JAHT ÜHEKSANDALE PLANEEDILE

MIKROVETIKAD INIMESE TEENISTUSES

MERED MUUTUSTE TUULES

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

3 / 2018 ■ MAI-JUUNI ■ HIND 4.90 ■■■■■ 52. AASTAKÄIK

TUAREEGID

AAFRIKA RIIGITA RÄNDRAHVAS

ISSN 0134-2282
9 770134 228007

FÜÜSIK ELS HEINSALU SEISAB NOORTE EEST TEADUSES

MÕISTATUSLIK PLIIPLAAT SÄÄRE ÜMBER

KINDEL JA TURVALINE KATUS

EESTI KATUSEMEISTRILT EESTI KODULE

Mõõdame, toodame, paigaldame ja vastutame

Printech
Eristu unikaalse ja soodsa pinnakattega!

25 aastat kogemusi

A&M Toode
VÕTMED KÄTTE PLEKITÖÖD

AS TOODE KATUSEABI:
TELEFON: 659 9400, 800 7000

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

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

horisont

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2015

RIIKLIKULT TUNNUSTATUD TEADUSE POPULARISEERIJA 2017

3/2018
mai-juuni

52. AASTAKÄIK

SELLES NUMBRIS

Andrus Mölder
Kel tamasheq ja imushagh. **12**
Tuareegid – Aafrika riigita rändrahvas
Tuareegide sajandeid kestnud võitlus vabaduse ja oma riigi nimel pole tänaseni lõppenud.

Marju Tamm
Vetikaviljelus tõstab pead **28**
Üle kogu maailma üritatakse leida uusi ja tõhusaid biotehnoloogilisi võimalusi, kuidas kiire kasvu ja vähenõudlikkuse poolest hinnatud mikrovetikad inimese heaks tööle panna.

Sven Paulus
Maailma mered muutuste tuules **34**
Saksa akadeemiline vahetusteenistus (DAAD) tutvustas hiljuti maailma teadusajakirjanikele lähemalt Põhja-Saksamaa mereteaduses toimuvat.

Tiit Sepp
Jaht üheksandale planeedile **48**
Millised asjaolud viitavad, et Päikesesüsteemis võib olla veel üks seniavastamata kogukas planeet?

HORISONT KÜSIB

Intervjuu **22**
Noorte teaduste akadeemia mässumeelne president
Eesti noorte teaduste akadeemia presidendi ning keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteaduri Els Heinsaluga vestles Ulvar Käärt.

Raamat **59**
Intervjuu raamatu „Pärilikkuseteaduse teerajajad“ koostaja Mart Viikmaaga.

SIIT- JA SEALTPOOLT HORISONTI

Piret Pappel. Jalgpallitähe täpne löök paneb linna võnkuma 3

Andi Hektor, Kristjan Kannike. Esimene tähevalgus kosmilisel koidikul 4

Piret Pappel. Bakterilt pärit ensüüm lagundab jõudsalt plasti 6

Martin Malve. Mõistatus mineviku meditsiinist: pliist plekk jala ümber 9

Sõna lugu **7**
Udo Uibo. Doomino

Muuseumipärl **10**
Muuseumilaev, mis on avastanud sadu laevavrakke

Teine maailm **20**
Liblikate armuvõti

Ain Kallis. **Ilm ja riided** **42**

Dokument kõneleb **46**
Mida teadsid tallinlased sir Francis Drake'ist tema eluajal (1540–1596)?

Eesti teadus 100 **40**
Kuldajastu maailma ja Eesti teaduses. 1960.–1980. aastad

Aafrika **44**
Lääne-Aafrika võimsaim impeerium – Songhai

Kosmosekroonika **54**

OLÜMPIAAD

Sulev Kuuse
Bioloogiaolümpiaad bioloogi vaatevinklist **56**

PRAKTILIST

Enigma **62**
Kui teepikkusi mõõdetakse paagitäitega

Ristsõna **63**

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

FOTO: VALLO KRUUSER

Aprilli keskel teatas kaitseministeerium, et riigikogus on lugemisel seaduseelnõu, mis lubab Eestil panustada kuni 50 tegevväelasega Prantsusmaa sõjalisse operatsiooni Mali vabariigis Aafrikas. Ministeeriumi teate järgi on Saheli regioonis toimuva operatsiooni eesmärk ohjata sealt lähtuvaid eelkõige Euroopa-suunalisi probleeme, nagu terrorism ja ebaseaduslik immigratsioon. Esimest korda läksid Eesti kaitseväelased sinna prantslastele appi 2013. aasta sügisel. Senimaani ei teadnud enamik meist Malist ega seal juba pikalt podisenud ning uuesti lahvatanud verise konflikti tagamaadest õieti midagi. Ilmselt on see tänagi nii.

Horisondi lugejate ühe lemmikautori, Andrus Mölderi kirjutatud kaanelooga saab aga pilt hulga selgemaks. Järjekordsest üht riigita rahvast tutvustavast artiklist selgub, et probleemide sasipuntras, mida eestlasedki püüavad aidata lahendada, mängivad võtmerolli iseolemise eest võitlevad tuareegid. Sõltumatuse kaotasid tuareegid 20. sajandi algul, mil nende riik langes impeeriumiambitsioonidega Prantsusmaa võimu alla. Sisuliselt külvasidki prantslased praeguste hädade seemne ise, kuna koloniaalajastu lõppedes meelevaldselt kaardile joonistatud Mali ja selle naaberriikide uued poliitilised piirid lõikasid tuareegide põlise asuala katki. Ent jättes kõrvale kõikevarjutavad tülid ja viletsuse, siis, nagu lugeda saame, on sel rändrahval äärmiselt huvitav lugu.

Suvisel puhkustehooajal kipume leitsakuilmadega ikka mere äärde. Samas on viimastel kümnenditel muutunud tavapäraseks, et kuumalaine ajal merest jahutust otsides saame ehmatuse osaliseks, kui merevesi on moondunud eemaletõukavalt sogaseks olluseks, mis paneb kaldad haisema. Sellised vee ujumiskõlbmatuks muutvad massilised sinivetikaõitsengud viitavad, et meie kodune Läänemeri ägab heitvetest ja põllumajanduses kasutatavatest väetistest merre jõudvate toitainete ülekülluse all.

Leibnizi Läänemere uurimise instituudi professor Ulrich Bathmann ütleb käesolevas numbris Läänemere tasapisi paranevat tervist iseloomustades tabavalt: „See on kui patsient, kes on haiglas arstide järelevalve all, ent keda ei saa veel haiglast välja kirjutada. Keskkonnaseisundi hea taseme saavutamiseks on tarvis veel palju teaduslikke ja poliitilisi jõupingutusi.“

Nii meie kodumere kui laiemalt maailma ookeanide elusüsteemides toimuvate suurte muutuste kõrval pöörame seekord eraldi tähelepanu mikrovetikatele – ka juba mainitud kurikuulsatele sinivetikatele. Nimelt pakuvad need maismaataimedest tunduvalt võimsamad pisikesed fotosünteesijad suurt huvi biotehnoloogidele, kes otsivad võimalusi, kuidas neist suuremahulise viljelusega väärtulikku toitu, pigmente ja isegi biokütust toota.

Head lugemist! •

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

ESIKAANEL: Tuareegi mees traditsioonilises turbanis. Foto: ALAMY / VIDA PRESS

EESTI TEADUSTE AKADEEMIA

horisont

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

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

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

Tellimine: 610 4105,
loodusajakiri@loodusajakiri.ee

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

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

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

Keskkonnamärgistus 4041 0820 Trükitoode

HARIDUS- JA TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel

AGENCIA BRASIL / WIKIPEDIA

Lionel Messi pealelööki sooritamas

Jalgpallitähe täpne löök paneb linna võnkuma

Hispaania kõrgliiga jalgpalliklubi Barcelona ründaja Lionel Messi löödud värav tekitab Barcelonas tillukese maavärina. Ja see mitte ainult ei tundu nii, vaid seda kinnitavad mõõteandmed. Nimelt asub kuulsa Camp Nou staadionist umbes poole kilomeetri kaugusel seismomeeter, mis rõõmurõkked kinni püüab.

Kataloonia pealinnas asuva Jaume Almera maateaduste instituudi teadlased rääkisid oma mõõtmistest Euroopa geoteaduste ühingu peaassambleel. Näiteks peeti Camp Noul möödunud aasta märtsis matš, kus Barcelona meeskond alistas korduskohtumises Pariisi Saint-Germaini ning jõudis meistrite liiga veerandfinaali. Eelmise mängu 0 : 4 kaotanud Barcelona lõi kolm viimast väravat mängu lõpuminutitel. Iga värava puhul hakkasid poolehoidjad intensiivselt juubeldama ning seismomeeter püüdis need võnked kinni.

Alguses oli instituudi keldrisse paigutatud seismomeeter mõeldud selleks, et juhtida inimeste tähelepanu maavärinate uurimisele, kuid juba mõne aja pärast hakkasid andmed tõsist teaduslikku huvi pakkuma. Näiteks jälgitakse seismomeetriga autode, rongide ja metroo liiklusvooge. Infot loodetakse peatselt jagada arhitektide ja inseneridega, keda võiks huvitada, kuidas vibratsioonid ehitisi mõjutavad. Samuti on olemas andmestik Camp Noul toimunud suurte rokikontsertide kohta ja need värinad on jalgpallivibratsioonidest hoopis erinevad. Igal kontserdil mängitud lool on oma võnkemuster, sest inimesed tantsivad muusika järgi.

Horisont uuris Eesti geoloogiateenistuse vanemseismoloog Heidi Soosalult, milliseid võnkeid maavärinauurijad tabada suudavad. „Seismoloogia on väga tore teadusharu, millega saab seirata peaaegu kõike, mis vibratsiooni tekitab. Üks mu Barcelona kolleeg jutustas juba kümmekond aastat tagasi sarnasest jalgpallimängujuhtumist ehk kuidas värava puhul pidutsemist oli seismogrammil selgesti näha amplituudi suurenemisena. Juhtus see veel nii, et mäng toimus tegelikult Madridis. Mõlemal korral, kui Barcelona pallurid värava tegid, leidis kodulinnas aset seismilist mõõtu rõõmutsemine," osutab Soosalu.

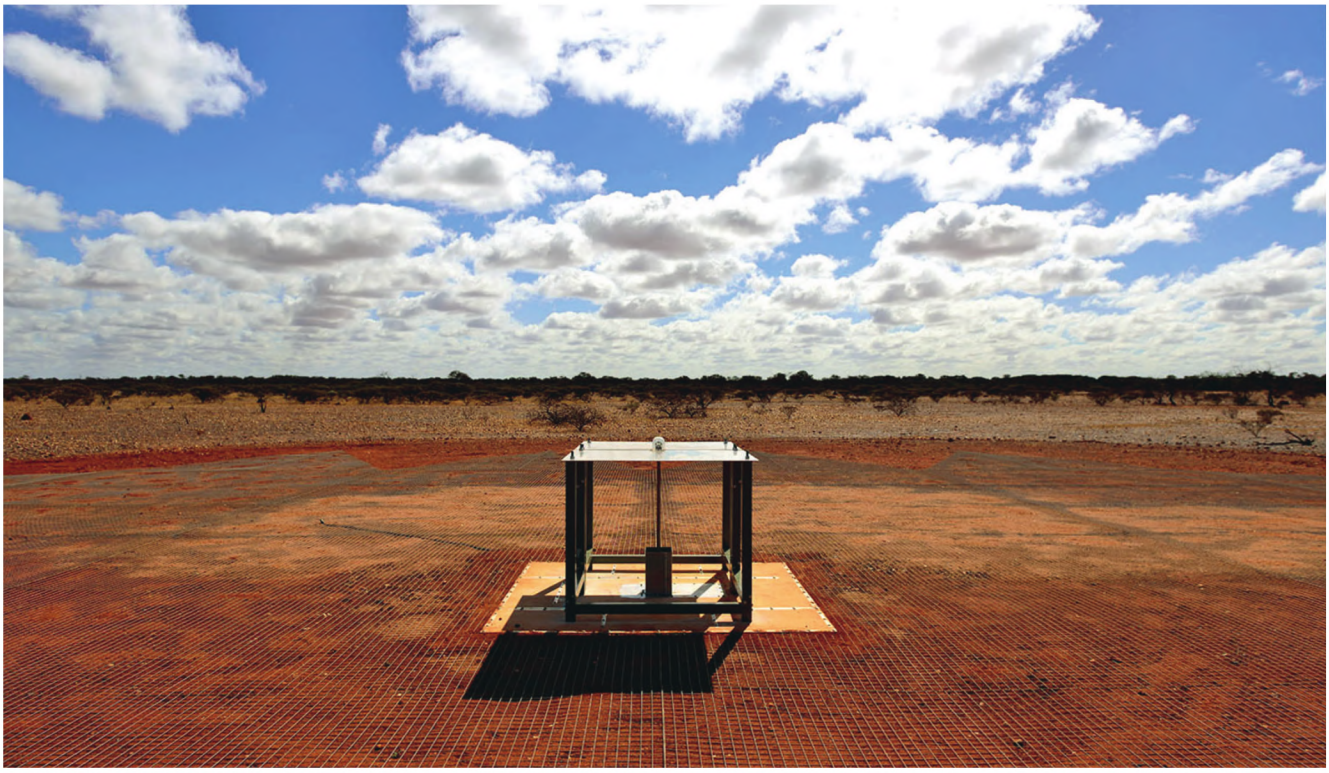
Soosalu viitab, et nüüdisaegsed seismomeetrid püüavad mürana kinni ka selle, kui mõõtmiskohast kõnnib mööda üks inimene või mõnesaja meetri kauguselt sõidab mööda kasvõi üks auto. „Kui paneks näiteks lauluväljaku juurde lähestikku seismomeetrite võrgu, võiks üht-teist huvitavat ikka registreerida. Kindlasti võiks signaalidest järeldada näiteks ürituse alguse ja lõpu – millal inimhulgad liiguvad ning millised on väljumisteede umbkaudsed asukohad – või kindlaks teha mõne populaarse laulu aplausi (kui kaasneb trampimine). Kurioosumi väärtust on sellisel uuringul kindlasti, aga võibolla leiaks sellele ka praktilisemat rakendust, nagu isevärki nähtustega on tihti teaduse ajaloos juhtunud," sõnab ta.

„Peale tavapäraste karjääride lõhkamise ja meremiinide hävitamise on teisigi huvitavaid inimtekkelisi signaaliallikaid, nagu näiteks ülehelikiirusega lennukid. Seismojaamades on nende möödalennul näha süstikukujuline tõusev-langev signaal, mille kellaajad erinevates jaamades ei klapi maavärinalainete kiirustega. Üks väga huvitav rakendus on lennuõnnetuste uuring, mille kohta kuulsin mõned aastad tagasi Helsingi ülikooli seismoloogia instituudi kolleegi ettekannet. Lõuna-Soomes kukkus alla kaitseväe hävitaja. Mütsatus oli nii suur, et selle registreerisid paljud seismojaamad. Signaalidest arvutati tekkinud seismilise sündmuse magnituud. Magnituudist saab tuletada energiahulga, mille põhjal sai anda hinnangu sellele, kui suur oli lennuki kiirus sel hetkel, kui see vastu maad põrkas. Selline teave on väärtuslik infokild õnnetuse põhjuste uurimisel.

Teine näide on Põhja-Norra ja Põhja-Rootsi kõnnumaal maha kukkunud kaubalennuk. Jälle tekkis lennuki kukkumisel nii suur löök, et selle registreerisid seismojaamad. Automaatsed süsteemid teevad esialgse sündmuse ligikaudse lokaliseeringu väga kiirelt, kõigest minutite jooksul. Inimene saab tulemust veel täpsustada. Seda informatsiooni saab kasutada rusude otsimisel, ehk nii on võimalik piirata ligikaudne ala, kus õnnetus toimuma pidi. Selline teadmine võib osutuda väga väärtuslikuks, kui püüda õnnetuse võimalikke ohvreid aidata. Eriti mõnes kõrvalises kohas, kus pealtnägijaid pole, võib see olla suureks abiks." •

Piret Pappel

Värava puhul pidutsemist oli seismogrammil selgesti näha amplituudi suurenemisena. Mäng toimus tegelikult Madridis. Mõlemal korral, kui Barcelona pallurid värava lõid, leidis kodulinnas aset seismilist mõõtu rõõmutsemine.



EDGES

Raadioteleskoop EDGES Austraalia kõrbes

Esimene tähevalgus kosmilisel koidikul

Ameerika füüsikud on ära mõõtnud ülinõrga raadiovirvenduse, mis määrab esimeste tähtede sünnihetke noores universumis. Üllatuslikult selgus, et universum oli oodatust pea poole külmem. Kuidas seda seletada? Füüsikud on mängu toonud ühe teise huvitava loodusnähtuse, tumeaine. Nimelt võib ennustatust madalam temperatuur olla esimene märk tumeainest, mis annab meile täpsemalt aimu selle füüsikalise iseloomu kohta.

Oleme harjunud öise tähesäraga, kuid enne esimeste tähtede sündi oli kosmos palju pimedam ja külmem. Juba 300 000 aastat pärast ülikuuma Suurt Pauku oli universumi temperatuur piisavalt madal, et kogu kosmost täitvad vabad prootonid ja elektronid ühineksid vesiniku aatomiteks. Universum muutus valgusele läbipaistvaks – eraldus kosmiline taustkiirgus, noore universumi soojuskiirgus. Mõnda aega olid vesinikugaasi ja taustkiirguse temperatuurid võrdsed. Edasi jahtus gaas kiirgusest kiiremini. Hõre aine hakkas uuesti soojenema alles kosmilisel koidikul, mõnisada miljonit aastat pärast Suurt Pauku, kui tihenenud gaasipilvedes sündinud esimesed tähed hakkasid andma valgust.

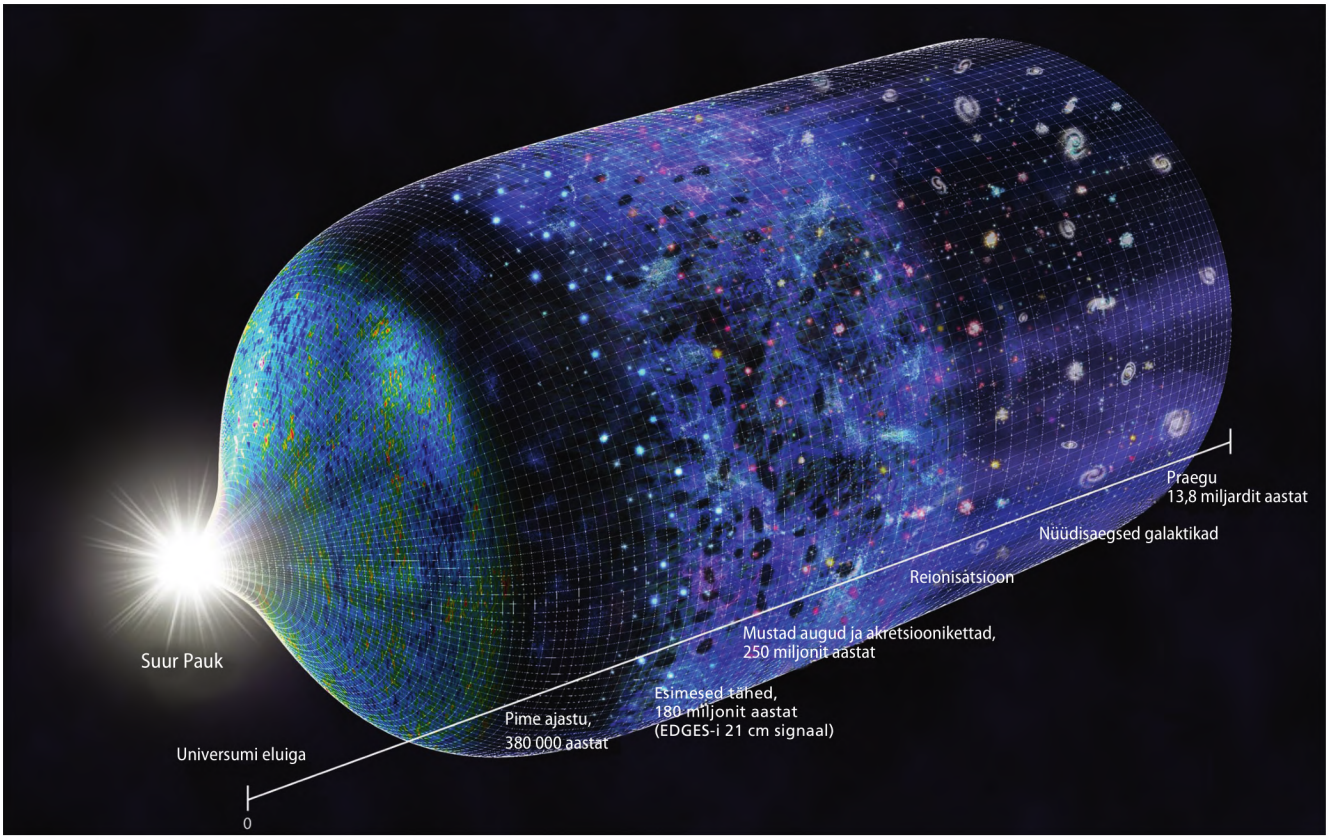
Millal see ikkagi juhtus?
Sada miljonit aastat siia-sinna? Kuni käesoleva aastani ei teadnud füüsikud, kas esimene koidukuma paitas universumi avarusi sada või hoopis kolmsada miljonit aastat pärast sündi. Nüüd näib aga selgus majas olevat. Viimase kahe aasta jooksul mõõtsid Arizona ülikooli teadlased Austraalia kõrbes asuva raadioteleskoobiga EDGES ära universumi temperatuurimuutused kosmilise koidiku aegadel. Artikkel avaldati selle aasta 1. märtsil väärikas teadusajakirjas Nature.

Osutub, et atomaarne vesinik ise sobib termomeetriks, millega kraadida külma varajast kosmost. Vesiniku aatomi madalaimal energiatasemel on väga lähestikku kaks energia olekut. Madalaima energiaga olekus on prootoni ja elektroni spinnid orienteeritud teineteisega vastassuunas; veidi kõrgema energiaga olekus on spinnid samas suunas. Meenutame – spinn on pöörlemise analoog mikroosakeste kvantmaailmas. Kõrgemalt tasemelt madalamale üleminekul kiirgab vesinik raadiolaineid lainepikkusega 21 cm ja sagedusega 1,4 GHz (umbes samal sagedusel töötavad mobiiltelefonid). Kuna energiatasemete vahe on ülipeen, on meil suurepärane termomeeter, millega mõõta noore kosmose „tähepalavikku"!

Kui kiirgus on gaasist soojem, siis vesiniku aatomid neelavad kiirgust ja spektris on näha tume neeldumisjoon; kiirgusest soojem gaas kiirgab ise ja spektris on näha hele kiirgamisjoon. Asja teeb keerulisemaks universumi paisumisest tingitud punanihe, mille tõttu on mõõdetav kiirgus praegu märksa suurema lainepikkusega kui 21 cm, kuna kosmose paisudes „venivad" lained välja. See võimaldab jälgida gaasi ja kiirguse temperatuuride muutumise ajalugu, sest spektrijoone nihkumise järgi saame teada, millal raadiolaineid kiirati või neelati.

Üllatavalt külm tähtede sünniaeg
Vaatlused näitasid, et noores universumis gaasi temperatuur tõesti alguses langes, aga umbes 180 miljonit aastat pärast Suurt Pauku hakkas uuesti tõusma. Kosmoloogide ennustuste kohaselt pidi gaasi temperatuuri madalpunkt olema umbes 7 kraadi üle absoluutse nulli (7 K). Üllataval kombel leiti, et kosmos oli sellal peaaegu kaks korda külmem (4 K) kui ennustatud. Igaks juhuks hoiatame, et tegemist on väga keerulise mõõtmisega, kus paljugi võis valesti minna ja enne suuremat hurraatamist tuleb ära oodata ka järgmised mõõtmised.

Kui aga oletada, et mõõdetud signaal on õige, siis kuidas seda seletada? Kuna



ILLUSTRATSIOON: NSF

Universumi areng koos esimeste tähtede sünniga

21 cm signaal mõõdab kiirguse ja gaasi temperatuuri suhet, on tulemuse selgitamiseks kaks võimalust: kas oli gaas külmem kui arvatud või kiirgus soojem.

Kuidas siis jahutada noort ja tulist universumit? Iisraeli kosmoloog Barkana ja kaasautorid pakkusid välja, et vesinikugaasi võis jahutada kokkupuude külma tumeainega. Sobiks näiteks nn millilaetud tumeaine, mille osakese elektrilaeng oleks väike murdosa elektroni laengust. Paraku torkaks millilaetud tumeaine tugevasti silma kosmilise ajaloo teistel etappidel. Näiteks kui kogu tumeaine oleks tillukese elektrilaenguga, puhuks täheplahvatused selle meie Galaktikast välja. Et midagi säärast pole nähtud, võib millilaenguga olla paremal juhul 1% kogu tumeainest ja ülejäänud tumeaine peaks olema elektriliselt neutraalne. Seetõttu pole gaasi jahutamine tumeainega mõõdetud signaalile eriti hea seletus.

„Koherentsed raadioplahvatused"?

Teine võimalus on, et millegipärast oli kosmilise koidiku eel hoopis raadiokiirgust rohkem kui seni arvatud, mistõttu neelas vesinikugaas seda tugevamini. Üks võimalik raadiolainete kiirgaja on jällegi tumeaine! Näiteks pakkusid käesoleva loo autorid oma teadusartiklis välja, et tegu võib olla ülikergetest osakestest, aksionitest koosnevate kogumite „koherentsete raadioplahvatustega". Veel oleme välja pakkunud, et EDGES-i mõõdetud signaali saab kasutada muude huvitavate objektide uurimiseks. Näiteks saaks nii uurida ürgseid musti auke varasest universumist – juhul kui need muidugi üldse olemas on.

EDGES-i mõõtmistulemus vajab põhjalikku kontrolli. On vaja, et signaali olemasolu kinnitaksid ka teised teleskoobid. Sama signaali andmeid analüüsivad hetkel Ameerika teleskoobi LEDA teadlased. Igal juhul varajase universumi n-ö vesiniku 21 cm astronoomia alles algab. Kindlasti kajastatakse uusi avastusi ka Horisondi veergudel. •

Andi Hektor ja **Kristjan Kannike**, keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadurid

100 loodusvaatlust

Keskkonnaagentuur ja Eesti looduseuurijate selts kutsuvad üles tähistama vabariigi 100. juubelit looduses ja seal aset leidnud kohtumised registreerima. Sellega soovitakse kaasa aidata Eestis elavate liikide leviku kaardistamisele ja suurendada teadlikkust meie kõrval elavatest loomadest, taimedest ja seentest. Algatuse eesmärk on kinkida Eestile iga osaleja poolt 100 erineva liigi vaatlused. Selleks tuleb teha looduses vabalt elavate liikide vaatlusi ja registreerida need 10. aprillist 15. septembrini loodusvaatluste andmebaasis lva.eelis.ee. Registreerimiseks saab kasutada andmebaasi veebilehte või spetsiaalset nutirakendust.

Iga liigi vaatlus annab osalejale ühe punkti, v.a tänavused aasta liigid, rahvusliigid ning I ja II kaitsekategooria liigid, mille registreeritud vaatlused annavad kaks punkti. Kokku tuleb vaatlusperioodi jooksul, st 10. aprillist 15. septembrini koguda 100 punkti. Sel moel on võimalik osaleda sügisel toimuval tunnustamisel. •

Keskkonnaagentuur / Horisont

WIKIPEDIA

Meie rahvuslinnu, suitsupääsukese vaatluse registreerimine annab 100 loodusvaatluse kampaanias 2 punkti

Bakterilt pärit ensüüm lagundab jõudsalt plasti

Briti ja USA teadlased muundasid Jaapanist avastatud ensüümi, mis suudab lagundada polüetüleentereftalaati ehk PET-plasti. Ajakirjas Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS) ilmunud uurimuse kinnitusel võib võimsamaks muudetud valgust saada tõhus abimees plastisaastega võitlemisel.

PIXABAY

Plastijäätmete käitlemises võivad tulevikus võtmerolli hakata mängima bakterid

Plast on 20. sajandi leiutis, mis nüüdseks kipub võimutsema nii oma looja, inimese, kui teiste liikide üle. Plasti taaskasutus pole paraku kuigi lihtne, sest ümbertöödeldud materjali omadused muutuvad ja looduses laguneb see materjal üliaeglaselt. Suuremad plastitükid tapavad merelinde ja -imetajaid, väiksemad segavad pisiloomade elu. Tibatillukesi plastitükikesi leidub juba kõikides maailmamere osades. Aprilli lõpus teatas Saksamaal asuv Alfred Wegeneri instituut, et Põhja-Jäämerest võetud proovides leidub ühe liitri jää kohta kuni 12 000 mikroskoopilist plastiosakest. Uurijad leidsid polaarjääst nii pakenditükikesi, nailon- ja polüesterkiude kui sigaretifiltrite osakesi.

Sestap otsitakse uusi võimalusi, kuidas plastijäätmetest kergemini vabaneda. Ootamatul kombel ulatab loodus siin ise inimesele abikäe. 2016. aastal leidsid Jaapani mikrobioloogid Sakai linna plastpudelite ümbertöötlustehase ümbruse pinnaseproovidest huvitava bakteri. Leiukoha järgi *Ideonella sakaiensise* nime saanud liik lagundab PET-plasti, millest tehakse näiteks plastpudeleid ja mikroahjus soojendamiseks mõeldud toidu pakendeid. *I. sakaiensis* kasutab plasti nii süsiniku- kui energiaallikana ning umbes 30 °C juures kulub materjali lagundamiseks ligikaudu kuus kuud. Ilmselt on mikroob plastirikkas keskkonnas elades asunud PET-i toiduks kasutama ning haruldane võime on tekkinud üsna lühikese aja jooksul.

Bakter pakub mikroobiuurijatele suurt huvi ning selle rakus tegutsevaid ensüüme on hakatud põhjalikult uurima. Inglise Portsmouthi ülikooli ja USA energeetikaministeeriumi taastuvenergialabori teadlased soovisid selgeks teha plasti lagundava ensüümi ehk PET-aasi (ingl k *PETase*) täpse struktuuri. Selleks tehti valmis molekuli täpne mudel. Selgus, et ensüüm sarnaneb oma ehituselt kutinaasiga ehk taimelehtede kaitsekihis leiduvaid looduslikke polüestreid lagundava valguga. Samas on PET-aas piisavalt omapärane ja on tõenäoliselt tekkinud ikkagi just nimelt plasti lagundamiseks.

Kui uurijad proovisid plasti lagundavat ensüümi katseklaasis oma looduslikule sugulasele sarnasemaks muuta, juhtus midagi ootamatut. Mutantne valk lagundas plasti tõhusamalt kui bakterirakust pärit ensüüm. Vahe on küll umbes 20 protsenti, kuid suure tõenäosusega saab seda veelgi tõhusamaks muuta. Samuti loodetakse valku kunagi muundada nii, et see suudaks muuta plasti laguproduktideks, mida saaks kohe uuesti uute pudelite tootmiseks pruukida.

Kuigi välismaised populaarteaduslikud väljaanded on jõudnud selle ensüümi juba kuulutada maailma päästvaks imerelvaks, siis lähitulevikus plastisööjad bakterid ilmselt veel selliseid ootusi täitma ei hakka.

Väärib märkimist, et vees ja mullas võib peituda hulk inimesele tundmatuid liike, kellel võib olla tekkinud võime lagundada mõnda teist tüüpi plasti. Nad tuleb lihtsalt üles leida ning nende biokeemilisi omadusi täpsemalt uurida.

Uurimusega tutvus ka TTÜ keemia ja biotehnoloogia instituudi biokeemia professor Nigulas Samel, kes oli nõus teemat Horisondile kommenteerima. Kuivõrd hästi suudavad biokeemikud üht ensüümi enda vajaduste järgi muuta? „Mis puutub ensüümide katalüütiliste omaduste ja sealhulgas substraadi spetsiifilisuse muutmisse geenimutatsioonide teel, siis on see üsna levinud võte. Tõsi, reeglina väheneb selle tulemusena ensüümi katalüütiline efektiivsus. Teisalt konstrueeritakse ja kasutatakse modifitseeritud mikroorganisme juba näiteks teatud orgaaniliste ühendite tootmiseks. Nendesse mikroobidesse on viidud neile mitteomased reaktsioonid või isegi terved metaboolsed rajad. Sel suunal on suur perspektiiv. Seega ei tundu aromaatseid polüestreid efektiivselt lagundavate bakteriliinide loomine üldsegi utoopiline. Tõsi, praegu ollakse ikkagi alles selle tee alguses," tõdeb Samel.

Aromaatseid polüestreid efektiivselt lagundavate bakteriliinide loomine pole üldsegi utoopiline. Tõsi, praegu ollakse ikkagi selle tee alguses.

Kui panna mikroobid PET-plasti lagundama, siis kuidas mõjutab see aineringet ja näiteks kasvuhoonegaaside tekkimist? „Süsinikdioksiid vabaneb igal juhul, kui lagundamine lõpuni viia. Sealjuures pole vahet, kas me põletame plasti katlamajas või biodegradeerime. Parim lahendus oleks muidugi see, kui plasti biolagundamise produktid, lihtsamad orgaanilised ühendid, oleksid keemiatööstuses taaskasutatavad," tähendab Samel. •

Piret Pappel

Doomino

Sõnal *doomino* on kaks tähendust. Ühelt poolt tähendab see lauamängu (*Vanamehed mängisid õues doominot*), teiselt poolt tumedat kapuutsiga vaimuliku- või maskeraadimantlit (*Ballil oli tundmatu mustas dominos*), aga ka sellesse rõivastunud inimest (*Must doomino lahkus ballilt*).

Lauamängu tähenduses on sõna tänapäeva eesti keeles üldtuntud, teises tähenduses harvemini kasutatav, sest vastavad nähtused ise on praegu haruldasemad.

Ajaloolisest vaatevinklist on asi vastupidi. Sõna *domino* tuli Itaalias esialgu tarvitusele munkade kapuutsiga talvemantli tähenduses. Hiljem sõna tähendus laienes ja see hakkas märkima mantlit üldse, XVIII sajandil spetsialiseerus tähendus Veneetsia maskeraadide mustale siidmantlile. Lauamängu tähenduses tuli sõna *domino* käibele XVIII sajandil Prantsusmaal.

Arvatakse, et algne mungamantli tähendus lähtub ladina sõnast *dominus* 'valitseja, käskija, isand; Issand' daativi käände vormist (nt omaaegses katoliku missa lõpuvormelis *benedicamus Domino* 'kiitkem Issandat'). Hiljem on tähendus kantud mantlilt üle lauamängule. Ülekande alused pole ühemõtteliselt selged. Ühe, üsna usutava tõlgenduse järgi on tähenduse ülekanne toimunud selle põhjal, et mustad dominokivid meenutavad musta maskeraadimantlit ning valged täpid dominokividel valgeid maskeraadimaske.

Ladina *dominus* lähtub sõnast *domus* 'maja, pere, majapidamine'. Sõna *dominus* naissoo vorm on *domina* 'valitsejanna, käskijanna'. Selle järglaseks itaalia keeles on sõna *donna* 'naine, proua, emand, daam', mis esineb rahvusvaheliselt levinud sõnade *madonna* (õieti 'minu emand'), *belladonna* ('ilus naine') ja *primadonna* ('esimene daam') koosseisus. Prantsuse keeles aga on sellest saanud sõna *dame* 'daam, naine, emand', mis esineb ka sõna *madame* 'proua, madaam' ja vene keele kaudu laenatud kõnekeelse *tamka* 'kabemäng' kooseisus. Samast ladina sõnaperest lähtuvad ka näiteks *domineerima, domeen, dominioon* ja mitmed teised rahvusvahelised sõnad.

Eesti keelde on sõna *doomino* jõudnud XIX sajandi teisel poolel saksa keele vahendusel. •

Udo Uibo, keelemees

PIXABAY

Tänapäeval seostub sõna *doomino* eelkõige lauamänguga

HORISONT KIRJUTAS

50 aastat tagasi

HORISONT 5/1968, LK 9

Juunis 1968 kardeti veidi alla kilomeetrise läbimööduga asteroidi Ikarose kokkupõrget Maaga. Astronoom Mihkel Jõeveer analüüsis mai Horisondis asteroidi ja Maa liikumisteid ning rahustas lugejaid, leides, et kardetud „kivi" möödub meie koduplaneedile lähenedes enam kui 6 miljoni kilomeetri kauguselt. Muuhulgas vaatas ta Ikarosega seoses uljalt tulevikku:

„Pole aga kaugel aeg, mil algab Päikesesüsteemi ümberkujundamine. Ikaros, üks meie lähemaid naabreid, tunneb peatselt inimese jalga astumas oma pinnal. Võib-olla muudetakse ta Maa kaaslaseks, võib-olla saab temast toorainebaas maavälisele tööstusele, võib-olla vahejaam planeetidevahelistel lennuliinidel." Siiani pole inimene Kuust kaugemal oma jalga maha saanud.

40 aastat tagasi

HORISONT 5/1978, LK 11

Horisont vahendab NSVL teaduste akadeemia korrespondentliikme Nikolai Kardašovi mõtteid tsivilisatsiooni olemusest:

„Tsivilisatsioon on aine ülipüsiv olek, mis suudab koguda, analüüsida ja kasutada informatsiooni kvalitatiivselt uue informatsiooni saamiseks keskkonna ja iseenda kohta, selleks, et omakorda täiustada võimalusi püsivat olekut alalhoidvate protsesside juhtimise eesmärgil vajamineva informatsiooni kogumiseks; tsivilisatsiooni iseärasusena torkab silma informatsiooni kogumine, funktsioneerimise programm ja tootmine."

30 aastat tagasi

HORISONT 5/1988, LK 35

Jaan Eilart arutleb rahvuskeelele ja -kultuurile pühendatud numbris kultuuri üle:

„Rass ei määra alati kultuuriühtsust. Me ise, see pisike rahvas, jaotume vähemalt kahe rassi vahel. Ja ometi räägime ühtset emakeelt, ehkki see vist enne reformimisvõitlusi kõlas Liivi- ja Eestimaal üpris erinevalt. Minu meelest läheb kultuuri kujunemiseks (nii nagu looduses) tarvis aega ja omaetteolekut. [---] Loodus, kuhu kuulume ka *Homo sapiens*'i seisusesse jõudnuina, vajab lihtsalt piisavat hulka põlvkondade vaheldumist, vajab segunemist vältivat ökoloogilist barjääri, et saada iseendaks."

20 aastat tagasi

HORISONT 4/1998, LK 31-31

Ajaloolane Jüri Peets viitab värvide kuningaks peetavast indigost kirjutades, et sel värvil võis olla oma roll Maarjamaa nimesaamisloos:

„Keskajal oli sinisel värvil ja seega ka indigol eriline tähendus. Olles üks väheseid tollal tuntud valgus- ja biokindlaid tekstiilvärve, hakati seda laiemalt kasutama riide värvimisel. Samal ajal oli kullaga kaunistatud raamistuses ultramariinsinine rõivastus ikonograafias Jumalaema sümbolvärviks [---]. Kahtlemata pidid hiljem Jumalaema auks Maarjamaaks nimetatud maa naiste poolt nii väga armastatud ja kuldselt sätendavate pronkskaunistustega kinnitatud sõbad ning muud taolised riietusesemed silma torkama ka võõrastele. See võis aga omakorda kaasa mängida Maarjamaa (*Terra Mariana*) nimesaamisloos!"

80 aastat Eesti teaduste akadeemiat

Eesti vabariigi juubeliaastal tähistab Eesti teaduste akadeemia (ETA) 80. sünnipäeva. Akadeemia vajalikkuse üle hakati arutama kohe omariikluse alguses, tegudeni jõuti 20 aastat hiljem. Otsuse tegemisest akadeemia käivitamiseni kulus peaaegu üheksa kuud. Protsess algas reedel, 28. jaanuaril 1938, mil riigihoidja Konstantin Päts allkirjastas oma otsusega nr 35 „edasilükkamatu riikliku vajaduse tõttu" Eesti teaduste akadeemia seaduse. Seadus jõustus avaldamisega Riigi Teatajas järgmisel nädalal, 2. veebruaril 1938.

Akadeemia esimene koosseis kinnitati haridusministri ettepanekul ning riigihoidja otsusega kahe ja poole kuu pärast 13. aprillil. Nädal hiljem, 20. aprillil 1938 toimus sümboolselt Tartu ülikooli nõukogu saalis Eesti teaduste akadeemia täiskogu esimene koosolek. Seda sündmust tähistas akadeemia tänavu aprillis üldkogu piduliku istungi ja konverentsiga Tartus eesti rahva muuseumis.

ETA kesksed ülesanded on tänaseni samad: üldise ja eriti Eestit käsitleva teaduse edendamine, lähtudes eeskätt tegeliku elu vajadustest välja kasvanud küsimustest. Olulise aspektina on nendele ülesannetele lisandunud riigi nõustamine.

ETA 80. aastapäeva puhul ilmus riiklikul postifirmal Omniva eraldi tervikasi, nn esimese päeva postkaart koos margiga. • **Horisont**

ETA

Indrek Ilvese kujundatud ETA 80. aastapäevale pühendatud tervikasi

Horisondi eripreemia saanud õpilasteadustöö

EESTI TEADUSAGENTUUR

Daniil Vaino

Tänavusel õpilaste teadustööde riiklikul konkursil pälvis Horisondi eripreemia Narva Pähklimäe gümnaasiumi õpilane Daniil Vaino, kes kirjutas uurimustöö teemal „Arvutite või seadmete juhtimine aju rütmide või elektrilise aktiivsuse kaasabil".

Horisondi lugejatele on Vaino juba tuttav nägu, kuna tema saavutusi on kajastatud ajakirja olümpiaadikülgedel. Näiteks mullu Hollandis toimunud rahvusvaheliselt loodusteaduste olümpiaadilt tõi ta koju hõbemedali. • **Horisont**

Ilmauurijaid ja -huvilisi ühendab uus selts

23. märtsil, üleilmsel meteoroloogiapäeval asutati ilma- ja kliimateadlasi, meteorologe ning sügava ilmahuviga inimesi ühendav Eesti meteoroloogia selts.

„Seltsi eesmärk on meteoroloogia ja seotud valdkondade ning meteoroloogilise hariduse ja kultuuri arendamine," selgitas seltsi esimeheks valitud Tartu ülikooli atmosfäärifüüsika labori meteoroloogia ja klimatoloogia dotsent Piia Post. Seejuures peetakse oluliseks ilma- ja kliimateemalise teaduskompetentsi koondamist, terminoloogia arendamist ja meteoroloogia ajaloo jäädvustamist. Sama oluliseks peetakse ka teadlaste, meteoroloogide ja suurema ilmahuviga inimeste omavahelise suhtluse arendamist. Ühist huvi pakkuvate küsimuste aruteluks kavandatakse omaette elektroonilist keskkonda. Ühtlasi on loomisel seltsi koduleht. „Seltsi liikmeks võib astuda igaüks, kes huvitub sügavalt ilmast ning tahab edendada ilma- ja kliimaharidust, kultuuri ja teadust," märkis Post.

Eesti meteoroloogia selts tegutseb Eesti teaduste akadeemia all toimiva Eesti looduseuurijate seltsi ühe sektsioonina. • **Jüri Kamenik**

JÜRI KAMENIK

Kiudpilved võivad olla märk peatsest ilmamuutusest

KRISTIINA PAAVEL

Tartu Maarja kalmistult päästekaevamistega välja tulnud keskealise mehe parema sääreluu alaosa katnud metallplaat

Mõistatus mineviku meditsiinist: pliist plekk jala ümber

Aastatel 2010–2011 toimusid Tartu kesklinnas Jakobi tänaval, ülikooli peahoone ja vana keemiahoone vahelisel alal ühed läbi aegade suurimad linnakalmistu arheoloogilised päästekaevamised. Selles paigas asus kesk- ja varauusajal Püha Maarja kirik ja kirikaed. Juba ülikooli peahoone rajamisel 19. sajandil ning vana keemiahoone ehitusel 1930. aastatel avastati sealt rohkelt erinevaid müüre ja puutumata haudu. Toona paraku matuste ja inimluude täpsemale uurimisele tähelepanu ei pööratud. 2010.–2011. aastal ligi seitse kuud kestnud päästekaevamistel puhastati välja üle 700 luustiku. Kuna luuaines on tohutult suur, on alles nüüd jõutud selle analüüsimiseni. Tegemist on ääretult inforikka ainesega kesk- ja varauusaegse linna elanike tervise, eluviiside ja meditsiini kohta.

Just inimluud on kõige otsesem informatsiooniallikas, mille põhjal saab teada, kuidas raviti vigastusi ja haigusi ajal, mil tänapäevane meditsiin puudus. Viimaste aastate arheoloogilised kaevamised ja luu-uuringud on toonud päevavalgele kolm koljuoperatsiooni ehk trepanatsiooni (Tartu Püha Jakobi kalmistult, Valjala kirikaiast ja Tallinna Tõnismäe kalmistult) ja ühe amputeerimistunnustega sääreosa (Tartu Püha Jakobi kalmistu). Enimesinevad traumad, mida luudel näeme, on murrud, enamasti just paranenud luumurrud. Väga harva leitakse vigastusi, mis ei ole paranenud. See osutab kannatanu hooldamisele ja oskusele murde hästi lahastada. Näiteks Egiptusest on leitud 5000 aasta vanune muumia puukoorega lahastatud käsi. Sellised leiud on aga ülimalt haruldased, sest enamasti orgaaniline materjal ei säili, eriti just meie tingimustes. Seda enam on huvitav Püha Maarja kirikaiast pärit leid.

Nimelt avastati seal ühe keskealise mehe parema sääreluu alaosa pealt metallist plaat. Surnu sääreosa eemaldati koos ümbritseva pinnasega ja puhastati välja Tartu ülikooli arheoloogialaboris. Ovaalne plekk kattis paremat sääre- ja pindluud eest ning külgedelt. Eseme mõõtmed olid 8,5 × 9 cm. Metallograafilised uuringud näitasid, et tegemist on puhta pliiga. Tartu Raadi kalmistul asuvast Telleri perekonna kabelist on leitud tinakirst, mis pärineb tõenäoliselt 18.–19. sajandist. Kuna surnu oli maetud puitkirstus, siis ei pärine see katke kindlasti mitte kirstust, vaid on olnud ümber surnu jala.

Sarnaseid plaate on leitud erinevatelt kihelkonna- ja hospidalikalmistutelt üle Euroopa, kuid nende puhul on materjaliks olnud vask. Enamasti pärinevad need kesk- ja varauusaegsetest matustest. Neid on avastatud õlavarreluude ümbert ja põlvede juurest. Mitte alati pole metallplaadiga kaetud luudel tuvastatud eluajal põetud haigusi või saadud vigastusi. Tõenäoliselt on need vaskplaadid olnud terapeutilise (antibakteriaalse, antimükootilise) toimega. Ühtegi sellist pliist plaati mujalt Euroopast teada ei ole. Kõnealusel luustikul ei tuvastatud visuaalsel vaatlusel sääreosas ühtegi vigastust ega haigust.

Ühtegi sellist pliist plaati mujalt Euroopast teada ei ole.

Tänapäeval teame, et pliil puuduvad organismile kasulikud omadused ning suurtes kogustes on see väga mürgine. Siiski kasutati seda minevikus meditsiinis. Selle terapeutilisi omadusi on kirjeldanud näiteks Hippokrates. Pliid on kasutatud ravimina armide eemaldamisel ning seda on lisatud plaastritesse, mis pandi silmadele ja haavanditele. Samuti usuti, et pliil on jahutavad omadused, mistõttu segati seda ka kreemidesse.

Kahjuks ei ole võimalik öelda, kuidas ja mis otstarbel Maarja kalmistult avastatud pliiplekki kasutati. Tegemist on esimese sellelaadse leiuga Eestis. Igal aastal kaevatakse välja sadu luustikke, seetõttu peame ootama uusi leide ja valdkondadeüleseid uurimusi, mis annaksid teavet plii kasutuse ning sellega ravimise kohta kesk- ja varauusajal. •

Martin Malve, osteoarheoloog, Tartu ülikooli doktorant

Muuseumilaev, mis on avastanud sadu laevavrakke

1968. aastal ehitati Marimaal Zvenigovo laevatehases eestlasest laevaehitusinseneri Heino Leevaldi projekti järgi uut tüüpi kalatraaler, mis pakkus kalurikolhoosi Pärnu Kalur meestele 14 aastat tööd ja leiba. Täna, 50 aastat hiljem teame Maret Eesti meremuuseumi uurimislaevana, mille kontol seisab sadade vrakkide avastamine.

FOTOD: VELLO MÄSS

Mare hooldusremondis Hiiumaa Suursadamas. Sarnaselt eksponeeritakse laev sügisel ka Lennusadama kail

Eesti Vabariigi 100. aastapäevale pühendatud näitusel Lennusadamas „100 aastat kiilu all. Eesti lugu laevades 1918–2018“ paigutub Mare suundumine teaduspõllule aastasse 1983, mil muuseum võttis aluse kasutusele uurimislaevana. Kuus aastat hiljem ehitati mootorlaev põhjalikult ümber, kohandati merearheoloogiliseks uurimistööks ja varustati kaasaegse tehnikaga.

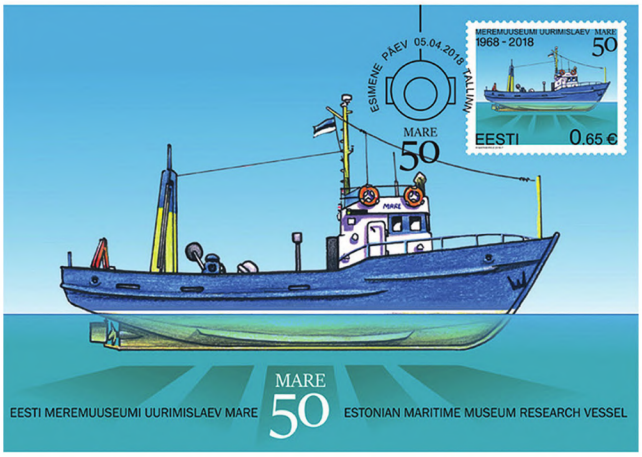
Mare on tegelenud uppunud laevade otsimise, uurimise ja Eesti vrakiregistri koostamisega. Avastatud ja uuritud tähtsamate laevavrakkide hulgas on soomuslaev Russalka, reisilaev Vironia, ujuvmajakas (tulelaev) Hiiumadal, jäämurdjad Pjotr Veliki, Truvor ja Krišjānis Valdemārs, Leedu sõjalaev Prezidentas Smetona, Läti sõjalaev Virsaitis, Soome valvelaev Uisko, miinitraaler Dago, mootorpurjekad Jaen Teär ja Raa, allveelaevad Jedinorog, L-2, Štš-322, suurtükilaevad Sivutš ja Meeme, hüdrograafialaev Vostok ning mitmeid ajaloolisi laevu, mille nimegi me veel ei tea. Kokku on Mare töö tulemusel koostatud vrakiregistris üle 1000 uppunud laeva, lennuki, ajaloolise ankru ja eestlaetava suurtüki. Uurimislaeva töö tulemusena on valminud neli merendusajaloolist dokumentaalfilmi, uurimisretkedel nähtust-kuuldust on kaante vahele jõudnud seitse raamatut. Oma parimas loomeeas planeeris ajaloolane, kirjanik ja publitsist Lennart Meri laeva Mare retke Äänisjärvele, et uurida muistse „veelinnurahva“ jäädvustatud kaljujooniseid. Retk jäi tegemata, sest presidendiamet tuli vahele.

Uurimislaev on abistanud Eesti meregeoloogе merepõhja geoloogilisel kaardistamisel ja Neugrundi veealuse meteoriidikraatri uurimisel. Aastail 1994–1997 võttis Mare osa Osmussaare ja Pakri saarte rannavete puhastamisest lõhkeainetest. Meremuuseumi ülemerevisiitidel on laev külastanud paljusid Soome, Rootsi ja Taani sadamaid.

Tuntud inimestest on Mare pardal ümber oma kunagise kodusaare sõidutatud Naissaarelt pärit kunstnik Erik Schmidti, viidud sinna tuntud polaaruurijaid ja arheoloogе, Pakri saartel on Mare pardal käinud loodusemees Fred Jüssi.

50 aasta möödumist Mare ehitusest tähistas aprillis ilmunud postmark, mis on omajagu märgiline sündmus, kuna laev peaks sel kevadel minema vastu oma viimasele hooajale merel. Veel on plaanis täpsustada mõningaid sissekandeid muuseumi vrakiregistris. Sügisel leiab Mare endale koha teiste muuseumilaevade hulgas kail ning jääb vaadeldavaks kõigile huvilistele. •

Vello Mäss, merearheoloog ning Mare kapten aastail 1983–2018.



Tänavu aprillis Mare 50. aastapäevaks välja antud postmargi ja nn esimese päeva ümbriku kavand. Kujundanud Roman Matkiewicz

Lennusadamas

24.02.2018
—
13.01.2019

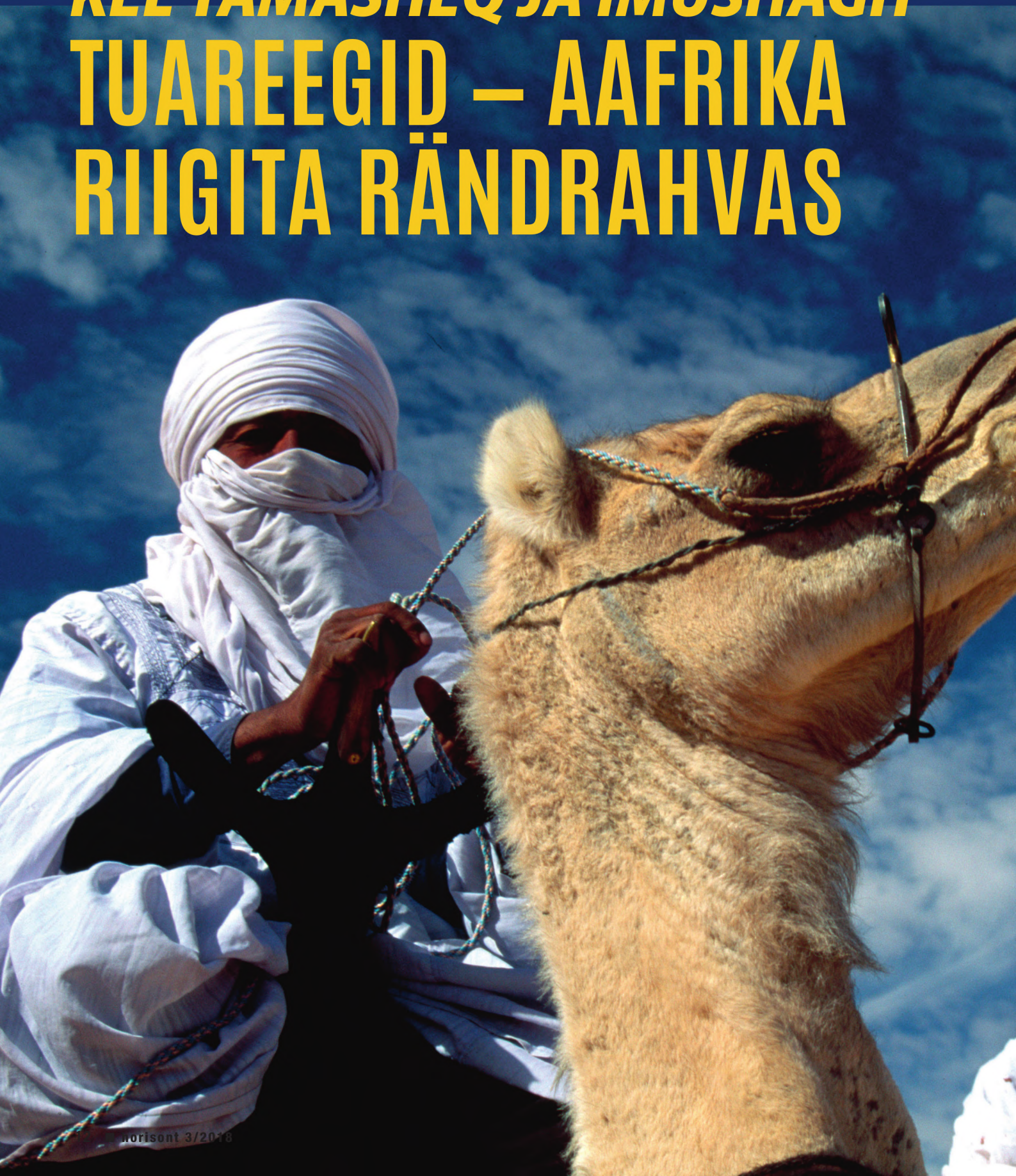
100 aastat kiilu all

Eesti lugu *laevades* 1918 — 2018

LENNUSADAM
SEAPLANE HARBOUR

ANDRUS MÖLDER

KEL TAMASHEQ JA IMUSHAGH
TUAREEGID – AAFRIKA RIIGITA RÄNDRAHVAS



Vabadust armastava tuareegide rahva tänane asuala hõlmab Aafrikas Kesk- ja Lääne-Sahara lõunapoolse osa ning põhjapoolse Kesk-Saheli regiooni. Ühtekokku ligikaudu kahe miljoni ruutkilomeetri suurune piirkond ei ulatu mitte kusagil mereni. Tuareegide jaoks ei ole Sahara mitte üks kõrb, vaid palju kõrbeid. Nii on Sahara nimigi tuareegide jaoks *Tinariwen*, mis tähendab 'kõrbed'. Loo pealkirjas olev *kel tamasheq* on tuntuim tuareegide enesenimetus, kuigi tegelikkuses kasutavad nad endale viitamisel paljusid erinevaid nimetusi. *Kel tamasheq* on naissoo mitmuse vormis ja tähendab 'tamašeki kõnelejad'. Seevastu *imushagh*, mida tuareegid samuti enesenimetusena laialt kasutavad, on meessoost mitmus, mida võiks tõlkida kui 'üllad ja vabad'. Tuareegide sajandeid kestnud võitlus vabaduse ja oma riigi nimel pole tänaseni lõppenud.

Tuareege on praegusel ajal 3–5 miljonit. Nende täpne arv on teadmata, sest osa neist on jätkuvalt rändava eluviisiga. Samas pole mitmetes riikides, kus nad elavad, juba ammu korralikku rahvaloendust läbi viidud. Kuna tuareegide elukohariigid peavad neid enamasti tülikateks põliselanikeks, püütakse nende arvu poliitilistel põhjustel näidata tegelikust väiksemana.

Kõige rohkem elab tuareege Nigeris, kus nende ajalooline asuala hõlmab üle poole riigi territooriumist. Seal on tuareege enam kui 2,1 miljonit. Malis (valdavalt riigi ida-, põhja- ja keskosas) elab tuareege üle 550 000, kuid mõningatel andmetel isegi enam kui 1,5 miljonit. Burkina Fasos (väikestel aladel riigi põhjaosas) on tuareege vähemalt 370 000 ja Tuneesias umbes 2000. Väga raske on tuareegide hulka hinnata Alžeerias ja Liibüas. Mõnedel andmetel elab Alžeerias ainult 25 000 tuareegi (riigi lõuna- ja kaguosa kõrbetes), kuid teistel andmetel 150 000 või isegi kuni miljon. Liibüas, eeskätt riigi lääneosas elavate tuareegide hulka hinnatakse mõnest tuhandest mõnesaja tuhandeni.

Kõikides riikides moodustavad tuareegid elanikkonnast väikese osa. Nigeris on nende osatähtsus 10–12%, Malis 3–10%, Burkina Fasos 2–3%, Alžeerias 0,06–2,5%, Liibüas 0,03–5% ja Tuneesias alla 0,02%. Naaberrahvaste suurema sündivuse ja sisserände tõttu on tuareegid oma ajaloolise kodumaa paljudes piirkondades tänaseks vähemusse jäänud. Näiteks kui 1950. aastal oli Mali Timbuktu piirkonnas tuareegide osatähtsus rahvastikus peaaegu 60%, siis 2009. aasta rahvaloenduse andmetel ainult 27%. Sama suur oli tuareegide osakaal ka Mali Gao piirkonna elanike seas. Vaid Mali väga hõredalt asustatud Kidali piirkonnas, kus 2009. aastal elas veidi enam kui 151 000 ruutkilomeetril ligi 68 000 elanikku, oli tuareegide osatähtsus pea 90%.

Usult on enamik tuareegidest moslemid, täpsemalt sunniidid. Enamike islam on seejuures väga leebe. Samas on paljuski just tuareegid olnud mitmete sajandite jooksul need, kes on aidanud levitada islamit Saharast lõuna poole jäävatel aladel. Tänapäeva

tuareegide igapäevane elu on sümbioos islamieelsetest praktikatest ja islami kommetest. Muuhulgas erineb tuareegide ühiskond traditsioonilisest islami ühiskonnast selle poolest, et naistel on väga austusväärne positsioon ja väga palju otsustamisõigust, sealhulgas meeste tegevusi puudutavates küsimustes. Ka põlvnemist arvestavad tuareegid emaliini pidi.

Iseseisvuse kaotus tõi lõputud ülestõusud

Berberi rahvaste, sealhulgas tuareegide esivanemad elasid Egiptusest lääne poole jäävas Saharas juba 1000 aastat eKr. Läänes ulatus nende kunagine asuala Atlandi ookeanini. Seega elasid berberi rahvaste esivanemad Saharas väga laialdasel alal.

Tuareegide ühiskond erineb traditsioonilisest islami ühiskonnast selle poolest, et naistel on väga austusväärne positsioon ja väga palju otsustamisõigust, sealhulgas meeste tegevusi puudutavates küsimustes.

Ammustel aegadel oli berberi rahvastel pidevalt kokkupuuteid kolonistidega, näiteks foiniiklastega ja roomlastega. Hiljem lisandusid vandaalid, araablased jne. Juba 7. sajandil puutusid idapoolsed berberid kokku islamiga, kui Egiptusest lääne poole jäävaid alasid asusid vallutama araablased. Berberi rahvad võtsid islami omaks üpris kiiresti ja 8. sajandi algul tungisid just nemad koos väiksema hulga araablastest sõdalastega Pürenee poolsaarele.

Sahara lõunapoolsetel aladel elanud tuareegid eristusid teistest berberi rahvastest esimese aastatuhande aladel. Mõjutused ilmnevad arvukates laensõnades, kuid kohati ka grammatikas.

Mitte üheski riigis, kus tuareegid elavad, ei ole nende keeltel sisulist ametlikku staatust. Nigeris on tavallammati keel küll ametlikult kuulutatud kohalikuks keeleks, kuid tegelikkuses selle keele kaitse ei toimi ning selle kasutamise võimalused on ametlikus asjaajamises äärmiselt piiratud. Malis on ametlikult kohaliku keele staatuses tamašeki keel, kuid ka selle keele olukord ei ole oluliselt parem kui tavallammati keelel Nigeris.

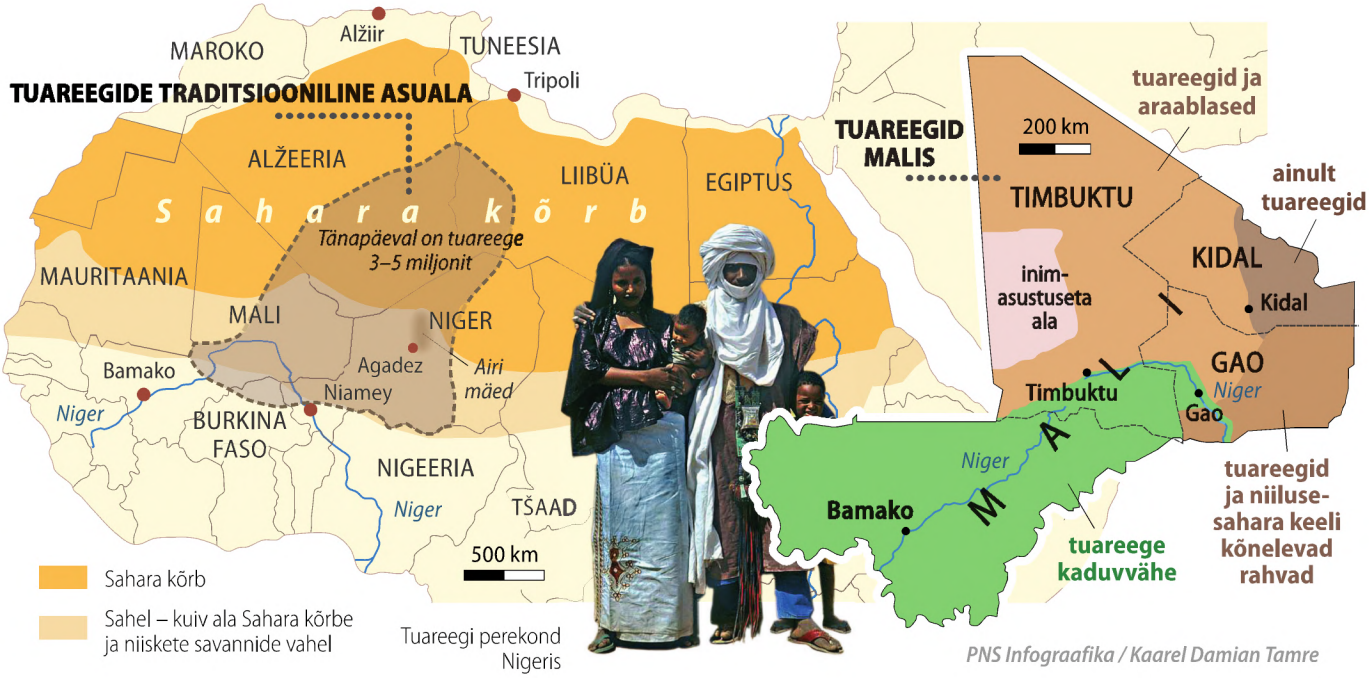
Tuareegi keeltes on viis pikka vokaali, milleks on *a, e, i, o, u* ning kaks lühikest vokaali, milleks on ə ja *ă* ning n-ö empaatilised versioonid vokaalidest *e* ja *o*. Traditsioonilises tifinagi kirjas puuduvad vokaalide tähistamiseks märgid. Vaid sõnade lõpus olevat ükskõik millist vokaali tähistatakse punktiga. Kaasaegses tifinagi kirjas on siiski loodud omaette märgid ka vokaalidele. •

TUAREEGI KEELED

Tuareegi keeled kuuluvad afroaasia keelkonna berberi keelte rühma. Tuareegi keelte põhjapoolsesse rühma kuulub tamahaki keel (*tamahaq*), mida räägitakse peamiselt Alžeerias ja Liibüas. Lõunapoolsesse rühma kuulub kolm keelt – tamašeki keel (*tamasheq*), mida räägitakse eeskätt Malis, ning tavallammati keel (*tawallammat, tamajaq*) ja tajarti keel (*tayart, tayirt, tamajeq*), mida räägitakse peamiselt Nigeris. Mõne arvamuse kohaselt on tuareegi keeli mitte neli, vaid hoopis viis või kuus. Puudub ühtne seisukoht, kas tuareegi keeled on ühe keele erinevad murded või väga lähedased ja omavahel seotud, kuid siiski erinevad keeled. Kõige vähem on kasutajaid tamahaki keelel ja kõige enam tavallammati keelel.

Tuareegidel on oma iidne keeruline tähesüsteem, mida nimetatakse *tifinagiks*. See kirjasüsteem põhineb ammusel berberite kirjal, mida muuhulgas kasutasid tänapäeva Alžeeria ja Tuneesia aladel asunud Numiidia berberitest elanikud juba Rooma võimu eelsel ajal. Samas on tuareegid mõnel pool kasutanud juba keskajast saadik araabia tähestikku. Malis ja Nigeris kasutavad tuareegid ametlikult aga hoopis ladina tähestikku. Tifinagi kirjasüsteemi pikale ajaloole vaatamata on tuareegid seda kasutanud suhteliselt vähe. Varasemal ajal andsid tuareegid infot edasi peamiselt suuliselt, tehes harva kirjalikke ülestähendusi.

Tuareegi keeltes on palju vähem araabia keelest pärit laensõnu kui põhjapoolsemates berberi keeltes. Põhjuseks on ajaloo vältel toimunud vähesemad kontaktid araablastega. Tuareegi keeled on tugevaid mõjutusi saanud põhjapoolsetest songai keeltest, mida räägitakse tänapäeva Mali ja Nigeri



PNS Infograafika / Kaarel Damian Tamre

teisel poolel. Selleks ajaks olid nad rännanud Saharast lõunasse jäävasse Sahelisse. Juba 11. sajandil püüdsid araablased tuareege oma rahva hulka sulatada.

13.–14. sajandini kuulusid lõuna- ja läänepoolsed tuareegid ametlikult Mali, 15.–16. sajandini aga Songhai riigi alla. Mõlemale riigile panid aluse Saheli piirkonna mustanahalised elanikud. 16. sajandi lõpus ja veelgi enam 17. sajandil muutusid ulatuslikud tuareegide alad sõltumatuks.

Kirdepoolsetel tuareegidel oli tänapäeva Nigeri põhjaosas Airi (tamašeki keeles Ayăr) mägedes ja selle ümbruses oma riik, mida tuntakse aastatel 1449–1500 ja 1591–1900 eksisteerinud Airi ja ka Agadezi sultanaadina. Vaid 16. sajandil oli see ala Songhai riigi võimu all. Aastal 1900 langes Airi sultanaat prantslaste võimu alla.

Tuareegidel oli mitme sajandi jooksul üksteisega suhteliselt nõrgalt seotud osadest koosnev konföderatsioon, millele tegid lõpu prantslastest vallutajad. 19. sajandi teisel poolel hakkasid tuareegid prantslaste koloniaalsõdadele Kesk-Saharas korduvalt vastu. Ülestõusud jätkusid 20. sajandi algul. Kuna prantslaste sõjavägi oli tunduvalt kaasaegsema relvastusega, olid tuareegid sunnitud lõpuks alistuma. Tuareegid kirjutasid Mali piirkonnas vallutajatega rahulepingutele alla 1905. aastal. 1916. aastal algas tuareegide vabadusvõitlus Airi mägedes uue hooga. 1916. aasta detsembris vabastasid nad koloniaalvõimu alt lühikese ajaga kõik piirkonna suuremad asulad ja suutsid oma territooriumi vabana hoida enam kui kolm kuud. Paraku alustasid prantsuse kolonistid märtsis 1917 edukat vastupealetungi ning korraldasid tagasi vallutatud aladel kohalike elanike vastu jõhkraid kättemaksuoperatsioone. Ainuüksi kahes asulas hukati avalikult umbes 130 inimest.

Teise maailmasõja järel muutus prantslaste koloniaalvõim tuareegide aladel leebemaks. 1958. aastal palusid tuareegide esindajad Prantsusmaa võime, et need ei lülitaks ajaloolisi tuareegide alasid loodava Mali riigi koosseisu. Ent 1960. aastatel, mil Aafrika riigid iseseisvusid, jaotati tuareegide asuala ikkagi mitme riigi vahel ära. Nii 1960. aastal iseseisvunud Malis kui ka Nigeris halvenes tuareegide olukord Prantsuse koloniaalvõimu lõppedes märkimisväärselt. Esmalt seepärast, et äsja iseseisvunud riike hakkasid juhtima tuareegidest erineva kultuuritaustaga inimesed. Nii Mali kui ka Nigeri võimude jaoks olid tuareegid suurel alal hajusalt elavad tülikad põliselanikud, kelle õigustest ei tahetud midagi teada. Vastuolusid süvendas iseseisvunud riikides ka asjaolu, et tuareegid ja nende naaberrahvad konkureerisid omavahel Saheli loodusvarade pärast. Lisaks muutis olukorra pingelisemaks Sahara kõrbe pidev laienemine, mis oli ja on siiani suures osas põhjustatud piirkonna liiga intensiivsest inimtegevusest.

Tuareegidel oli tänapäeva Nigeri põhjaosas Airi mägedes ja selle ümbruses oma riik, mida tuntakse aastatel 1449–1500 ja 1591–1900 eksisteerinud Airi ja ka Agadezi sultanaadina.

1962. aastal alustasid Mali tuareegid riigi idaosas Nigeri ja Alžeeria piiri lähedal Mali võimude vastu ülestõusu. Eesmärk oli iseseisva riigi rajamine. Kuigi Mali oli äsja iseseisvunud, suutis riigi armee tuareegide ülestõusu maha suruda.

Teist korda alustasid tuareegid suuremat ülestõusu mais 1990 Nigeris ja sama aasta juunis Malis. Seekord oli tuareegidel kaks peamist eesmärki: nõuda endale Mali ja Nigeri võimudelt inimlikku kohtlemist ning autonoomiat Nigeri Ténéré ja Mali Azawadi ja Kidali piirkonnas. Ülestõusu käigus hukkus tuhandeid tuareege. Prantsusmaa ja Alžeeria eestvedamisel toimunud rahukõnelused lõppesid kokkulepetega aastatel 1992 ja 1996 Mali ning 1995 Nigeriga. Mingeid sisulisi õiguste suurendamisi, rääkimata autonoomiast, need lepingud tuareegidele aga ei andnud. Seetõttu jäi tuareegide ning Mali ja Nigeri võimude vaheline vastasseis endiselt püsima.

Iseseisvuse väljakuulutamine või provokatsioon?

Alates 2007. aastast on tuareegide võitlus oma õiguste eest jälle ägenenud. Võitlused toimuvad eeskätt Nigeris ja Malis. 2007. aasta suvel saatis Niger tuareegide vastuhakku maha suruma 4000 sõdurit. Osa tuareege küüditati. Sama aasta septembris kuulutas tuareegi rahvuslik partei meeleheitliku sammuna välja Tuareegi (Tumujgha) Vabariigi, mis pidi väljakuulutajate arvates hõlmama ligi 2/3 Nigeri ja poole Mali territooriumist. Mõnedel andmetel sooviti riigiga ühendada ka neljandikku Alžeeriast.

Riigi väljakuulutamisel märgiti, et loodav riik on usuliselt vaba ehk riigiusuta. Riigil pidi olema oma armee ja valitsus. Pealinnaks kuulutati Kesk-Nigeris asuv umbes 120 000 elanikuga Agadez, mis on olnud sajandeid tuareegide üks tähtsamaid keskusi. Täpsemalt on siiski teadmata, kes tol korral tuareegi rahvusliku partei nime all esinesid. Mõnede andmete järgi võis Tuareegi vabariigi väljakuulutamine olla hoopis Mali võimude provokatsioon.

Väidetavalt röövisid tuareegid 2008. aasta detsembris Nigeris ÜRO esindaja, soovides sellega tõmmata oma probleemidele ja Nigeri võimude kuritegudele rahvusvahelises meedias laiemat tähelepanu. Mõned päevad hiljem aga eitasid tuareegide juhid enda seotust rööviga, sest selline tegu olevat nende põhimõtetega vastuolus.

Jaanuaris 2012 alustas mitu tuareegide vastupanurühmitust (ja mitu peamiselt araablastest koosnevat islamirühmitust) Mali valitsuse vastu järjekordset ülestõusu. Eesmärk oli saavutada ligi 820 000 ruutkilomeetri suuruses ja 1,3 miljoni elanikuga Azawadis Gao, Kidali ja Timbuktu piirkonna iseseisvus või vähemalt autonoomia, mis võimaldaks tuareegidel vältida Mali võimude pidevaid repressioone. 2. aprilliks 2012 olid erinevad ülestõusnute grupid suutnud enda kontrolli alla saada piirkonna mitmed suuremad linnad, sealhulgas Timbuktu (55 000 elanikku), Gao (90 000 elanikku) ja Kidali (25 000–30 000 elanikku). Azawadi rahvuslik vabastusliikumine (MNLA) kuulutas 6. aprillil 2012 Gao linnas välja ilmaliku Azawadi riigi iseseisvuse, kuigi liikumine oli Mali võimudelt enda kontrolli alla saanud vaid väikese osa tuareegide territooriumist. Olulise osa tuareegide aladest olid hõivanud hoopis islamiäärmuslased.

2012. aasta sügisel palus Mali ülestõusu mahasurumiseks välisriikidelt abi. ÜRO julgeolekunõukogu otsuse alusel asus Mali põhjaosas sõjalisi operatsioone läbi viima Aafrika Liit, millele tuli omakorda appi Prantsusmaa. Selle tulemusena kaotasid ülestõusnud mõne kuu jooksul kontrolli kogu Mali põhjaosa üle. Juunis 2013 sõlmisid tuareegi ülestõusnud ja Mali

Rahvusvaheline meedia ei kipu tuareegidele eriti kaasa tundma. Osalt on selle põhjuseks asjaolu, et tänases maailmas püütakse vahendeid valimata takistada riigipiiride muutumist ja rahvaste enesemääramisõiguse elluviimist.

ALAMY / VIDA PRESS

Tuareegi naine lastega ja mees traditsioonilise indigosinise nägu katva turbaniga

RIIETUS JA ABIELU

Tuareegide ilmselt tuntuim riietusese on eriline turban, mis katab sageli ära ka kogu näo, välja arvatud silmad ja ninaotsa. See meeste kantav rõivaese – *tagelmust* – on puuvillasest riidest ja sageli indigosinist värvi. Turbani ja näokatte kandmine on tuareegidel seotud uskumusega, et see kaitseb pahade vaimude eest. Samas on selle kandmine väga praktilise tähtsusega, sest kaitseb nägu tuules lendleva kõrbeliiva eest. Tuareegi mehed hakkavad tagelmusti kandma täiselisena, näidates, et on saavutanud teatud küpsuse. Erinevalt paljudest teistest islami rahvastest ei kanna tuareegi naised üldjuhul näokatet, vaid pearätikut.

Kui vähegi võimalik, on täiskasvanud tuareeg kindlasti abielus. Üksikuid, kaasata tuareege on vähe. Abielu on tuareegide jaoks väga isiklik suhe. Pärast abikaasa surma on periood, mille vältel austatakse eriliselt lahkunud abikaasat. Naised näiteks ei vaata sel perioodil ühegi meesisiku poole. Mehed puhastavad ennast pärast naise surma nii füüsiliselt kui ka vaimselt. Samas pole tuareegidel laialt levinud karistusi neile, kes sellistest kommetest kinni ei pea. •

ALAMY / VIDA PRESS

Tuareegide laagripaik Malis Timbuktu äärelinnas

keskvõim ametliku rahulepingu. Pingete vähenemist sõlmitud leping siiski kaasa ei toonud. Novembris 2013 avasid Mali valitsusväed tuareegidest protestijate pihta tule. Vastukaaluks valitsuse vägivallale loobus MNLA Mali keskvõimuga sõlmitud relvarahust.

Kahe tule vahel

2015. aasta mais ja juunis sõlmiti Malis järjekordne rahuleping, kus tuareegide poolelt osales mitme teise organisatsiooni kõrval ka MNLA. Paraku on selle kokkuleppe tegelik positiivne mõju jäänud sama väikeseks kui kõigil eelnevatel rahulepetel. Ka viimase aasta jooksul ei ole tuareegide olukord Malis paranenud. Riigi keskvõimu ja erinevate poolsõjaväeliste rühmituste rünnakud, aga ka islamiäärmuslaste vägivallatsemine tuareegide kallal on jätkuvalt tavalised. Inimõigusorganisatsioonid on olukorda kirjeldanud sõnadega „no war, no peace“ ehk pole ei sõda ega rahu. Eriti keeruline on olukord nendel tuareegidel, kes elavad aladel, kus tuareegide osatähtsus on väga väike. Mali mustanahaliste elanike viha tuareegide vastu on kasvanud nii suureks, et tuareegide peksmised, sandistamised, vägistamised ja tapmised on peaaegu igapäevased.

Tõsine probleem on seegi, et islamiäärmuslased püüavad tuareegide õigusetut olukorda ära kasutada. Arvestades Nigeri ja Mali võimude repressiivset tegevust, on tuareegidel inimlikust vaatenurgast täielik õigus enda kaitseks välja astuda. Rahvusvaheline meedia ei kipu aga neile eriti kaasa tundma. Osalt on selle põhjuseks asjaolu, et tänases maailmas püütakse vahendeid valimata takistada riigipiiride muutumist ja rahvaste enesemääramisõiguse elluviimist. Teisalt on selle taga fakt, et aeg-ajalt on tuareegidega koos või lihtsalt samaaegselt läheduses võidelnud islamiäärmuslaste grupid. Viimased ei soovi seejuures sugugi tuareege aidata, vaid tahavad hoopis segasest olukorrast kasu lõigata. Kaasates võimalusel enda võitlusesse ka Mali ja Nigeri keskvõime vihkavaid tuareege, on islamistide kaugem siht piirkonnas range islamikorraga riigi moodustamine. Seega on tuareegid sageli kahe tule vahel, olles sunnitud arvestama riigivõimude ja ka (valdavalt, kuid mitte ainult araablastest koosnevate) islamiäärmuslaste survega. Mali keskvõim on maailma pahameele tuareegide peale suunamiseks süüdistanud näiteks MNLA-d otsestes sidemetes Islami-Maghrebi Al-Qaedaga, kuigi tegelikult on MNLA ilmalik organisatsioon ja püüab igati vältida äärmusliku islami kehtestamist tuareegide aladel.

Alates 2013. aasta 1. juulist on Malis tegutsenud ÜRO rahuvalvemissioon MINUSMA (2017. aasta detsembri seisuga osales selles 11 299 sõdurit ja 1725 politseinikku, lisaks abistav personal), millest võttis osa ka Eesti kaitseväg. Paraku on see missioon tuareegide aladel osutunud valdavalt läbikukkumiseks – seda eeskätt missiooni äärmiselt piiratud õiguste tõttu. Ehkki rahuvalveoperatsioon võeti ette poliitiliste protsesside ja kohalike elanike kaitseks ning stabiilsuse kindlustamiseks, ei ole rahuvalvesõduritel tegelikkuses olnud mingeid õigusi otsese sekkumisega kedagi kaitsta. Seetõttu on pommiplahvatused, inimeste hukkamised jms olnud vaatamata ÜRO rahuvalvesõdurite kohalolule tavalised. Rahuvalvajad on saanud Malis kohalikke kaitsta sama vähe kui Madalmaade sõdurid 1995. aasta juulis Bosnias Srebrenicas, kus serblased tapsid sisuliselt rahuvalvajate silme all ligikaudu 8000 moslemit. Kuna Bosnia asub Euroopas, jõudsid sellised koledused kiiresti rahvusvahelisse meediasse. Ent Mali asub kaugel Aafrikas ning seal toimuvad õudused tihti laiemat kõlapinda ei leia.

Majandus ja eluviisid

Tuareegid elavad väga kuumal ja sademetevaesel alal. Näiteks Agadezis, mis asub tuareegide ala idaosas, on keskmised päevased temperatuurid novembrist veebruarini 28–32 °C, märtsis ja oktoobris 35–37 °C ning ülejäänud kuudel 39–41 °C. Piirkonna rekordkõrge temperatuur on maikuus mõõdetud 50 °C. Keskmised öised miinimumtemperatuurid on novembrist märtsini 12–18 °C ning ülejäänud kuudel 22–26 °C. Rekordmadal temperatuur on jaanuaris mõõdetud –1 °C. Sademeid on aastas umbes 110 mm, sealhulgas juulis ja augustis 35–50 mm. Oktoobrist veebruarini ei saja üldjuhul tilkagi. Agadezist umbes 200 km põhja pool asuva ligi 115 000 elanikuga Arliti linna ümbruses on sademete aastane hulk ainult 40 mm ning sealkandis ei saja tavaliselt oktoobrist maini midagi.

Tuareegide aladel on väga tõsine veenappus ning jõgesid ja järvesid on vähe. Vee pärast konkureerivad nad lõunapoolsete põlluharijatest naaberrahvastega, mis tekitab ka konflikte.

Traditsiooniliselt on tuareegide majandus põhinenud kaubandusel, kaasajal karjakasvatusel ja põlluharimisel. Kariloomadena kasvatatakse kitsi, lambaid ja kaameleid. Enamik tuareege elab väljaspool suuri asulaid. Paljud neist on ka kaasajal pooleldi nomaadid ning rändavad oma karja ja telkmajaga (sõrestik, mis kaetakse loomanahkade või riidega) regulaarselt ühest piirkonnast teise.

Karjakasvatamine ja rändav eluviis määrab ära ka linnalistest asulatest väljaspool elavate tuareegide toidu. Juuakse eeskätt kitse- või kaamelipiima ja rohelist teed. Piimast valmistatakse ka juustu ja paksu jogurtit. Erilistel puhkudel juuakse jooki, mis kannab nime *eghajira*. See on hirsist, datlitest, kitsejuustust, piimast ja suhkrust valmistatud kreemjas magus jook, mida juuakse või süüakse tavaliselt kulbiga. Tuareegide peamine toit on hirsipuder. Tuareegide leib, *taguella*, on mannast, nisu- või hirsijahust valmistatud ning liiva peale tehtud väikese lõkke kuumas tuhas ja liivas küpsetatud lapik päts. Enamasti süüakse taguellat väikesteks tükkideks murtuna koos lihakastmega.

Enamik tuareege elab väljaspool suuri asulaid. Paljud neist on ka kaasajal pooleldi nomaadid ning rändavad oma karja ja telkmajaga regulaarselt ühest piirkonnast teise.

Varasemalt on tuareegid elatunud peamiselt kaubandusest. Paljude sajandite jooksul olid just tuareegid peamised kaupmehed, kes liikusid oma karavanidega läbi Sahara, ühendades kaubaretkedega Vahemere-äärseid linnu kõrbest lõuna poole jäävate asulatega. Tuareegid kauplesid peamiselt väikeste, kuid hinnaliste esemetega (nt ehetega), sest kaamelite seljas ette võetud pikkadele teekondadele ei saanud suuremõõtmelisi kaupu kaasa võtta. Kaameleid hakkasid nad araablaste eeskujul laiemalt kasutama 4. sajandil.

Niger ja Mali kui tuareegide tänased peamised asualad on väga vaesed. Niger kuulub hinnangute kohaselt maailma kümne vaeseima riigi hulka. Nigeri sisemajanduse kogutoodang (SKP) moodustab ostupariteedi alusel elaniku kohta vaid veidi üle 3% Eesti vastavast näitajast (rahvusvahelise valuutafondi andmetel oli Eesti SKP elaniku kohta jooksevhindades ostupariteedi alusel 2017. aastal ligi 31 500 USD ehk ligi 25 500 eurot). Mali on mõnevõrra kõrgema elatustasemega, kuid siiski samuti väga vaene maa – SKP on ostupariteedi alusel elaniku kohta alla 8% Eesti näitajast. Tuareegide alad on seejuures vaesed isegi Nigeri ja Mali mõistes!

Maavarade rikkus kui hädade allikas

Tuareegide olukord on väga keeruline kõikides riikides, kus nad põliselt elavad. Suurim probleem peitub selles, et nende põline asuala on tänapäeval jaotatud mitmete riikide vahel. Seetõttu on tuareegide kultuuriliste ühistegevuste võimalused piiratud. Teine probleemide allikas on asjaolu, et suurema tuareegidest elanike arvuga Malit, Nigerit ja Burkina Fasot juhivad tuareegidest kultuuriliselt väga erinevad rahvad. Eeskätt just Malis ja Nigeris suhtutakse tuareegidesse ülekohtuselt kui kollektiivsetesse kurjategijatesse ning just neis riikides on nad kannatanud süstemaatilise genotsiidi all.

Nii nagu paljude teiste riigita rahvaste jaoks, on ka tuareegide hädade põhjustajaks nende asualadelt leitud rohked maavarad. Näiteks Põhja-Nigeris on tuareegidelt ilma igasuguse selgituse ja kompensatsioonita ära võetud ja rahvusvaheliste kaevanduskompaniide kätte antud suuri maa-alasid. Nigeris on ulatusliku uraani kaevandamisega saastunud vesi tekitanud tõsised keskkonnaprobleeme. Uraanikaevandustega kaasnev reostus on mõnel pool märkimisväärselt suurendanud vähki haigestumist ja surnult või

KASTISÜSTEEM JA ORJAPIDAMINE

Tuareegide traditsiooniline ühiskond on hierarhiline nn kastiühiskond, kus on olemas oma aadlikud ja oma vasallid. Iga tuareegi klann koosnes mitmest perekonnagrupist, mida juhtis pealik, kes toetus hõimu vanematest liikmetest moodustunud nõukogule.

Sellise kastisüsteemi oluline osa on pikka aega olnud orjapidamine. Tuareegid on orje võtnud enam kui 1000 aastat. Algselt muudeti orjadeks sõdades vangistatuid, kusjuures orjade järglased säilitasid orja seisuse. Sõdades vangistatud orjad ei olnud algselt üldjuhul tuareegid, vaid kuulusid tuareegide naaberrahvaste hulka. Orjad moodustasid tuareegide kastiühiskonnas väga olulise ühiskonnakihi.

Traditsiooniliselt on tuareegide orjad elanud omanike vahetus läheduses. Nad on olnud omaniku teenrid ja töötanud karjakasvatajatena. Mõnes mõttes on orjad olnud omaniku perekonna osa. Vahel abiellusid omanikud naisorjadega ning sellistest abieludest sündinud lapsed said vaba isiku staatuse.

Prantsuse koloniaalvõimud keelasid ametlikult orjapidamise ära, kuid praktikas seda keeldu rangelt ei järgitud. Prantslaste kehtestatud orjuse keeld oli suunatud eeskätt tuareegide klassikalise ühiskonnakorralduse lõhkumisele ja orjadele rajatud majandusmudeli hävitamisele. Orjade vabastamine oli selle näiliselt õilsa keelu juures teisejärgulise tähtsusega.

Aafrika riikides, kus tuareegid elavad, on orjapidamine kaasajal kõikjal keelatud. Mõnes riigis on see keeld jõustunud küll üsna hiljuti, näiteks Nigeris alles 2003. aastal. Tegelikkuses on tuareegide kastisüsteemid, mille ühe osa moodustavad ka orjad, paljudes piirkondades säilinud tänaseni muutusteta. Näiteks arvatakse, et kuni 5% Nigeri tuareegidest võib olla ka praegusel ajal orjaseisuses. •

TUAREEGIDE LIPUD

Tuareegid kasutavad kaasajal mitmeid erinevaid lippe. Ühtset rahvuslippu neil ei ole. 2007. aastal ühepoolselt väljakuulutatud Tumujgha Vabariigi lipul sümboliseerib sinine taeva puhtust, kollane Sahara liiva, roheline kõrbeoaase ning punane täht *yaz* (Z) tuareegide märtrite verd. Täht *yaz* on seejuures berberirahvaste traditsiooniline sümbol. See on keskne täht sõnas *amazigh*, mis tähendab vaba inimest ja on berberirahvaste ühine enesenimetus. Lipu ülaosas olevad seitse tähte sümboliseerivad tuareegide seitset ajaloolist konföderatsiooni: Kel Ahaggar (peamiselt Alžeeria aladel), Kel Ajjer (tänapäeva Alžeeria ja Liibüa aladel), Kel Ayr (Nigeri aladel), Kel Azawagh (Nigeri ja Mali aladel), Kel Adgh (Mali aladel), Kel Tadamakkat (Mali aladel), Oudalan (Burkina Faso aladel). 2012. aastal tuareegide ühepoolselt väljakuulutatud Azawadi iseseisva riigi lipp on sama, mis Azawadi rahvuslikul vabastusliikumisel. Mõnedel andmetel on lipu eeskujuks Palestiina lipp ning värvid on Pan-Aafrika värvid, millena vahel käsitletakse punast (sümboliseerib verd), kollast ja rohelist (sümboliseerib Aafrika loodust) ning vahel punast, musta ja rohelist. Omaette lipp (kollasel taustal must täht *yaz*) oli ka 18. sajandi keskpaigast kuni 1977. aastani tänase Alžeeria kaguosas Ahaggari mägismaal ja selle naaberaladel Liibüas eksisteerinud Ahaggari konföderatsioonil.

Vahel kasutavad tuareegid ka berberi rahvaste nn ühislippu. Sellest lipust on erinevaid variante (samad värvid erinevas järjekorras). Siinkohal on esitatud neist variant, mis kinnitati 1998. aastal berberi rahvaste maailmakongressil. Sellel lipul sümboliseerib sinine Vahemerd, mille kallastel on berberi rahvad mitu tuhat aastat elanud, roheline maad, kollane Sahara kõrbe, kulda ja rõõmu. Punane *yaz* sümboliseerib igavest elu ja berberi märtrite verd. •

Berberirahvaste ühislipp

Azawadi Vabariigi lipp

Ahaggari lipp

Tumujgha Vabariigi lipp

väärarenguga sünde. Uraani kaevandamisel ja töötlemisel vee kasutamine vähendab piirkonna niigi väga nappe veevarusid. Järelevalve uraanikaevanduste üle on väga nõrk, sest Nigeri võimud pole karmimast kontrollist sugugi huvitatud. Seejuures ei taha Niger riigis näha ka rahvusvahelisi vaatlejaid, kartes, et peab hakkama uraanikaevanduste sissetulekuid rahvusvahelise surve tõttu tuareegidega jagama. Lisaks leidub tuareegide aladel naftaleiukohti.

Nigeris pole tuareegidel võimalik kasutada algelisematki arstiabi. Ka pole neil seal kõige elementaarsemaid inimõigusi – sõjavägi ja politsei võib tuareege ilma kohtuta vangistada ja tappa. Igaüks, kes peab end tuareegiks, on Nigeri keskvõimude jaoks automaatselt kurjategija. Ent maailm ei tee Nigeris võimude kuritegude peatamiseks tuareegide alal mitte midagi, sest ihaldatakse nii uraani kui naftat. •

Andrus Mölder (1970) on lõpetanud 1992. aastal Tallinna tehnikaülikooli majandusteaduskonna tootmise ökonoomika ja juhtimise erialal. Tegeleb igapäevaselt finantside juhtimise ja finantskoolitusega ning aitab ettevõtetel toetusi ja laene saada. Väikerahvastest ja rahvuslippudest, viimastel aastatel eeskätt riigita rahvastest ja nende sümboolikast, on huvitunud kaheteistkümnendast eluaastast saadik. Suhtleb riigita rahvaste esindajatega üle maailma. Kirjutanud Horisondis mitmetest riigita rahvastest, tutvustanud neid ja nende probleeme alates 2004. aasta suvest ka Vikerraadios, kus on salvestanud sarjas „Riigita rahvad“ saateid 106 rahvast. 2012. aastal kirjutas raamatu Kaukaasia riigita rahvastest, mis ilmus Horisondi kaasandena „Looduse raamatukogu“ sarjas.

Aare Lindt

Liblikate armuvõti

Pildil on perekonda *Pelagodes* kuuluva isasliblika genitaalid. Foto on üles võetud mikroskoobi abil, suure suurendusega. Nii saab selgelt jälgida kõige peenemaidki genitaalide detaile – ogasid, harjaseid, kühme, tüükaid, hambulisi jätkeid jmt. Nende osakeste kuju, mõõtmed ja paiknemine on liigispetsiifilised, võimaldades üksteisest eristada sarnase tiivamustri ja välimusega liike.

Sellise pildi saamiseks tuleb kõigepealt genitaalid prepareerida. Selleks lõigatakse liblikalt küljest tagakeha tipp ja asetatakse seebikivilahusesse, milles lahustuvad kõik pehmed koed ja alles jääb vaid tugevast kitiinist nn karkass. Järgnevalt valmistatakse sellest korralik preparaat, kus genitaalide osad ja peenis on üksteisest eraldatud. Kui valminud preparaati mikroskoobi all vaadata, avanebki vaatajale selline pilt nagu kõrvaloleval fotol.

Suguakti ajal on emas- ja isasliblika tagakehad nii kõvasti teineteise küljes, et nad võivad taimede küljes lausa rippuda ning segamise korral koguni üheskoos lendu tõusta. Nimelt klammerduvad isasliblika genitaalide teatud osad tugevasti emase külge ja sobituvad temaga täiuslikult. Seega võime neist piltlikult mõelda kui liblikate suhte armuvõtmest ja -lukust. Seejuures klapivad omavahel vaid samasse liiki kuuluvate liblikate suguorganid, mistõttu ei saa eri liikide liblikad ka omavahel paarituda.

Pildil olevate genitaalide omanikul puudub hetkel teaduslik liiginimi – fotot ja liblikat kasutatakse liigikirjelduse koostamiseks ning ehk saadakse neist ka inspiratsiooni liiginime väljamõtlemiseks.

FOTO: AARE LINDT

Kõrvalolevate genitaalide omanik, Põhja-Filipiinidelt ligi 1400 meetri kõrguselt mägimetsadest pärit liblikaliik on veel teadusele tundmatu. Kirjeldamisel olev liblikaliik tabati 2013. aasta juunis toimunud Eesti liblika-uurijate ekspeditsiooni käigus. Liblikad saadi kätte, kui nad lendasid ööpüügi ajal valgusallika lähedale ülesriputatud lina peale

Liblika genitaalarmatuur

500 µm

Genitaalarmatuurist eraldatud selja- ja kõhulooge (tergiit ja sterniit)

Peenis

Nii seda kui veel kümmekonda omanäolist fotot saab selle aasta oktoobrikuuni vaadelda Eesti loodusmuuseumi trepigaleriis. •

FOTOD: VALLO KRUUSER

NOORTE TEADUSTE AKADEEMIA MÄSSUMEELNE PRESIDENT

SELLES NUMBRIS: ELS HEINSALU

Eesti ühiskondlike arutelude areenil on juba aasta aega häälekalt sõna võtnud üks uus huvigrupp – meie noori teadlasi esindav Eesti noorte teaduste akadeemia (ENTA). Nii siin- kui sealpool piire tegutsevail uue põlvkonna säravatel teadlastel on avalikkusele ja teaduspoliitika kujundajaile mõndagi südamele panna. Noorte teadlaste muredest ja rõõmudest Eesti teadusilmas rääkis ENTA presidendi ning keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi (KBFI) vanemteaduri ELS HEINSALUGA Horisondi peatoimetaja ULVAR KÄÄRT.

Nädalavahetusel (*intervjuu toimus KBFI endise juhi Endel Lippmaa kabinetis 14. aprillil Tallinnas korraldatud teadusmarsile järgneval nädalal – U. K.*) juhtus Eesti mõistes midagi erakordset – teadlased ja teadusesõbrad tulid esimest korda loosungitega tänavaile marssima. Olid selle meeleavalduse üks eestvedajaid. Ütle lühidalt, miks inimesed marssima tulid?

Ikka teaduse eest! Asja üks pool oli meie teaduse rahastamise olukorrale tähelepanu juhtimine. Riik on ju lubanud tõsta teaduse rahastamise 1%-ni sisemajanduse kogutoodangust. Vaadates aga rahastamise praegust trendi, siis ma ei usu, et jõuame sellises mahus rahastuseni isegi aastaks 2050. Teisalt tahtsime suurendada ühiskonnas arusaama, miks on teadust ja teadlasi vaja. See võib uskumatuna tunduda, aga kui avada kasvõi Delfi kommentaarium, siis ikka ja jälle räusatakse seal, et kõigepealt peaks teadus inimestele midagi andma ja alles siis võiks teaduse rahastamisest edasi rääkida. Miskipärast ei jõua inimestele kuidagi kohale, et tegelikult on praktiliselt kõik meid ümbritsev ühte või teist otsa pidi teadlaste töö tulemustega seotud. Näiteks arvutite kohta mõtlevad mõned inimesed, et need on teinud arvutifirmad ning teadlastega ja teadusega pole neil mingit pistmist. Aga see ei ole ju nii. Selliseid näiteid võib tuua veel ja veel.

Kui üldsus ei oska hinnata teadlaste ja teaduse rolli ühiskonnas, siis kas selle taga võib olla asjaolu, et teadlased pole oma sõnumi levitamisega kuigi hästi hakkama saanud?

Jah, ilmselt mingis mõttes küll. Mõnigi on viidanud, et teadlased on väga viisakad, tagasihoidlikud ja rahulikud inimesed, ehk siis mingil määral võib asi tõesti nii olla, et koer pole oma saba piisavalt kergitanud. Ilmselt peaks teadlased oma saavutustest avalikkusele rohkem rääkima. Samas on see kahe otsaga asi, sest n-ö kaagutamise peale võib teaduse tegemise arvelt kuluda liiga palju auru.

Miskipärast ei jõua inimestele kuidagi kohale, et tegelikult on praktiliselt kõik meid ümbritsev ühte või teist otsa pidi teadlaste töö tulemustega seotud.

Milliseid vastukajasid on teadusmarss tekitanud – lubati teile midagi?

Poliitikuid sel üritusel väga ei olnud, kuigi saatsime personaalse kutse igale valitsuse ja riigikogu liikmele. Peale haridus- ja teadusministri tuli riigikogu hoonest ühel hetkel välja ka Ants Laaneots, aga tema läks meist väga sirgelt lihtsalt mööda. Lossi platsil kõneles teiste hulgas kaitseuuringute keskuse direktor Sven Sakkov – ilmselt oleks Laaneots vaid teda kuulama jäänud, kui oleks tema kõne ajal väljunud. (*Muigab.*)

Kahjuks see sündmus poliitikuid väga ei puudutanud. Küll aga olid marsil osalenud lapsed sellest üritusest vaimustuses. Mõnes mõttes ongi just nemad sellise ettevõtmise peamine sihtrühm. Kui uued põlvkonnad kasvavad maast-madalast teadmisega, et teadus on äge ja kasulik, siis ilmselt hakkab maailm paarikümne aasta pärast muutuma.

ENTA on viidanud meie teadlaste järelkasvu ehk doktorantide murekohtadele. Millest meie doktorandid kõige enam puudust tunnevad?

Esmalt majanduslikust kindlustundest. Doktoranditoetus on väike ning puuduvad paljud sotsiaalsed garantiid. Ebakindlust tunnevad isegi need, kes saavad oma juhendajate grantidest lisa. Kui näiteks mul on võimalik grandi saamisel kohe endale doktorant võtta ning kui kõik asjad lähevad hästi, siis on võimalik maksta talle stipendiumi või parimal juhul palka doktorantuuri lõpuni.

Ent probleeme on teisigi. Eestis kehtiva süsteemi järgi on doktorikraadi kaitsmiseks vaja avaldada kolm teadusartiklit. Aga mis sa siis teed, kui näiteks uuritav eksperiment mingil põhjusel ei õnnestu ja sa ei saa tulemust? Seda tuleb ju teaduses ikka ette. Sellistel juhtudel teeb doktorant tööd edasi ning kui õpingute aeg venib seepärast pikemaks, siis vahepeal võib grant lõppeda; doktoranditoetus lõpeb niikuinii. Ehk Eestis peaks selgeks vaieldama, kas doktorant on teadustöötaja või õppur. Hetkel on nad minu silmis pigem teadustöötajad, ent neid koheldakse nagu õppureid... Kuigi rahastuse probleem jääb meid ilmselt kummitama gal juhul.

Lisaks eelnevale on Eestis viimaste aastate jooksul kerkinud üles teema, kas doktorikraadiga inimesed võiks teha ka midagi muud kui ainult teadust. Meil on muidugi terve hulk doktoreid, kes ei tööta ülikoolides või teadusasutustes ega isegi mitte teadlastena erasektoris, ent Eestis pole välja kujunenud selget arusaama, milline võiks olla doktorikraadiga inimeste roll ühiskonnas ning kus nad võiksid peale ülikooli veel töötada.

Minu tutvusringkonnas on mitmeid selliseid juhuseid olnud, kus doktorandi elul on siht olnud kuni kraadi kaitsmiseni. Selle järel on juhendaja teatanud, et kahju küll, aga enam tööd ja leiba pakkuda pole ning vaata ise, kuidas hakkama saad. Ehk siiani nii vajalikku doktoranti pole pärast kaitsmist ühtäkki justkui enam kellelegi vaja. Olen näinud, kui palju pettumust ja kibestumist on sellised juhtumid tekitanud.

Sellisel juhul, kui inimene tahab väga oma alal teadustööd jätkata, on lahendus välismaale järeldoktorantuuri minek, mis ei pruugi perekondlikel põhjustel loomulikult kerge olla. Samas on paariks aastaks välismaale minek – ükskõik, kas inimene tahab seal jätkata tööd teaduses või teha teadust hoopis mõnes tööstusettevõttes – igal juhul väga kasulik kogemus.

Oled ise doktorantuuripõlves saanud kogemusi Itaalia, Hispaania, Saksamaa ja Taani ülikoolidest. Mida Sa neist riikidest meile eeskujuks tooksid?

Näiteks kui ma küsisin Taanis õpinguid lõpetavailt doktorantidelt edasiste plaanide kohta, siis vähemalt pooled vastasid, et lähevad mõnesse firmasse tööle. Ehk siis neil on doktorantuuri järel tööstusesse suundumine väga loomulik tegevus.

Miks?

Taanis on selliseid töökohti, kuhu otsitakse teadustöö kogemuse ja doktorikraadiga inimesi, lihtsalt palju rohkem kui Eestis. Seetõttu pole seal kraadi kaitsmise järel erasektorisse minemises midagi imekspandavat. Kui Eestis teatab keegi doktorantuuri järel, et läheb ülikoolist mujale tööle, on see teistele sageli paras ehmatus. Meil on traditsiooniliselt levinud arvamus, et kui oled juba doktorantuuris, siis oled elu lõpuni teadlane. Ent teistes riikides pole see sugugi vaikimisi eeldus.

Näiteks minu itaallasest abikaasa (*KBFI vanemteadur Marco Patriarca – U. K.*) oli pärast doktorantuuri paar aastat erasektoris, aga just sel ajal tekkis tal arusaam, et tahab siiski teadustööd teha. Nii läks ta uuesti järeldoktorantuuri. Mõtlevat inimest on siiski igal pool vaja!

Arvatavasti seisab Eestis selles vallas areng alles ees. Kui olin külalisdoktorandina Saksamaal Augsburgi ülikoolis, oli sealses töörühmas käimas suur Volkswageni rahastatud projekt. Teadlased ei täitnud seejuures mingit ettevõtte poolt seatud arenduseesmärki, vaid said tänu sellisele toetusele uurida endale huvipakkuvaid stohhastilisi mudeleid. Mujal maailmas on ilmselt paremini aru saadud, et teaduses on üsna tavapärane, et üht asja uurides võib n-ö kõrvalproduktina välja tulla hoopis mingi teine, maailma muutev ning väga hästi rakendatav avastus. Eestis ei ole me veel sellise arusaamisega nii kaugele jõudnud ning ettevõtete seas on levinud pigem suhtumine, et teadusuuringuteks antud raha eest peab kindlaks tähtajaks mingi kindla tulemuse saama.

ENTA-l tiksub kohe täis esimene tegutsemisaasta. Projektipõhiselt sündinud ettevõtmistega kipub ikka nii olema, et projektirahade lõppedes lõpeb ka ellukutsutud tegevus. Kuidas ENTA-ga sellest vaatevinklist lood on?
Ametlikult on ENTA sünnipäev 31. mail. Tean, et ENTA loomise taga on TeaMe+ rahastusprogrammi toetus, aga see pole siiski mitte meile, vaid Eesti teaduste akadeemiale antud raha. Selles mõttes olen lootusrikas, et kuna meil seda projekti niikuinii pole, siis küll me kestame ikka edasi! (Muigab.)

ENTA pidi n-ö puhtalt lehelt alustama ja ise oma tegevusega selle sisuga täitma.
Eks me täidame seda lehte veel siiani. Paljud asjad on veel välja kujunemas. Oleme omavahel arutanud, et ENTA liikmeskond hakkab vahetuma väga kiiresti (*organisatsiooni kuuluvad kuni 40-aastased doktorikraadiga teadlased – U. K.*) ehk siis keskmine liikmeks olemise aeg jääb vaid viie, maksimaalselt kümne aasta kanti. Kuna elu muutub, siis saavad uutel tulijatel olema omad mured ja nägemused maailmast ning seega tõotab ENTA-st tulla ajas kiiresti muutuv organisatsioon.

Organisatsiooni käimatõmbamine on olnud loomulikult ajamahukas, aga samas ka väga põnev. Ise on üsna raske hinnangut anda, aga oleme saanud väljastpoolt oma tegevusele vägagi positiivset tagasisidet.

Tundub, et noorte teadlaste sõnumid on hakanud avalikes aruteludes ja arvamustes kõlama.
Jah. Ma loodan, et seda häält saab veel palju kuulda. Meie kõige suurem ambitsioon on teaduspõhine Eesti.

Selleks tuleb aina meie poliitikute kandadel käia?
Põhimõtteliselt küll, jah, aga mitte ainult neil.

Kas kuskil mujal on ka ENTA-le sarnaseid noori teadlasi ühendavaid akadeemilisi organisatsioone?
Noorte teaduste akadeemia pole tegelikult päris Eesti oma asi, vaid n-ö sissetoodud suhteliselt uus formaat. Esimesena loodi sarnane organisatsioon Saksamaal

Teaduses on üsna tavapärane, et üht asja uurides võib n-ö kõrvalproduktina välja tulla hoopis mingi teine, maailma muutev ning väga hästi rakendatav avastus.

2000. aastal ning tänaseks on need levinud üle kogu Euroopa ja ka maailma. Loodud on Euroopa ja ülemaailmne noorte teaduste akadeemia. Lätiski on noorte teaduste akadeemia mingil kujul olemas, Leedus veel mitte.

Teiste riikide noorte teaduste akadeemiate tegevust uurides selgus, et eri maades on need ka erineva olemusega. Samas on nende kõigi eesmärk ikkagi noorte teadlaste kokkutoomine ja nende suhtlusvõrgustiku arendamine ning noorte teadlaste probleemide või siis lihtsalt mõtete ja vaadete nähtavaks tegemine.

Räägime veidi ka Sinust. Mida Sa siin KBFI-s praegu uurid?
Põhimõtteliselt võin hõisata, et mul on akadeemiline vabadus ja uurin seda, mida tahan! (Naerab.) Mul on väga vedanud, sest olen suutnud oma teadustööle finantseerimise saada. Vastasel korral oleks asjad ilmselt teisiti.

Tegelen komplekssüsteemide uurimisega. Need on süsteemid, mis koosnevad omakorda mitmest alamsüsteemist või osast, mis on omavahel vastastikmõjus ning kus süsteemi kui terviku käitumine on oluliselt erinev nende alamsüsteemide või osade käitumisest.

Matemaatiliselt on liikide- ning keeltevaheline konkurents vägagi sarnane.

ELS HEINSALU

- **Els Heinsalu on sündinud 13. aprillil 1980. aastal Rakveres.**
- **1998. aastal lõpetas Rakvere gümnaasiumi. 2002. aastal kaitses Tartu ülikooli füüsika erialal bakalaureusetöö „Browni liikumine perioodilistes jõuväljades" ja 2004 samas ka magistritöö teemal „Browni osakeste difusioon ja koherentsus kallutatud perioodilistes jõuväljades".**
- **2008. aastal kaitses doktorikraadi teoreetilises füüsikas teemal „Normaalne ja anomaalselt aeglane difusioon välistes jõuväljades" (*summa cum laude*).**
- **Doktorantuuri ajal viibis Saksamaal Marburgi ja Augsburgi ülikoolides ning Itaalias Camerino ülikoolis, järeldoktorantuuri ajal Hispaanias Baleaari saarte ülikoolis ja Taanis Kopenhaageni ülikoolis.**
- **Alates aastast 2015 keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi (KBFI) vanemteadur.**
- **Teadustöö peamised uurimisteemad on stohhastilised ja difusiooniprotsessid ning komplekssüsteemid.**
- **Eesti noorte teaduste akadeemia asutajaliige ja president, Tartu ülikooli ja KBFI nõukogu, Tallinna tehnikaülikooli füüsikaliste loodusteaduste programminõukoja, teaduspoliitika komisjoni, kõrgharidusseadustiku juhtrühma, teaduskommunikatsiooni rakkerühma liige.**
- **Enam kui 40 teaduspublikatsiooni autor või kaasautor.**
- **Peres kasvab neli last – kaksikud poisid ja kaks tüdrukut.**

Komplekssüsteemid on näiteks ökosüsteemid, rakud, inimese organism, ühiskond, majandus või kogu universum. Mina olen keskendunud eeskätt ökoloogiliste ja keelesüsteemide uurimisele, kasutades matemaatilisi mudeleid ning numbrilisi simulatsioone. Matemaatiliselt on liikide- ning keeltevaheline konkurents vägagi sarnane.

Me üritame lihtsustatud matemaatiliste mudelite abil aru saada, mismoodi need süsteemid töötavad ning kuidas erinevad komponendid midagi mõjutavad. Teades, kuidas lihtsustatud süsteemid töötavad ning miks just nii, on võimalik ka prognoosida, kuidas reageerib ühe või teise komponendi muutumisele reaalne süsteem.

Kui räägime ökosüsteemidest, siis teame, et praegu on paljud liigid välja suremas. Samamoodi ka keeled. Nii nagu erinevad liigid, konkureerivad omavahel ka keeled. Mida teha, et liigid ja keeled ei kaoks? Kui vaatleme näiteks kahte keelt ja paneme need tasasele pinnale omavahel konkureerima, siis üldjuhul jääb alles tugevam ehk ainult üks. Siin tulevad aga mängu erinevad olukorrad. Tegelikult eksisteerivad meil maailmas poliitilised piirid ning ajalooliselt on keelte puhul suurt rolli mänginud ka geograafilised tingimused. Näiteks Itaalia mägipiirkondades oli kunagi väga palju erinevaid murdeid, mis hakkasid kaduma alles ühes televisiooni tulekuga. Televisioon on Itaalias murdeid ühtlustanud väga palju. Tänapäeval on erinevatel keeltel palju raskem ellu jääda kui vanasti.

Oleme uurinud näiteks ka seda, kuidas suhtumine kakskeelsetesse inimestesse võib keelte säilimist mõjutada. Ehk siis sõltuvalt suhtumisest on võimalik, et alles jääb kas üks või mõlemad keeled.

Kas seda kõike saab tõesti matemaatiliste mudelite abil teada?
Jah, ikka. Sealjuures võivad need mudelid olla kas üldisemad ning erinevaid põhilisi aspekte ja käitumisi kirjeldavad või siis mingite reaalsete situatsioonidega seotud. Viimasel juhul on tihti vaja ka teatud konkreetseid andmeid, mida omavahel võrrelda või kust parameetrite väärtusi tuletada.

Seda, et sotsiaalteadustes peaks matemaatilisi mudeleid kasutama, on näiteks Rein Taagepera väga tugevalt propageerinud. Ent tänapäeval on ka humanitaarteadlaste hulgas hakatud aru saama, et matemaatikast võib keelte uurimisel väga palju kasu olla.

KBFI-s on koos väga rahvusvaheline seltskond. Siin käies kuulen ikka ja jälle ainult inglise keelt.
Nii see on. Meie laboris kuuleb päris palju ka itaalia keelt, sest Itaaliast pärit noori füüsikuid on siin välismaalastest kõige rohkem. Paljuski on see tingitud sellest, et Itaalias on noortel teadlastel ülikoolides väga raske tööd saada, sest kohti lihtsalt ei ole piisavalt. Seetõttu tuleb neil endale väljundit mujalt otsida.

Tänapäeval on ka humanitaarteadlaste hulgas hakatud aru saama, et matemaatikast võib keelte uurimisel väga palju kasu olla.

Miks Sina siia tulid, mitte ei jäänud näiteks Itaaliasse, Saksamaale või mujale?
Kuna mu itaallasest abikaasa on ka füüsik, siis kahel sama eriala inimesel on ühes ja samas paigas töökohta ja eriti veel püsivat töökohta leida väga raske. See on ka põhjus, miks ma oma doktorantuuri ametlikult Tartu ülikoolis tegin. Itaalias ei saa teadlasena tööd itaallased isegi.

Samas Saksamaal ei suudaks ma ilmselt küll kuidagi kohaneda, sest seal on teadussüsteem väga hierarhiline. Sellega võrreldes on Eesti teadussüsteem mulle kui mässumeelsele suisa ideaalne keskkond! (*Muigab.*) Võrreldes teiste Euroopa riikidega on Eestis teadurina alustada ju tegelikult üsna lihtne – sa pead vaid oma teadustööle rahastuse leidma ja küll siis tekitatakse ka koht. Ainult et rahastuse saamine ei ole lihtne. Ühelt poolt on selline projektipõhisus üks igavene häda, aga samas on siiski võimalik süsteemi siseneda, ilma et peaksid tingimata kellegi lähisugulane olema. Nagu on tihti näiteks Itaalias.

Sa kehastad justkui üht noore ja eduka Eesti teadlase musternäidist: oled doktoripõlves saanud muljetavaldava rahvusvahelise kooli, saad siin teha täpselt sellist tööd, mida tahad, oled ühiskondlikult aktiivne ja kõigele lisaks on sul veel suur pere, kus kasvab neli last. Kuidas Sa selle kõigega hakkama saad?
Kes küll ütles, et ma hakkama saan?! (*Naerab.*) Ilmselt on mul siis selleks kõigeks piisavalt energiat ja võibolla ka teataval määral rumalust. Lisaks sellele, et lapsed võtavad väga palju energiat, annavad nad seda ka tagasi. Samuti annavad energiat uued ja põnevad väljakutsed. Eks mind on aidanud ka see, et doktorantuuri jooksul sain oma asjadega n-ö ette joostud. See on mind edaspidi karjääris väga palju aidanud. Mäletan eriti järeldoktorantuuri astumist, kui lihtne see oli. Tavaliselt peab järeldoktorantuuriks kohta taotlema n-ö 100 asutusest, mille hulgast vastab positiivselt mõni üksik, kelle hulgast siis endale meelepärane valida. Mina leidsin esimese järeldoktorantuurikoha sisuliselt kahe päevaga. Kui minust doktor sai, oli mul publitseeritud kaksteist teadusartiklit – sellega oli uks, mida ma sihtisin, kohe lahti.

Laste kõrvalt on teadustöö produktiivsus loomulikult langenud, aga olen sellega ikkagi kogu aeg jätkanud. Kas või öösiti tööd tehes. •

Nõmmel asuva kodumaja korrastamisel saab Els Heinsalu välja elada huvi restaureerimise vastu

MARJU TAMM

VETIKAVILJELUS TÕSTAB PEAD

Mikroskoobi all vaid mõne kuni paarisaja mikromeetrise läbimõõduga vetikaid uurides ei tule naljalt keegi selle peale, et just need imepisikesed tegelased võivad tulevikus kuulutada uut ajajärku kütuseturul. Rääkimata sellest, et need väikesed olevused võivad pakkuda meile väärtuslikest toitainetest pakatavat suupoolist. Kõikvõimalike heade omaduste tõttu tunnevad teadlased mikrovetikate vastu üha suuremat huvi. Üle kogu maailma üritatakse leida uusi ja tõhusaid biotehnoloogilisi võimalusi, kuidas kiire kasvu ja vähenõudlikkuse poolest hinnatud mikrovetikad inimese heaks tööle panna.

ALAMY / VIDA PRESS

WIKIPEDIA

Tsüanobakterite hulka kuuluvast *Spirulina*'st (mikrovetikas *Arthrospira platensis*) valmistatud pulber ja tabletid on hinnatud toidulisand, mis sisaldab ohtralt valke, rasvhappeid, vitamiine ja mineraalaineid

Mikrovetikad on evolutsiooniliselt väga mitmekesine elustikurühm, kuhu kuuluvad enamasti ainuraksed päris- ja eeltuumsed organismid. Inimsilmale on nad tavaliselt nähtamatud. Märku annavad nad endast kolooniatesse koondudes või siis massilise arengu käigus, mil veekogu värvus ja läbipaistvus nende ohtruse tõttu muutub. Suurusvahemik, milles mikrovetikaid leida võib, on päris lai – mõnest kuni mõnesaja mikromeetrini. Eeltuumsete mikrovetikate hulka kuuluvad näiteks terviseohtlike mürkainete tootmise ja massilise vohamise tõttu kurikuulsad sinivetikad, kes on tegelikult hoopis bakterid. Seega ei ühenda seda laia organismirühma mitte põlvnemislugu, vaid roll ökosüsteemis – valgusenergia abil süsihappegaasist ja veest orgaanilise aine ning hapniku tootmine.

Palju eeliseid

Teaduslik uurimistöö mikrovetikate kasvatamise alal algas 19. sajandi lõpus, kui vetikaid hakati kultuuridena kasvatama laboris. Tänaseks on vetikate masskultiveerimine muutunud väga kiiresti arenevaks valdkonnaks. Sellel on küllaltki lihtsad tagamaad. Üks peamisi põhjusi on mikrovetikate fotosünteesi 2- kuni 10-protsendine tõhusus, mis ületab märkimisväärselt maismaataimede vastavat näitajat (vaid kuni 1%). Mikrovetikate erakordselt hea tootmisvõimsus ilmneb asjaolus, et ligi pool meid atmosfääris ümbritsevast hapnikust on tekkinud just nende pisikeste organismide elutegevuse tulemusena. Lisaks räägib mikrovetikate kasvatamise kasuks tõsiasi, et selleks saab kasutada nii soolast kui ka reovett ning põllumajanduslike kultuuride jaoks sobimatut maad. Seega pole mikrovetikate kasvatamisel vaja muretseda nappide mageveevarude kulutamise ning söögi- ja söödataimede kasvatamiseks sobiliku maa kasutamise pärast. Seejuures on vetikate kultiveerimisel võimalik ära kasutada ka tööstuses tekkivates heitgaasides sisalduvat süsihappegaasi, mis vormitakse vetikates edukalt orgaaniliseks aineks, ja sedaviisi vähendada kasvuhoonegaaside paiskumist atmosfääri.

Kuna tegemist on justkui väga väikeste ja lihtsate taimedega, on inimesed neid ajalooliselt mitmel pool toiduna tarvitanud. Üks tuntumaid

Mikrovetikate fotosünteesil on 2- kuni 10-protsendine tõhusus, mis ületab märkimisväärselt maismaataimede vastavat näitajat.

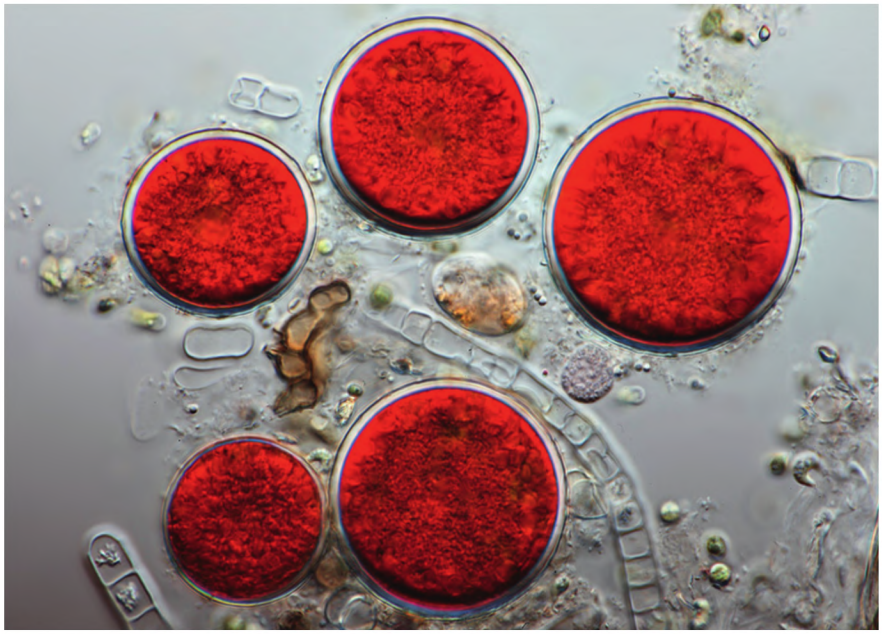
näiteid on Aafrikas asuv madal ja tugevalt aluseline Tšaadi järv, kus esinevad tsüanobakterite hulka kuuluvate *Spirulina* (näiteks sinivetika *Arthrospira platensis*) looduslikud õitsengud on võimaldanud kohalikel elanikel hõlpsalt vetikamassi koguda, kuivatada, koogikesteks vormida ja turgudel müüa. Selline traditsiooniline tegevus toimub tänase päevani. Just sellest järvest pärineb kõige suurem kogus metsikut *Spirulina*'t, mida müüakse kohapeal kümneid kordi odavama hinnaga kui näiteks moodsates läänemaailma ökopoodides.

Nõutud toidulisand

Tänapäeval on vetikate suurtootmiseks välja töötatud arvukalt erinevaid süsteeme, mida arendatakse siiani aina edasi. Esimesed spetsiaalselt kaubanduslikuks otstarbeks tehtud mikrovetikatööstused tekkisid Jaapanis, kus mereannid on toidulaual tänaseni au sees. Seal hakati ringikujulistes ning ligikaudu 0,1 hektari suurustes tiikides suurtes kogustes kasvatama pulbri või tablettidena toidulisandina kasutamiseks mõeldud rohevetikat *Chlorella*. Praeguseks toodetakse seda vetikat aastas ligemale 10 000 tonni.

Toidulisandite liidrikohta hoiab mikrovetikate hulgas sellegipoolest *Spirulina*, mille tootmist on viimastel aastatel tõstnud sinivetikate pigmendi fükotsüaniini kasutuselevõtt toiduvärvina. Fükotsüaniini sisaldus *Spirulina*'s on ligi 10% ja pärast ülejäänud biomassist eraldamist kasutatakse seda looduslikku pigmenti näiteks siirupitele silmatorkava sinise või rohelise välimuse andmiseks.

Toiduainetööstuses kasutatakse rohkelt ka rohevetikaid *Dunaliella* ja *Haematococcus*, vastavalt beetakaroteeni ja astaksantiini tootmiseks. Mõlemad saadused on samuti pigmendid, mis on väga hinnatud oma tugevate antioksüdatiivsete omaduste tõttu. Vetikarakus kuuluvad need kollakas-oranži värvusega karotenoidide rühma pigmendid kloroplasti valgust püüdva osa koostisesse, aidates kasutada fotosünteesiks erineva lainepikkusega valgust. Mikrovetikatest karotenoidide tootmine liigub sünteetiliselt toodetud, odavamate ning lihtsa ehitusega teisendite asendamise suunas. Sel moel on võimalik laiendada selliste toodete valikut, mis sisaldaks suuremal hulgal erinevate omadustega pigmente, nagu näiteks zeaksantiin, fukoksantiin jne. Arenguruum on selles vallas suur, sest mikrovetikates on sadu erinevaid pigmente.



WIKIPEDIA

Haematococcus pluvialist **kasvatatakse selles ohtralt sisalduva väärtusliku antioksüdatiivse pigmendi – astaksantiini – tootmiseks**

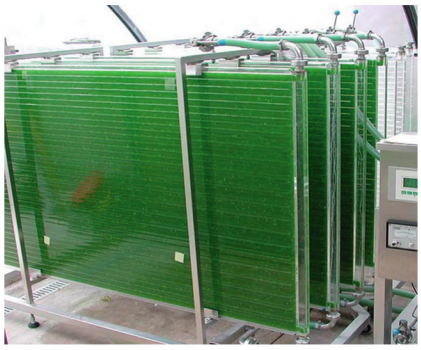
Mürgised sinivetikad

Tööstuslikult kultiveeritud vetikate kõrval kasutatakse toidulisandite tootmiseks ka mürgiseid aineid mittesisaldava sinivetika *Aphanizomenon flos-aquae* biomassi, mis kogutakse põhiliselt USA-s Oregoni osariigis asuvast hüpereutroofsest ehk liigtoitelisest Klamathi järvest. Sinivetikate massiline vohamine on seal tavaline. Samas on *Aphanizomenon flos-aquae* teoreetiliselt võimeline tootma nii maksakui ka närvimürke – mikrotsüstiine, anatoksiine, saksitoksiine ja tsülindrospermopsiini. Seetõttu tasub looduslikust sinivetikamassist toodetud toidu suhtes olla pisut ettevaatlik, kuna kvaliteedikontrollist hoolimata on toidulisanditest leitud nii mürgist *Aphanizomenon flos-aquae*'d kui ka toksilisi sinivetikaid. Näiteks Saksamaal tehtud uuringus, mille käigus analüüsiti ühtekokku kuutteist toidulisandina müüdavat *Aphanizomenon*'i, leiti kõigist proovidest maksamürki mikrotsüstiini. Kümnel juhul kuueteistkümnest ületas mikrotsüstiini sisaldus maailma terviseorganisatsiooni (WHO) joogiveele määratud piirnormi 1 mikrogramm grammi kohta. Seetõttu tasub igal juhul hoolikalt jälgida, mil viisil on mikrovetikaist toodetud toidulisandid valmistatud. Eelistada tuleks neid tooteid, mis on valminud kontrollitud tingimustes.

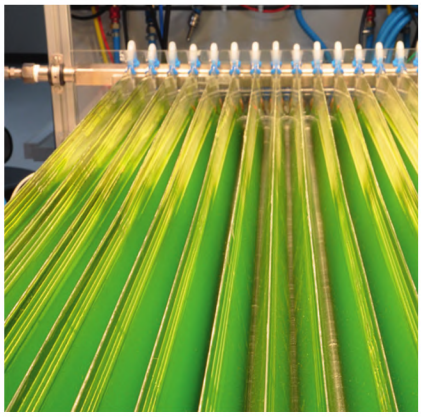
Lisaks inimestele mõeldud toidulisanditele kasutatakse mikrovetikaid ka vesiviljeluses erinevas arengujärgus kalade ja loomse planktoni toidus. Sellisel juhul on tooteks kontsentreeritud vormis elus vetikamass. Kuigi sellise sihiga mikrovetikate viljelemise vastu tuntakse järjest suuremat huvi, on hetkel sedasorti tootmine võrreldes toidulisanditööstusega veel väga väikese mahuga.

Ihaldatud õlid

Kuna mitmed mikrovetikad koguvad oma rakkudesse suurel hulgal triglütseriide (organismi energeetiliste vajaduste rahuldamisega seotud rasvad), on laialdast huvi tekitanud nende kasutamine biokütuste tootmiseks. Mõnede vetikaliikide õlisisaldus ulatub kuni 80 protsendini kuivmassist – nagu näiteks rohevetikal *Botryococcus braunii*'l. Seejuures pakub teadlastele erilist huvi idee kasutada vetikate kultiveerimiseks tööstuses tekkivat süsihappegaasi, et siis lõpuks kasvatatud vetikaist biokütust teha. Viimase seits-



FOTOD: WIKIPEDIA



Mikorvetikate kasvatamiseks on loodud erinevaid süsteeme, alates lihtsatest kultiveeritavale liigile sobilike kasvutingimustega kanaleist (all) kuni keerulisemate läbipaistvaist torudest või plaatidest koosnevate fotobioreaktoriteni välja. Viimastes on kasvukeskkonna happesus, temperatuur, soolsus ja toitumissüsteem kontrollitud ning see võimaldab kasvatada erinevaid vetikaliike maksimaalse tootlikkusega

me-kaheksa aasta jooksul on selle ala erinevatesse teadus- ja arendusprojektidesse panustatud hinnanguliselt ligi miljard dollarit ning selle uurimisteemaga tegeleb üle maailma umbkaudu 10 000 teadlast. Ainuüksi USA-s on tekkinud ligikaudu tosin mikrovetikatest biokütuse tootmise võimaluste arendamisele keskendunud idufirmat, mille tegevust toetavad väga suured erainvesteeringud.

Toidulisandite liidrikohta hoiab mikrovetikate hulgas sellegipoolest *Spirulina*, mille tootmist on viimastel aastatel tõstnud sinivetikate pigmendi fükotsüaniini kasutuselevõtt toiduvärvina.

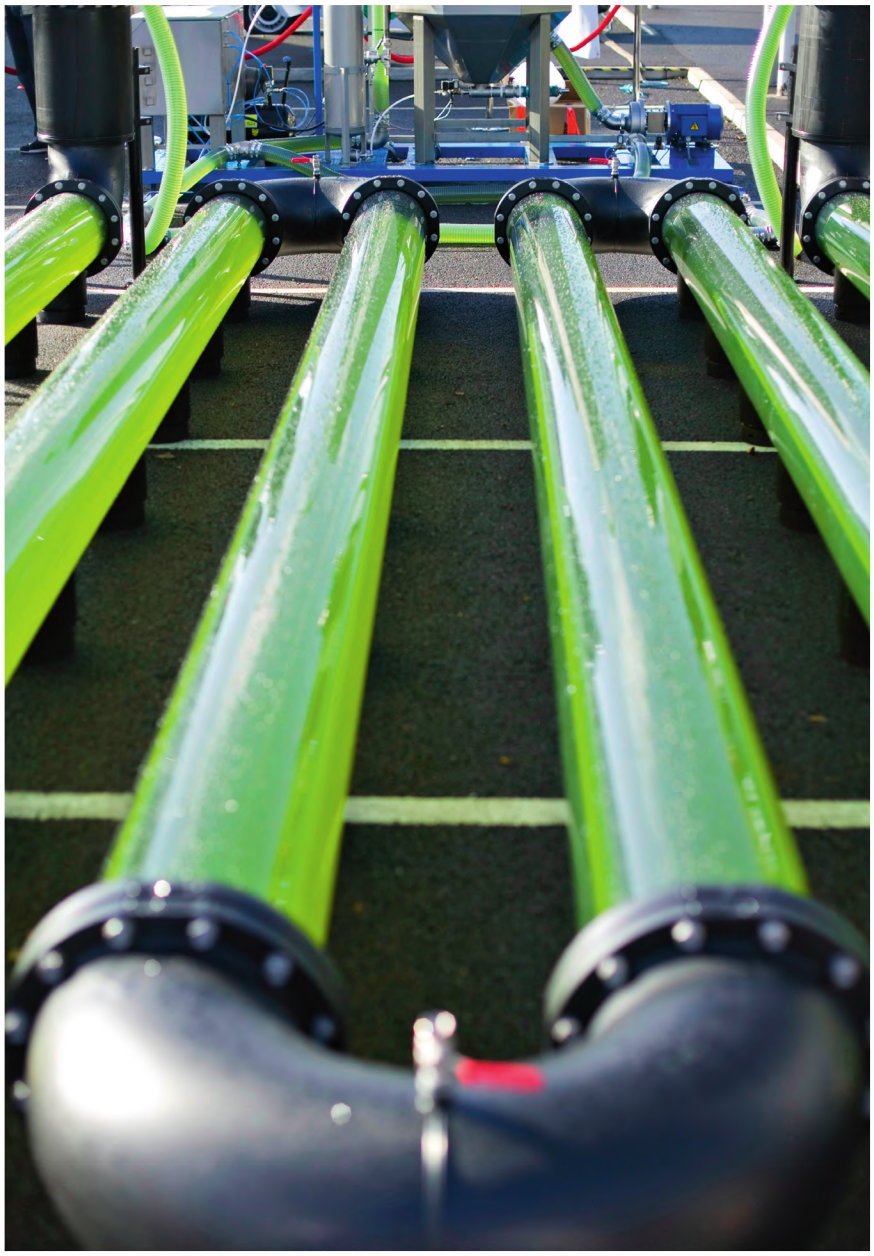
Vaatamata selliste uuringute tormilisele algusele on odavad fossiilkütused muutnud mikrovetikaist biokütuste tootmise majanduslikult mõttetuks. Seepärast on mitmed uurimisfirmad tänaseks päevaks juba tegevuse lõpetanud. Kuigi teadus- ja arendustegevus toimub selles vallas endiselt, on hakatud taoliste projektide mahte vähendama, sest on ilmne, et mikrovetikate kasvatamine kaubanduslikul eesmärgil biokütuste tootmiseks ei kujune lähitulevikus veel kuigi tasuvaks tegevuseks.

Õnnetud biokütuste tootjad on niisiis pööranud ellujäämise nimel oma pilgud mikrovetikaist kõrgväärtuslike toidulisandite valmistamise poole. Kõige sagedamini on tegevus ümber lülitatud astaksantiini tootmisele, mis on kõrgeima ühikuhinnaga mikrovetikasaadus. Asjaolu, et mikrovetikatest tehtud biokütus sedavõrd kiiresti turule ei jõudnud, ei vähenda siiski võimalust, et edasiste uuringute ja maailma kütuseturul toimuvate muutuste tulemusel ei võiks see näiteks 25 aasta pärast üheks põhiliseks energiaallikaks muutuda.

Viimane kiiresti arenev mikrovetikatega seotud uurimisteema on neist toodetud hinnatud omadustega ainete kasutamine kosmeetikas. Seda toetab järjest paisuv nõudlus looduslähedaste toodete järele ning tarbijate üha suurem skeptilisus selliste koostisosade suhtes, mille kohta öeldakse üldistavalt „keemia". Kosmeetikatööstus ihaldab mikrovetikaist „välja pigistatud" looduslikke pigmente, antioksüdante ja vitamiine nende nahka niisutava ja noorendava toime pärast.

Erimoelised „põllud"

Mikrovetikapõlde on põhimõtteliselt kahte sorti, põhinedes kas avatud või suletud süsteemidel. Peamiselt kasvatakse vetikaid avatud basseinides. Sellistes madalates ringjates kanalites



ALAMY / VIDA PRESS

Etanooli ja biodiisli toomiseks kasutatavate vetikate kasvatamiseks mõeldud torusüsteem

Odavad fossiilkütused on muutnud mikrovetikaist biokütuste tootmise majanduslikult mõttetuks.

liigutatakse vett spetsiaalsete labade abil, et kõik vetikad saaksid piisavalt valgust, CO_2 ja muud eluks vajalikku. Taolise lihtsa viljelusviisi populaarsuse põhjuseks on madalad ülalpidamiskulud. Avatud süsteemide puuduseks peetakse teoreetilisest võimalikust madalamat toodangukogust, suuremat saasteohtu ja vajadust hoida basseinis pidevalt kasvatatavale liigile sobivaid keskkonnatingimusi. Seepärast on mõistlik kasutada välitingimustes olevates süsteemides äärmuslikke kasvutingimusi taluvaid vetikaliike – näiteks *Spirulina* kasvab jõudsalt väga aluselises keskkonnas, *Dunaliella salina* aga äärmiselt soolases vees. Just kindlate tingimuste hoidmine aitab tagada, et viljeldav vetikaliik saavutaks kasvukeskkonnas ülekaalu.

Suurema kasutusvõimalusega on suletud fotobioreaktorid, mis on küll tunduvalt kallimad, aga see-eest on vetikate kasvukeskkond kaitstud nii sademete kui ka soovimatute liikide eest. Kontrollitud kasvutingimused (pH, temperatuur, soolsus, toitumissüsteem) võimaldavad kasvatada erinevaid vetikaliike maksimaalse tootlikkusega. Fotobioreaktorid võivad olla väga eriilmelised ning enamasti ka pilkupüüdva disainiga. Nende valmistamiseks kasutatakse valgust läbilaskvat materjali – klaasi või plastikut –, millest moodustatakse vetikatele meelepärase vedelikuseguga täidetud plaatidest või torudest süsteeme. Selliste bioreaktorite disaini puhul tuleb väga täpselt arvestada plaatjate või siis torujate „mahutite" pindala ja ruumala suhte, valgusallika paigutuse ja valguse kaldenurga, vetikakultuuri segamise, gaasivahetusseadmete, puhastus- ning temperatuuri reguleerimissüsteemidega. Ulmelise moega fotobioreaktorid on äratanud tähelepanu isegi kunstnike seas, kes näevad sellise tehnoloogilise lahendusega aedu kaasaegse linnaruumi ühe võimaliku osana.

Uuringud Eestis

Eestis tegeleb mikrovetikaviljeluse teadusliku uurimisega Eesti maaülikooli tehnikainstituudi biokütuste töörühm. Muuhulgas arendatakse seal mikrovetikate kasvatamiseks senistest efektiivsemaid fotobioreaktoreid. Eestis on registreeritud isegi üks ettevõte, mis plaanib hakata tegelema vetikate masskultiveerimisega.

Tulevikus on arvatavasti oodata vetikaviljeluse muutumist majanduslikult tasuvamaks tegevuseks. Selleks otsitakse praegu pingsalt lahendusi, mis võimaldaksid vetikamassist kätte saada erinevaid kõrgväärtuslikke koostisosasid. Vetikatest saadud biomass tuleb jagada erinevateks osadeks, mida kasutatakse toidulisandites, kosmeetikatööstuses, loomasöödas või biokütustes. Sellise biorafineerimissüsteemi leidmine on tulevikusuund, mida toetavad ka geneetika vallas toimuvad arengud. Hetkel on kõnealuse tehnoloogia arendamisel pudelikaelaks parima ekstraheerimismeetodi leidmine, mis ei oleks liiga kallis ega ka liiga keerukas. Kuigi mõned pilootrafineerimistehased on juba tööd alustanud, pole nende kasutegur veel kuigi suur ning arenguruumi on palju. •

Marju Tamm (1985) on Eesti maaülikooli põllumajandus- ja keskkonnainstituudi nooremteadur ja rakendushüdrobioloogia doktorant, kes uurib fütoplanktoni pigmentide kasutamist järvede automaatseires.

Eesti Vabariik 100 raamatusari

sajandi jagu fakte ja sündmusi!

JÜRI ENGELBRECHT
ERKI TAMMIKSAAR

Eesti teaduse 100 aastat

Sajaga tippteaduse kursil!

Raamat on müügil Apollo ja Rahva Raamatu kauplustes ning Eesti Meedia klienditeenindustes üle Eesti.

Tutvu sarjaga postfactum.ee/EV100

Sarja ettetellimine apollo.ee/EV100

EESTI VABARIIK 100

pf_

SVEN PAULUS

MAAILMA MERED MUUTUSTE TUULES

MELANIE BON

Värvi- ja eluküllane vaatepilt Tai korallrahudest. Need liigirikkuse poolest veealusteks vihma-metsadeks peetud elupaigad on hirmuäratava hooga kadumas

Saksa akadeemiline vahetusteenistus (DAAD) tutvustas hiljuti maailma teadusajakirjanikele lähemalt Põhja-Saksamaa mereteaduses toimuvat. Maailma mered ja ookeanid, kus on praegu toimumas suured muutused, on meie planeedi suurim elupaik loendamatule hulgale liikidele. Merepõhjast on tänaseks läbi uuritud vähem kui 0,01% ning mõningatel hinnangutel on kuni 90% meredes elavaist liikidest veel teadusele tundmatud. Ookeanidest püütud saak annab toitu ligikaudu 2,6 miljardile inimesele, kellele mereannid on peamine igapäevane valguallikas. Hinnanguliselt 25–35% kalaliikidest elab korallrahudel, mis on erinevate põhjuste koosmõjul hirmuäratava kiirusega kadumas. Omaette väljakutse on kliimamuutustest tingitud ookeanitaseme tõus, mille tõttu võib praegune rannajoon erinevates piirkondades järgmise saja aastaga kuni sada meetrit sisemaa poole nihkuda. Lisaks paljudele väikestele saareriikidele ähvardab meretaseme tõus ka selliseid Aasia suurlinnu, nagu Jakarta, Manila ja Singapur, kus elab ühtekokku ligi 30 miljonit inimest. Järgnevad intervjuud annavad lähemalt aimu, millistele merega seotud teemadele Saksamaa erinevates teadusasutustes tähelepanu pööratakse.

LÄÄNEMERI ÄGAB ÜLEMÄÄRASE FOSFORIREOSTUSE ALL

Professor ULRICH BATHMANN, Leibnizi Läänemere uurimise instituudi direktor

DAAD / FOCKE STRANGMANN

Millises seisus on hetkel Läänemeri ja mis on selle kõige kriitilisemad probleemid?

HELCOM-i maad (*Läänemere merekeskkonna kaitseks koostööd korraldavasse Helsingi komisjoni kuulub üheksa Läänemereäärset riiki ja Euroopa Liit – toim*) on koostanud Läänemere tegevusplaani, mille eesmärk on jõuda mere hea keskkonnaseisundini aastaks 2020. Selleks on Euroopa Liit vastu võtnud eraldi direktiivi ühes kõigi mõõdikutega. Aastaks 2020 me ilmselt hea keskkonnaseisundini veel ei jõua, kuid kõik Läänemereäärsed riigid pingutavad selle nimel. Siht on vähendada tuntavalt fosfori jõudmist merre. Kui asulate heitvete osas on pilt paranenud, siis põllumajanduses kasutatava fosfori merre sattumise vältimiseks tuleb veel palju tööd teha.

Oleme olnud edukad ka merre sattuvate raskmetallide koguse vähendamisel – siin on toimunud drastilised muutused. Teisest küljest näeme praegu merevees orgaaniliste keemiliste ühendite tõusu. Esmalt tuleks välja selgitada, mis ained need täpsemalt on, seejärel on vaja nende sisaldusi jälgida ning kõige tipuks peab erinevates riikides seadustega tagama, et need ained ei jõuaks enam jõgedesse.

Läänemere keskkond on keerulises seisundis. See on kui patsient, kes on haiglas arstide järelevalve all, ent keda ei saa veel haiglast välja kirjutada. Keskkonnaseisundi hea taseme saavutamiseks on tarvis veel palju teaduslikke ja poliitilisi jõupingutusi.

NASA

3. juulil 2001 tehtud satelliitfoto ulatuslikust vetikaõitsengust Läänemeres. Selliste massiliste õitsengute üks peasüüdlane on merre sattuv fosforireostus

Teise maailmasõja aegu uputati Läänemerre hulk (keemia)relvi. Kui hästi on need kaardistatud ja milline seis nende osas valitseb?
Suuremad alad, kuhu keemiarelvad sõja ajal uputati, on hästi teada ja ka kaartidel. See on oluline teave nii kaluritele kui ka inseneridele. Kuid lisaks uputati Läänemerre suur hulk laskemoona, mille asukoht pole teada, ja nõnda satub see ikka ja jälle kalurite võrkudesse. Tegemist on pikaajalise probleemiga, sest meres oleva laskemoona kest ju roostetab ja sisemus lekib. Praegu on laskemoona väljatoomiseks vaja erilist tehnilist lahendust, sest kraana või köiega tõstes kipuvad laskemoonakestad kergesti purunema ja võivad seetõttu põhjustada palju kahju. Meil on vaja panna laskemoon merepõhjas kindlasse konteinerisse, toimetada see maapinnale ja alles siis lõhata.

Läänemerel tekib üha juurde ka tuulegeneraatorite parke. Millised on siin ohud ja võimalused?
Tuul on energia tootmiseks hea alternatiiv. Samas ei saa tuuleparkide alal kala püüda. Kalurite jaoks on see esialgu näiliselt halb, ent kalade populatsiooni taastumiseks jällegi väga hea, sest neil tekivad seeläbi paigad, kus rahulikult kasvada ja kosuda.

Lisaks on Läänemere setetes hulk organisme, näiteks erinevad vetikad ja karbid, kes filtreerivad ja puhastavad vett. Karpide väljaheited aga põhjustavad merepõhja jõudes hapnikuvaegusega alasid. Tuuleparkide alal mere ökoloogia muutub: kalad saavad vabalt kasvada, ent esineda võib hapnikudefitsiit. Kas see on halb või hea, on veel vara öelda.

Üks suur väljakutse on meres olev mikroplast.
See probleem jõudis inimeste tähelepanu alla mõni aasta tagasi. Mikroplast on maa pealt pärit reostus: see jõuab merre tööstuse ja ka turismi tõttu. Veepuhastusjaamad seda kahjuks kinni ei püüa. Mikroplast kannab endaga kaasas kohati toksilisi mikroorganisme, mille mõju ülejäänud keskkonnale me veel ei tunne. Kindel on aga see, et maalt merre jõudva plastmassi hulka tuleb vähendada.

Milline võib olla Nord Stream 1 ja 2 gaasitorude mõju merekeskkonnale?
Lokaalses plaanis on nende mõju tajutav, sest mõlemad torujuhtmed asuvad vähemalt meetri sügavusel setetes. Nii mõneski paigas on 70–120 cm sügavusel setetes säilinud aastakümnete tagune reostus, milles näeme isegi Tšernobõli katastroofi jälgi. Torude merepõhja paigaldamine paiskab setted üles ja reostus jõuab seeläbi taas vette.

Õnneks on tegu vaid lokaalse mõjuga, kuna torujuhtmed on küll pikad, ent Läänemere mastaabis siiski peenikesed. Torujuhtmete täpsema keskkonnamõju välja selgitamine nõuab veel põhjalikke uuringuid.

OOKEANID SOOJENEVAD

Professor HANS-OTTO PÖTTNER, valitsustevahelise kliimamuutuste nõukogu (IPCC) töörühma liige

DAAD / FOCKE STRANGMANN

Kuidas kliimamuutused ookeane mõjutavad?
Peamine murekoht maailmamere puhul on soojenemise trend. See mõjutab omakorda kogu kliimasüsteemi, toob kaasa äärmuslike ilmaolude sagenemise ja mõjutab ökosüsteeme ka vahetult. Mõneski piirkonnas mõjutab see juba inimeste elu. Ookeanide soojenemine on võtmeküsimus, kuid seda ei saa vaadata eraldi teistest teguritest, nagu ookeanide hapestumine ja hapnikuvaegus, muutunud sademete tasakaal maapinnal, kõrbestumine jne.

Millised on võimalikud tulevikustsenaariumid?
Neid on erinevaid. Siiani on lähtutud tavapärasest stsenaariumist. Seni oleme vaadanud IPCC-ga kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamise poole ja seda on teinud ka osa riikidest. Seetõttu on näiteks taastuvenergia tootmisel toimunud kasv, aga sedagi trendi tuleb muuta ning jõuda lõpuks kestliku energiatootmise- ja tarbimiseni. Parim stsenaarium oleks, kui kasvuhoonegaaside õhkupaiskumist enam ei toimuks.

Kliimamuutuste mõju vähendamine on väga oluline. Me teame, et ökosüsteemide kohanemisvõime on väga piiratud ja see esitab väljakutseid ka inimestele, kes elavad kuuma kliimaga piirkondades. Siin on kindlasti tarvis paika panna eesmärgid, kuidas muutuvate oludega kohaneda.

Mida saaks üksikisik teha selleks, et kliimamuutuste mõju vähendada?
Igal inimesel on oma roll süsinikujalajälje vähendamisel. Näiteks võib oma maagaasil või kivisöel põhineva koduse kütte välja vahetada taastuvallikatest toodetava vastu. Toidu puhul tasub eelistada kohalikke ning mahetooteid, kus pole kasutatud taimemürke, mis omakorda aitab kaasa kestlikumale maakasutusele. See kõik vajab laialdasemat teadvustamist, et inimesed oleks asjadega kursis ning motiveeritud endi käitumist muutma.

MEHHIKO LAHE NAFTAREOSTUSE ÕPPETUND

FLORENCE SCHUBOTZ, Bremeni ülikooli mereuuringute keskuse MARUM teadur

HARALD REHLING

2010. aastal toimus Mehhiko lahes suur naftaleke. Millised on olnud selle tagajärjed ja mida uut teadlased sellest katastroofist õppisid?
Deepwater Horizoni rikkega lekkis Mehhiko lahte enam kui 600 000 tonni toornaftat. Selline kogus jõuab maailmamerre tavaliselt ühe aasta jooksul. Lahe elustiku jaoks oli sel katastroofiline mõju. See on ka põhjus, miks uurime looduslikke naftalekkeid ehk väikeseid veealuseid n-ö asfalti purskavaid vulkaane. Soovime mõista nende mõju sealsetele elusorganismidele. Mehhiko lahe elustik reageeris naftalekkele üsna kiiresti, sest ta on naftaga kohati juba harjunud. Väikesed olevused suutsid selle üsna kiiresti toiduna

SCIENCEPHOTO/VIDA PRESS

Pärast plahvatust 2010. aasta aprillis Mehhiko lahes uppunud naftaplatvorm Deepwater Horizon põhjustas ajaloo suurima naftareostuse. Merepõhjast lekkinud naftat püüti veepinnal poomidega kokku koguda ja ära põletada

ära tarvitada. Tegemist on ju peamiselt süsivesikuga. Samas võib rannikul ikka veel täheldada nafta jälgi. Sestap uurimegi, kuidas elustik looduslike naftaleketega kohaneb.

Seega sisuliselt Mehhiko lahe ökosüsteem kohanes naftareostusega?

Jah, sest kohalik elustik on juba praegu harjunud väiksemate naftaleketega ja reageeris kiirelt. Siiski me veel ei tea, kuidas nafta veekeskkonnas teiseneb, mis toimub kaugemas plaanis, millised mõjud on toiduahelasse jõudval naftal ja kuidas see hiljem inimesi mõjutab. Selleks kõigeks on vaja pikaajalisemaid uuringuid.

Mõned katastroofijärgsed abinõud väga hästi ei toiminud. Uuringud näitavad, et näiteks õli laialihajutamine ei andnud soovitud tulemust ning kiirema lagunemise asemel nafta lihtsalt lahustus vees. Vees lahustunud naftat on samas väga raske tuvastada. Kokkuvõttes on nii suure reostuse mõjusid keeruline uurida.

Millised Mehhiko lahe elukad naftast toituvad?

Seal on süsivesikuid lagundavad bakterid, mis toituvad õlist, ja suuremad loomad nagu karbid, krabid ja merikurgid, kes tegelikult elavad samuti naftast. Seega on meres terve ökosüsteem, mis on naftaga kohanenud ja tarvitab seda toiduna. Loodus on leidnud viisi, kuidas nende kahjulike ainetega toime tulla. Hullem lugu on aga inimtekkeliste naftaleketega, mille korral satub vette lühikese ajaga väga suur kogus musta kulda. Sellistel puhkudel ei saa loodus nii kiiresti vastata, kui on harjunud, ja tagajärjed on palju drastilisemad.

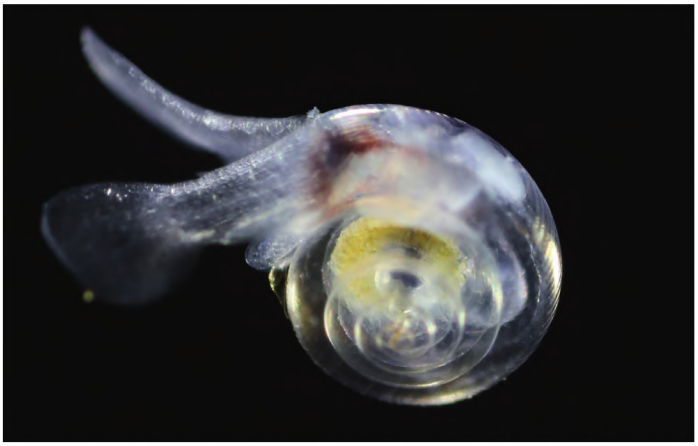
MEREVEE HAPESTUMINE OHUSTAB ELURIKKUST

Professor ULF RIEBESELL, Kieli Helmholtzi ookeanide uuringute keskuse GEOMAR bioloogilise okeanograafia uurimisrühma juht

DAVID AUSSERHOFFER

Kuidas mõjutab ookeanide hapestumine mereelustikku?

Hapestumine mõjutab maailmameres



SCIENCEPHOTO / VIDA PRESS

Maailma merede hapestumise mõju on kinnitust leidnud näiteks Arktika ookeani ökosüsteemi ühe võtmetegelase, tiibjalaliste seltsi kuuluva ujuva meriteo *Limacina helicina* puhul. Vasakpoolsel fotol on näha terve isend, kelle klaasjal kojal ja uimedel on selgepiirilised servad. Parempoolse isendi uimed on vee hapestumise tõttu osaliselt lahustunud

kogu elustikku, mis on seotud aluselise kaltsiumiga. Kaltsifitseerumine on väga levinud viis, kuidas elusolendid moodustavad endale kaltsiumiühenditest kaitsvaid kestasid ja skelette. Tulevikus muutub see protsess hapestumise tõttu ookeanis üha vaevalisemaks. Kui sul on vähem ehitusmaterjali, siis tuleb ju sama asja ehitamiseks näha palju enam vaeva! Mereorganismidel tuleb seetõttu tulevikus teha kaltsiumiühendite nappuse kompenseerimiseks teatavaid kompromisse.

Mis võib juhtuda tigude kodadega, kui pH-tase dramaatiliselt langeb?

Kui soovid teona saada endale koda, siis tuleb valida, kas kasvad aeglasemalt või saad vähem järglasi. Teod peavad leppima õhemate kodadega. Samas muudab see neid saakloomadena haavatavamaks. Ent kui teod soovivad endistviisi paksu, vaenlaste eest kaitsvat kesta, tuleb teha ohverdusi millegi muu, näiteks järglaste hulga arvelt. Igasugune valik muudab nende üldist seisundit ökosüsteemis. Uuringud näitavad, et osa liike ei pruugi merevee hapestumisega kohaneda ja nii ähvardab neid ökosüsteemist kadumine.

Mida tähendab see meile, inimestele?

Me saame ookeanist palju kasu: üks asi on toit ja teine turism. Kuna paljude mereliikide elupaigad on ohustatud, siis mingit osa ökosüsteemi poolt pakutavatest hüvedest, millest oleme seni sõltunud, ei saa me tulevikus nii suures mahus kasutada. Samas on meil vaja üha kasvava elanikkonna jaoks merest välja püüda järjest rohkem toitu. Ookean on üks viimaseid toiduallikaid.

Milline mõju on hapestumisel kaladele?

Me oleme uurinud, kuidas noored tursad hapestumisele reageerivad. Oleme näinud, et nende ellujäämus väheneb poole võrra kokkupuutel kas või mõõdukalt suurenenud CO_2 tasemega. Modelleerimine on näidanud, et tulevikus võivad tursapopulatsioonid seetõttu tuntavalt väheneda – isegi veerandini tänasest tasemest – ja sellel on tursa populatsioonile väga suur mõju.

Mis hakkab toimuma hapestumise tagajärjel arktilistes vetes?

Arktilised veed on nii hapestumise kui ka soojenemise mõjude suhtes kõige tundlikumad. Sealsed ökosüsteemid muutuvad hapestumisega haavatavaks, sest vesi hakkab söövitama paljude liikide kaltsiumkarbonaadist kestasid. Organismid võivad selle vastu võidelda, kuid see nõuab üleliigset energiakulu ja nõnda väheneb nende konkurentsivõime – nii Arktikas kui Antarktikas. See omakorda tähendab, et sealsed ökosüsteemid muutuvad ning nende elurikkus kahaneb.

Me töötame Peruu lähistel Vaikses ookeanis, mis on eelkõige kalatööstuse jaoks väga viljakas piirkond. Seal on esile kerkinud veel üks probleem: lisaks ookeani hapestumisele ja soojenemisele kaotab maailmameri ka hapnikku. Seega tuleb edasi uurida nende kolme teguri koosmõju.

Millal üldse hakati ookeanide hapestumisega seonduvat uurima?

Uurimused algasid 2004. aastal, kui Pariisis kogunenud teadlased arutasid võimalust hakata üleliigset CO_2 merepõhja uputama. Mõned teadlased, sealhulgas ma ise, tõstatasid sel kohtumisel küsimuse, mis juhtub mereelustikuga siis, kui muudame ookeani sinna süsihappegaasi uputamisega veelgi happelisemaks. Järsku taibati, et see on terve uus probleem. 2005. aastal ilmutas Briti kuninglik selts sel teemal esimese raporti, mis võttis kokku senised teadmised. See aitas avada ka rahastamiskraanid ja 2008. aastal toimus meil sellel teemal esimene rahvusvaheline projekt.

Avaldasite hiljuti merede hapestumist puudutava raporti, mis võtab kokku viimase kaheksa aasta uuringud. Mis on uuringute peamised tulemused?

Siin on kolm peamist järeldust. Esmalt mõjutab ookeanide hapestumine väga laia hulka organisme. See tähendab, et elurikkus hakkab suure tõenäosusega kahanema. Kui hapestumine kombineerub teiste mõjuritega, nagu soojenemine, reostus ja hapnikuvaegus, mis kõik toimuvad samaaegselt, siis enamik neist võimendab hapestumist. Meie sõnum poliitikutele on, et vähendada tuleb nende teiste stressorite mõju, et organismid peaks välistele mõjutustele paremini vastu.

Kolmas sõnum keskendub küsimusele, kas organismid on võimelised hapestumisega kohanema. Vastus kõlab nii: teatud piirini nad kohanevad, eriti mikroorganismid, kel on kiire taastootmisvõimekus. Suurte elusolendite, nagu kalade ja korallide puhul, võtab generatsiooni taasloomine pikemalt aega, mistõttu ei pruugi nad muutuvate oludega kohaneda. •

Sven Paulus (1978) on ajakirjanik, kes on nii trükimeedias kui tele- ja raadiosaadetes kajastanud kultuuri, loodushoiu ning ka teaduse ja tehnoloogia vallas toimuvat. Hetkel töötab Eesti teadusagentuuris.

Koolibri soovitab

VÄIKELAEVAJUHI KÄSIRAAMAT. PURJEKAD JA MOOTORLAEVAD

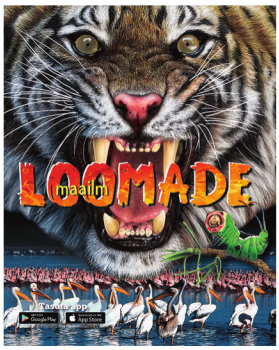
Malcolm Pearson
208 lk

Lihtsas keeles ülevaade meresõidu alustest purjetajale ja mootorlaevajuhile. Käepärases taskuformaadis raamatus on olemas kõik, mida merele minnes tarvis teada. Siia on koondatud olulised teadmised traditsioonilisest kaarditööst, asukoha, kauguse ja sügavuse määramisest, siseveeteedel liikumisest, ilmast ja loodetest, tõusu-mõõna tabelite kasutamisest, samuti ülevaade meremärkidest, ohutust liiklemisest ja hädasignaalidest.

TEADMISTE ENTSÜKLOPEEDIA. LOOMADE ELU

John Woodward
288 lk

Mahukas ja sisutihe kogupere-entsüklopeedia toob teie ette loomariigi imepärased saladused. Raamat annab hea üldpildi loomariigi kujunemisest ja süstemaatikast, aga tutvustab lähemalt ka eri loomaliike ning selle suuri ja väikesi esindajaid.
„Teadmiste entsüklopeedia. Loomade elu" on raamat noortele ja vanadele teadmishimulistele, raamat, mis seisab riiulis aukohal, et sellest ikka ja jälle midagi olulist ja huvitavat leida.



LOOMADE MAAILM

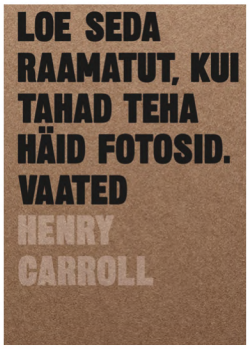
Elizabeth Cranford
64 lk

Kaunite illustratsioonidega raamat tutvustab meile imelisi loomi kõikjalt üle maailma. Siit saab teada, kui nutikad loomad tegelikult on, kuidas nad omavahel suhtlevad, kuidas nad otsivad toitu ja kuidas leiavad paarilise.
Raamatuga saad alla laadida tasuta äpi ja vaadata enam 50 haaravat videoklippi. Nii saad loetut kohe ka oma silmaga näha ja kuulda. See loob tunde, nagu viibiksid ise metsikus looduses!

OLLA MA VÕIKSIN...

Suzanne Woolcott
48 lk

Südametemurdja Gorjuss™ on jõudnud raamatusse, kaunisse eestikeelsesse pealekauba. Selle nukk-tüdruku looja on Šoti kunstnik Suzanne Woolcott ja ilmselt on ta tabanud midagi inimesele igavesti olemuslikku, mis tema loomingu nii lummavaks teeb ning üha uusi südameid võidab.
Suured tunded ja pisut vaoshoitud igatsuslikkus on iseloomulikud ka Gorjussi-raamatule „OLLA MA VÕIKSIN...".
Suur formaat, hoolikas trükikunst ja sisendusjõulised pildid võimendavad kujundirikast vabavärssi, mille on eestindanud Riina Turi.



LOE SEDA RAAMATUT, KUI TAHAD TEHA HÄID FOTOSID. VAATED

Henry Carroll
128 lk

Henry Carrolli järjekordne menuk seeriast „Loe seda raamatut, kui tahad teha häid fotosid" selgitab sulle lihtsas keeles, kuidas pildistada erinevaid vaateid, sealhulgas maastikke, linnavaateid, arhitektuuri ja interjööri.
Raamat annab praktilisi juhiseid, kuidas jäädvustada oma lemmikvaated fotole originaalselt ja tähendusrikkalt. Millised iganes on sinu kaamera, huvid ja tase – siit leiad fotokunsti peamised põhitõed ja saad teada paljude kuulsate fotode saladused.

KOOLIBRI

pood.koolibri.ee

Kuldajastu maailma ja Eesti teaduses 1960.–1980. aastad

1960.–1970. aastatel tegi teadus võidukäiku kogu maailmas. Majandus läks ülesmäge ning sündis heaoluühiskond. Usk teaduse kõikvõimsusse ühiskonna ees seisvate probleemide lahendamisel kasvas ja kapitalistlikud riigid investeerisid ülikoolidesse üha rohkem raha. Kõrghariduse omandamine muutus tavaliseks, sündisid massiülikoolid. Arengust ei jäänud kõrvale ka Nõukogude Liidu ja sealhulgas Eesti teadussüsteem.

1960.–1970. aastatel ei olnud kapitalistlike lääneriikide ja Nõukogude Liidu teaduslike uuringute tasemevahe täppisteadustes kuigi suur – reaalteaduste arendamine oli olnud Nõukogude riigi jaoks alati absoluutne prioriteet. 1980. aastatel hakkas see vahe aga kasvama. Seda põhjusel, et lääneriikides võeti kasutusele järjest uusi, algselt sõjatööstuse jaoks mõeldud tehnoloogilisi lahendusi, mis jõudsid peagi ka reatarbijateni (näiteks arvutid). Piirid Lääne-Euroopas avardusid järjest enam, tekkis ühine majandus- ja liikumisruum ning tarbimisühiskond, millest raudse eesriide taguses Nõukogude defitsiidiühiskonnas kõige teravamalt puudust tunti.

Eriti suureks paisus kahe konkureeriva ühiskonnamudeli vahe meditsiinivaldkonnas. Uued uurimismeetodid ja suurte farmaatsiakompaniide töö efektiivsemate ravimite väljatöötamisel aitasid elukvaliteeti kapitalistlikes riikides märkimisväärselt tõsta. Nõukogude Liidul polnud sellele palju vastu panna. Sarnaselt tsaariajale saadeti arstiteadlasi alates 1960. aastatest Nõukogude Liidust, sealhulgas Eestist, välismaale stažeerima, tänu millele jõudis meienigi uuenduslikke ravivõtteid, aga uusi ravimeid siinsele turule Lääne-Euroopast enamasti ei tulnud.

Juba 19. sajandil oli Venemaa olnud mitte tehnoloogiaid väljatöötav, vaid neid importiv maa ja uus sajand ei toonud selles osas kaasa olulisi muutusi. Eelkõige sõltuti Saksamaast, mille sotsiaaldemokraadist kantsleri Willy Brandti „uus idapoliitika" pani 1970. aastatel aluse kahe riigi laialdasele koostööle nafta- ja gaasitööstuses, aga ka teadusuuringute vallas. Majanduskoostöö Saksamaa Liitvabariigiga paisutas Nõukogude Liidu majanduskasvu ja valuutavarusid ning soodustas teadusuuringute laienemist.

Eestis oli teadustegevus aktiveerunud juba 1950. aastate teisel poolel, mil selle prioriteetide üle hakati otsustama kohalikul tasandil ehk rahvamajandusnõukogudes. 1964. aastal, mil Nõukogude Liidus tõusis võimule Leonid Brežnev ja võimu hakati kogu riigis uuesti tsentraliseerima, allutati ülikoolides tehtavad teadusuuringud keskkomitee määrustega Nõukogude Liidu teaduste akadeemia presiidiumile. Eesmärk oli teadustegevust hiidriigi territooriumil kesksemalt suunata ja vähendada sedakaudu uurimisteemade dubleerimist. Et plaani ellu viia, kutsus Nõukogude Liidu teaduste akadeemia kokku liiduvabariikide teaduste akadeemiate teadustöö koordineerimise nõukogu, mis määras pärast arutelusid igale liiduvabariigile omad kindlad teadusprioriteedid. Eesti NSV eelisarendatud teadussuundadeks kinnitati tähtsuse järjekorras: põlevkiviuuringud, tehniline küberneetika, tahke keha füüsika, astrofüüsika, teadusinstrumentide ehitus, põllumajanduse produktiivsuse tõstmise bioloogilised alused ning eesti rahva ajaloo, eesti keele ja kultuuri ning soome-ugri keelte uurimine. Kaugemas tulevikus soovitati Eestil spetsialiseeruda lisaks ka biostratigraafiale, geofüüsikale ning hüdrogeoloogiale. Arendada tohtis ka sotsioloogiat ning õigus- ja majandusteadusi, kuid ideoloogilised piirangud olid neis valdkondades tugevad.

Kuigi põlevkiviuuringud olid Eestis esikohale seatud, ei õnnestunud sel alal astuda märkimisväärseid samme dubleerimise vähendamiseks. Paljuski oli see tingitud asjaolust, et vastavate uuringute tegemine oli killustunud ülikoolide ja akadeemia ning ametkondlike instituutide vahel, ning keegi eelnimetatuist ei soovinud oma positsioone loovutada.

Uute üleliiduliste otsuste valguses said teaduste akadeemia instituudid ja ülikoolide probleemlaborid täita riiklikult seatud teaduslikke uurimisprioriteete. See tähendas süsteemi jaoks lisaraha, kuid selle saamiseks tuli Moskva tšinovnikutega häid suhteid hoida. 1960. aastatel ehitati üle kogu riigi massiliselt õppe- ja teaduslaboreid. Tallinna polütehnilisel instituudil oli võimalik rajada Lääne-Euroopa ülikoolide eeskujul Mustamäele oma kampus. Teaduste akadeemia süsteemis oli märgiline tähendus aga küberneetika instituudi (1960) (hiljem selle arvutustehnika erikonstrueerimisbüroo) ning keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi (1980) rajamisel.

Täppisteaduste arendamine sai tuult tiibadesse ka Tartu ülikoolis, kuid Tartus ei ehitatud midagi. Nimelt leidis rektor Feodor Klement, et olukorras, kus paljud eestlased sõja tulemusena ikka veel keldrites elasid, oleks uute majade ehitamisest sündsusetu kõnelda. See ülikooli parteikoosolekul väljaöeldud seisukoht tõi Klementile palju vaenlasi ning andis põhjust ta peagi pedagoogilise instituudi direktori Arnold Koobi vastu välja vahetada. Viimane alustaski Tartu ülikoolile uute hoonete ehitamist, nõutades selleks Moskvast pidevalt uusi vahendeid.

1970. aastatel paranes veidi ka humanitaarteaduste olukord ning murda õnnestus mitu olulist tabu. Üks neist oli kü-

TÜ RAAMATUKOGU

FRANK BALSER

Ülikoolide hooned, mis 1970. ja 1980. aastatel Euroopas ehitati, olid nii oma arhitektuurselt põhiplaanilt kui ka välimuselt äravahetamiseni sarnased. Toona ehitati kiiresti, palju ja enamasti 25 aastase arenguperspektiiviga. Head võrdlusmomenti pakuvad siinkohal Tartu ülikooli raamatukogu (1982) ja Giesseni Philosophicumi välisfassaadid

simus Tartu ülikooli asutamisajast. 1952. aastast alates tavatseti kinnitada, et Tartu ülikool sündis tänu Vene keisrile 1802., mitte tänu Rootsi kuningale 1632. aastal. Kui aga Vilniuse ülikool, mille tegevuses oli samuti olnud palju pause, tähistas 1979. aastal pompoosselt oma 400. aastapäeva, otsustas ka Tartu ülikool leedulaste tuules 1982. aastal oma 350. asutamisjuubelit pidada. Suure juubeli kattevarjus oli võimalik pöörata tähelepanu ka teaduse arengule Eesti Vabariigi perioodil, mida seni oli keeruline uurida, kuid mis sellest alates järjest enam uurijate tähelepanu leidis.

Ekstensiivselt laienev teadussüsteem, mis Eestis 1960. aastatel kogu toonase Nõukogude Liidu eeskujul välja kujunes (spetsiaalsed konstrueerimisbürood, isemajandavad ettevõtted lepinguliste tööde tegemiseks, programmikomisjonid, probleemnõukogud ja -komisjonid), toimis siinmail ka 1970. ja 1980. aastatel. Tekkisid täiesti uued uurimisvaldkonnad (näiteks sotsioloogilised uuringud, orientalistika jmt) ning vanade teemade ümber kogunes järjest rohkem inimesi. Sellist arengut soodustasid mitmed üleliidulised ning Eesti-sisesed riiklikud programmid, mille eesmärk oli tõhustada uurimisgruppide omavahelist koostööd erinevate teaduslike küsimuste lahendamisel. Lisaks omistati Tartu ülikoolile 1978. aastal Nõukogude Liidu juhtiva ülikooli staatus, mis tähendas, et ülikool liideti 87 kõrgkooli, 38 teadusinstituuti, 24 konstruktoribürood ja 38 katsetööstust ühendavasse konsortsiumisse. Juhtiva ülikooli staatusega kaasnesid uued töökohad, paremad palgad ning uued võimalused õppehoonete ja laborite ehitamiseks, premeerimissüsteem tehniliste uuenduste, näiteks patentide väljatöötamiseks ning palju muud.

Suurenenud rahalised investeeringud soodustasid Eesti teadussüsteemi laienemist, kuid olulist kvaliteedihüpet see endaga enam kaasa ei toonud – arengule tuli, tagantjärele tarkusena, 1980. aastate keskpaigas piir ette. Ühelt poolt oli see põhjustatud uurimisvaldkondade spektri liigsest laienemisest. Häid inimesi ei jätkunud enam igale alale – Eesti ühiskond oli selleks liiga väike ja järelkasv liiga napp. Süsteemis endas teaduse arengu ette kerkinud piiri siiski ei tunnetatud. Teaduse arenguvõimalused näisid lõputuina, nagu ka keskvõimult tulev rahavoog. Esimese tugeva mõra lõi sellesse idülli perestroika, mis pani paradoksaalsel kombel aluse avatuma ühiskonna sünnile Nõukogude Liidus. •

Erki Tammiksaar, teadusloolane

AIN KALLIS

ILM JA RIIDED

***Ei ole head ilma, on vaid sobiv riietus.* Asjakohane kõneväänd**

Milleks on ilmaprognoos oluline? Eks ikka selleks, et otsustada, mis välja minnes selga panna. Teadmised kliimast kuluvad ära aga siis, kui ostad poes järgmiseks sesooniks rõivaid. Teatavasti on kliima pikaajaline ilmade režiim, mis iseloomustab kindlat geograafilist paika – Eesti ja Austraalia talverõivastel on ikka vaks vahet! Paradiisis aga piisas ihukatteks vaid viigilehtedest.

Millal hakkas inimkond korralikumaid kehavarje kandma? Vastuse sellele küsimusele annab inimestest sõltuvate täide DNA uurimine. Nimelt olid pea- ja riidetäi kunagi üks liik. Nende eraldumine olevat toimunud umbes 83 000–170 000 aastat tagasi seoses meie esivanemate liikumisega soojast Aafrikast karmima kliimaga aladele, kus ihuvari oli juba vajalik. Bioloog David Reed kommenteeris uuringu tulemusi nii: „On huvitav mõelda, et inimesed olid ilma riietuse ja kehakarvadeta võimelised Aafrikas ellu jääma sadu aastatuhandeid tagasi ning sealt väljaränne teistesse maailma osadesse ei juhtunud enne, kui nad hakkasid end riietama."

Kliima sarnaneb mõnes mõttes moele – mõlemad on muutunud minevikus, muutuvad pidevalt ja jäävadki muutuma. Nende uuendamise protsessile kulutatakse kogu maailmas väga suuri summasid. Moe puhul see õnnestubki. „Kõigega maamuna peal võib midagi peale hakata, kõike on võimalik reformeerida, kuid ilma vastu pole midagi võimalik ette võtta," nentis kirjanik Karel Čapek. Üks võimalus ilma ja kliimaga „hakkama saamiseks" oleks sobivate rõivaste hankimine.

Mõnel maal poleks nagu tuleviku ilmastuga midagi hullu lahti. Märkis ju Venemaa president Vladimir Putin üleilmsel kliimakonverentsil 2003. aastal rahulolevalt: „Edasine kliima soojenemine toob Venemaa rahvale ainult head: kasukaid on vaja osta vähem."

WIKIPEDIA

19. sajandi alguse naiste õhulise riietuse stiilinäidet esitab tabavalt Jacques-Louis David maalil „Proua Récamier' portree"

Riietuse funktsioone

Iga lind kannab seuksi sulgi ja iga mees seukest kuube, mis ta väärt on, ütleb Häädemeeste vanasõna. Kaugete vägimeeste rõivastus oli neile igati väärilise: näiteks Heraklese garderoobis oli koguni kaks lõvinahka (loomade päid kandis ta aga kiivrina) ja Gruusia kangeim mees oli kangelane tiigrinahas.

Meie rahvuskangelasel Kalevipojal oli vahel üll korralik vammus (nagu Oskar Kallise maalil „Kalevipoja kroonimine"), soojemal ajal aga vaid karunahk niudevööks (vt Amandus Adamsoni skulptuuri „Kalevipoeg" Emajõe ääres). Tema ema Linda kandis August Weizenbergi andmeil õlgadel nahka, muidugi ehtsat, mitte võlts- ehk libahundinahka.

Omaaegne tuntud hügieenik Mihkel Kask väidab raamatus „Inimene ja ilm" nõnda: riietus peab laitmatult täitma oma kaitsefunktsioone, olema kerge, vähe määrduma, riietumine ja lahtiriietumine peab olema hõlbus ning riietusesemed peavad vastama esteetikanõuetele.

Troopiliste alade elanikel pole rõivaste kerguse üle vaja pead murda, küll aga polaaraladel ja parasvöötmes. Rõivaste soojuslikud omadused on samuti aegade jooksul kõvasti muutunud, nii kliima kui moe muutuste tõttu. Sajandeid oli Euroopa naistel seljas õige mitu undrukut. Alles 19. sajandi algus kergendas daamide koormat – 1800. aastal olevat mõnede andmete järgi naiste rõivas (kleit, kingad,

WIKIPEDIA

Kummikute eelkäijad – ilmselt aastast 1845 pärit *wellingtonid*

ehted jms) kaalunud kokku vaid 400 grammi. Õues liikudes mähiti ümber kašmiirsall. Pole siis mingi ime, et 1803. aasta talvel haigestus grippi päevas kuni 60 000 inimest. Vaat see oli tõeline pandeemia!

Väejuhtidest moegurud

Paljudel kuulsatel inimestel on olnud omapäraseid hobisid: näiteks Napoleon ja Aleksander I olid teatavasti hinnatud koogimeistrid, Peeter I ja Karl XII võistlesid jälle lahingute vaheajal puude istutamises, vähemalt Eesti pinnal.

Mõned väepealikud on aga oma nime ajalukku jäädvustanud kui praktilise moejoone loojad. Enam kui sajand ei paista sõdurid silma ei uhkete sulgede ega säravate mundritega – hinnas on ratsionaalsus. Hea, kui see on ühendatud elegantsiga.

Üks näide. Waterloo lahingu vastased – Napoleon ja Wellingtoni hertsog, mõlemad tuntud stiiliikoonid – lõid uue, põlvini ulatuva saapa, mida kutsutigi edaspidi vastavalt Napoleoni saabasteks või siis *wellingtonideks* (*wellies*). Viimased said eriti populaarseks, kui nad muudeti ilmastikukindlaiks kummikuiks.

Veel üks Waterloo kangelane, Preisi väejuht feldmarssal Gebhard von Blücher olevat välja nuputanud praktilised nööritavad poolsaapad (tänapäeval kutsutakse selliseid meestekingi ka *blühheriteks*).

Paljudel elualadel, kus on vaja oma nägu varjata (röövlid, K-komandolased, kirurgid, timukad jt), kasutatakse mitmesuguseid peakatteid. Sageli selliseid, kus on näha vaid silmad ja suu. Kust need pärinevad?

Krimmi sõda (1853–1856) on läinud ilmalukku mitme kandi pealt. Balaklava sadama lähedal Inglise-Prantsuse laevastiku vaeseomaks rappinud ootamatu torm oli teatavasti katalüsaatoriks kaasaegsete ilmaprognooside väljaarendamisele. Lisaks soodustasid 164 aasta eest sõjatandril püsinud väga külmad ja tuulised ilmad uute rõivaste kasutuselevõttu. Nimelt said liitlasväed Inglise vägesid juhatanud lord Raglani disainiidee järgi pähe villased mütsid, millele olid sisse lõigatud avaused silmade ja suu jaoks ehk nn *balaklavad*. Too sõjamees on moeajalukku läinud veel teisegi saavutusega, nimelt raglaanlõikega. See termin ei tähenda aga sugugi välkmanöövrit lahingus, vaid hoopis varrukalõiget, mis olevat kasutusele võetud nimetatud lordi rõivastuses. Väejuht kaotas Waterloo lahingus parema käe ning säärase lõikega palitut oli tal kergem selga saada.

Ventileeritavuse olulisus

Paljud rõivad on kasutusel traditsioonide tõttu. Näiteks kannavad Kesk-Aasias mehed pakse halatte hoolimata 40-kraadisest kuumusest. Paljudel kõrberahvastel on üll pikad tuules lehvivad hõlstid, peas turbanid. Lõunamaa naistel, kes käivad pidevalt maani seelikute ja pikkade varrukatega, võib aga esineda nn Liibanoni sündroom, mis tähendab, et neil on kõverad jalad – nad on saanud D-vitamiini nappuse tõttu rahhiidi.

Riiete ventileeritavus on oluline ka parasvöötme aladel. Kui vanasti „paistis Tšelkaši lõhkisest püksitagumikust tema proletaarne päritolu“ (nagu kirjutati kellegi koolikirjandis), siis tänapäeval paistab püksikandja hõredaist ja auklikest põlvedest tema jõukas päritolu (moetrend!). Ka saavad rikkurid endale muretseda rõivaid, mis talvel soojendavad kandjat päikesepatareidega toodetud energia abil. Või kannavad nad ülimoodsaid Puma biolagunevaid jalavarje...

Kuid riietusel on ka muid funktsioone – eelkõige seksuaalsed, vastassugupoole ligimeelitamiseks (miniseelik, dekoltee jne). Anatole France´i jutustuses „Pingviinide saar“ riietab munk Magis saare inetuima pingviinitari roosasse tuunikasse ja kohe muutub too kõige pilkupüüdvamaks sekspommiks alasti kaaskodanike seas. Rääkimata veel sandaalide mõjust!

Lõpuks peaasjast. Suvised mütsid on ette nähtud aju kaitsmiseks liigse kuuma eest. Tuntuim sonikandja oli muidugi Lenin („Kes see seisab sonis hallis – see me Lenin kullakallis!“, nagu ütleb riim lastelaulust. Täiskasvanud lisasid: „Miks ta seisab sonis hallis – sest et karvamüts on kallis!“). Feldmarssal Bernard Montgomery aga oli kuulus oma bareti poolest. Viimane peakate meeldis mullegi kunagi väga. Kuni kaasa mainis, et „näed selles välja kui päris bask.“ •

WIKIPEDIA

Iseloomuliku baretiga feldmarssal Bernard Montgomery teise maailmasõja ajal oma koerakutsikate Hitleri (vasakpoolne) ja Rommeliga

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

Lääne-Aafrika võimsaim impeerium – Songhai

Tasandike impeeriumid – nii on kutsutud kesk- ja varauusaegseid mõjuvõimsaid kaubandusriike Nigeri keskjooksul: Ghana, Mali ja Songhai impeeriume. Nende järgemööda eksisteerinud suurriikide ajastu on ilmselt üks tähelepanuväärsemaid lehekülgi Lääne-Aafrika ajaloos.

Nimetatud kolmest suurvõimust oli territoriaalselt kõige ulatuslikum viimane, Songhai riik, mis saavutas õitsengu 15. sajandi lõpul, 16. sajandi alguses. Sarnaselt eelkäijatele põhines ka Songhai rikkus Lääne-Aafrika lõunapiirkondades asuvate kullaleiukohtade ja Saharat läbivate kaubateede kontrollil. Riigi rajasid songaid, tänapäeval ligikaudu kolmemiljoniline rahvas, kes elab Malis ja selle lähiriikides. Ajalooliselt on songaide peamine elatusala olnud kalandus, maaviljelus ja karjakasvatus. Kuulsusrikka Songhai riigi tekkeloo kohta on neil olemas aga oma legend. Nimelt olevat songaid pidanud iidsetel aegadel oma valitsejaks Nigeri jões elavat veevaimu, kes oli kehastunud suureks ja koletuslikuks kalaks. Ükskord saabunud nende juurde aga võõramaalane (väidetavalt Jeemenist), kes tappis kala ja asus ise songaide riiki valitsema, pannes sellega aluse Dia dünastiale. Huvitaval kombel kordub selles legendis motiiv, mis on omane ka Lääne-Sudaani regiooni riikide tekkeloole – riigi rajajad olid pärit Lähis-Idast. Ühelt poolt aitas taoline legend kohalikel moslemitest valitsejatel araabiamaailmas oma mainet hoida, teisalt on viimastel aastatel ilmunud uurimused kinnitanud, et migratsioon Lähis-Idast võis neile aladele (oletatavasti umbes 600 aastat eKr) tõepoolest aset leida.

ALAMY / VIDA PRESS

14. sajandil ehitatud Djingareyberi mošee Timbuktus on projekteerinud Andaluusia päritolu arhitekt, poeet ja õpetlane Abu Ishaq al-Sahili

Esialgu asus 9. sajandil tekkinud veel suhteliselt väikese territooriumiga Songhai riigi keskus Nigeri ääres Kukiyas. 12. sajandil viidi pealinn üle põhjapoolsesse Gaosse, mis oli tähtis kaubanduskeskus. Siin kauplesid songaid kala ja kohalike toiduainetega, vahetades neid moslemi kaupmeeste pakutud soola, kangaste ja rauakaupade vastu. Taolised tihedad kokkupuuted tõid piirkonnas kaasa islamiusu laialdase leviku.

Kui 13.–14. sajandil maksid songaid tribuuti Mali impeeriumile, siis viimase nõrgenemisega suurenes Songhai sõltumatus – kunagisest väikesest riigist kasvas välja piirkonna suurvõim. Oma tõelise ulatuse sai Songhai ekspansioon *sunni* tiitlit kandva Ali Beri ajal, kelle valitsemisaastad (1464–1492) kujutasid endast lõputut sõjapidamist. Tema vääriliseks mantlipärijaks sai endine kindral, 50-aastane Muhammad Ture (võimul aastatel 1493–1528), kes kukutas võimult Ali Beri poja ning võttis endale valitsejatiitliks *askia* (sõjaväelise auastme nimetus Songhai armees), pannes sellega aluse uuele dünastiale. Askia Muhammadi 35-aastase valitsusaja jooksul jõudis impeeriumi poliitiline, majanduslik ja kultuuriline õitseng oma haripunkti.

ALAMY / VIDA PRESS

Karjakasvatus on olnud Malis läbi aegade üks olulisi põllumajandusharusid, kuid Songhai impeeriumile tõid lehmad paraku hukatuse. 1591. aastal toimunud Tondibi lahingus tegid songaid strateegilise vea, kui otsustasid kasutada tuhandepealist veisekarja „elava kilbina"

Erinevalt sunni Ali Berist oli askia pühendunud moslem ning islamist sai üks riigi alustugesid. Et saada oma võimule islamimaailma ametlikku tunnustust, sooritas askia Muhammad aastatel 1496–1497 palverännaku Mekasse, mis täitis oma eesmärgi: Muhammadist sai Lääne-Sudaani kaliif ning kogu ilmalik ja vaimulik võim koondus piirkonnas ametlikult tema kätte. Oluline on seejuures märkida, et erinevalt oma eelkäijast Ali Berist soosis Muhammad igati kultuuri ja teaduse arengut. Tema kutsel saabusid Songhaisse paljud araabiamaailma tuntud arstid, teadlased, arhitektid, poeedid ja kunstnikud ning inimese jõukust hinnati Timbuktus – kui Songhaid külastanud rännumees Leo Africanuse sõnu uskuda – eelkõige selle järgi, kui palju tal oli tallis hobuseid ja riiulis raamatuid.

1580. aastatel saabusid aga impeeriumile rasked ajad. Selle peamisi põhjusi oli askia Muhammadi ja tema järeltulijate suutmatus viia erinevatest rahvastest koosnevas impeeriumis ellu leppimis- ja assimilatsioonipoliitikat. Songhai oli kui savijalgadel koloss, mis ei saanud kaua eksisteerida, sest toetus vaid sõjaväele, mis hoidis rahvast hirmuvalitsuse all. Pealegi kerkis samal ajal põhja pool esile uus oht – Sahara transiitkaubandust ning Lääne-Aafrika soola- ja kullavarusid soovis enda kontrolli alla saada Maroko, mida valitses aastatel 1578–1603 Saadiidide dünastia kuues sultan Ahmad al-Mansur. 1590. aastal saatis sultan Songhai poole teele 4000-mehelise ekspeditsioonikorpuse, mida juhtis hispaania päritolu eunuhh Judar Pasha. Väeüksus koosnes peamiselt vangivõetud eurooplastest, kes olid piinarikka vangistuse või surma vältimiseks sultani teenistusse astunud ja islamiusku pöördunud. Pärast viiekuulist rännakut oldi Songhai pealinnast veel vaid 30 miili kaugusel. Tondibis, veiste karjamaal, peeti 12. märtsil 1591. aastal otsustav lahing. Ehkki toonane Songhai valitseja Ishaq II (1588–1591) pani vaenlase vastu välja arvuliselt ülekaaluka armee (erinevatel andmetel ligi 20 000–40 000 meest), oli see paraku relvastatud vaid vibude, odade ja mõõkadega, samal ajal kui vastaspool kasutas tulirelvi. 17. sajandi teisel poolel koostatud Songhai impeeriumi ajalugu kajastavas araabiakeelses kroonikas „Tarikh al-Fattash" kirjeldatakse lahingusündmusi järgnevalt: „Songaidele lähedale jõudnud [Maroko] jalaväelaskurid laskusid põlvedele, tulistades tinaga [tinast kuulidega]. Askia seadis aga oma sõjaväe lahingukorda nõnda, et tuhat lehma, keda aeti kõige ees, jäid tema sõdurite ja vaenlase vahele: kuulid oleksid tabanud lehmi ja askia sõdurid oleksid järgnenud neile nii kaua, kuni nad oleks marokolastega segunenud. Kuid niipea, kui lehmad kuulsid Maroko musketite laske, pöörasid nad ringi, ja tormasid lõõtsutades ning hirmunult askia sõdurite suunas, tõugates neist paljud pikali, kellest enamik ka hukkusid." Juhtunu tekitas nii suure segaduse, et Ishaq II sattus Maroko ratsaväelaste piiramisrõngasse. Tema nõunik, kes oli väidetavalt reetur, soovitas tal põgeneda. Askia järgis nõuannet, mis peataolekut sõdurite seas veelgi suurendas. Vaid 99 *sunat* (sõjasalkade ülemad) jäid oma kilpide varjus vaenlast ootama. „Ja Judari sõjamehed leidsid nad niimoodi ja kõik nad tapeti", kirjutab kroonika.

Kuigi Marokol ei õnnestunud kehtestada kontrolli kogu impeeriumi üle, läksid sultani valdusesse Songhai tähtsamad linnad: Timbuktu, Gao ja Djenné. Tondibi lahingus osalenud sõjaväelased jäid aga paigale, moodustades kohaliku võimuladviku, ning saavutasid aja jooksul Maroko sultanist suhteliselt suure sõltumatuse. Juba 18. sajandiks olid nad afrikaniseerunud ning seal, Sahara kõrbeliivade rüpes, kujunes nende järeltulijatest arma etniline grupp.

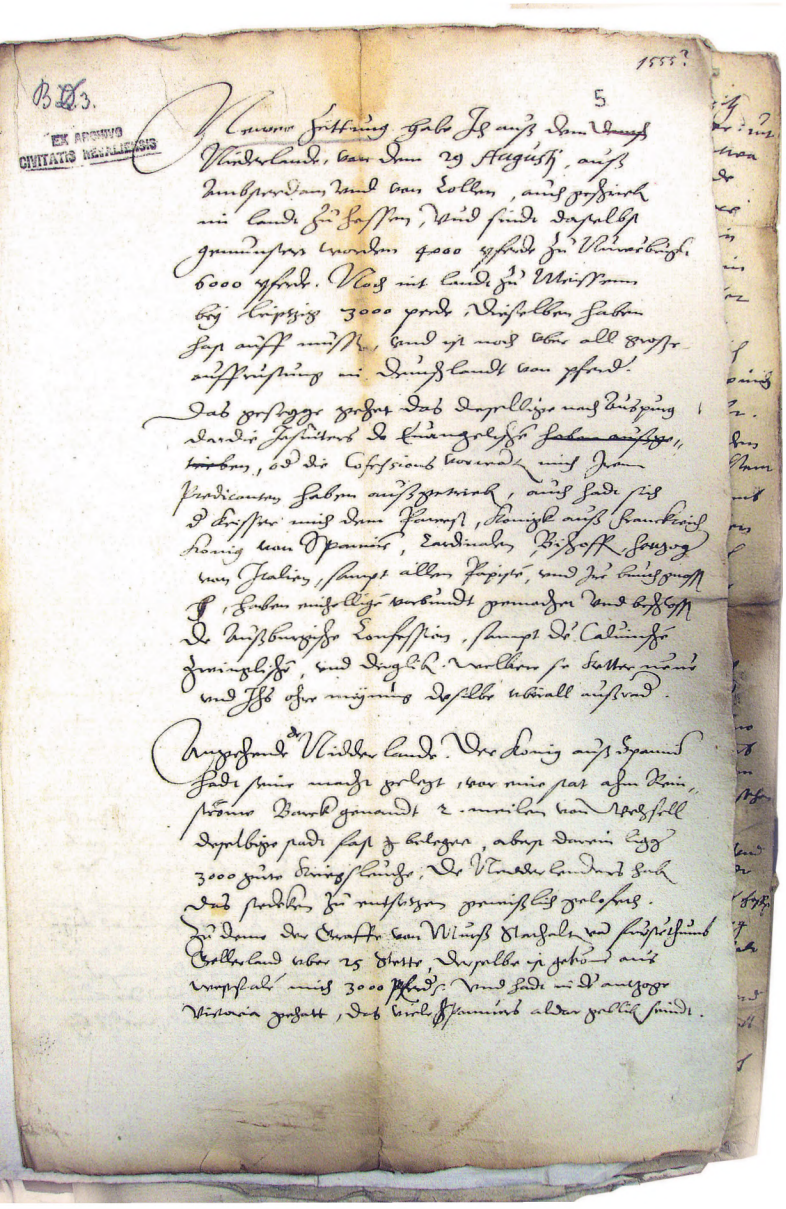
Tondibi lahingut võib seega esile tõsta kui sündmust, mis muutis dramaatiliselt ajaloo käiku – impeeriumide ajastu oli selles piirkonnas läbi saanud. Loomulikult ei suutnud suurt impeeriumi lõplikult hävitada vaid hullunud lehmad, vaenlase tulirelvad või reeturlikud nõuandjad. Põhjused olid märksa sügavamad. Eelkõige olid need poliitilised ja majanduslikud, millest võib nimetada nii pikaajalist dünastiasisest võimuvõitlust, mässumeelset perifeeriat ja lõputuid sõdu kui ka tulusate soolakaevanduste kaotamist marokolastele. Ja lõpuks ei saa mööda minna ka Lääne-Aafrika rannikule ilmunud Euroopa kaupmeestest, kes pakkusid kohalikele konkurentsi, mis vähendas omakorda Sahara transiitteede tähtsust. •

Karin Veski, ajaloolane

Mida teadsid tallinlased sir Francis Drake'ist tema eluajal (1540–1596)?

Tükike ajakirjandusajalugu Tallinna linnaarhiivist

Tallinna linnaarhiivis on 19. sajandi korrastustööde käigus tekkinud alajaotus „Varia", kuhu arhivaarid paigutasid mitmesugust materjali, millele mujal justkui õiget kohta ei leitud. Vastavas seerias on õhuke säilik (51 lehte) signatuuriga BO 3, mis kannab pealkirja „Trükitud ja käsikirjalised uudised sõjasündmuste kohta mitmesugustes maades". Nende kaante vahele on kogutud 16.–17. sajandist pärit lahtine materjal, mis ilmselt kujutab vaid murdosa kunagi Tallinna jõudnud uudistest.



TALLINNA LINNAARHIIV

Uued uudised Madalmaadest, Amsterdamist ja Kölnist 29. augustist [1586]. Lehe servale kirjutatud esialgne dateering (1555?) on ekslik

Siinkirjutaja tähelepanu köitsid selles kaustas kaks 16. sajandi teisel poolel koostatud dokumenti, mille oli kirjutanud sama autor ning milles mainitakse muude uudiste seas Inglise kapteni ja mereröövli sir Francis Drake'i tegemisi. Neist esimeses antakse teada, et kuigi Drake'i peeti surnuks, on ta oma laevaga Indiast tagasi tulnud, toonud kaasa uskumatuid rikkusi ning tõusnud Inglise kuninganna suurde soosingusse. Drake olla relvastanud 40 000 indiaanlast, kes siis innukalt hispaanlaste vastu võidelnud, et endi orjastamise eest kätte maksta. Teine dokumentidest teab lisaks sõjauudistele mainida, et kapten Drake on aidanud ühe vangi abil paljastada katoliiklaste vandenõu kuninganna Elizabeth I vastu.

Omajagu kimbatust tekitab nende uudiste täpsem dateerimine. Teadupärast tegi Drake oma eluajal mitu mereretke ja Elizabethi vastu korraldati mitu vandenõud. Õnneks aitavad kaasa samas tekstis esinevad teised teated. Nimelt mainitakse mõlemas kirjas seda, et Hispaania kuninga väed asusid Reini jõel piirama Rheinbergi (Bercki) linna, mis toimus 1586. aasta augustis Kölni peapiiskopitooli ümber puhkenud kodusõja käigus. Niisiis, kuigi kiusatus oleks paigutada teated Drake'ist 1580. aastasse, kui ta tuli tagasi oma kuulsalt ümbermaailma-

WIKIPEDIA

Miniatuurportree sir Francis Drake'ist. Autor Nicolas Hilliard, 1581

WIKIPEDIA

Sir Francis Drake piirab Santo Domingo linna. Üks viiest Drake'i aastatel 1585–1586 tehtud retke kujutavast kaardist. Kaardi valmistas 1589. aastal Inglismaal tegutsenud itaalia päritolu kartograaf Giovanni Battista Boazio

reisilt, tuleb vist siiski tõdeda, et silmas on peetud hoopis tema järgmist retke Lääne-Indiasse, kust ta naasis 1586. aasta juulikuus. Majanduslikult polnud viimati nimetatud ekspeditsioon küll nii edukas kui ümbermaailmareis, kuid ometi vallutati ja rüüstati selle käigus Santo Domingo ja Cartagena linnad. Edasi arutelles jääb 1586. aastasse Inglise kuninganna vastastest vandenõudest Babingtoni vandenõu, mis viis Šotimaa kuninganna Mary Stuarti hukkamiseni. Drake oli kahtlemata omaaegse Euroopa prominent, kelle kohta liikus hulgaliselt uudiseid ja kuulujutte, ning nagu need napid paberilehed linnaarhiivis näitavad, saadi neist osa ka Tallinnas.

Kõnealused dokumendid vahendasid „uusi uudiseid", kui tõlkida otse arhivaalide endi sõnakasutust (saksa *Neue Zeitungen*). Igasugu uudiseid laiast ilmast (alamsaksa *tidningen*) võib leida juba näiteks keskaja kaupmeeste kirjadest. 15. sajandi lõpus hakati Itaalias uudiseid levitama aga erakirjadest eraldi, koondatud kujul, dateeritult, anonüümselt ja käsikirjaliselt. Nende Itaalia *avvisi*'de formaat levis ka põhja pool Euroopas. 16. sajandi keskpaigaks kujunesid välja tähtsamad uudiseid vahendavad keskused – Veneetsia, Rooma, Köln, Antwerpen jt – ning tekkisid vastava ala professionaalid. Kui varem arvati, et uudiste peamised kogujad ja levitajad olid postiteenistusega seotud mehed, siis uuemad uurimused näitavad, et kirjutajate taust oli erialaselt märksa kirjum. Peamine oli kirjaoskus ja juurdepääs uudistele. Üksikuudiseid, eriti selliseid, mis olid kõmulisema maiguga, hakati „uute uudiste" nime all juba üsna varakult ka trükkima ning teatava regulaarsusega postivõrgus liikuvatest uudiste kokkuvõtetest kasvas 17. sajandi alguses välja trükitud ajaleht. Tänapäeva saksa keeles tähistabki *Zeitung* mitte enam uudist, vaid ajalehte. Käsikirjalised ajalehed jäid aga veel 18. sajandil arvestatavaks, trükitust eksklusiivsemaks ja tihtipeale ka operatiivsemaks infoallikaks.

Mille kohta siis meie „ajalehest" veel peale Francis Drake'i lugeda võib? Peamiselt vahendatakse selles Amsterdami ja Kölni kaudu laekunud Madalmaade 80-aastase sõja uudiseid. Lisaks juba mainitud Rheinbergi piiramisele ja üldsõnalistele teadetele väekoondiste liikumisest Reinimaa ja Westfaali vahel räägib informaator Inglise interventsioonist Madalmaades 1585. aastal: Inglise kontingendis osalenud metsikud iirlased pidavat ringi jooksma poolalasti ja kasutama tavalisest natuke pikemaid saableid. Kui üldiselt iseloomustab selle aja käsikirjalisi ajalehti neutraalne sõnakasutus, siis Tallinnas säilinud tekstis on selgelt tunda protestantlikku meelsust. Suure murega kirjeldatakse jesuiitide tegevust Augsburgis (mis on arvatavasti paigutatav 1584. aastasse), samuti kahtlustatakse keisri ja paavsti vandenõud protestantide hävitamiseks. Sama murelikult käsitleb informaator Hispaania vägede pealetungi edenemist Madalmaades ja paneb oma lootuse Saksa protestantlike vürstide abile, aga ka Gelderni asevalitsejale, Moersi krahv Adolf von Neuenahrile. Ka see, et informaator tituleerib Drake'i kapteniks, on pigem sümpaatia märk, sest teistes selle aja uudistes kiputakse teda nimetama pigem piraadiks. Drake oli protestantide kangelane ja tema sõda Hispaania kuningaga oli paljuski usuliselt motiveeritud.

Arvatavasti ei ole mõtet pikalt peatuda sellel, kui tähtis on olla informeeritud – loomulikult oli see äärmiselt oluline ka varauusaegsete valitsejate ja kaupmeeste jaoks. Küllap leidus aga hulgaliselt neidki, kes olid lihtsalt uudishimulikud. Nagu mitu meie ajani säilinud märkimisväärselt mahukat kogu omaaegsetest uudistest näitavad, ei olnud sugugi väärtusetud ka „eilsed ajalehted" – ikka leidus neid, kes lõikasid „ajalehest seda mida hoida", nagu seisab laulusalmis. Üks tuntumaid kogusid, mis sisaldab *ca* 15 000 uudist aastatest 1568–1604, kuulus Fuggerite kaupmeeste ja pankurite suguvõsale Augsburgis. Seda säilitatakse tänapäeval Viinis Austria rahvusraamatukogus. Suured ja mahukad on ka Zürichi pastor Johann Wicki, Pfalz-Neuburgi hertsogi ja Baieri hertsogi kogud. Ehkki Tallinna linnaarhiivis leiduvat ei saa nende suurte korpustega kaugeltki kõrvutada, kuulub ka siinne üksikleid sama varauusaegse kultuurinähtuse hulka ning pakub võimalust Tallinnas 1580. aastatel tarbitud uudisvoogu põgusaltki sisse kiigata. •

Juhan Kreem, Tallinna linnaarhiivi teadur

TIIT SEPP

JAHT ÜHEKSANDALE PLANEEDILE

Viis Päikesele lähimat planeeti – Merkuur, Veenus, Marss, Jupiter ja Saturn – on Maalt palja silmaga nähtavad. Nad paistavad meile kui oma asukohta muutvad tähed. Sealt tuleb ka nimetus *planeet*, mis tähendab kreeka keelest tõlkides 'rändaja'. Kuni teleskoobi leiutamiseni olid need ainsad inimkonnale tuntud planeedid. Ka teleskoop ei toonud kohe endaga kaasa uute planeetide avastamist. Seitsmenda planeedi teadlikuks esmanägemiseks kulus pea 100 aastat. Siis möödus veel pea terve sajand, enne kui 13. märtsil 1781 sai William Herschel tähti rutiinselt kaardistades aru, et üks tähtedest, mida ta vaatles, liigub teiste suhtes ning tegu on hoopis planeediga. Hiljem nimetati see planeet Uraaniks.

Avastatud teleskoobi või arvutuste abil

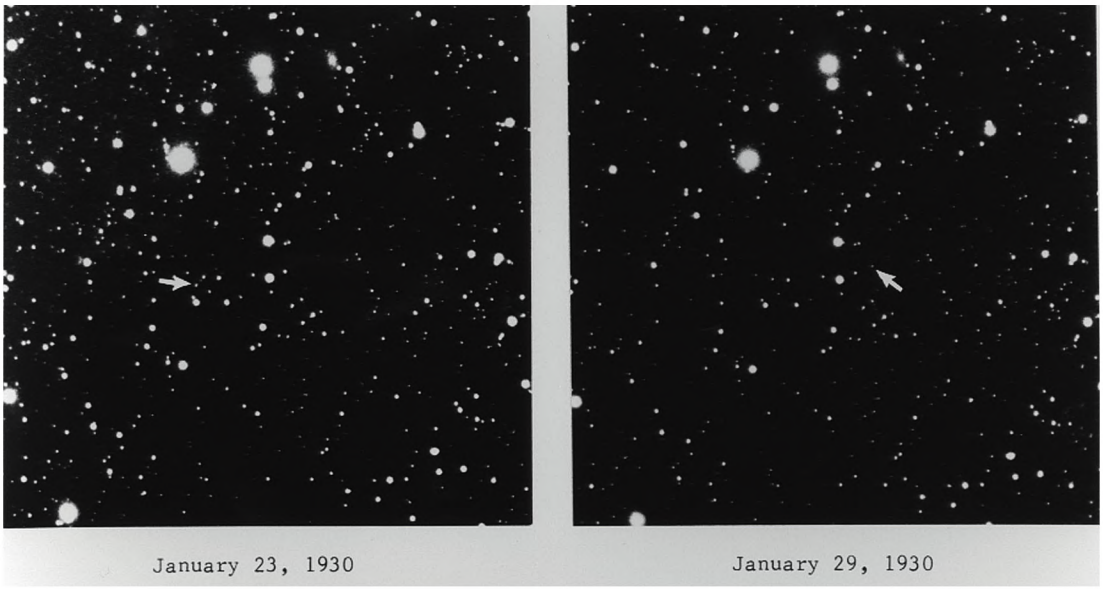
Kui Uraan avastati teleskoobiga, siis järgmine planeet, Neptuun, leiti sulepeaga. Nimelt hakkasid astronoomid pärast Uraani avastamist uut planeeti hoolega jälgima. Selleks ajaks, kui Uraan oli teinud Päikese ümber peaaegu terve täisringi, märkasid astronoomid, et vahepeal liikus see planeet märksa kiiremini, kui ta pidanuks.

Kui 18. sajandil eKr Babüloonias võimule tulnud Hammurabi andis maailmale esimesed seadused, siis temale järgnenud neljas kuningas Ammisaduqa kinkis maailmale planeedid. Just tema valitsusajal tehti esimesed kirjapandud vaatlused planeetidest, „Enuma Anu Enlil" (eesti keeles 'päevad, mil elasid Anu ja Enil'), kus kirjeldati täpselt Veenuse teekonda taevasfääril. Sealt sai alguse astronoomide võidujooks uute planeetide leidmiseks Päikesesüsteemis. Võistlus, mis arvati juba mõnda aega lõppenud olevat, sai uue vahestardi 2016. aasta veebruaris, mil Caltechi teadlased Konstantin Batõgin ja Mike Brown avaldasid numbrilistel simulatsioonidel põhineva artikli, ennustades uue Neptuuni-sarnase planeedi olemasolu Päikesesüsteemis.

Kunstniku nägemus arvatavast üheksandast Päikesesüsteemi planeedist
CALTECH / R. HURT (IPAC)

1845. aastal suutis Pariisi observatooriumi teadlane Le Verrier välja arvutada, et johtuvalt Newtoni gravitatsiooniteooriast peab Päikesesüsteemis olema veel üks planeet, mis Uraani liikumist nõnda mõjutas. Rehkendused said kinnitust 23. septembril 1846, kui Johann Gottfried Galle leidiski Berliini observatooriumis Le Verrier' arvutuste järgi ennustatud kohas uue planeedi – Neptuuni. Nagu hiljem selgus, oli Galileo Galilei juba kolm aastat pärast teleskoobi leiutamist aastal 1612 Neptuuni vaadelnud, saamata seejuures ise aru, et ta uut planeeti nägi. Ehk siis tegelikult nähti Neptuuni enne kui Uraani, mille abil viimane Päikesesüsteemi planeetidest üldse avastati.

Kuna kaugete planeetide masse oli keeruline täpselt määrata, siis arvati kuni 1930. aastani, et Neptuunist kaugemal peab olema veel üks planeet. Eriti innukalt otsiti üheksandat planeeti Ameerika mandril, sest ka seal sooviti sellise avastusega märk maha panna. USA-s paistis uue planeedi otsimisega eriliselt silma Percival Lowell, kes tähistas oletatava taevakeha nimega *planeet X*. 1930. aastal avastaski Clyde Tombaugh Lowelli ehitatud observatooriumis üheksanda planeedina Pluuto. Kuna Pluuto on väga



LOWELLI OBSERVATOORIUMI ARHIV / WIKIPEDIA

Pluuto avastamiseni viinud kuuepäevase vahega samast taevaalast tehtud fotod, millel ilmnes ühe noolekestega tähistatud väikese valgustäpi liikumine

väike, siis on tegelikult ime, et Tombaugh üldse märkas öötaevas seda 15 tähesuurusega (tähesuurused kirjeldavad astronoomias objektide heledust – mida suurem number, seda nõrgem ta meile paistab) ehk Neptuunist ligi 300 korda väiksema näiva heledusega objekti. Avastuse keerukusest annavad aimu juuresolevad kuupäevase vahega samast taevaalast tehtud fotod, millel on noolekesega tähistatud Pluuto.

21. sajandi alguseks oli aga Neptuunist kaugematelt orbiitidelt leitud kolm Pluutost natuke väiksemat ja ka üks temast suurem objekt. Seetõttu otsustas rahvusvaheline astronoomia liit (IAU) 2006. aastal Pluutolt planeedi tiitli ära võtta ja nimetas selle ümber kääbusplaneediks. Praegu arvatakse, et kääbusplaneete võib Neptuuni taga olla isegi kuni paarsada.

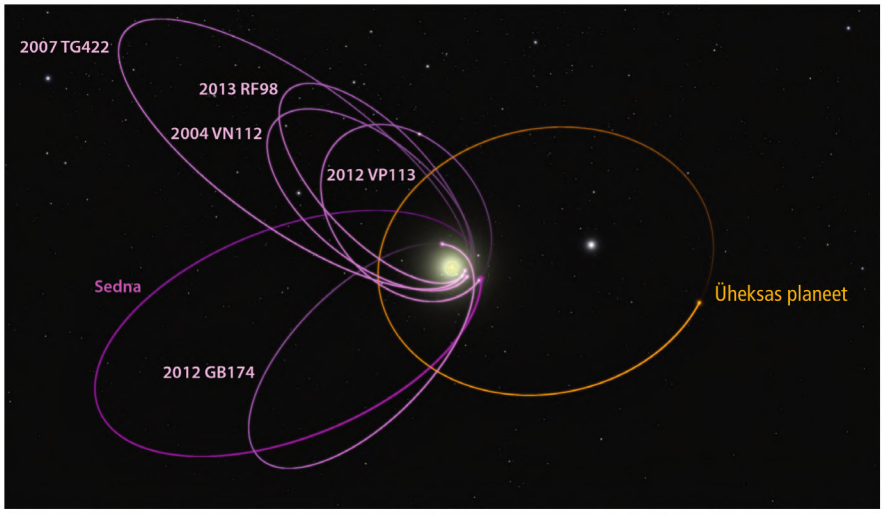
Kui Pluuto 2006. aastal planeetide hulgast välja arvati, siis pandi paika kolm kriteeriumit, millele iga planeet peab vastama: planeet peab tiirlema orbiidil ümber Päikese ja ei tohi olla mõne muu taevakeha kaaslane, see peab olema enam-vähem keraja kujuga ning puhastama oma orbiidi ümbruse teistest taevakehadest.

2006. aastal nimetati Pluuto planeedist ümber kääbusplaneediks. Praegu arvatakse, et kääbusplaneete võib Neptuuni taga olla isegi kuni paarsada.

Uue planeet X-i otsingud

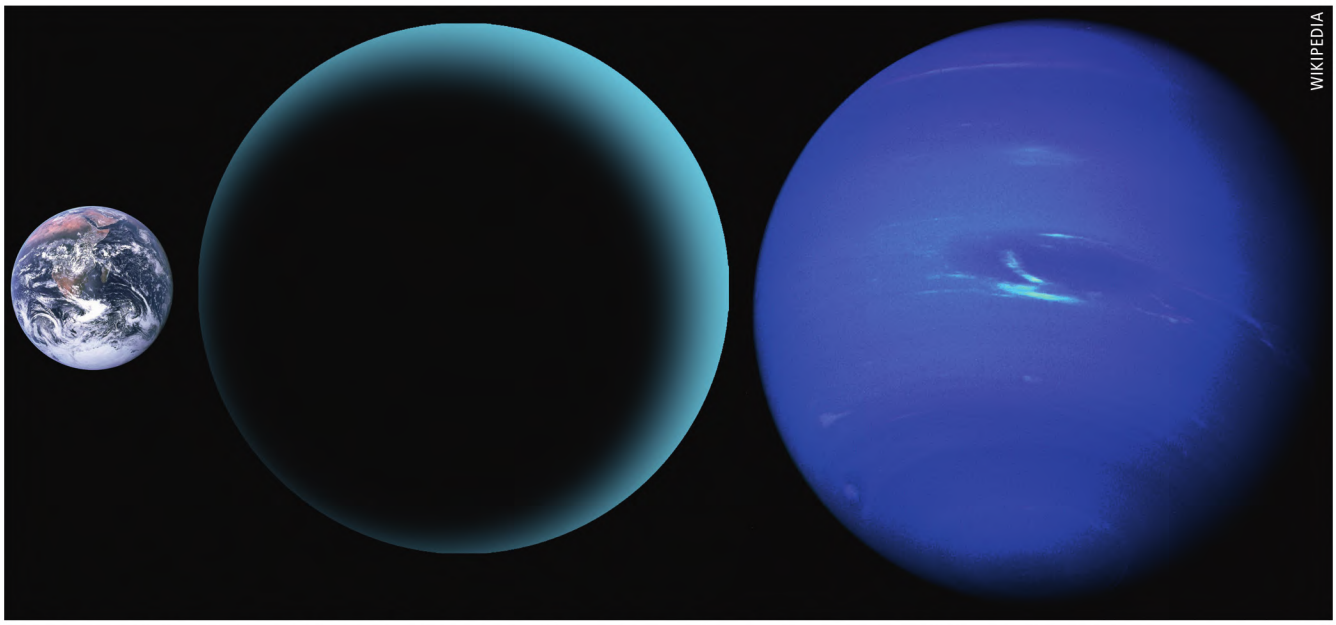
Hüpoteesid uue võimaliku üheksanda planeedi – mida kutsutakse enamasti samuti planeet X-iks – otsimiseks tekkisid, kui Caltechi teadlaste Konstantin Batõgini ja Mike Browni mõne aasta tagustest analüüsidest ilmnes, et osal nn Kuiperi vöö objektidel on väga eriskummaliselt joondunud orbiidid. Päikesesüsteemi äärealale jääv Kuiperi vöö on väikekehaderohke piirkond, kus leidub nii väikesi kivist ja jääst moodustisi kui ka kääbusplaneetide Pluuto, Haumea ja Makemake mõõtu taevakehi. Nimelt selgus, et Batõgini ja Browni uuritud taevakehade veidralt joondunud orbiidid on omavahel ka sünkroonis (vt allolevat joonist). Kahtlust äratas tõik, et selliste orbiitide juhuslik tõenäosus on vaid 0,007%. Batõgini sõnade järgi oleks

Ennustatud planeet X paikneb Päikesest 600 korda kaugemal kui Maa ehk siis omakorda 20 korda kaugemal kui Neptuun. Sellisel kaugusel kulub planeedil Päikesele tiiru tegemiseks 10 000–20 000 aastat.



CALTECH / R. HURT (IPAC)

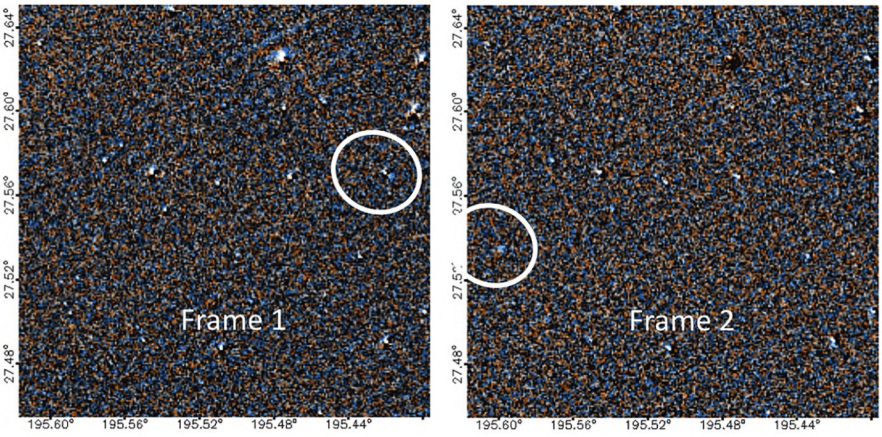
Caltechi teadlaste Konstantin Batõgini ja Mike Browni mõne aasta tagustest analüüsidest ilmnes, et osadel nn Kuiperi vöö objektidel on väga eriskummaliselt joondunud orbiidid. Mehed leidsid, et taolisi orbiite selgitaks üheksanda planeedi olemasolu



Oletatavat uut üheksandat planeeti (keskel) peetakse umbes Neptuuni (paremal) suuruseks. Vasakul on võrdluseks näha ka Maa

LEIA ISE ÜHEKSAS PLANEET

Üheksanda planeedi esmavaatlejaks võib saada igaüks. Selleks tuleb huvilistel liituda veebilehel www.zooniverse.org/projects/marckuchner/backyard-worlds-planet-9 vabatahtlike planeediotsijatega. Selle aasta aprilli lõpuks oli juba pea 50 000 vabatahtlikku aidanud klassifitseerida enam kui pool miljonit vaatlust. Seda tüüpi projektid on tavakasutajale lihtsad, kuna need võimaldavad alustajatel esialgu lihtsate näidete abil astronoomiliste vaatluste tõlgendamist harjutada. Hiljem lastakse sama pilti hinnata sadadel vabatahtlikel ning seejärel saadakse kollektiivse eelistuse järgi teada tulemus. Hämmastaval kombel on vabatahtlike määramistulemused olnud isegi täpsemad kui need, mida peaks tegema professionaalne astronoom üksinda.



Kaks kaadrit üheksanda planeedi simuleeritud vaatlusest WISE-i infrapunateleskoobi andmestikus

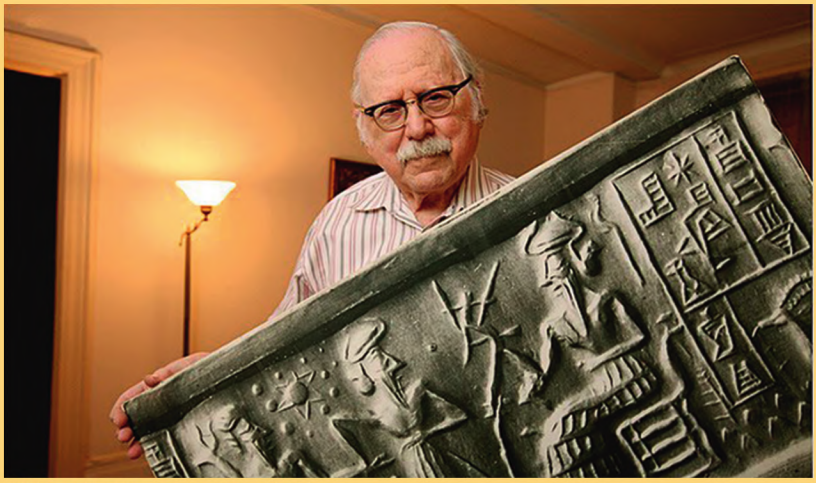
Päikesesüsteemist leitud justkui kuue seieriga kell. Simulatsioonid näitasid, et üheksanda planeedi olemasolu korral oleks taolised orbiidid päris ootuspärased. Küll aga ennustasid simulatsioonid, et lisaks kõrvaloleval joonisel näidatuile peaks Kuiperi vöös olema veel sadu väikekehi, millel on sarnaselt kallutatud orbiit. Juhul, kui meil õnnestuks neid objekte leida, siis väheneks sellise süsteemi juhuslik tekketõenäosus juba ühele miljardist.

Batõgin ja Brown on juba veendunud, et nad ongi avastanud tõelise üheksanda planeedi. Ennustatud planeet X paikneb Päikesest 600 korda kaugemal kui Maa ehk siis omakorda 20 korda kaugemal kui Neptuun. Sellisel kaugusel kulub planeedil Päikesele tiiru tegemiseks 10 000–20 000 aastat. Kuna oletatavalt umbes Neptuuni-suuruse planeedi mass peaks olema Pluuto omast üle 5000 korra suurem, ei tohiks Batõgini ja Browni sõnul olla kahtlustki, et tegu on planeediga. Mehed on koguni väitnud, et ennustatud planeet oleks kõige planeedilikum planeet, sest asukohta arvestades peaks see puhastama suurima ala Päikesesüsteemist.

Üheksandale planeedile viitavad simulatsioonid kasutavad vaid kümne Kuiperi vöö väikekeha orbitaalandmeid. Arvestades, et tegelikult on seal sadu tuhandeid väikekehi, ei saa neist üksnes kümne liikumisteekonna alusel mingeid kindlaid järeldusi teha.

Pärast seda, kui kuue väikekeha kummalist orbiitide konfiguratsiooni sai seletada üheksanda planeediga, avastasid teadlased, et simulatsiooni järgi peaks lisaks analüüsitud kuuele eksisteerima ka teine väikekehade „populatsioon“, mille orbiidi tasand on eelnevate suhtes peaaegu risti.

Üheksanda planeedi otsingutega pole tegelenud ainult astronoomid. Mõned aastad tagasi lõid Eestiski laineid uudised Päikesesüsteemis tiirlevast Nibirust, mis pidavat varsti Maa lähedale jõudma ja siinsed tsivilisatsioonid hävitama. Muu hulgas võimalikuks planeet X-i kandidaadiks peetud Nibiru mõtles välja vene päritolu USA kirjanik Zecharia Sitchin 1976. aastal ilmunud raamatus „Kaheteistkümnes planeet". „Üldtunnustatud" vandenõuteooriate ühisosa järgi on see Maast suurem ja Jupiterist väiksem planeet, mis tiirleb väga ekstsentrilisel orbiidil (väljavenitatud orbiit peaks meenutama rohkem sigarit kui ringi) ja mis läheneb iga 3600–20 000 aasta järel meie koduplaneedile. Nibiru-usksed kardavad, et lähenemisel pöörab see planeet mingisuguse trikiga Maa magnetpoolused ja veel teab mis süsteemid pahupidi, hävitades seeläbi kogu maise elu. Vaatamata peamiselt Mesopotaamia ja Vana-Egiptuse erinevate üksikute tekstilõikude meelevaldsele tõlgendamisele pole Nibirut siiani kunagi nähtud. Samuti on kõik viimase paarikümne aasta sisse jäänud väidetavad Nibiru põhjustatud maailmalõpud ära jäänud. Sellele vaatamata on Nibiru kogunud endale ohtralt järgijaid, kelle hulgas on rohkelt USA kristlikke vandenõuteoreetikuid. Neist üks kuulsamaid, David Meade, ennustas viimast maailmalõppu 23. aprillile 2018. Seega, kui loete seda artiklit, siis teadke, et olete pääsenud Päikese, Kuu ja Jupiteri suurest joondumisest Neitsi tähtkujus, mis pidanuks vallandama Nibiru rünnaku! •



WIKIPEDIA

Nibiru väljamõtleja Zecharia Sitchin

Õnneliku juhusena selgus, et taolisi Kuiperi vöö objekte on varem vaadeldud, ning see lisas Batõgini ja Browni algse hüpoteesi paikapidavusele veelgi kindlust.

Kolmas tugev argument, mis viitab üheksanda planeedi olemasolule, on selle arvatav suurus. Nimelt viitavad senised eksoplaneetide ehk teiste tähtede ümber tiirlevate planeetide vaatlusandmed, et kõige levinumad on n-ö super-Maa tüüpi elik Maast suuremad, aga Päikesesüsteemi gaasihiidudest väiksemad planeedid. Selliseid planeete pole aga Päikesesüsteemist leitud. Seega on meie Päikesesüsteemist puudu justkui kõige tüüpilisemat tüüpi planeedid.

Siinkohal tuleb aga meelde tuletada, et kuigi üheksanda planeedi olemasolu ennustati juba paar aastat tagasi, pole seda siiani kellelgi õnnestunud vaadelda. Samuti tasub rõhutada, et üheksandale planeedile viitavad simulatsioonid kasutavad vaid kümne Kuiperi vöö väikekeha orbitaalandmeid. Arvestades, et tegelikult on seal sadu tuhandeid väikekehi, ei saa neist üksnes kümne liikumisteekonna alusel mingeid kindlaid järeldusi teha.

Ennustatud uue planeedi kaugust ja suurust arvestades peaks see peegeldama Maale sama palju päiksevalgust, kui kiirgaks Kuu peal üks 80-vatine elektripirn.

Kuidas näha uut planeeti?

Ennustatud uue planeedi kaugust ja suurust arvestades peaks see peegeldama Maale sama palju päiksevalgust, kui kiirgaks Kuu peal üks 80-vatine elektripirn. Nii on vaja selle füüsiliseks vaatlemiseks kasutada suuri teleskoope. Potentsiaalset planeeti hakkasid astronoomid otsima 2016. aastal, võttes Hawaiil Mauna Kea vulkaani tipus asuva 8,2-meetrise Subaru teleskoobiga vaatlemise alla ühtekokku 2000 ruutkraadi suuruse taevaala. Kokku peaks selleks vaatlusprogrammiks kuluma vähemalt 20 tervet vaatlusööd, millega loodetakse lõpuni jõuda 2021. aastaks.

Lisaks Subarule on uut võimaliku planeeti otsitud samuti Hawaiil paikneva Päikesesüsteemi väikekehade kaardistamiseks mõeldud teleskoobiga Pan-STARRS. Viimase jaoks jääb aga uue planeedi arvatav heledus nägemisvõimsuse piirimaile. Nimelt näeb see kahest 1,8-meetrisest peegelteleskoobist koosnev süsteem hästi vaid kuni 20 tähesuuruseni. Sama palju valgust peegeldab meieni näiteks kaheksakilomeetrise läbimõõduga Jupiteri kuu Callirrhoe. Lisaks mitmetele teistele teadusrühmadele, kes üritavad uut planeeti teleskoopidega tabada, otsitakse seda ka näiteks universumi tumeda energia kaardistamiseks ette võetud rahvusvahelise vaatlusprojekti DES (Dark Energy Survey – tumeda energia taevaülevaade) raames.

Juhul kui kellelgi õnnestub viimaks teleskoobiga uut planeeti näha, siis saab just tema vaatlusliku avastajana planeedile nime valida. Sarnaselt lapsele nime panemisega kehtivad ka planeetide puhul n-ö tervest mõistusest tulenevad piirangud ning nime peab heaks kiitma rahvusvaheline astronoomialiit (IAU). Edu saadab kindlasti antiikmütoloogiaga seotud nimesid, sest teist laadi ettepanekuid on teaduslik kogukond varem tagasi lükanud. Näiteks Uraanile tahtis tema avastaja William Herschel nimeks panna Suurbritannia tollase monarhi Georg II järgi Georgium Sidus (Georgi täht), kuid teadusüldsus kallutas selle siiski antiikmütoloogia poole. •

Tiit Sepp (1985) on füüsik, endine Tartu observatooriumi teadur. Alates 2018. aastast töötab andmeteadlasena teadus- ja arenduskeskuses STACC.

TELESKOOP.EE

BRESSER

Bresser Messier NT-130 EXOS-1
ø130 mm, F=1000 mm
Eesti populaarseim esimene teleskoop
469 €

Bresser Messier NT-150L/1200
ø 150 mm; F=1200 mm; F/8
6×30 otsija, 26 mm okulaar (46×)
Exos-1 - 499 €
Exos-2 - 599 €
Exos-2 Goto (pildil) - **949 €**

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

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

Bresser Messier AR-102
ø 102 mm, F=1000 mm
Exos-2 - 599 €
Exos-2 GOTO - 949 €

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

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

Mikroskoop Biolux NV
Suurendus 20–1280×.
Kohver ja vajalikud tööriistad,
PC okulaar (1280×720 px),
pealt- ja altvalgustus,
peennihikuga slaidihoidik
Sobilik lapsele ja koolile!
129 €

LCD puuteekraaniga
mikroskoop 40–1400×
Pealt- ja altvalgustus, AV-väljund.
Sobilik koolile ja uudishimulikule
269 €

Päikeseteleskoop LUNT
ø alates 50 mm
Põnev astronoomia keset päeva!
alates 1480 €

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

Hobusepea udukogu, NASA/ESA/STScI

MÄRTS-APRILL: TEHISKAASLASED JA ASKELDUSED KOSMOSEJAAMAS

• Uus meteosatelliit:
1. märtsil startis Floridas Canaverali neemel asuvast USA õhujõudude baasist United Launch Alliance'i kanderakett Atlas V, viies orbiidile meteosatelliidi GOES-S. Tegemist on seeria teise tehiskaaslasega – GOES-16 juba seirab Atlandi ookeani ja Põhja-Ameerika idarannikut. Viimane on oluliselt parandanud ilmaprognoose, võimaldades saada ruttu teravaid fotosid orkaanidest, metsatulekahjudest, uputustest ja mudavooludest. Uus satelliit hakkab paiknema Vaikse ookeani kohal ning seirab omakorda USA lääneranniku, aga ka Mehhikot ja Kesk-Ameerikat. Ettenähtud orbiidile jõudes nimetatakse uus tehiskaaslane ümber GOES-17-ks.

NASA / NOAA

GOES-S-i missiooni logo

• Hispaania tehiskaaslane:
6. märtsil startis Floridas Canaverali neeme kosmodroomilt Space X-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile Hispaania firma Hispasat massiivse, linnaliinibussi mõõtmetega võrreldava sidesatelliidi 30W-6. Tegemist oli Falcon 9 viiekümnenda stardiga alates 2010. aasta keskpaigast. Kanderaketi esimest astet ei proovitud seekord pargasele maandada, sest merelained olid liiga kõrged.

• ISS-i 55. meeskond:
21. märtsil startis Kasahstanis Baikonuri kosmodroomilt kanderakett Sojuz-FG koos kosmoselaevaga Sojuz MS-08, viies rahvusvahelisse kosmosejaama ISS NASA astronaudid Drew Feusteli ja Richard Arnoldi koos nende Vene kolleegi Oleg Artemjeviga. Kaasa võeti ka Venemaal varsti toimuva jalgpalli MM-i ametlik pall. ISS-iga põkkuti 23. märtsil ning trio liitub kosmosejaamas asuvate Anton Škaplerovi, Scott Tingle ja Norishige Kanaiga.

NASA

Rahvusvahelise kosmosejaama 55. meeskond (ülalt alla), Drew Feustel, Richard Arnold ja Oleg Artemjev astuvad Sojuzi pardale

• 50. aastat Gagarini surmast:
27. märtsil möödus 50 aastat päevast, mil treeninglennul hävitajaga MiG-15 hukkus maailma esimene kosmonaut Juri Gagarin ning koos temaga kaaspiloot Vladimir Serjogin. Lennuki rusud leiti lennuväljast 65 km kaugusel. Õnnetuse põhjuste uurimisraportit (kokku 29 köidet) ei ole senimaani avaldatud ning see on põhjustanud terve hulga vandenõuteooriate levimist. Arvatakse, et varjamise taga olid puudujäägid Nõukogude Liidu au ja uhkuse, kosmosetööstuse organisatsioonis ning toimimises.

• Kosmosejalutuskäik ISS-il:
29. märtsil väljusid kosmosejaamast ISS avakosmosesse Ameerika astronaudid Drew Feustel ja Ricky Arnold, kes olid sinna saabunud kuus päeva varem kosmoselaevaga Sojuz. Kosmosejalutuskäik kestis kuus tundi ja kümme minutit ning selle käigus paigaldati sideantenne, asendati jahutussüsteemi voolikud ning vahetati välja rikkis videokaamera.

• Iridiumi sidesatelliidid üles:
30. märtsil startis Californias Vandenbergi õhujõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, viies orbiidile kümme firma Iridium Communications sidesatelliiti NEXT. Kanderaketi esimesele astmele oli see juba teine start – varasem start oli oktoobris 2016, laadungiks eelmine partii Iridium NEXT-i satelliite. Seekord kanderaketi esimest astet maandada ei proovitud.

• India kaotas satelliidi:
1. aprillil teatas India kosmoseagentuur IRSO, et nad on kaotanud ühenduse oma sidesatelliidiga GSAT-6A, kui see valmistus oma kolmandaks ja viimaseks orbitaalmanöövriks. Kanderakett satelliidiga startis 29. märtsil ja oli mõeldud India relvajõudude sidevõimekuse parandamiseks.

ALEKSANDR MARKIN / WIKIPEDIA

Hävitaja MiG-15. Sama tüüpi lennuk sai Juri Gagarinile saatuslikuks

NASA

Drew Feustel kosmosejalutuskäigul

- **Uus varustus ISS-i:**
2. aprillil startis Canaverali neeme kosmodroomilt Floridas SpaceX-i kanderakett Falcon 9 koos veolaevaga Dragon, et viia ISS-i 2,6 tonni toitu ja seadmeid teadusekspermentideks. Nii kanderakett kui ka Dragon on korra juba kosmoses käinud – kanderakett augustis 2017 ja Dragon aprillis 2016. Veolaev põkkus ISS-iga 4. aprillil ja jääb sinna umbes kuuks ajaks.

- **Kosmoselennuki edukas katselend:**
5. aprillil sooritas Virgin Galacticu tulevane kosmoselennuk VSS Unity järjekordse testlennu. Kui seni on katselennud toimunud spetsiaalsel kandelennukil või pärast sealt vabastamist iseseisvalt lauglennul, siis seekord lülitati sisse ka Unity enda mootorid. Pärast kandelennukilt vabastamist umbes 14 km kõrgusel tõusis Unity oma mootorite jõul veel 11 km kõrgemale ning seejärel laugles edukalt tagasi maandumispaika. Firmal on jätkuvalt plaan hakata korraldama turistidele ballistilisi kommertslende lähikosmosesse.

- **Jaapani uus sidesatelliit:**
5. aprillil startis Euroopa kosmodroomilt Kourou Prantsuse Guajaanas kanderakett Ariane 5, viies ettenähtud orbiidile 5,3-tonnise Jaapani sidesatelliidi DSN-1/Superbird-8 ja firma Avanti 4,1-tonnise kommunikatsioonitehiskaaslase Hylas-4. Lend VA242 oli Ariane 598. missioon.

- **Angola kaotas satelliidi:**
23. aprillil teatas Angola, et on lõpetatud katsed saada kontakti riigi esimese sidesatelliidiga Angosat-1, ning satelliit kuulutati kadunuks. Probleemid tekkisid peagi pärast starti Baikonuri kosmodroomilt eelmise aasta lõpus. Venemaa lubas ehitada kompensatsiooniks oma kuludega 18 kuu jooksul uue sidesatelliidi Angosat-2.

- **Sentinel-3**
25. aprillil startis Venemaa Plesetski kosmodroomilt kanderakett, viies orbiidile Euroopa kosmoseagentuuri ESA Copernicus Sentinel-3 programmi satelliidi Sentinel-3B. Maa orbiidil juba on samasugune tehiskaaslane, Sentinel-3A. Uued satelliidid on varustatud kõige kaasaegsemate instrumentidega, et mõõta ookeani, maapinna, jää ja atmosfääri parameetreid.

NASA

Veolaev Dragon on põkkunud ISS-iga

Jüri Ivask
Horisondi kosmosekroonik

B
BIOLOOGIA

SULEV KUUSE

BIOLOOGIAOLÜMPIAAD BIOLOOGI VAATEVINKLIST

2018. aasta kevadel toimus Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudis 57. korda Eesti bioloogiaolümpiaadi lõppvoor. Käesoleva aasta alul toimunud piirkonnavoorudest võttis osa pea 500 gümnaasiumiastme õpilast ja mõned tublid üheksandate klasside lapsed ligi sajast Eestimaa koolist. Kõik nad on Eesti parimad bioloogiatundjad. Lõppvooru kutsutud 72 õpilasest osales Eesti bioloogiaolümpiaadil 66 õpilast.

Traditsioonilise olümpiaadi avaloengu pidas tänavu Eesti Looduse peatoimetaja, botaanik Toomas Kukk. Tema loeng „Bioloogiaolümpiaadi kaudu taimeteadusesse“ oli aegadeülene. Kukk rääkis oma võistlustest bioloogiatundjana kooliajal ning tänasest tööst – eelkõige just Eesti taimeatlase koostamisega seostuvast. Pärast loengut jõudis nii mõnigi huviline end pakkuda suvistele välitöödele appi.

Lõppvoor koosnes teoreetilisest ja praktilisest osast. Laupäeval tuli praktilise loomasüstemaatika- ja füsioloogia tööde käigus vihmaussi prepareerida, pidi tuvastama tema erinevaid organeid ja teadma vihmaussi arengubioloogiat. Oli vaja eraldada kanamuna varuaineid ja mõista linnu arengut. Loomateaduse praktikumis oli samuti oluline tunda piltide järgi ära selgrootuid, neid määrata, uurida imetajate koljusid ja aru saada, milline inimese luumurd oli röntgenipildil tuvastatav. Mikrobioloogias tuli teha jogurti preparaat ja seda valgusmikroskoobi all analüüsida. Samuti oli vaja osata arvutada soolekepikese *Escherichia coli* tilkkülvi lahjendus ning bakterite ja hallitusseente hulk ruumi õhus. Botaanikas oli vajalik teha taimest preparaat, seda analüüsida ja võrrelda ette antud püsipreparaadiga. Lisaks tuli määrata herbaarlehel olnud taimed. Immunoloogia praktiline töö nõudis arusaamist molekulaarbioloogia alustest. Praktikumi tööd olid seotud immunoloogiaga ning keskendusid monoklonaalsetele antikehadele. Onkogeeni c-Myc vastaste antikehade hindamiseks kasutati nn ELISA-meetodit. Kokku polnud see kõik sugugi lihtne. Raske ja pikk praktikapäev andis kõigile jõudu pusida pühapäeval nii vähem raskemate kui veelgi raskemate teooriaülesannete kallal.

Pärast tõsist pingutust olid koondtulemuste järgi võistluse parimad gümnaasiumiklasside lõikes Mari Remm (Hugo Treffneri gümnaasiumi 10. klass, õpetaja Saima Kaarna), Andreas Must (Tallinna reaalkooli 11. klass, õpetaja Kersti Veskimets) ja Meeri Jürgenson (Hugo Treffneri gümnaasium 12. klass, õpetaja Saima Kaarna).

Olümpiaadil osales ka neli üheksandikku. Neist sai parima tulemuse kahepäevase võistluse käigus Sofia

FOTOD: SULEV KUUSE

Loomaanatoomia ja -füsioloogia praktikumis oli tegemist palju, aega oli vähe ning küsimused keerulised. Olümpiaadi korraldajad on kõik rahvusvahelise bioloogiaolümpiaadi kogemusega noored mehed. Fotol üks juhendajatest, Tartu ülikooli arstiteaduskonna üliõpilane Ando Vaan

Mikrobioloogia praktikum oli tõeline „valge bioloogia" praktikum, kus oli vaja arvutada ja nuputada ning mikroskoobist objekti otsida ja jälle nuputada. Seljaga juhendaja, Tartu ülikooli mikrobioloogia doktorant Kristina Põšnograjeva

Marlene Haug Gustav Adolfi gümnaasiumist (õpetaja Helina Reino). Teooriavoorude parim oli Richard Luhtaru (Hugo Treffneri gümnaasiumi 11. klass, õpetaja Saima Kaarna), praktiliste tööde parim oli Tiit Vaino (Vinni-Pajusti gümnaasiumi 12. klass, õpetaja Mare Hirtentreu).

Üksikpraktikumide edukamad olid loomaanatoomias ja -süstemaatikas Andreas Must (Tallinna reaalkooli 11. kl), botaanikas Annabel Sarapuu (Pärnu Koidula gümnaasiumi 12. kl) ja mikrobioloogias Äli Agnes Järve (Viljandi gümnaasiumi 12. kl).

Immunoloogias jagati esikoht seitsme võrdse vahel, kelleks olid Annika Viiksaar (Kadrina Keskkooli 12. kl), Andreas Must (Tallinna reaalkooli 11. kl), Hanna-Riia Allas, Richard Luhtaru, Kirke Joamets ja Joosep Kaimre (vastavalt Hugo Treffneri gümnaasiumi 10., 11., 11. ja 12. kl) ning Kertu Kiivit (Läänemaa ühisgümnaasiumi 12. kl).

Täielikud tulemused koos žürii lõppotsusega on väljas Tartu ülikooli teaduskooli kodulehel (www.teaduskool.ut.ee).

Noorte bioloogiasõprade väsitava nädalalõpu viis oma ettekandega „Kas me peame kartma oma geene?" väärika lõpuni geneetikaprofessor Ain Heinaru. Kindlasti ei pea me oma geene kartma, kõneles Heinaru, aga oma geene tunda me võiks. Ja seda ei saa teha muudmoodi kui bioloogiat õppides, sellest aru saades ning leides, et maailm pole mitte üksnes füüsika või keemia, filosoofia või õigusteadus, zooloogia või molekulaarbioloogia, vaid meie kõigi jaoks on väga hea, kui me suudame mõelda loodusteadlaslikult.

Bioloogiaolümpiaadi toetasid haridus- ja teadusministeerium, Tartu ülikool, TÜ teaduskool, TÜ molekulaar- ja rakubioloogia instituut, TÜ maateaduse ja ökoloogia instituut, Loodusajakirjade Kirjastus, sh Eesti Looduse toimetus ja Toomas Kukk, Quantum Eesti AS, Tartu Antoniuse Gildi keraamikud ning kirjastus OPIQ.

Olümpiaadi aitasid läbi viia Silvia Pihu, Illi Tarmu, Hanna Ainelo, Kristina Põšnograjeva, Triinu Visnapuu, Rudolf Bichele, Ando Vaan, Uku-Laur Tali, Daniel Valdma, Andres Ainelo, Mark Gimbutas, Siim Kurvits jpt. Korraldajad tänavad kõiki osalejaid ja TÜ töötajaid, kes aitasid olümpiaadile kaasa.

29. rahvusvaheline bioloogiaolümpiaad (IBO) toimub tänavu 15.–22. juulil Teheranis Iraanis. Eesti võistkonna lõplik koosseis selgub IBO kandidaatide valikvõistlusel 14.–16. mail TÜ molekulaar- ja rakubioloogia instituudis. Lõppvooru põhjal kogunemisele kutsutud 15 noort bioloogi hakkavad konkureerima Eesti võistkonda, et esindada meie bioloogiateadmisi ning bioloogiaõpet ülemaailmsel jõukatsumisel. •

Sulev Kuuse, Eesti bioloogiaolümpiaadi žürii esimees

KAARDISTAGEM KATASTROOFE!

VIDA PRESS

Satelliidipiltide uurimisega saab kaasa aidata looduskatastroofidele järgnevatele päästetöödele.

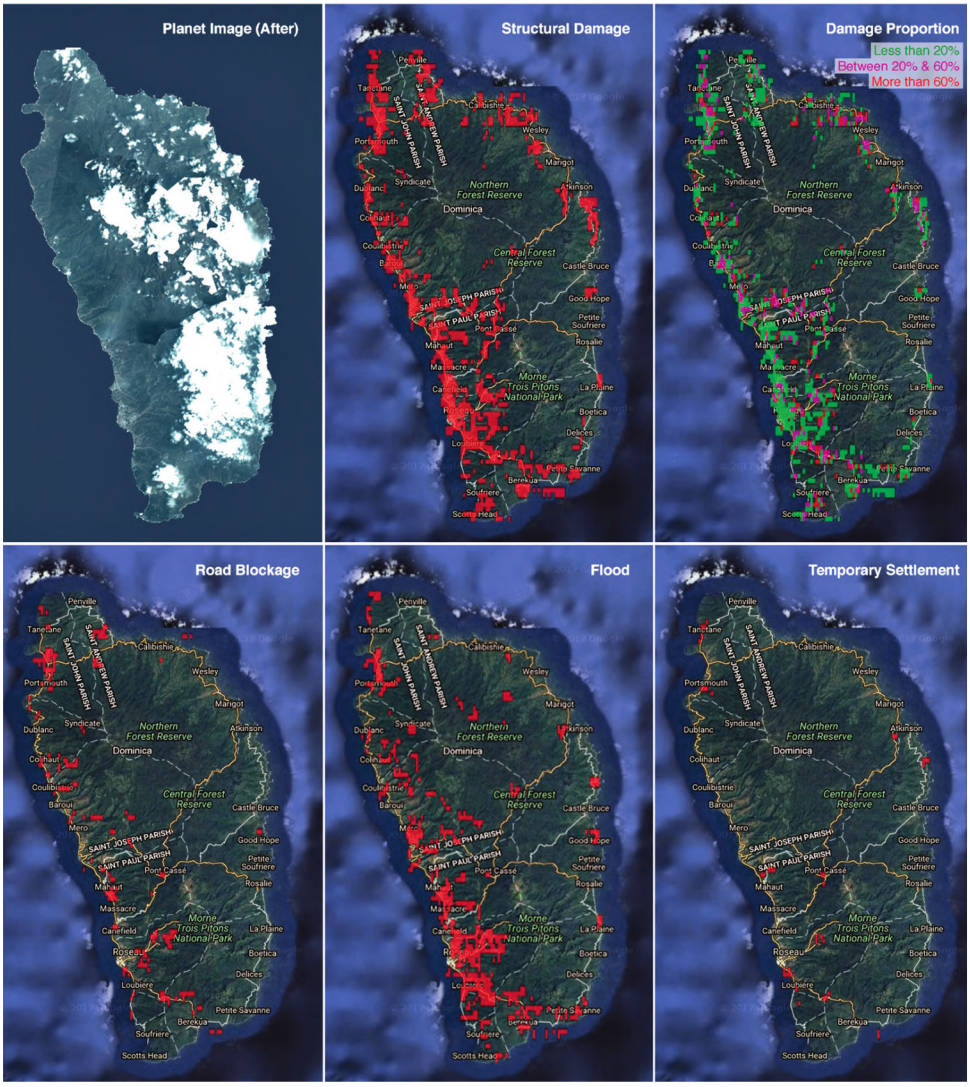
Eelmisel sügisel käisid Kariibi mere saartest üle orkaanid Irma ja Maria. Orkaanijärgse päästetöö sujumiseks on oluline teada, kuhu millist abi saata ning missugust teed pidi on võimalik sihtkohta jõuda. See on keeruline, arvestades, et sageli ei tööta ei mobiili- ega elektrivõrk.

Orbiidil tiirleb piisavalt palju kaugseiresatelliite, et teha vahetult pärast orkaani kannatada saanud piirkondadest kõrge lahutusvõimega ülesvõtteid. Selle tulemusena saadud hiigelsuurest andmehulgast päästetööde jaoks kasuliku üldpildi saamine nõuab aga tõsist käsitööd. Automaatne andmeanalüüs teeb küll edukat eeltöötlust, leides üles „igavad kaadrid“, kus nii enne kui pärast orkaani leiab vaid ookeanivett, kuid ei suuda hoiatada näiteks selle eest, et lennujaama maandumisrada võib olla kahjustatud ning sinna ei tasu maanduda.

Heategevusorganisatsioon Rescue Global muutis koostöös Oxfordi ülikooli masinõppetöörühmaga orkaanide kahjustatud piirkondadest tehtud satelliidifotod kättesaadavaks veebilehel „Planetary Response Network“. Igameheteadlased vaatasid 12. septembrist 5. oktoobrini läbi 650 000 kaadrit. Enne ja pärast orkaani tehtud ülesvõtteid võrreldes kaardistati purustatud hooned, üleujutused, teetõkked ning ajutised elukohad. Veidi rohkem kui kolme nädalaga tegid viis tuhat veebilehe külastajat ära ühe inimese kolme aasta töö.

„Planetary Response Networki“ on nüüdseks kasutatud kolmel korral – lisaks möödunud aasta Kariibi mere orkaanidele veel 2016. aasta Ecuadori ning 2015. aasta Nepali maavärinate järgsetel päästetöödel. Praegu tehtavaid uusi klassifitseerimisi kasutatakse teadustöös ning tulevasteks ootamatusteks ettevalmistumisel. •

http://www.planetaryresponsenetwork.

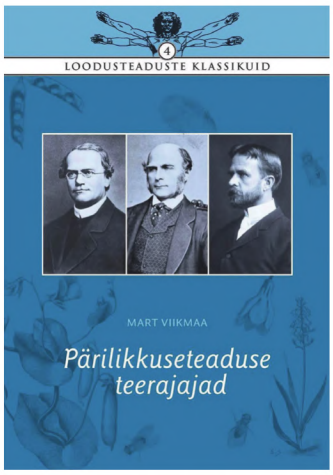


PLANETARY RESPONSE NETWORK

Igameheteadlaste koostatud kaart orkaan Maria kahjustustest Dominica saarel. Vasakult paremale / ülevalt alla: satelliidipilt pärast orkaani, kahjustatud hooned, kahjustatud hoonete osakaal, teetõkked, üleujutatud alad ja ajutised asustused

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

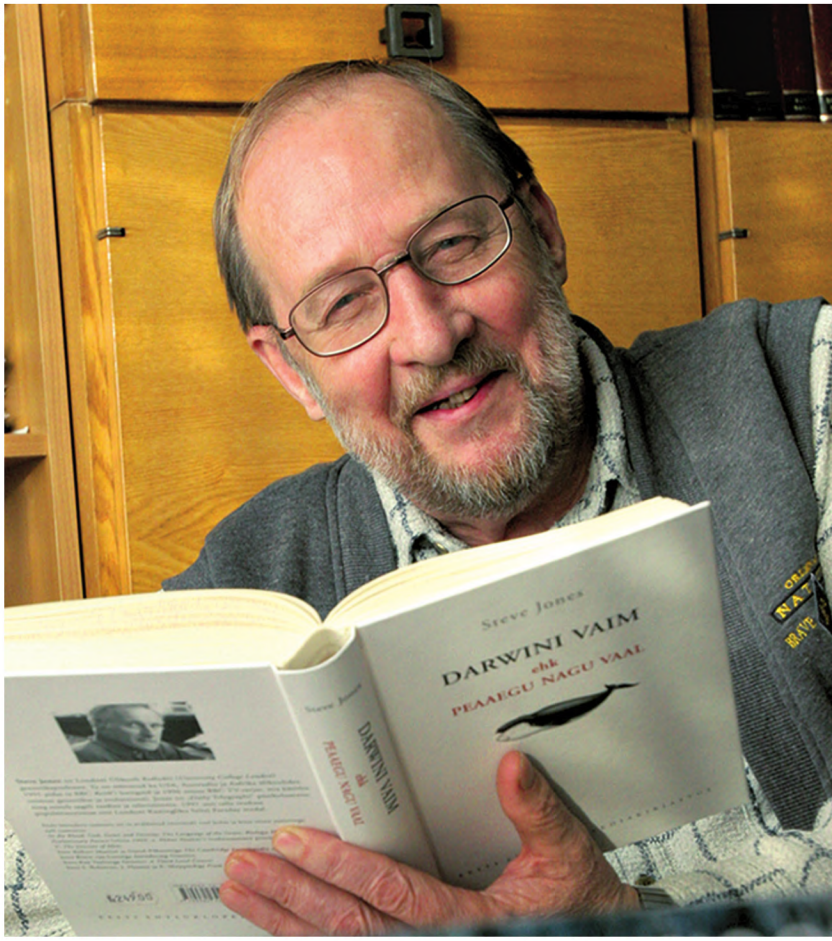
Geneetika lätetel



PÄRILIKKUSETEADUSE TEERAJAJAD
Koostanud ja tõlkinud Mart Viikmaa
Toimetanud Lauri Laanisto, Mart Niklus, Oive Tinn
189 lk
Eesti looduseuurijate selts, 2018

Aprillis esitleti Eesti looduseuurijate seltsi (LUS) uut raamatut „Pärilikkuseteaduse teerajajad". Seltsi loodusteaduste klassikuid hõlmava raamatusarja neljas teos keskendub geneetika kolme teerajaja – Gregor Mendeli, Francis Galtoni ja Thomas Hunt Morgani – elule ja avastustele. Raamatust ja selle kangelaste ideedest rääkisime lähemalt raamatu koostaja, bioloog MART VIIKMAAGA.

ERAKOGU



Raamatu „Pärilikkuseteaduse teerajajad" koostajal Mart Viikmaal on käes 2006. aastal eestikeelsena ilmunud Steve Jonesi teos „Darwini vaim", milles autor käsitleb Darwini liikide tekkimise teooriat uuemate teadmiste valguses. Darwini ideed mõjutasid ka esimesi pärilikkuse uurijaid

Raamatu üks toimetaja Oive Tinn soovitas Teilt uurida, mis lugu on kaanel osaliselt Francis Galtoni fotole küünitava sõrmejäljega.

See ei ole seal juhuslikult. Nimelt just Galton töötas välja sõrmejälgede uurimise süsteemi ja sellest sai alguse kriminalistika meetod daktüloskoopia. Esimene inimene mõisteti Inglismaal sõrmejälgede alusel kuriteos süüdi juba 1896. aastal.

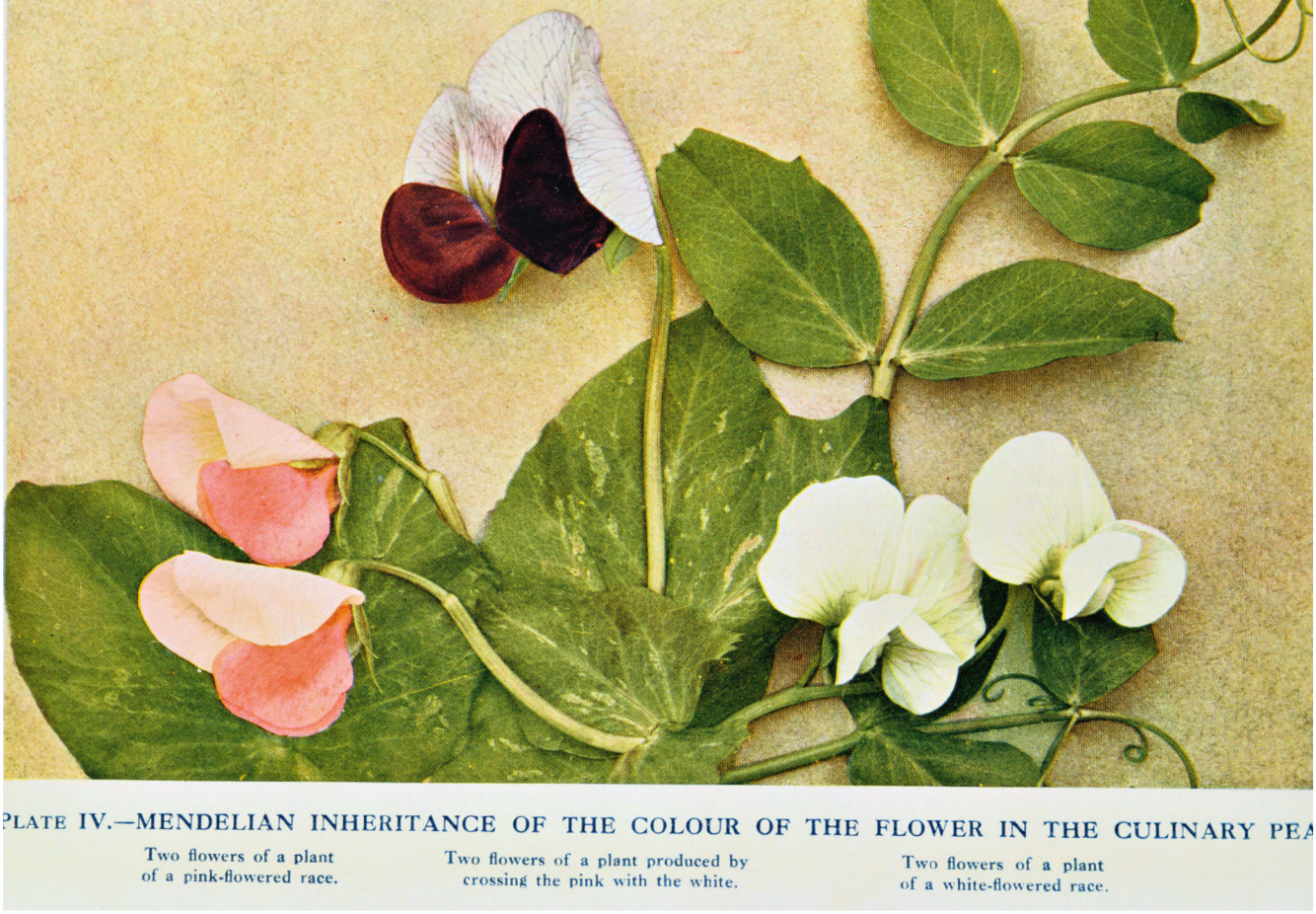
Mis seal salata – tegelikult on see seal minu enda sõrmejälg, mis Oivel õnnestus valgele paberile saada. (*Muigab.*)

Kust üldse sellise raamatu tegemise mõte tuli?

Mõte tekkis mul juba ammu, kui lugesin Mendeli aastal 1866 ilmunud kuulsat artiklit „Katsed taimehübriididega". See artikkel on ju 19. sajandi üks hiilgavamaid loodusteaduslikke eksperimentaalteoreetilisi töid, mis pani aluse geneetikale ja selle edasisele plahvatuslikule arengule. 1996. aastal tõlkisin selle eesti keelde ja riputasin oma kodulehele (lepo.it.da.ut.ee/~martv – *toim*). Kuna see on väga tähtis tekst, siis leidsin, et see tuleks koos Mendeli tutvustusega kunagi ka raamatuna avaldada.

LUS-i loodusteaduste klassikute sarja varasemate teoste, Charles Darwini „Autobiograafia", „Liikide tekkimise" ja „Inimese põlvnemise" ilmumise aegu tuligi mõte, et järgmisena tuleb avaldada Mendeli artikkel. Sellega ongi 19. sajandi bioloogiarevolutsioonile aluse pannud kahe suurmehe tööd eestikeelsena olemas. Kui tahame olla kultuur- ja teadusrahvas, siis peab saama selliseid töid ka eesti keeles lugeda.

Üksi Mendeli artiklist poleks raamatu jaoks piisa-



ALAMY / VIDA PRESS

Mendeli uuritud hariliku herne eristuvate tunnusepaaridega (nt õievärvus) vormide ristamiskatsed kokku võtnud artikkel „Katsed taimehübriididega“ ilmus 1866. aastal. Just see uurimus pani 20. sajandil aluse geneetika tekkele ja selle tormilisele arengule

nud, mistõttu otsustasin tutvustada ka tema elulugu. Et mõista Mendeli töö tähtsust, oli vaja kirjeldada enne ja pärast teda pärilikkuse kohta levinud arusaamasid. Lisaks otsustasin Mendeli kõrval tutvustada Morganit ja Galtonit, kes seisavad geneetika loojatena samuti tähtsal kohal.

Kui Morgan äädikakärbestega katsetama hakkas, uskus ta, et liigid tekivad hüppeliselt, mutatsioonidega, mitte loodusliku valiku tulemusel, nagu väitis Darwin. See oli põhimõtteline vaidlus, mis kestis 1930. aastateni. Ta ei uskunud ka kromosoomidesse. Geenid olid tema meelest lihtsalt mingid tunnustega seotud faktorid, millel pole mingit materiaalset sisu. Oma katsetega tahtiski ta kinnitada, et kromosoomidel pole pärilikkusega mitte mingit pistmist, aga tegelikult läks kõik vastupidi! Morganist sai pärilikkuse kromosoomiteooria looja.

Mendeliga enam-vähem samal ajal ja pärast teda tegeles geneetikaga ka Galton. Darwin kirjutas ju, et kõik liigid tekivad eellastest loodusliku valiku mõjul ja nii ka inimene ühes kõigi oma omadustega. Galton leidis, et kui see peab paika, siis peab ka inimese käitumisel ja vaimsetel võimetel olema pärilik alus ning inimestevahelises intellektuaalses erinevuses peab esinema pärilik muutlikkus.

Kui rääkida veel Mendeli artiklist, siis 1866. aastal trükitud Brünni looduseuurijate seltsi toimetised, kus see ilmus, leidsin samuti ELUS-i raamatukogust. Nii sain tõlkimisel kasutada selle artikli algupärast saksakeelset teksti. Kokku trükiti seda väljaannet 120 eksemplari, mis saadeti üle maailma tähtsamatele ülikoolidele ja looduseuurijate seltsidele. Teiste hulgas jõudis see 1868. aastal ka tollasesse Tartu looduseuurijate seltsi.

Mendel saatis oma artikli koopia veel paljudele oma aja tuntud teadlastele. Tagantjärgi on leitud vaid kolm meest, kes koopia said ja neist vaid ühelt, Müncheni ülikooli botaanikult Carl Wilhelm von Nägelilt sai ta vastukaja. Paraku ei maininud Nägel oma peagi ilmunud artiklis Mendelit sõnagagi, kuigi on näha, et mõnedki mõtted võttis ta Mendelilt üle.

Millised eeldused pidid selleks ajaks teaduse arengus olema, et Mendel sai hariliku herne eri tunnuseid kandvate sortidega tehtud ristamiskatsete kaudu avastada taimede pärilikkusseadused?

Mendeli artikli praktiliselt iga sõna ja lauset on korduvalt uuritud ning mõeldud, mida need tähendavad ja kas need võivad olla pärit kellegi teise teadustööst. Mendelit on ju süüdistatud, et ta ei teinudki ise mingeid avastusi, vaid võltsis tulemused. On arvatud, et tal võis olla enne teooria valmis mõeldud ning hiljem tegi just sellised katsed, mis näitasid, et see peab paika.

Lähtus ta siis oma katsetes kellegi teise ideedest?

Tegelikult oli enne Mendelit nähtud pea kõike, mida ta avastas. Otseselt faktilisi avastusi ta ei teinudki.

Liigi probleemi lahendamiseks oli varem ristatud erinevaid taimeliike, kuid seejuures ei uuritud mitte liikide üksikuid tunnuseid, nagu seda Mendel väga põhjalikult tegi, vaid kogu välimust.

Mendel kasutas oma katsetes varasemast erinevat ristamismeetodit, jälgides vaid kindlate tunnuste variante hübriidide mitmes põlvkonnas. Eri taimepaaride kõiki järglasi vaatles ja luges ta üksikasjalikult. Nii sai ta hübriidide teise põlvkonna, millest alates toimub geneetiline lahknemine. Mendel luges kõik vormid kokku ja leidis sealt arvulise seaduspära. Järgnevad põlvkonnad paljastasid taimede päriliku loomuse kaks taset – nähtava ja varjujääva.

Raamatukaanel olevast kolmikust keskmine ehk Galton erineb Mendelist ja Morganist selgelt selle poolest, et teda huvitas katseobjektina inimene.

Nii see oli, kuigi geneetikute meelest pole inimene geneetiliste protsesside ja nähtuste uurimiseks sugugi hea katseobjekt. Inimene on olend, kellel on mõistus, ning Galtonit huvitas, kas selle puhul esineb pärilik muutlikkus. Lühikese ajaga tegi ta kindlaks, et esineb küll. Ta töötas selleks välja terve rea omaette uurimismeetodeid – nn perekonnastatistilise meetodi, kaksikute meetodi ja mitmeid statistilisi meetodeid, mida kasutatakse biomeetrilises ehk kvantitatiivses geneetikas tänaseni.

Galton oli äärmiselt mitmekülgne mees. Kui geneetikaalases kirjanduses mainitakse teda väga vähe, siis psühholoogide seas on ta eeskätt diferentsiaal- ja eksperimentaalpsühholoogia rajajana väga tuntud nimi. Teda peetakse ka 19. sajandi statistika loojaks. Samuti oli ta tunnustatud meteoroloog. Just Galtonilt pärineb esimene ilmakaart, nagu me neid ajalehtede või teleuudiste ilmateadetest tunneme. Lisaks oli ta ka tunnustatud antropoloog. Näiteks tema kogutud antropoloogiliste andmete läbitöötamisega jõuti lõpule alles 1980. aastatel.

Teise maailmasõja järel sattus Galton eugeenika rajajana põlu alla. Ta leidis, et kui inimese vaimsed võimed ja käitumine on pärilikult muutlikud, siis on võimalik inimest „parandada“. Et kui looduses toimub loomade evolutsioon ja kui loomaaretajad aretavad järjest paremaid tõuge, siis on võimalik ka inimesi intelligentsemaks teha. Seepärast on teda süüdistatud selles, justkui tahtnuks ta luua eliitklassi või -rassi. Galton on kirjutanud, et iga rass saab end paremaks muuta, valides välja andekamad, kes omavahel abielluksid ja järglasi saaksid. Kuid sellega seotud kunstlik valik on inimese puhul siiski ebaeetiline ja võib viia kuritegelikele rakendustele (ja viiski).

Kui kindlalt ja hästi on tänaseks teada, kui palju määrab inimese vaimseid võimeid pärilikkus või ümbritsevad keskkonnamõjud?

Galtonilt on pärit kuulus väljend *nature and nurture* (*eesti k 'loomus ja kasvatus' – toim*). *Nurture* all mõistis ta kõiki väliskeskkonnast tulenevaid mõjusid indiviidi arengus. Galton ei pannud selle sõnapaari vahele *või*, vaid *ja* ehk siis loomust ja kasvatust ei saa inimese arengus üksteisest lahutada. Nii mõnigi teeb indiviidi vaimsetest võimetest rääkides rumala vea, märkides, et see on määratud 60% ulatuses pärilikkusega ja 40% osas keskkonnaga. Kuna tegemist on statistilise keskmisega, siis ei saa sellist asja indiviidi kohta üldsegi määrata, vaid ikka ainult kogu populatsiooni päriliku muutlikkuse kohta. Näiteks kui on teada, et Eesti keskmine palk on 1200 eurot, siis me ei saa ju öelda, et iga eestlane saab sellist palka.

Loomulikult avaldub pärilikkus igas tunnuses – kõik võimed sõltuvad pärilikkusest. Mis selle siis loob – ümbritsev looduskeskkond või kultuurimõjud? Siin tulevad mängu sõnad *tarkus* ja *arukus*. Õppimine muudab inimest vaimselt, aga tegelikult ei tee see inimest sugugi arukamaks. Tark on see, kes teab, mõistab ja oskab paljut. Ent võime, mille alusel saab teadmisi ja oskusi omandada, on arukus ehk intelligentsus, mis on geneetiliselt määratud ja pärilik. Ehk siis elu kestel inimese arukus oluliselt ei muutu. See, mida organism keskkonnast vastu võtab – missugused retseptorid ja tundlikkus tal on – on pärilikult määratud. Kui tal puudub võime võtta keskkonnast vastu teatud mõjutusi, siis ta ei saagi neid vastu võtta ega sellest midagi õppida. Kui inimesel pole muusikalist annet, nagu näiteks minul, siis ei saa temast muusikut, lauljat ega pillimeest.

Tundub, et praegu on pärilikkusuuringud suuresti meditsiini poole kaldu ning teadlastel on sihikul pärilikest haigustest jagusaamine.

Jaa. Meditsiinis ilmneb selliste uuringute tähtsus ja praktiline vajadus kõige paremini. Seetõttu rahastatakse selliseid uuringuid hea meelega. Kui õnnestub määrata teatud pärilike haiguste eelsoodumused, siis on võimalik nende kujunemist ka varakult vältida või siis oskame valida nende raviks sobivad protseduurid. Arvestades seejuures nii haiguse olemuse kui ka inimese geneetiliste eripäradega. Selliste uuringute vajalikkusest saavad inimesed hästi aru.

Kui aga räägime näiteks intelligentsuse uurimisest, mis pole niivõrd praktilise meditsiinilise väljundiga, hakatakse uurijaid kohe süüdistama šovinismis, rassismis ja pseudoteaduslikkuses – eriti kui puudutatakse inimgruppide vahelisi erinevusi. Mitmed teadlased on seepärast ülikoolidest isegi minema löödud. Näiteks kui pärilikkusaine DNA struktuuri – kaksikheeliksi – üks avastaja James Watson viitas kord intervjuus, et aafriklased pole meiega (*eurooplastega – toim*) intellekti poolest samal tasemel, sai ta pauguga kõigist oma ameteist lahti!

Kas „Pärilikkuseteaduse teerajajate“ järel on LUS-i loodusteaduste klassikute sarjas juba mõnda uut raamatut oodata?

Ma ei tea, et oleks, aga kindlasti võiks see teaduslooline sari veel jätkuda.

✐ **Ulvar Käärt**

Kui teepikkusi mõõdetakse paagitäitega

Kui meil on üks täispaagiga auto, millel varukanistrit ei ole, siis saame selle autoga sõita ühe paagitäie kaugusele. Seega võime me mõõta teepikkusi ka paagitäites.

Kui meil on lähtekohas kaks ühesugust täispaagiga, aga ilma varukanistrita autot ja meil on ka pump, millega saame kütust tee peal ühe auto paagist teise auto paaki ümber pumbata, siis me saame ühe autoga kahest sõita lausa pooleteise paagitäie kaugusele lähtekohast. Selleks tuleb mõlema autoga koos sõita poole paagitäie kaugusele ja seal pumbata ühe auto paagis allesolev pool paagitäit kütust teise auto paaki; jätta tühjakspumbatud paagiga auto tee äärde ning sõita teise, nüüd jälle täispaagiga autoga veel ühe paagitäie võrra edasi.

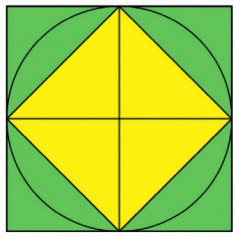
Järgnevate ülesannete puhul eeldame, et igas autos on pump, millega saame kütust ühe auto paagist teise auto paaki ümber pumbata. Üheski autos ei ole varukanistrit. Tanklaid ja muid kütuse juurdehankimisvõimalusi (peale paakidest ümberpumpamise) ei ole. Iga ülesande alguses on kõigi autode paagid täis.

ÜI 1. Kui kaugele lähtekohast võib jõuda kolme autoga, jättes kaks autot tee peale? Kui kaugel lähtekohast tuleks need autod maha jätta?
ÜI 2. Oaasis on arst, kes on tarvis vedada läbi kõrbe ühe paagitäie kaugusel elava patsiendi juurde ja tuua ta sealt tagasi. Oaasis on kütust täis paagiga autod. Mitut autot läheb selleks tarvis? Kuidas tuleks korraldada see reis?
ÜI 3. Oaasis on diplomaat, kes on vaja vedada läbi kõrbe kahe paagitäie kaugusel asuvasse linna. Oaasis on ka palju ühesuguseid (ilma varukanistrita, aga täispaagiga) autosid. Milline on vähim autode arv, mida läheb tarvis sellesse linna jõudmiseks? Kirjelda, kuidas tuleks see reis korraldada.
ÜI 4. Ümber järve viib tee, mis on kolm paagitäit pikk. Tee ääres on turismibaas, milles on 12 ühesugust autot. Turismibaasis olev miljonärist turist tahab sõita ümber järve ja tulla turismibaasi tagasi. Leia vähim autode arv, mille abil saab ta selle sõidu tehtud. Kirjelda, kuidas miljonär peaks planeerima oma reisi, et ta saaks selle arvu autodega ümber järve sõidetud.

2. vooru ülesannete vastused

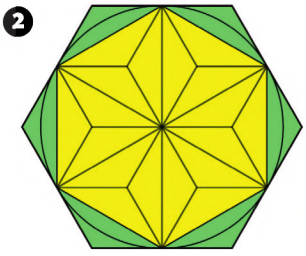
ÜI 1. Suurem ruut koosneb 8 võrdhaarsest täisnurksest kolmnurgast, väiksem 4 võrdhaarsest täisnurksest kolmnurgast. Ruutude pindalade suhe on 2:1.

1



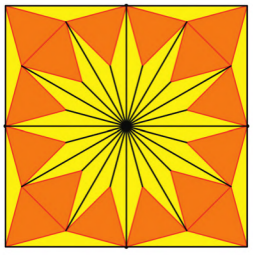
ÜI 2. Suurem kuusnurk koosneb 24 võrdhaarsest kolmnurgast, mille nurgad on 30°, 30° ja 120°, väiksem kuusnurk aga 18 niisugusest kolmnurgast. Seega on kuusnurkade pindalade suhe 4:3.

2



ÜI 3. Ringi ümber olev ruut koosneb 16 võrdkülgsest kolmnurgast ja 32 võrdhaarsest kolmnurgast (nurkadega 15°, 15° ja 150°), korrapärane kaksteistnurk koosneb 12 võrdkülgsest kolmnurgast ja 24 võrdhaarsest kolmnurgast (nurkadega 15°, 15° ja 150°). Seega moodustab kaksteistnurga pindala ruudu pindalast kolm neljandikku. Kuna ruudu pindala on 4 ühikut, siis ühikruudu sisse kujundatud korrapärase kaksteistnurga pindala on võrdne 3 pindalaühikuga. Niiviisi lahendas selle ülesande ungari matemaatik József Kürschák (1864–1933).

3



Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. juuni 2018.

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

2018. aasta parimale nuputajale

auhinnaks 100 euro eest raamatuid Tallinna ülikooli kirjastuselt.

TALLINNA ÜLIKOOLI KIRJASTUS

Vooru võitja

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

Teise vooru tulemused

Teise vooru esimene ülesanne oli väga lihtne, selle eest sai kaks punkti. Teine ja kolmas olid veidi raskemad, aga ka need osutusid kõigile lahenduse ärasaatjatele jõukohaseks. Mõlema ülesande puhul võis kohata etteantud kujundite mitmeid erinevaid tükeldusi võrdse pindalaga kolmnurkadeks. Mõlemad ülesanded andsid 3 punkti. Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja 8 punkti teenisid Age Alas, Arne Hannus, Vladimir Jaanimägi, Kalle Kulbok, Marko Orav, Meelis Reimets, Aili Sisask, Anti Sõlg, Kuldar Traks, Hannes Valk ja Martiina Viil. Vooru auhinna võitis loosiga **Age Alas**.

Vaata veebilehelt

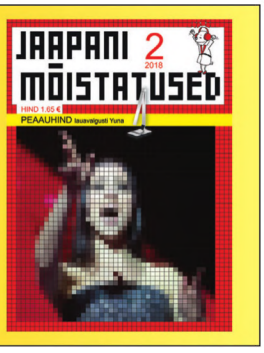
Tulemuste tabel on leitav aadressilt www.loodusajakiri.ee ja Horisondi Facebooki seinalt.

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

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

UUS RISTSÕNA-RAAMAT MÜÜGIL ALATES 23. MAIST!

LOOGILISED PILT-MÕISTATUSED



Lahendajate vahel läheb loosi ristsõnaajakirja Kuma Kange aastatellimus.

Eelmise ristsõna õige vastus „19. sajandi lõpul olid eestlased haridustasemelt VENE IMPEERIUMI ABSOLUUTSES TIPUS“ viitab 2018. aasta jaanuari-veebruari Horisondis ilmunud ilmunud intervjuule ajaloolase Tõnu Tannbergiga.
Loosi tahtel sai Kevadrõõmu tellimuse TIIU TAMMARU.

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

Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK
eelmises numbris:
„Tumeaine meis ja meie ümber", autor Antti Tamm.
Pole lugenud? Osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

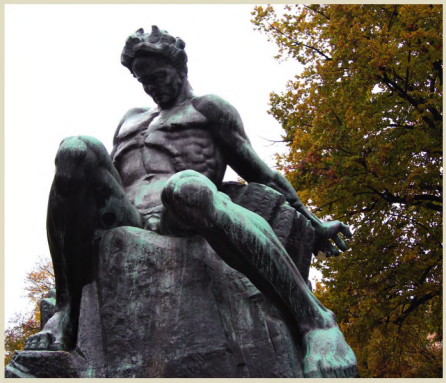
1 Näete ühe tuntud isiku vappi, kes on muuhulgas ka Pulitzeri auhinna laureaat. **Kelle vapp see on?**

2 Küsitud saarel valitsevad looduslikud tingimused on lähedased Marsi geoloogiale ja kliimale. Seetõttu on seal juba aastaid toimunud Marsi-teemalised uuringud. Fotol on näha roboti katsetamist. **Milline saar on nii sarnane Marsiga?**

3 Algupäraselt tähendas see koht Buddha ja tema järgijate pikemaajalist peatuspaika vihmaperioodil. Püsivamatest peatuspaikadest kujunesid ajapikku kloostrid ja õppeasutused. **Mis nime kannab budismis klooster nii pühendunute ja maailmast eraldunute asupaiga kui institutsiooni tähenduses, kus tegeldakse Buddha seadmuse õpetamise ja hoidmisega?**

FOTOD: WIKIPEDIA

4 See mälestusmärk on pühendatud mehele, kes õppis ülikoolis esteetikat ja kaasaja keeli. Kõik tema kolm abielu olid väga tormilised. Peale oma põhitegevuse huvitasid teda ka fotograafia, maalimine, alkeemia ja esoteerika. **Kellest on jutt?**



5 Selle maavitsaliste sugukonda kuuluva taime nimi on eesti keeles kaheosaline ning nime esimene osa on saanud nime ühe riigi järgi ja teine osa ühe saksa botaaniku järgi. Eestis kasvatatakse teda ilutaimena. Oma looduslikus kasvukohas on see taim šamaanide ja ravitsejate hulgas kõrgelt hinnatud kui püha hallutsinogeen. Teda kasutatakse muuhulgas initsiatsioonitseremooniatel ning arhailises meditsiinisüsteemis ka lümfi ja vere puhastajana. **Milline taim see on?**

MÄLUSÄRU 1/2018 VASTUSED

1. Asub kahes riigis (osa hoonest asub Kanadas, osa USA-s)
2. Oleander
3. Enki (sumeri jumal)
4. Kalifornium (Cf)
5. „Alice Imedemaal" (autor Lewis Carroll)

● Mälusäru auhinnaraamatu „Jumala koerad" võitsid loosi tahtel MARTINA VIIL, MAILI TANNBAUM ja SVEN HALJAS.

Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid

VASTA JA VÕIDA RAAMAT!
Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut – John Woodward. „Teadmiste entsüklopeedia. Loomade elu" kirjastuselt KOOLIBRI.

➔ Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmiklugu.

VASTUSEID
ootame 15. juuniks aadressil Endla 3, Tallinn 10122 või horisont@horisont.ee.
NB! Vastuste juurde kirjutage auhinnaloosis osalemiseks kindlasti oma mobiiltelefoni number ja postiaadress.

MÄLUSÄRU rubriiki toetab kirjastus Koolibri.

KOOLIBRI

SELJAD KORDA!

www.medifur.ee

Seljavenituspingid

HUROM aeglane mahlapress

Saadaval UUED mudelid!

Profiblenderid 3 HJ

TOITU TERVISLIKULT!

www.väetoit.ee

Maailma parim toidukuivati EXCALIBUR

Medifur OÜ • tel 506 7040 • info@medifur.ee • e-pood: www.medifur.ee

ESIMESENA HELSINGIS!

Nüüd väljume Tallinnast juba varahommikul kell 06.00 ja
saabume Helsingisse esimese hommikuse laevana juba kell 08.15!
Kuni kuus väljumist päevas annab Sulle varasemast suurema valiku ja pole vahet,
kas sõidad autoga või ilma – soodsad hinnad ja
mõnus meresõit ootavad igal juhul!

PILETID alates **15€**

AUTOPAKETID alates **39€**

eckeroline.ee

ECKERÖ LINE
MÕNUSALT TALLINNAST HELSINGISSE