi käikulaskmist trihalometaan enam joogiveest ei leitud ning sellega viidi Tallinna joogivesi täielikult vastavusse Euroopa Liidu joogiveenõuetega.

Tallinna eeskujul hakkas 2015. aastal eelkloori asemel osoonimist kasutama ka Narva veepuhastusjaam (tootlikkus 20 000 m³ ööpäevas). Seal toodetakse joogivett Narva jõe veest, mis läbib järgmise tehnoloogilise tsükli: esmalt läbib jõevesi flotatsiooni ja filtrimise, siis osoonimise ja aktiivsõega filtrimise ning lõpuks desinfitseeritakse vett UV-kiirguse ja järelkloorimisega. Flotatsioon on toorvee eelpuhastusprotsess, mille käigus kantakse õhu mikromullide abil pinnale vees hõljuvad osakesed (näiteks plankton). Mikromulle tekitatakse surve all õhuga küllastatud vee järsul drosseldamisel (rõhu langetamisel). Seda toorvee eeltötluse meetodit on katsetatud ka Tallinna veepuhastusjaamas. •



Osooni tootmiseks mõeldud õhu ettevalmistusseadmed Tallinna veepuhastusjaamas

SCANPIX



WIKIPEDIA

Puhas joogivesi on tänapäeval kümnendikule inimkonnast kättesaamatu. Näiteks Tansaania Meatu piirkonna elanikud saavad tarbevett enamasti kuivanud jõgede põhja kaevatud lahtistest aukudest. Saastumise tõttu on selline vesi väga terviseohtlik

töötav veepuhustusjaam, mis tootis Neeva jõe veest ööpäevas kuni 50 000 m³ joogivett.

Nagu juba öeldud ei moodusta osoon toruvee eeltöötlemisel orgaaniliste ainetega toksilisi trihalometaane ning kõigist tema oksüdatsiooniproductidest väärib suuremat tähelepanu ainult broomirikas vee tekkinud bromaatioon (BrO_3^-), millel on tuvastatud kantserogeensed omadused.

Osoon lagundab mikrofiltri läbinud planktonirakke, lahustunud orgaanilisi ja anorgaanilisi aineid, hävitab ainuraksed (*Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*), bakterid (sh *Legionella*) ja viirused (sh polio- ja HIV-viiruse) ning annab veele ilusa sinaka värvuse, värsket maitset ja lõhna. Tänapäeval lähtutakse veetehnoloogias tõsiasjast, et kloorida tohib ainult orgaanikast eelnevalt puhastatud vett ning kloori kui desinfitseerija ainus kasutuskoht on päris puhastusprotsessi lõpus. Näiteks USA-s on toruvee kloorimine lausa seadusega keelatud.

Igasuguste oksüdeerijate kasutamisel on alati väga oluline nende doos ehk annus vee kohta (mg/l). Olenevalt doosi suurusest võivad tekkida erinevad oksüdatsiooni vaheproduktid. Näiteks toksiliste kloorfenoolide osoon-

miskatsed väikeste osoonianustega näitasid, et algul tekivad vaheproduktid, mis on toksilisemad kui kloorfenool ise. Osoonidoosi suurendamine viis aga kiiresti täiesti ohutute lõppsaaduste moodustumiseni.

Kloorile on veel alternatiive

Teise alternatiivi kloori kasutamisele vee puhastajana, kloordioksiidi (ClO_2) avastas 1811. aastal inglise keemik Humphrey Davy. ClO_2 on terava lõhnaga rohekaskollane gaas. 1834. aastal leiti, et kloordioksiidil on suurepärased pleegitavad omadused. ClO_2 tööstuslik tootmine naatriumkloritist (NaClO_2) algas 1930. aastal ning seda hakati kohe kasutama pleegitajana tsellulootööstuses, hiljem USA-s tugeva desinfitseerijana ka reoveepuhastuses.

Erinevalt kloorist toimib kloordioksiid hästi ka kõrgema pH-ga vees ning on osoonile sarnase mõjuga. ClO_2 ei lagune vees nagu kloor, vaid reageerib molekulaarsel kujul. Tuntud kolibakteri *Escherichia coli* hävitamine kloordioksiidiga on võrreldes klooriga viis korda kiirem ja tõhusam. Kloordioksiid mõjub väga efektiivselt erinevate viiruste vastu ning aitab hästi kõrvaldada veereservuaaride ja torude seintele kogunenud baktermassi ja biokel-

met. Näiteks Rapla veepuhustusjaam, mis kasutab põhjavett, sai hiljutise ootamatu bakterite vohamise oma vee-süsteemis kontrolli alla just kloordioksiidi abil, hakates seda veele lisama juba puurkaevus.

Peale osooni ja kloordioksiidi on vee desinfitseerimiseks veel teisigi tugevaid oksüdeerijaid, mis erinevalt kloorist toksilisi trihalometaane ei moodusta. Need on vesinikperoksiid (H_2O_2) ja hüdroksüülradikaal (OH°). Need kõik on vees väga ebastabiilsed ehk lühikese elueaga, aga samal ajal suure keemilise potentsiaaliga.

OH° -radikaal tekib alati osooni lahustumisel vees (eriti aluselises) ning piisavates kontsentratsioonides on see võimeline lagundama, st täielikult mineraliseerima põhimõtteliselt kõiki orgaanilisi aineid.

Süvaoksüdatsiooniprotsessid (*Advanced Oxidation Processes*, AOP), mida nimetatakse tänapäeval ka 21. sajandi veepuhustustehnoloogiks, põhinevad OH° -radikaalide abil toimuvatel mittelelektiivsetel reaktsioonidel. Kuna süvaoksüdatsiooniprotsessides pole tegemist klooriga, võib seda kutsuda ka roheliseks tehnoloogiks.

Süvaoksüdatsiooniprotsessid kasutavad massiliselt OH° -radikaalide tootmiseks erinevate oksüdeerijate kombinatsioone (nt $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2$, O_3/UV ehk ultraviolettkiirgus, $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$, $\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$, TiO_2/UV , $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^{2+}$).

Arvatakse, et süvaoksüdatsiooniprotsesse hakati saladuskatte all lähemalt uurima umbes 40–45 aastat tagasi USA armee veelaborites. Teada on, et ameeriklased kasutasid oma sõjaväebaaside lõhkeainetega (nt trotüüliga) saastatud põhjavee puhastamisel edukalt süvaoksüdatsiooniprotsesside kolmiksisüsteemi $\text{O}_3/\text{H}_2\text{O}_2/\text{UV}$. Teostuselt oli see basseini, mille põhjas asuvatest poorsetest plaatidest pihustati vette osoonitud õhku. Seejuures doseeriti pumbaga basseini sisenevasse vette pidevalt H_2O_2 lahust ning selle erinevatesse sektsioonidesse olid veel asetatud püstised UV-lambid.

Tänapäeval uuritakse süvaoksüdatsiooniprotsesse paljude ülikoolide ja firmade veelaborites ning selleks vajalikke seadmeid toodetakse juba tööstuslikult (firmad Suez-Degremont, Xylem Inc jt). Mida on selles tehnoloogias veel uurida?

Nimelt on igal heal protsessil või veepuhustustehnoloogial ka omad puudused: sageli on see liiga kallis



Lavi vee pH ehk vesinikeksponent on keskmiselt väga nõrgalt aluseline väärtuses 7,35. Inimese vere ideaalseks pH-ks on 7,356. Lavi allikavesi on justkui taeva, maapinna, maapõue ja meie endi vereringe, moodustades orgaanilise tervikliku süsteemi!

Kogu looduslik vesi sisaldab suuremal või vähemal määral soolasid. Vee karedust põhjustavad vees lahustunud kaltsiumi- ja magneesiumisoolad. Kaltsium ja magneesium on inimese organismile vajalikud elemendid. Sobivaimaks üldkareduseks veele peetakse 5–7 mg-ekv/l. Lavi vee üldkareduse näitaja on 5,6 mg-ekv/l.

Toote teeb väärtuslikuks:

- vee kõrge kvaliteet;
- meie vees ei leidu pestitsiidide (tänapäeval haruldane omadus); mineraalsus on optimaalne;
- säilinud on looduslik ja vajalik minimaalne mikroobioom, mis toetab soolestiku tööd;
- meie veest pole vaja midagi eemaldada, nagu sageli puurkaevuvee puhul ette tuleb, seega vett ei töödelda – loodussõbralik lähenemine;
- vesi on väga hea maheda maitsega (erineb kõrge soolusega mineraalvetest);
- väga kvaliteetne pakend, mis ei eralda vette mingeid ühendeid: alumiiniumkott on kaetud polüetüleenkihiga – parim vedelike säilitamiseks ja tarnimiseks; pakend on kerge, tugev, vesi on valguse eest kaitstud (takistatud on fotosünteesivate mikroobide areng). Sarnases pakendis ei müü vett Eestis keegi teine, tarbija peab pakendit mugavaks; pakendi materjal on loodussõbralik selle poolest, et see on ümbertöödeldav, taaskasutatav ja energiat suure mahutavuse ja kerge kaalu tõttu kokku hoidev.

Toivo Mölder: „Väga oluline on, et Lavi allikavesi ei sisalda tervist kahjustavaid ühendeid! Tänapäeval on raske leida vett, mis poleks pestitsiididega kokku puutunud, ent meie vesi on täiesti puhas! Vee suurepäraselt kvaliteeti on kinnitanud kõik 51 laborianalüüsi, mis oleme seni teostanud.“

Saadaval:

Stockmanni Kaubamaja, Liivalaia 53, Tallinn
Lasnamäe Maksimarket, J. Smuuli tee 43, Tallinn
Laagri Maksimarket, Pärnu mnt 558a, Tallinn
Haabneeme Konsum, Rohuneeme tee 32, Haabneeme
Haapsalu Konsum, Tallinna mnt 1, Haapsalu
Uuemõisa Konsum, Tallinna mnt 84, Haapsalu

LAVI EHTNE ALLIKAVESI NÜÜD KOGUPERE PAUNPAKENDIS!

Oleme Lavi allikavee väike meeskond – pereettevõtte, mis ainsana Eestis villib ehtsat allikavett. Pakume parimat joogivett: maitsvat, puhast, saasteainetest vaba, väga hea mineraalse ja mikrobioloogilise koostisega, kogu oma loodusliku jõu säilitanud vett.

Tänaseni käivad inimesed oma veenõudega Lavi allikal, et saada täisväärtuslikku joogivett. Lavi allika veesoon avaneb ka meie maavaldusel Pandivere kõrgustiku looduslikult puhtal alal. Pärast põhjalikke veeanalüüse loime võimalused allikavee pakkimiseks meie nüüdisaegses tootmishoones ja edasi tarnimiseks.

Pakendame vee ilma täiendava töötlemiseta. Selle, ka maailma mastaabis haruldase võimaluse annab meile vee algupärane kõrge kvaliteet. Vesi voolab maa alt välja tammerenne pidi savikihtide alt. Allikavesi on pakitud ilmekasse 5-liitrisesse paunkotti ja püsib selle spetsiaalse kõrgtehnoloogia tõttu kaua värskena.

Tiiu Mölder: „Paunade kasutamine kontorites, söögihohtades, kodudes, suvilates jm ei vaja keerulisi ja hooldust nõudvaid agregate. Ära jääb tühjade veenõude edasi-tagasi transport ning hügieen on igati tagatud. Pauna võib riputada mis tahes konksu otsa, avada kraan ja täita oma klaas veega. Nii väheneb ka plastiktopside kasutamine, mis on praegu kontorites levinud lahendus.“



Mineraalide sisaldus mg/l kohta:

Kaltsium (Ca²⁺) – 84,8 mg/l
Magneesium (Mg²⁺) – 13,0 mg/l
Naatrium (Na⁺) – 6,5 mg/l
Kloriidid (Cl⁻) – 5,9 mg/l
Fluoriidid (F⁻) – 0,3 mg/l
Sulfaadid – 45 mg/l
Vesinikkarbonaat – 264 mg/l

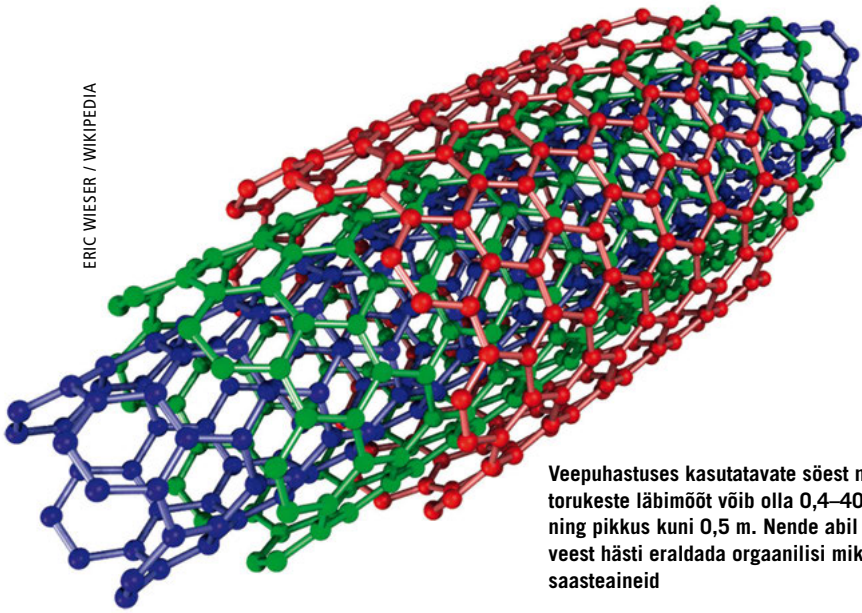
Täiendav info kodulehelt:

www.lavivesi.com

Tellimused:

info@lavivesi.com

kullerteenusega: kairi.viherpuu@gmail.com



Veepuhastuses kasutatavate söest nanotorukete läbimõõt võib olla 0,4–40 nm ning pikkus kuni 0,5 m. Nende abil saab veest hästi eraldada orgaanilisi mikroaastaineid

ning mis veel olulisem – tihti me ei tea täpselt ega oska määrata süvaoksüdatsiooni käigus tekkinud vaheprodukte, nende toksilisust jm omadusi. Näitena võib siin tuua ühe Pariisi Seine'i joogiveepuhastusjaama, kus hakati aastaid tagasi jõevees üsna levinud pestitsiidi atrasiini paremaks lagundamiseks kasutama süsteemi O_3/H_2O_2 . Töödeldud vee kromatograafilisel analüüsil tuvastati aga mitmeid senitundmatuid oksüdatsiooniprodukte. Tervisekaitse ei lubanud kirjeldatud süvaoksüdatsiooniprotsessi kasutada, kuni kõik leitud saadused tuvastati. Seni pidi veepuhastusjaam taas kasutama esialgset tavalist osoonimisprotsessi.

Uued uurimissuunad ja võimalused

Kaasaegse veepuhastustehnoloogia ülesanne on toota kvaliteetset ning bioloogiliselt stabiilset joogivett, mis sisaldab minimaalselt orgaanilisi aineid, lämmastikku ja fosforit, et vältida veevärgis selle hilisemat bakteriaalset saastumist.

Tänu instrumentaalanalüüsi arengule on võimalik väga täpselt uurida reaktsioone ja protsesse, mis kulgevad vees oksüdeerijate, helvestamist soodustavate koagulantide ja flokulantide

Tänu instrumentaalanalüüsi arengule on võimalik väga täpselt uurida reaktsioone ja protsesse, mis kulgevad vees oksüdeerijate, helvestamist soodustavate koagulantide ja flokulantide lisamisel ning vee selitamisel ja filtrimisel.

de lisamisel ning vee selitamisel ja filtrimisel. Uuringutega on hakatud üha suuremat tähelepanu pöörama sellele, millised muutused toimuvad loodusvees sisalduvate orgaaniliste ainetega käitlemisel. Seejuures on väga oluliseks muutunud vees leiduva üldise orgaanilise süsiniku ja selle biolaguneva osa analüüsimine. Viimane on seotud filtrimisrežiimiga ning sellest oleneb joogivee edasine kvaliteet jaotusvõrgus. Kui orgaanika biolagunev osa on töödeldud vees suur, muutub see „toidulauaks“ trassis elavatele mikroorganismidele.

Koagulsiooni uurimisel püütakse seni selles protsessis helvestajatena kasutatud alumiiniumi ja raua soolade asemel kasutada kaaliumferraadi K_2FeO_4 ferraatiooni FeO_4^{2-} , mis on üheaegselt nii koagulant kui ka oksüdeerija. Tugeva oksüdatsioonivõimega on see võimeline hävitama nii baktereid kui ka ligi 50% ulatuses orgaanilisi aastaineid. Selle kasutamise lõppsaadus on neutraalne raudhüdroksoid III ehk $Fe(OH)_3$. Pinnavee töötlemisel on kaaliumferraadi annus tavaliselt suurusjärgus 50 mg/l.

EL-is mitmetele joogivees sisalduvate mikroaastainetele kehtestatud rangete piirnormide tõttu on täna aktiivsõe adsorptsiooni alternatiivina uurijate huviorbiidis süvaoksüdatsiooni protsessid, millega saab nii loodus- kui reoveest eraldada pestitsiide, hormone, antibiootikume, ravimijääke (nt diklofenakki ja ibuprofeeni), kosmeetilisi preparaate jt kemikaale. Analüüsid on näidanud, et loetletud soovimatute lisandite eraldusaste kõigub praegustes joogi- ja reoveepuhastusjaamades väga suurtes piirides (2–99%).


Kas eelistada saasteainete eraldusmeetodina aktiivsõe adsorptsiooni või süvaoksüdatsiooniprotsesse? Aktiivsõe adsorptsioon on protsess, kus saasteaine viiakse ühest faasist teise (veest tahkele adsorbendile), mis seejärel vajab regenereerimist (uhtumist mõne lahustiga, töötlemist veeauruga või põletamist). Süvaoksüdatsiooniprotsessid aga lagundavad mikroaastaine heal juhul ära, kuid siin tuleb hoolikalt analüüsida oksüdatsiooni vahe- ja lõpp-produkte, et tuvastada tingimused, millal need on toksilised. Veel on võimalik kasutada membraanprotsesse (nanofiltratsiooni) ja panustada nanotehnoloogiale.

Nanomaterjalides kasutatakse adsorbentidena väga suure eripinna ja teatavate antimikroobsete omadustega aktiivsõest terakesi, võrke või nanotorukesi, mis eraldavad veest hästi orgaanilisi mikroaastaineid. Raske metallide ja radionukliide eemaldamiseks rakendatakse nanometalle nagu $FeO(OH)$. Sõest nanotorukete läbimõõt võib olla 0,4–40 nm, pikkus kuni 0,5 m.

Nanotehnoloogia pakub suurepärase lahenduse üleilmse tähtsusega probleemi, vee täieliku bakteriaalse ohutuse tagamiseks: vett filtritakse läbi kihi, mis sisaldab komposiitset nanoosakesi. Viimased eraldavad bakteritele ja viirustele tugeva desinfitseeriva toimega hõbeda ioone. Näiteks Indias on juba välja töötatud sellise koduses majapidamises kasutatava seadme prototüüp.

Nanoosakeste ulatusliku kasutamisega veetehnoloogias kaasnevad aga ohud inimese tervisele, sest organismi sattudes võivad need imepisesed osakesed põhjustada tõsiseid haigusi. Nende ohtude vältimine vajab veel täpsemat analüüsi. Arvestada tuleb sellega, et kõik kirjeldatud uued puhastusmeetodid on väga kallid ning nende rakendamine võib veetöötuskulusid märkimisväärselt kasvatada. •

Artikli esimene osa „Veekriis ja vee elutähtis olemus“ ilmus eelmises Horisondis.

 **Rein Munter** (1936) on keemiainsener, Tallinna tehnikaülikooli emeriitprofessor. Teadustöös on tegelema peamiselt joogi- ja reovee puhastustehnoloogiaga. Seejuures on talle kõige südamele lähedasem uurimisteema olnud osoon ja sellega seotud oksüdatsiooniprotsessid veepuhastuses.

PEATAGEM PANDEEMIA

<https://fold.it>


Igameheteadlased aitavad COVID-19 pandeemia ohjeldamiseks kaasa valkude voltimise abil.

Käesoleva igameheteaduse veeru kirjutamise ajal kasvas pärgviiruse SARS-CoV-2 teemal levitatavate teadusartiklite eeltrükkide arv 2559-lt 2582-le (saitidel medRxiv ja bioRxiv kokku). Eriolukordade ajal tehtud laborikatsed on muuhulgas mõõtnud erinevate viirusetüvede genoomijärjestused, määranud mitte viiruse valgu kuju ning uurinud katseklassis olemasolevate ravimite mõju viiruse paljunemisele. Igameheteadlastele on Washingtoni ülikooli teadlased pannud välja kolm erinevat viirusega seotud ülesannet valkude voltimise arvutamängu „Foldit“ (vt ka Horisont 3/2015).

SARS-CoV-2 peab paljunemiseks esmalt raku sisse pääsma. Selle jaoks peab vii-

ruse pinnal paiknev ogavalk (*spike protein*) seonduma raku pinnal asuva retseptorvalgu ACE2 külge. „Folditi“ mängijale antakse lähteisena ette ogavalgu ACE2 seondumispiirkonna ümbruse struktuur. Igameheteadlase ülesanne on voltida kokku uus valk, mis seonduks ogavalgu külge tugevamini kui ACE2. Teorias peaks selline valk takistama viiruse sisene mist raku, toimides seeläbi viiruse paljunemist pärssiva ravimina.


Teatud raskemate haigusümptomite põhjuseks peetakse immuunsüsteemi ülereageerimist viiruse levikule. Sealjuures kahtlustatakse, et signaali ülereageerimisest vahendab IL6 nime kandev valk (tsütokiin). Nõnda esitataksegi teises ülesandes igameheteadlasele IL6 tsütokiinireseptori struktuur ning otsitakse valku, mis seonduks retseptoriga tugevamini kui

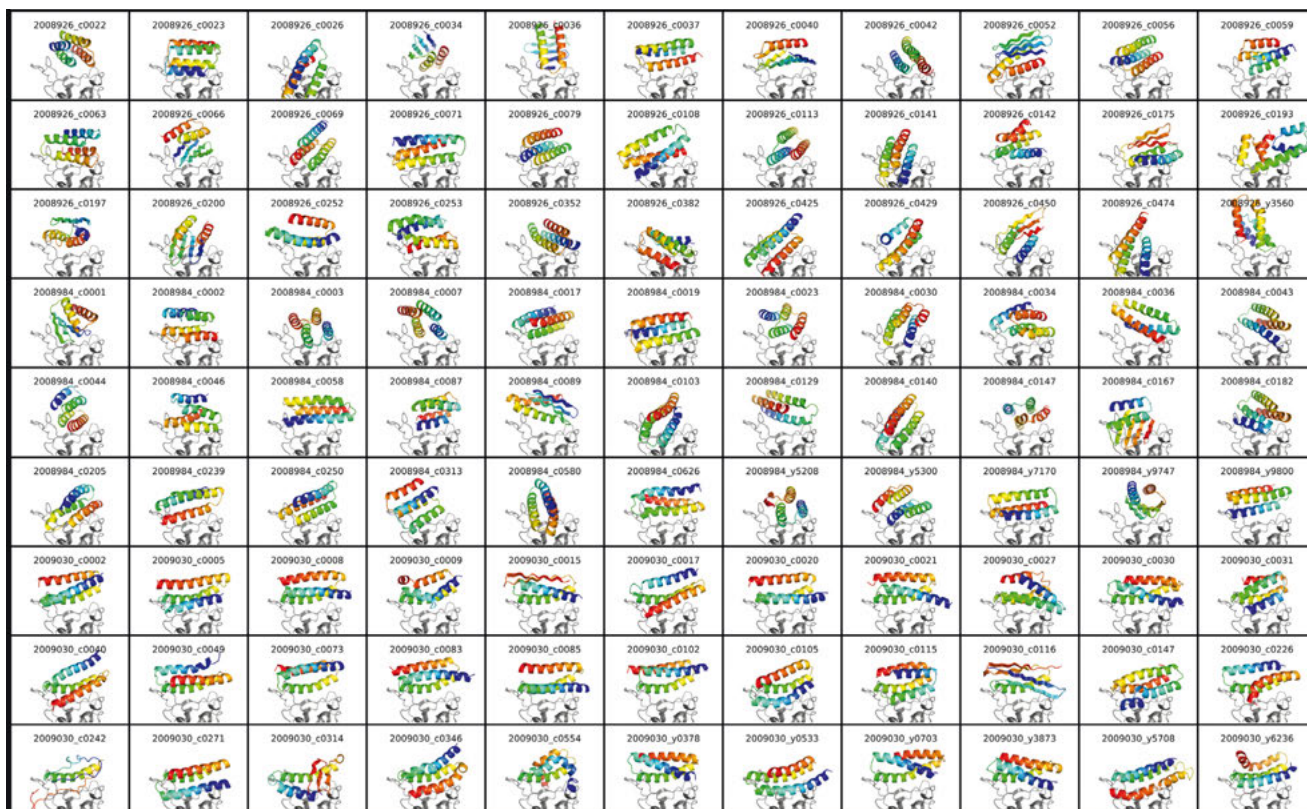
IL6. Selline valk võiks pehmentada immuunsüsteemi vastust viirusele ning leevendada ülereageerimisega seotud sümptomeid.

SARS-CoV-2 genoomis arvatakse olevat kokku 29 valku. Kui näiteks ülalmainitud ogavalgu ülesanne on suhteliselt hästi välja selgitatud, siis nii mõnegi teise valgu puhul on kindlalt teada vaid selle aminohapete järjestus. Nõnda leiabki kolmanda „Folditi“ ülesandena seni kokkuvoltimata viirusvalgu ORF8. Igameheteadlase eesmärk on leida voltimise abil valgu loomulik kuju. Viimase täpsem analüüs võib anda täiendavaid vihjeid ORF8 funktsiooni kohta.

Esimesena kirjeldatud ogavalgu ülesande 99 parimat lahendust (vt joonis) ootavad lähiajal ees laborikatsed. Nende eesmärk on kontrollida kõigepealt, kas igameheteadlaste leitud

ravimikandidaadid ka katseklassis ogavalgu külge seonduvad. Senine kogemus näitab, et ka seondumiskatse läbinud ühenditest enamik ravimiks ei sobi. Näiteks seonduvad ettenähtud sihtmärgi ehk ogavalgu järgi disainitud ravimikandidaadid tihtipeale ka teiste valkudega, häirides seeläbi organismi tavapärasid tööd. „Folditis“ mängijale näidatav punktisumma hindab ainult ogavalgu külge seondumist, võimalike kõrvalmõjude arvutuslik ennustamine käib mängu aluseks olevale simulatsioonile üle jõu. Seetõttu soovitatakse ka igameheteadlastel pigem vältida üksiku „lemmiku“ liigset optimeerimist ning esitada võimalikult palju teatud punktilävendi ületanud ühendeid. •

 Jürgen Jänes on arvutusbioloogia järel doktorant Cambridge'i ülikoolis.



Igameheteadlaste 99 lahendust ogavalgu seondumise ülesandele. Värvilised ravimikandidaadid seonduvana halli SARS-CoV-2 ogavalgu külge

MÄRTS-APRILL: AINA UUED SIDESATELLIIDID

- **Uus katseseade kosmosejaama külge:**

6. märtsil startis Canaverali neeme kosmodroomilt SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile transpordilaeva Dragon. Pardal oli ligi 2 tonni rahvusvahelisse kosmosejaama (ISS) toimetatavat kasulikku lasti. 9. märtsil jõudis Dragon ISS-i, tuues sinna varustust, aparatuuri ja teaduseksperimente. Muuhulgas saabus ka Euroopa päritolu väline teadusplatvorm Bartolomeo, mis on plaanis paigaldada uurimislabori Columbus välispinnale. Tegu oli SpaceX-i kahekümnenenda ISS-i varustuslennuga.

- **Hiina navigatsiooni-satelliidid:**

9. märtsil startis Hiinas Xichangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 3B ja viis orbiidile satelliitnavigatsioonisüsteemi Beidou tehiskaaslase. Kokku on Hiina alates 2000. aastast viinud orbiidile 54 sellist tehiskaaslast. Hiina eesmärk on luua oma sõltumatu navigatsioonisüsteem. Seni on Hiina kasutanud USA GPS-satelliite.

- **Vene navigatsioonisatelliit:**

16. märtsil startis Venemaal Plesetski kosmodroomilt kanderakett Sojuz-Fregat ja viis orbiidile satelliitnavigatsioonisüsteemi Glonass tehiskaaslase. Glonass M massiga 1,4 tonni asub peaaegu ringikujulisel orbiidil 19 100 km kõrgusel ja selle planeeritud eluiga on 7 aastat.

- **Rike Hiina kanderaketil:**

16. märtsil startis Hiinas Wenchangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 7A, et viia orbiidile salajane tehiskaaslane koodnimega XJY 6. Paraku tekkis pärast starti kanderaketis rike ning orbiidile jõudmine ebaõnnestus. Long March 7A on täiendatud variant kanderaketist Long March 7, mis on eelnevalt teinud kaks edukat starti.



AIRBUS / ESA

ISS-i Columbase mooduli külge kinnitatud Bartolomeo platvormi (hallidest kuubikutest koosnev detail) ideekavand

- **Starlink kasvab:**

18. märtsil startis USA-s Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile järjekordsed 60 Starlinki sidesatelliiti. Umbes 2 minutit ja 22 sekundit pärast starti lülitus välja üks üheksast raketimootorist, kuid see kompenseeriti ülejäänud mootorite veidi pikema tööajaga ning satelliidid jõudsid ikkagi ettenähtud orbiidile. Samas ei õnnestunud kanderaketi esimest astet Atlandi ookeanis olevale pargasele maandada.

- **OneWebi sidesatelliidid:**

21. märtsil startis Kasahstanis Baikonuri kosmodroomilt kanderakett Sojuz-2.1b Fregat, mis viis 450 km kõrgusele peaaegu ringikujulisele orbiidile firma OneWeb 34 sidesatelliiti. OneWeb tahab arendada kosmosest lähtuvat internetiteenust, ent firma finantsraskuste tõttu on projekti tulevik ebaselge.

- **Hiina militaarsatelliidid:**

24. märtsil startis Hiinas Xichangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 2 ja viis orbiidile kolm Yaogan 30 seeria militaarsatelliiti. Hiina andmetel on tegemist kaugseire teh-

kaaslastega, mis „detekteerivad elektromagnetilist keskkonda“.

- **USA loob kosmosejõudu:**

26. märtsil startis USA-s Canaverali neeme õhujõudude baasist United Launch Alliance'i kanderakett Atlas 5 ja viis ettenähtud orbiidile kuuenda USA kosmosejõudude sidesatelliidi AEHF 6 (Advanced Extremely

High Frequency). Tegemist on üliturvalise sidesüsteemiga ja tehiskaaslane hakkab asuma geostatsionaarsel orbiidil 35 000 km kõrgusel.

- **Dragon toob lasti tagasi:**

7. aprillil eraldus ISS-ist SpaceX-i transpordilaev Dragon, et tuua Maale tagasi mitmesuguseid teaduseksperimentide tulemusi,



SPACE X

Dragon 2 startiva kanderaketi Falcon 9 tipus

sealhulgas elusad hiired, taime-
rakud ja muu bioloogiline ma-
terjal. Maandumine toimus
edukalt kolme langevarju abil
ettenähtud piirkonnas Vaikses
ookeanis. See oli veolaeva
Dragon viimane lend. Oktoobris
2020 on plaanis alustada trans-
pordilende uue veolaevaga
Dragon 2, mis põkkub kosmose-
jaamaga ilma selle robotkæe
abita.

• Uued mehed ISS-i:

9. aprillil startis Kasahstanis Bai-
konuri kosmodroomilt kande-
rakett Sojuz-2.1a koos kosmo-
selaevaga Sojuz MS-16/62S, et
viia kosmosejaama ISS kolme-
liikmeline meeskond: Anatoli
Ivanišin, Ivan Vagner ja Chris
Cassidy. Vagnerile oli see esi-
mene kosmoselennustart, teis-
tel juba kolmas. Kuus tundi hil-
jem põkkus kosmoselaev
ISS-iga ja sealolijad – Oleg Skri-
potška, Jessica Meir ja Drew
Morgan – said uusi meeskonna-
liikmeid tervitada.

• Rike Hiina kanderaketil:

9. aprillil startis Hiinas Xichangi
kosmosekeskusest kanderakett
Long March-3B, et viia orbiidile
Indoneesia Palapa-N1 sidesatel-
liit. Paraku tekkis mõni minut
pärast starti kanderaketi
kolmandas astmes rike ning



Kunstniku nägemus Merkuurile lähenevast BepiColombost

orbiidile jõudmine ebaõnnes-
tus. Kolmanda astme jäänused
ja sidesatelliit sisenesid uuesti
atmosfääri ja põlesid ära Guami
saare kohal.

• Sond sihib Merkuuri:

10. aprillil möödus Maast 12 700
km kauguselt kosmosesond
BepiColombo, mille lõplik ees-
märk on Merkuuri orbiit. Maa
gravitatsiooni kasutatigi Mer-
kuuri juurde suundumiseks.
Möödalennul Maast ja Kuust
lülitati sisse mõned sondi 16

instrumendist, et katsetada ja
kalibreerida nende sensoreid.
BepiColombo koosneb Euroopa
ja Jaapani orbitaalmodulist
ning Merkuuri orbiidile peaks
sond jõudma detsembris 2025.

• ISS-ilt tulijate eriline vastuvõtt:

17. aprillil eraldus kosmosejaa-
mast ISS kosmoselaev Sojuz
MS-15/61, pardal Oleg Skripotška,
Jessica Meir ja Drew Morgan.
Laev maandus edukalt Kasahs-
tani stepis Džezkazgani linna
lähedal. Koroonaviirusest tingi-
tud karantiinimeetmete tõttu
oli vastuvõtumeeskond tava-
pärasest väiksem ja liikumis-
piirangute pärast viidi mees-
kond esmalt 250 km kaugusele
Baikonuri. Ehk nagu Jessica Meir
ütles: „Näib nagu naaseksime
täiesti erinevale planeedile.“
Järgmine mehitatud lend kos-
mosejaama on plaanis 27. mail
ja SpaceX-i kosmoselaevaga
Crew Dragon.

• Starlink sai jälle lisa:

22. aprillil startis USA-s Kennedy
kosmosekeskusest SpaceX-i
kanderakett Falcon 9, et viia
orbiidile järjekordsed 60 Star-
linki sidetehiskaaslast. Seekord
kulges lend vahejuhtumiteta
ning ka kanderaketi esimene
aste maandus edukalt Atlandi
ookeanis oodanud pargasele.

See oli kanderaketi neljas lend,
üldkokkuvõttes juba Falcon 9
kanderakettide 84. start, mil-
lega sai sellest USA enimkasu-
tatud kanderakett.

• Iraani satelliit:

22. aprillil õnnestus Iraanil
pärast rida ebaõnnestumisi viia
orbiidile väike satelliit Noor,
kasutades selleks mitmeast-
melist kanderaketti Qased.
Stardi korraldas Iraani revolutsio-
onikaardivägi ning selleks
kasutati mobiilset stardi-
kompleksi.


• Uut moona ISS-ile:

25. aprillil startis Kasahstanis
Baikonuri kosmodroomilt
kanderakett Sojuz-2.1a, et viia
veolaevaga Progress MS-14
kosmosejaama ISS umbes
1350 kg toitu, ravimeid ja
hügieenivahendeid, 700 kg
kütust, 420 kg vett ja umbes
50 kg suruõhku. Tegemist oli
Progressi 75. lennuga. Trans-
pordilaev jääb ISS-iga põkatuks
selle aasta lõpuni, misjärel
peaks see koos jäätmetega
sisenema Maa atmosfääri ja
ära põlema Vaikse ookeani
lõunaosa kohal.



NASA

ISS-i 63. ekspeditsiooni liikmete paraadfoto (vasakult):
NASA astronaut Chris Cassidy ning Roscosmose kosmonaudid
Anatoli Ivanišin ja Ivan Vagner

 **Jüri Ivask,**
Horisondi kosmosekroonik

EESTI 59. BIOLOOGIAOLÜMPIAAD LÕPETAS TÄNAVUSE OLÜMPIAADIHOOAJA

7.–8. märtsil peeti Tartus Eesti 59. bioloogiaolümpiaadi (EBO) gümnaasiumiõpilaste lõppvoor, kus omavahelises mõõduvõtus osales 60 tublit õpilast.

Õpilased said kutse EBO-le piirkondlike olümpiaadide tulemuste põhjal: 21 piirkonnast kutsuti parimaks tulnud õpilane ja ülejäänud kohad täideti klasside lõikes üleriigilise pingerea alusel. Koos gümnaasiumiõpilastega kutsuti olümpiaadile ka viis väga tublit 9. klassi õpilast Tartust, Tallinnast, Kuressaarest ja Elvast. Lõppvoor koosnes teoreetilisest ja praktilisest osast.

Esimesel olümpiaadipäeval tuli loomaanatomia ja -füsioloogia ning süstemaatika praktiliste tööde käigus prepareerida sea neeru. Eri imetajarühmade arengu tunnusjoontele tuginedes koostati fülogeneesipuud. Lisaks analüüsiti etteantud elektrokardiogrammide alusel koormusest tingitud muutusi ja hinnati nende statistilist olulisust dispersioonanalüüsi ehk ANOVA-meetodil. Samuti selgitati kanamuna varuainete koostisained.

Biokeemia ning ensüümikineetika laboritöö oli, nagu nimigi ütleb, suurel määral seotud keemiaga. Praktikumis pidi valmistama erineva kontsentratsiooniga substraadi ja ensüümi töölahused, seejärel tuli spektrofotomeetriga mõõta ensüümireaktsiooni toimumist peegeldavate proovide optilised tihedused. Selle tulemusel

esitati mädarõika peroksüdaasi reaktioonikineetika parameetrid – reaktsiooni toimumise maksimaalne kiirus ning sellest tulenev Michaelis-Menteni konstant.

Molekulaarbioloogia laboris oli vaja määrata kasutatava bakteritüve iseloom ja tunnused. Tehti bakteri 16S rRNA geeni restriktsooniala üs ja vastati küsimustele. Samuti määrati bakterikultuuris ensüümide β -galaktosidaasi ja katalaasi esinemine ning leiti, kas tundmatul bakteritüvel on võime fluorestseeruda või mitte. Lõpuks tuvastati etteantud tunnuste põhjal uuritud bakteritüve liik.

Taimefüsioloogia ja -anatomia praktilises töös oli tähelepanu all kaks taime: hibisk ja tradeskantsia. Hibiski lehes määrati spektrofotomeetria abil klorofüllil a ja b sisaldus. Kuna praktiline töö eeldas lisaks lahuste tegemisele ka lehe anatomia tundmist ning mikroskoobi kasutamise oskust, tuli õpilastel joonistada ka mikroskoobis nähtud lehe ristlõik ning ära tunda selle struktuurielemendid (õhulõhed, mesofüll, juhtkimbud ja epiderm).

Nagu praktikumide kirjeldustest näha, ei saa bioloogia tänapäeval kuidagi mõõda ei matemaatikat (mitmed kasutatud andmeanalüüsi- ja statistikameetodid), füüsikat (nt spektrofotomeetria) ega ka keemiat (nt Michaelis-Menteni võrrand).

Praktikumide päev oli aeganõudev ja tähelepanu vajav ning väsitav. Kuna see polnud siiski õpilaste kannatuse proovilepanekuks piisav, tuli järgmisel päeval lahendada teooriaülesandeid – lihtsamaid, raskemaid ja eriti raskeid nii rakubioloogiast, füsioloogiast, geneetikast, ökoloogiast kui etoloogiast. Samuti mikroobidest, taimedest, loomadest ja ka inimesest.

Pärast tõsist pingutust olid Eesti gümnaasiumiastme bioloogiaolümpiaadi esikolmikud klasside kaupa järgmised:

- kümnendates klassides Vesta Selg (Hugo Treffneri gümnaasium), Liis Siigur (Miina Härma gümnaasium) ja Henriete Toomlaid (Pärnu Koidula gümnaasium);
- üheteistkümnendates klassides Sofia Marlene Haug, Martin Rahe (mõlemad Tallinna reaalkoolist) ja Johan Tamm (Hugo Treffneri gümnaasium);
- kahteistkümnendates klassides Mari Remm ja Tuule Tars (mõlemad Hugo Treffneri gümnaasiumist) ning Anni Joamets (Tallinna Prantsuse lütseum).

Gümnasistidele osutas südi vastupanu viis 9. klasside võistlejat. Neist parimaks hinnati Kristjan-Erik Kahu (Miina Härma gümnaasium), kes saavutas kahe päeva kokkuvõttes kõigi klasside arvestuses 9. koha.

Praktikumides olid parimad:

- loomafüsioloogias ja -anatomias ning süstemaatikas Andreas Simson (Tallinna reaalkool, 12. kl.);
- taimefüsioloogias ja -anatomias Liis Siigur (Miina Härma gümnaasium, 10. kl.);
- molekulaarbioloogias ja mikrobioloogias Johan Tamm (Hugo Treffneri gümnaasium, 11. kl.);
- biokeemias ja ensüümikineetikas Henriete Toomlaid (Pärnu Koidula gümnaasium, 10. kl.).


EBO koondtulemused koos žürii lõppotsusega leiab Tartu ülikooli (TÜ) teaduskooli kodulehelt.

Mõneti sümboolselt kõneles 59. EBO avaplenaaril TÜ siirdemeditsiini instituudi direktor, molekulaarimmunoloogia professor Pärt Peterson teemal „Rakud, immuunsus ja teadus nende ümber“ ning olümpiaadi pidulikult lõpetamisel TÜ tehnoloogiainstituudi asutaja ja AS Icosagen rajaja, mikrobioloogia ja viroloogia professor Mart Ustav teemal „Viirused, viirusnakkused ja meie elu“. Mõlemad ettekanded käsitlesid inimest, temaga seotud haigusi ja meie ees seisvatele küsimustele parimate vastuste leidmise võimalusi. Muuhulgas kõneldi ka koroonaviiruse maailmavalituskust teekonnast. Mõlemad professorid oleks justkui ette näinud ja teadnud, et loetud päevade pärast ehk 13. märtsil kehtestatakse seoses SARS-CoV-2 pandeemilise levikuga ka Eestis eriolukord.

EBO oli sel aastal kahjuks viimane ametlikult toimunud TÜ teaduskooli korraldatud Eesti olümpiaad. 31. rahvusvaheline bioloogiaolümpiaad (IBO) pidi toimuma 3.–11. juulil Sasebos Jaapanis, ent üleilmse koroonapandeemia tõttu jääb see ära. Samas pakub IBO Jaapani korraldustoimkond kõikidele osalejariikidele võimaluse osaleda suve lõpus virtuaalsel bioloogiaolümpiaadil, mille ettevalmistus hetkel käib. Täpne korraldus selgub suve alguses. Eestit esindavad sellel uudsel jõuproovil 59. EBO lõppvoorul parimad.

EBO toimumist toetasid haridus- ja teadusministeerium, TÜ, TÜ teaduskool, TÜ molekulaar- ja rakubioloogia instituut, TÜ maateaduse ja ökoloogia instituut, TÜ loodusmuuseum, ajakiri Eesti Loodus, Lindenhill (OÜ Karsem), Icosagen AS ja Tartu Antoniuuse Gildi keraamikud.

Suurim tänu kõikidele osalejatele ja kõikide õpilaste vanematele ning õpetajatele ja olümpiaadi korraldusmeeskonnale.

 Sulev Kuuse, EBO žürii esimees



SULEV KUUSE

Miina Härma gümnaasium õpilane Liis Siigur EBO molekulaarbioloogia praktikumis. Ta on parasjagu jälgimas ultravioletvalguse abil, kas Petri tassil kasvavatel bakteritel esineb biofluorestsentsi või mitte



Charles S. Cockell
ELU VÕRRANDID:
EVOLUTSIOONI SUUNAVAD VARJATUD REEGLID
 Tõlkinud Vahur Lökk
 310 lk
 Argo, 2020

Küsimus elu olemusest, selle arengust, meie võimekusest või võimetusest elu juhtivaid protsesse teaduslikult kirjeldada ja mõista on läbi aegade olnud inimvaimule suur väljakutse. Vaevalt väidab keegi, et need küsimused on tänaseks ammendavalt vastatud. Ja siis pole kahtlust, et Cockell adresseerib oma raamatus (originaalpealkirjaga „The Equations of Life: The Hidden Rules Shaping Evolution“, ilmunud aastal 2018) vägagi maailmavaatelise tähtsusega teemat.

Autor tegeleb fundamentaalse küsimusega: kas eluslooduse evolutsiooni kulgu läbi kogu selle ajaloo ja kõigil ruumitasanditel (prebiootilistest molekulidest kuni ökokooslusteni välja) on suuresti määranud juhuslikud ja hilisema arengu käigus kinnistunud valikud või determineerivad seda palju karmikäelisemalt füüsikaseadused, mis erilisi valikuid ei jäta? Ulmelisemalt võiks probleemi sõnastada küsimusena: kas tulnukad (kui neid kunagi kohtama peaksime) võiksid olla meist sootuks erinevad või vastupidi, meiega vägagi sarnased? Kuna raamatu originaalväljaande kaanel on alapealkiri „How Physics Shapes Evolution“, siis on ilmselt selge, millist seisukohta autor toetab ja raamatu 310-l leheküljel õige mitmeplaaniselt põhjendab.

Tuleks ka kohe öelda, et sõnapaar „elu võrrandid“ kõlab küllap pretensioonikamalt, kui autor tegelikult silmas peab. Võiks ju arvata, et need on teatud matemaatilised seosed, kuhu paneme mingid „elueelsed“ algtingimused sisse, ja mõne aja pärast hüpab sealt hopsti välja jännes (üldistatud mõttes). Nii pretensioonikaks autor siiski ei lähe. Raamatut tsiteerides (lk 112): „Tähtis on teha vahet väidetel, et füüsikalised põhimõtted seavad elu vormidele selle kõigil hierarhiatasanditel jäi-

ku piiranguid ja suunavad need ennustatavatesse struktuuridesse – väide, mida olen senini peamiselt käsitletud – ja et evolutsiooni suured üleminekud on füüsikaliste põhimõtete vältimatu tagajärg.“ Teist väidet tuleb meil veel testida. See aga ei pruugi olla lihtne: „Panna kirja valemid, mis kirjeldaksid selgelt mikroobi muundumist loomaks, on palju suurem töö, kui näiteks võtta kokku lepatriinu temperatuur ühe võrrandi abil.“ Aga selle koha pealt Cockell palju edasi ei lähe, näiteks analüüsimaks, milline on üldse meie praegune ja tuleviku ulatuv võimekus elusaine modelleerimisel alprintsipiide (molekulaarinteraktsioonide, kvantkeemia) põhjal.

Tegemist on äärmiselt infomahuka ja lugeja suhtes nõudliku raamatuga. Sellest annavad tunnistust kasvõi kommenteeritud viited originaalartiklitele, mida on 41 leheküljel kokku üle 400. Ingliskeelses väljaandes on need kõik koondatud raamatu lõppu, eestikeelses versioonis on osa neist toodud ka sisuse joone alla. Aga nii või teisiti tuli raamatu lugemisel kahte järjehoidjat kasutada. Cockell pole lugeja suhtes just leebe – kui te toodud valemiteist täit naudingut tahate saada, on ilmselt tark hoida lugemisel käeulatuses füüsika ja keemia õpikuid (soovitatavalt kõrgkooli tasemel). Muidugi pole see ainuke võimalus raamatu lugemiseks. Võite usaldada autorit, et toodud valemid kirjeldavad sisukalt erinevaid eluprotsesse, ja nautida üldisemaid mõttearendusi.

Tõlke kallal ei tahaks väga norida, vaid paaris kohas takerdus mõte liiga otsese inglise keelest ümberpaneku taha. Näpuotsatäit tõlke- ja terminivigu siiski parandaks.

Lk 49: *malleable feet*’i parem vaste võiks olla *paindlikud jalad* (mitte *mitmekülgsed jalad*).

Lk 52: liblika tiiva liikumist võimaldav ühendus on *liiges* (mitte *hing*).

Lk 53: lepatriinu soomusrüü kohta tuleks öelda, et seda läbib kootud kitiin.

Lk 56: veidi salapärasena kõlav lause *Ta kukub punasesse* on originaalis *T_b drops into the red*, st tähendab tegelikult lepatriinu kehatemperatuuri langemist alla nulli.

Lk 62: putuka tundla funktsioonid on tõlkes sassi läinud, keemiliste ainete tuvastamine ja helitaju on ikka täiesti erinevad funktsioonid.

Lk 73: raskuskiirenduse väärtus on 9,8 meetrit sekundis sekundis – kui soovida originaali eeskujul ühikuid sõnaliselt välja kirjutada.

Lk 103: *shear stress*’i tõlkevaste on *nihkepinge*.

Lk 120: vee külmumisega on mõte tõlkes küll vastupidiseks läinud. Peaks

olema *sest leidub keskkondi, kus vedel vesi veel vastu paneb*.

Lk 196: Elektronilaine funktsioon on *antisümmeetriline*, mitte *asümmeetriline*.

Nüüd aga tõrvatilgast meepotis ehk valemite ebatraditsioonilisest kujundusest ja vormistusest eestikeelses väljaandes – mis on seda kahetsusväärsem, et need on ju selle raamatu „nimitegelased“. Kõigile, kes on teadustekstides vähegi kokku puutunud matemaatiliste valemitega, saab seetõttu arvatavasti osaks väike jahmatus. Jagamismärgi (:) kasutamist murrujoone (kalkdriipsu) asemel ja füüsikaliste suuruste sümbolite kirjutamist püstkirjas tavapärase kalkkirja asemel võib ju ka lihtsalt iluvigadeks lugeda, aga mõistmist raskendavad ja võõristust tekitavad nad kindlasti. Paaris kohas on üla- ja alaindeksid (sh astmenäitajad) sattunud samasse ritta põhisümbolitega (lk 57, 101, 151, 186) – süvenev lugeja ju lõpuks taipab, aga eksitav on see ikkagi.

Huvitava kokkusattumusena on umbes samal ajal eesti lugejani jõudnud raamatud, mille autor Rupert Sheldrake läheneb elu olemuse probleemile diametraalselt vastupidisest vaatepunktist. Tema teost „Dogmadeta teadus. Uuriva vaimu vabastamine“ (ilmus eesti keeles aastal 2014) analüüsisid eelmisel aastal Hardo Pajula juhitud Kuku raadio vestlusringis „Tähenduste teejuhid“ Tarmo Soomere ja Toomas Paul, ilmus on ka raamat „Teadus ja vaimne praktika“. Sheldrake’i suhtumist teadusesse (võite siia lisada epiteete nagu „peavoolu“, „ortodoksse“ vms) võib muidugi suuresti „õlgmehe rünnakuks“ pidada, aga midagi ühist arvaks nendel kahel mehel olevat ka. Mõlema jaoks on teadus (loe: füüsika) „valmis tehtud“. Cockelli jaoks sisaldab see piisavalt palju teadaolevaid valemite-võrrandeid, nii et kui kõik need kirja panna (see võib olla suur töö ja ärme siinkohal räägigi nende lahendamisest), siis saame küüned taha ka kõigile eluprobleemidele. Vaid ühes kohas viskab ta õhku võimaluse, et midagi elusarvast võib eksisteerida ka molekulaar-atomaarse maailma piiride taga, viidates sarnasustele rakumembraanide ja neutrontähtede (hüpoteetilises) ehituses (märkus 8 lk 286). Sheldrake eeldab sama – teaduse (loe: füüsika) valmisolekust –, aga on veendunud, et see pole piisav elu sisukaks käsitlemiseks, ning et vastuseta jäävad küsimused, millele tuleb vastust otsida teadusväljast („vaimsetest“) praktikatest.

Aga ehk polegi füüsika veel päris valmis ja jätame tallegi vabaduse areneda? Nii, et sellest arengust võiksid rõõmu tunda nii Cockell kui Sheldrake.

•
Jaak Kikas, füüsik

Veel ristkülikute tetraminodeks jaotamisi

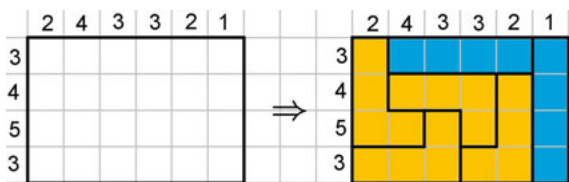
Nelja ühikruudu ühendamisel nii, et igal ruudul oleks vähemalt üks ühine külg mõne teise ruuduga ülejäänud kolmest, saame viis kujundit, mis erinevad üksteisest ka siis, kui neid pöörata või peegeldada:



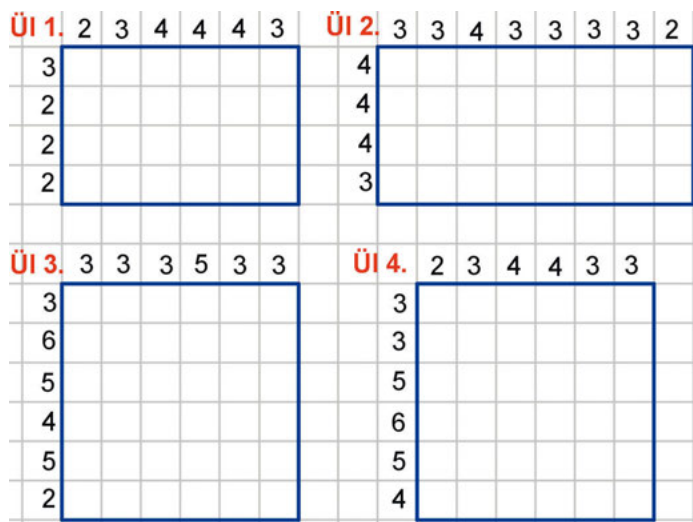
Neid kujundeid nimetatakse *tetramino* kujunditeks.

Seekordsetes ülesannetes tuleb ristkülikud jaotada tetramino kujunditeks. Ristküliku külgedel olevad arvud näitavad, kui mitu erinevat piirkonda on vastavas reas või vastavas veerus.

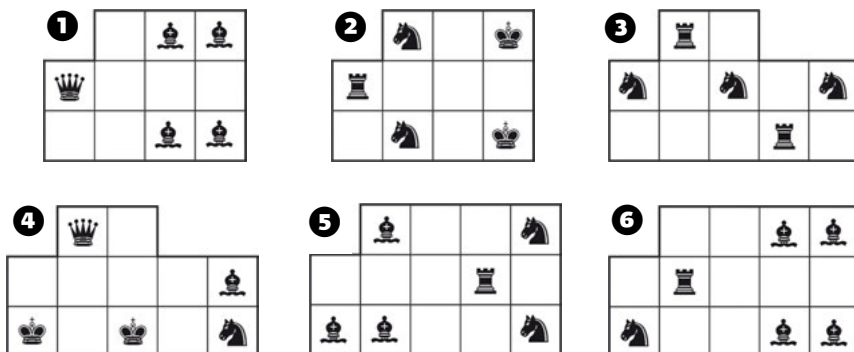
Näiteülesanne



Ülesanded



Teise vooru ülesannete vastused:



Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. juuni 2020.

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

2020. aasta parimale nuputajale

auhinnaks 100 euro eest raamatuid Tallinna ülikooli kirjastuselt.



Vooru võitja

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

Teise vooru tulemused

Teise vooru ülesanded olid suhteliselt lihtsad. Siiski olid saadetud vastustes mõned hooletusvead. Näiteks üks vastaja pakkus välja lahendusi, kus etteantud vigurite asemel kasutati hoopis etturid, mis teadupoolest ei ole vigurid. Sellise lahenduse eest punkte ei saanud. Kõik kuus ülesannet lahendasid veatult ja kogusid 6 punkti Jaan Meriniit, Sven Oidjärv, Meelis Reimets, Ando Sajor, Anti Sõlg, Kuldar Traks, Hannes Valk ja Martiina Viil. Vooruahinna võitis neist ANDO SAJOR.

Vaata veebilehelt

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

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

RISTSÕNA

	Oskar Lutsu jutustus	Laeva madalaim tekk		<i>Kuma</i>	Uusaeg-konna ajastu	Element nr. 77	<i>Kuma</i>	Endine poksi-kuulsus	Prantsuse helilooja	Kes on pildil?	<p>Kui meie kultuuris on justkui senini omane ettekujutus, et mehed ei nuta, siis</p>									
Tadžiki rahaühik							Pinna-mööd Helilooja													
Küla Viru-Nigula vallas				Lahus Element nr. 31																
Vähe-						Trooja sõja kangelane Varem														
<i>Kuma</i>	Kabjaline Kamm							Element nr. 109 Linn Ungaris												
Linn Belgias				Oomen Mitte kunagi					Element nr. 18		<i>Kuma</i>	Ultra-lühilaine	Noot	<i>Kuma</i>	Maksim Gorki romaan	Helilooja	Ühesugused tähed			
<i>Kuma</i>		Röga-lahtisti Abielutus												Vana-imene Laulja						
Aram Hata-turjani ballett						Partii, kogus soome k. Laste-kirjanik								Veetaim Itaalia luuletaja						
Vaeste linnaosa					Saksamaa rahvusv. lühend Poos			SAT-TV kanal Spordi-aja-kirjanik					Suur vaat Võimu-organ vanaaja Ateenas				Ookeani-tasemest madalam maa-ala			
<i>Kuma</i>	Inglise k. eessõna Kera-bakter			Vankri osa Ilma-nähtus			Naise-nimi Kääbus-vaim					Anno Domini Vääris-puit			Element nr. 56 Jalgratta-veteran					
Maja osa					Baleriin Puhas saviaine				Sari Linn Ve-nemaal											
Suur-voistlus		Järjest. tähed															La			
Linn Roots						Kääbus-simpans Riik Aafrikas								Kauplus Moskvas Mäed Aafrikas						
Küsisõna				Meri-veislane						Kõrgkool (eks-nimi, lühend.) Nodi					Järelliide Liiklus-eeskiri					
						Hekto-liiter		Rutakas Itsitus												
						Küla Kohila vallas					Soome ralli-kuulsus Piirits						Elektroo-nikafirma			
						<i>Kuma</i>		Okaspuu							Lennuki-mark					
						Minister			Rooma 501											

LAHENDA JA VÕIDA!

MAAILMA POPULAARSEIMAD MÕISTATUSED

Lahendajate vahel läheb loosi Kuma ristsõna-kogumik „Lemmikristsõnad“ nr 11

Eelmise ristsõna vastus „Päris teadus sisaldab alati midagi, mida me veel ei tea – meil puudub kindlus, et uudishimulikul PROOVIMISEL PLAANITU KA VÄLJA TULEB“ viitab tänavuses teises Horisondis ilmunud intervjuule Tallinna tehnikaülikooli analüütilise keemia professori Riina Aavaga. Loosi tahtel võitis Kuma „Naljaristsõnaraamatu“ PIRET PÕLDSAAR.

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

LEMMIK-RISTSÕNAD

VALITUD RISTSÕNAD AASTAIST 2004-2010

6.50 €

Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK

Lugejate lemmiklugu eelmises numbris oli „Hääbuv Vepsamaa” (autor Indrek Jääts).

Pole lugenud? Osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

1 Selle filosoofi, teoloogi ja loodusuurija pärand on 38 köidet filosoofilisi mõtisklusi ja teoloogilisi analüüse, lisaks hulk loogika, botaanika, astronoomia, füsioloogia, psühholoogia ja keemia alaseid kirjutisi. **Kes oli see hiljem ka pühakuks kuulutatud suurmees, kelle monumenti näete?**



2 Pildil olev lind on kõige laiemalt levinud liik oma perekonnas – teda leidub alates Arktikast kuni Vahemeremaadeni. See lind on ülimalt rändne. Vaatamata laiale levilale talvituvad kõik selle liigi esindajad troopilises Aafrikas. Seetõttu läbivad mõned linnud jahmatavalt pika tee, kuni 15 000 km. Teadaolevalt on see laululindude jaoks kõige pikem ränne. **Mis linnust on jutt?**



3 Seda hispaanlaste ja prantslaste vahelist lahingut peetakse esimeseks lahinguks, mille tulemuse määras püssirohi, kuna see võideti jalaväe tulirelvadega. **Mis lahing see oli, mida on kujutatud ka juuresoleval maalil?**



4 Fotol näete ühe saarestiku lippu. Küsitav saarestik koosneb ligi 80 saarest ning selle pindala on umbes Lääne-Euroopa suurune. Tõlkes tähendab saarestiku nimi „kauged saared”. **Mis saarestik see on?**

MÄLUSÄRU 2/2020 VASTUSED

1. Michael Faraday
2. Inuksuk
3. Sandringhami loss (Sandringham House)
4. Rosalba Carrera
5. Katileia (*Cattleya*)

● Auhinnaraamatu „Elu võrrandid: Evolutsiooni suunavad varjatud reeglid” võitsid SVEN OIDJÄRV, LAURA KRANICH ja SVEN HALJAS.

FOTOD: WIKIPEDIA



5 Seda Tartu ülikoolis õigusteadust õppinud meest võib nimetada lätlaste Juhan Liiviks. Kumbki ei olnud oma eluajal tunnustatud ning said legendaarseks hiljem. Eluajal ei ilmunud ühtegi tema luuletust. Luuletajana on ta tuntud vaid tänu sellele, et sõbrad olid tema luuletusi üles kirjutanud. Ta on tõlkinud läti keelde Horatiust, Heinet, Schillerit. Kokku on teada 74 tema luuletust, millest suurem osa on ka lauludeks tehtud. **Kellest on jutt?** Näete fotol tema majamuseumi.



✍ Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

ANTHONY AVENI

TÄHELOOD
TÄHTKUJUD JA INIMESED

VASTA JA VÕIDA RAAMAT!

Vastanute vahel loosime välja kolm Anthony Aveni raamatut „Tähelood: tähtkujud ja inimesed” kirjastuselt ARGO.

➔ Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbrilise lemmiklugu.

VASTUSEID

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

NB! Vastuste juurde kirjutage auhinna-loois osalemiseks kindlasti oma mobiiltelefoni number ja postiaadress.

MÄLUSÄRU
RUBRIIKI TOETAB
KIRJASTUS ARGO.

ARGO

PARIMAD RATTA- KAUBAD

Leiad
mängleva
kergusega



Sinu kodu lähedal
www.fixus.ee



Teenusepakkujaks on Holm Bank AS. Iga laen on finantskohustus. Kaalu oma otsust hoolikalt – tutvu laenulepingu tingimustega ja vajadusel pea nõu asjatundjaga. Krediidi kulukuse määr on 46,29% järgmistel näidistingimustel: kauba/teenuse maksumus 319 €, lepingu periood 12 kuud, fikseeritud intressimäär 16% laenusummalt aastas, lepingutasu 20€, haldustasu 0€, krediidisumma 319€, maksete kogusumma 390,05€ ja tagasimaksete summa 390,05€.

TAMREX**Snickers**
WORKWEAR

FlexiWork pükstega 100-eurone PUSA TASUTA kaasa!

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

TASUTA



art 2832/0458
väärtus **106 €**

Karvase voodriga pehme, soe ja nägus kolledžijaki tüüpi pusa on asendamatu üleriie jahedma ilmaga. Vastupidavad trukid, tugevdused varrukatel ning kvaliteetne puuvill teevad sellest kauakestva rõiva, mida on mugav kanda nii tööl kui vabal ajal. Kanna seda väliskihina või vahekihina vihmajope all. Vinge logo seljal teeb heameelt igale Snickersi fännile.

Telli ka e-poest www.tamrex.ee

Hinnad sisaldavad käibemaksu 20% ja kehtivad kuni kaupa jätkub.
Kampaania ei kehti Snickers Workwear lastepükste ostu puhul.
Kampaania kestab kuni tasuta pused jätkub.

OHUTUT OSTLEMIST!
KÕIK TAMREXI KAUPLUSED ON AVATUD!



FLEXI
WORK
MAKSIMAALNE
LIIKUMISVABADUS

TAMREX OHUTUSE OÜ

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

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