

Viljatuse ravi:  
mida meditsiin ja teadus  
võimaldavad?

3 / mai 2014  
Hind 3.50

www.horizont.ee

# horizont

■ I N I M E N E    ■ L O O D U S    ■ U N I V E R S U M

## ESTCube-1 ESIMENE TÖÖAASTA

Eksklusiiвне  
fotovalik

KALAHARI KASLASED

VIKTORIIN:  
tunne Maad  
ESTCube-1 fotodelt  
ja võida auhind



Joonpilved: hirmud ja teaduslik vaatenurk

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

# Kaunid Kontserdid Käsmus 2014



- 05.06 Lindpriid  
06.06 Lenna Kuurmaa ja Karl-Erik Taukar  
07.06 Jaan Tätte & Udupasun  
08.06 Vallatud Vestid uue kavaga  
10.06 Kihnu Virve tänukontsert  
(erikülalised Kukerpillid jt)  
11.06 Polyphon 40  
(solistideks Koit Toome, Jaan Elgula jt)

Kontserdid toimuvad Magnum  
Merelaval algusega kell 20.00



Lisainfo:  
[kkk.virufolk.ee](http://kkk.virufolk.ee)

Piletid müügil Piletilevi müügipunktides ja [www.piletilevi.ee](http://www.piletilevi.ee)

Tavahinnad 15/13 eurot.  
Veebruaris ja märtsis (või kuni pileteid jätkub) EMT Topeltpluss klientidele piletid 20% soodsamalt.

## SELLES NUMBRIS

Mart Noorma

**Meie kosmosekuubiku aasta 14**  
ESTCube-1 kosmosemissiooni esimene aasta on toonud hulgaliselt uusi, seni rääkimata lugusid.

Indrek Rohtmets

**Kalahari. Elu kõrbe piiril 30**  
Kesk-Kalahari ei ole see paik Aafrikas, kuhu minna elevant, kaelkirjakuid ja ninasarvikuid imetlema. Küll on see paikkond tuntud suurte kaslaste poolest. Samuti torkavad kõikjal silma rühmakesi või üksinda liikuvad teravasarvelised lõuna-orüksid.

Ele-Liis Esvald, Andres Salumets

**Munarakk. Naise habras pärand 38**  
Ligikaudu iga kümnes paar on viljatu ning vajab lapse eostamisel meditsiini abi. Kas me saame lapsi soovivatele paaridele keelata midagi, mida nüüdisaegne meditsiin ja teadus võimaldavad? On selge, et ühiskond ja meie arusaam eetikast muutuvad aeglasemalt kui teaduse pakutavad uued võimalused meditsiinis.

Jüri Kamenik, Ain Kallis

**Kas tõesti ilmarelv? Joonpilved, vandenõuteooriad ja teaduslik vaatenurk 46**  
Asjaolu, et ilmarelva on kasutatud, on andnud alust hirmudele ning tõstatanud süüdistusi selle rakendamise kohta ka juhtudel, kus ilmarelvaga tegu pole olnud.



Ulvar Käärt  
**Heiki Valk arheoloogia kabinetis 54**  
See kabinet ei tähenda pelgalt töölauda ja raamaturiulitega tööruumi, vaid midagi tunduvalt enam. Arheoloogia kabinet kätkeb endas nii arheoloogiliste leidude kogusid, laborit, arhiivi, raamatukogu kui ka andmebaase.

## HORISONT KÜSIB

**Üksainus küsimus 4**  
Mis on MOOC?  
Vastab Tartu Ülikooli analüütilise keemia professor Ivo Leito

**Intervjuu 22**  
**Uued tuuled õigusteaduses**  
Kas seadusandlus jõuab tehnilise arenguga kaasas käia, selle üle vestles Tallinna Tehnikaülikooli õiguse instituudi professori Katrin Nyman-Metcalfiga toimetaja Toomas Tiivel.

**Mina & teadus 45**  
Kuidas on teadus mõjutanud tema elu, selle üle mõtiskleb näitleja ja laulja Heino Seljamaa.

## SIIT- JA SEALPOOLT HORISONTI

Ulvar Käärt. Väike sabakonnaline maskeerib ennast titeks 3  
Jüri Ivask. Kosmosemissioonide kroonika 5  
Piibe Piirma, Veronika Valk. Risoopne uurimus ehk kukkuv õun kunstisaalis 6  
Reet Mark. Kunstikogu pärl 8  
Tiit Kändler. Astronoomia vajab oma Boltzmanni 10  
Rein Einasto, Aat Sarv. Tallinna paas 12

## OLÜMPIAAD

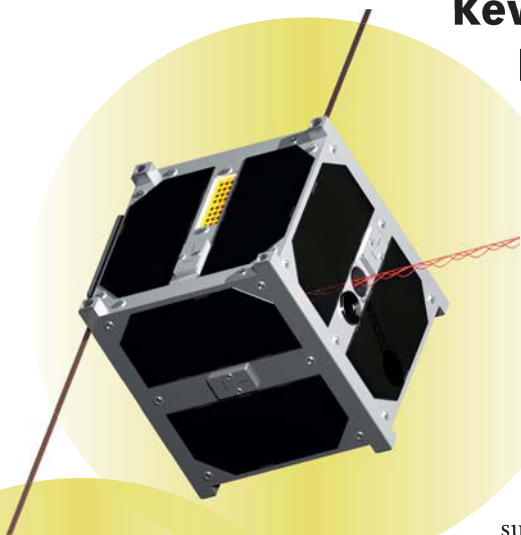
Viire Sepp  
Stipendiumiprogramm, mis suunatud stimuleerima noorte arengut 56

## PRAKTILIST

**Raamat**  
Harry Lahtheim. Kauge mägise maa lugu 60  
Katrin Nyman-Metcalf. Lugemis- elamus ja e-maailm 61  
**Enigma**  
Tõnu Tõnso  
Pentamino kujundite ära arvamine 62  
**Ristsõna 63**  
**Mälusäru 64**



## Kevadest suvesse, pilk ikka omal horisondil!



Nagu ikka, avardab uus Horisont horisonte ja kõnetab teadmishimulisi. Horisondile omaselt pöörame pilgu nii tulevikku kui ka minevikku ja seisame silmitsi ürgse loodusega. Meie, eestlaste, orbiidile lähetatud oma satelliit on aastajagu tööd teinud. Kuidas see kõik on läinud, on ka järgnevatel lehekülgedel kokku võetud. Kaasa arvatud dramaatiline hetk, kui kosmosepraht oleks võinud meie kuubikut tõsiselt vigastada. Tõraverse teadlased on Nõukogude Liidu ametivendadega teinud viljakat kosmosekoostööd, ESTCube on aga meie päris oma asi!

Mis asi on kosmoseõigus? Õigusteadlane Katrin Nyman-Metcalf räägib sellest meie toimetajale Toomas Tiivlile antud intervjuus, ja see pole sugugi ainus mõttearendus tolles juriidikat käsitlevas kõneluses. Klassikaline õigus ja õiglus vajavad tänapäeval üha rohkem tähelepanu ka selles valdkonnas, milles tegutseme meie oma ajakirjaga.

Elu algus on müsteerium, ütleb mõnigi. Elu algus on seemneraku sisenemine munarakku, ütleb meedik. Kõik see pole aga alati nii lihtne. Vaadake meie ajakirja sisukorda, leidke õige lehekülg ja lugege. Elu müsteeriumist!

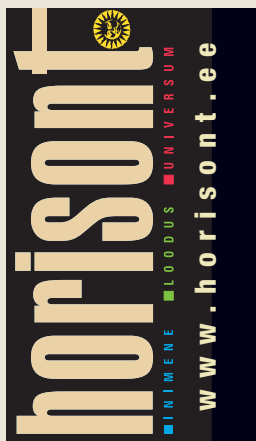
Müstikat on lihtne paljundada, kas või näiteks lennukite tehtud valgeid triipe taevas vaadeldes. Nendest kõnelevad ilmteadlased. Kõneletakse ka aina lisanduvatest planeetidest teiste tähtede ümber. Nendest müstikavabalt rääkides mõtestame me iseennast.

Teisel pool ekvaatorit on praegu talv. Seal elavad Kalahari suurkiskjad, mõõku kandvad antiloobid ja lärmakad sulelised, kellel on ruum ka meie värskes Horisondis. Lugegu hea lugeja siis neist Botswana põlisasukatest, mõeldes samas, et meil on kohe käes suvi, mis pakub muidki rõõme peale muruniitmise! ●

*Indrek Rohtmetts*



ESIKAANEL: Eesti kollaaž ESTCube'i tehtud fotodest. FOTO: ESTCube-1 MEESKOND



Ilmub aastast 1967. 6 numbrit aastas.

• Toimetus: Endla 3, Tallinn 10122 / tel 610 4107 / faks 610 4109 / e-post: horisont@horisont.ee

Peatoimetaja: Indrek Rohtmetts, indrek@horisont.ee

Tegevtoimetaja: Kärt Jänes-Kapp, kart@horisont.ee

Toimetajad: Ulvar Käärt, ulvar@horisont.ee, ja Toomas Tiivel, toomas@horisont.ee

Keeletoimetaja: Signe Siim, signe@loodusajakiri.ee

Kujundus: Kersti Tormis, kersti@horisont.ee

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

Vastutav väljaandja: Tiina Talvi, tiina@loodusajakiri.ee

Reklaamijuht: Elo Algma, 610 4106, reklaam@loodusajakiri.ee

• Tellimine: 610 4105, loodusajakiri@loodusajakiri.ee

ISSN 2228-3471 (e-luger)

Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, Horisont, 2014

Trükitud trükikojas Kroonpress



Ajakiri ilmub  
Keskonnainvesteeringute Keskuse  
toetusel





Sarnased elukad, kuid siiski eri liigid: pealmine loomake on ojaliklase *Eurycea multiplicata* vastne, alumine uue liigi *Eurycea subfluvicola* täiskasvanud esindaja.

## VÄIKE SABAKONNALINE MASKEERIB ENNAST TITEKS

**USA-s Arkansase osariigis Ouachita mägedes avastatud uus ojalike sugukonda kuuluv sabakonnaline näeb välja kui lähima kohaliku sugulase *Eurycea multiplicata* vastne. Ometi on tal suguküpsele loomale omased sigimiselundid.**

Fenomeni, mille korral liigi isendiarengus hakkavad eelaste omadused avalduma aina hilisemas elujärgus, nimetatakse pedomorfoosiks. Ligi nelja sentimeetri pikkuseks sirguvaid ning *Eurycea subfluvicola*'ks ristitud liigi esindajaid peetakse sabakonnaliste seas selle looduses levinud omapärase nähtuse üheks äärmuslikumaks näiteks.

Hiljuti ajakirjas Zootaxa avaldatud uue liigi kirjelduse ja sellega seotud uurimuse üks autoreid, Tulsa ülikooli bioloog Michael Steffen, korjas esimese uue liigi esindaja pahaaimamatult üles juba 2011. aasta mais ühest Lake Catherine'i looduspargi mägijöest koos kohaliku ojaliku *Eurycea multiplicata* vastsetega. Avastuse jälile jõudis ta laboris, kui hakkas vastseid lahkama ja nende geene analüüsima. Ühe vastse sisemusest leidis ta arenemisjärgus munad, kuid erilist tähelepanu ta leiule ei pööranud, pidades seda lihtsalt mingiks anomaaliaks.

Kui geenitestide tulemused lõpuks saabusid, selgus, et üks loom eristus selgelt teistest. Esialgu arvas Steffen, et midagi on valesti läinud, ent kiire pilk välitöödel tehtud märkmetele

näitas, et geenitesti erilised tulemused kuulusid samale loomale, kelle sisemusest oli ta leidnud arenemisjärgus munad. Seega polnudki tegu anomaaliaga, vaid ebaharilik loom oli justkui vastseks maskeerunud täiskasvanu.

Kummalise sabakonnalise geenide täiendav analüüs korras esialgseid tulemusi, mis viitas, et leitud on uus liik. Lõpliku kinnituse saamiseks tuli aga leida veel samasuguseid „eksemplare“.

2012. aasta kevad oli Arkansases tavapärasest põuasem ning tingimused polnud jões elavatele sabakonnalistele kuigi soodsad, mistõttu teise liigi-kaaslase leidmine Steffenil ebaõnnestus. Nii hakkas teda jälle närima kahtluseus – äkki läks midagi ikkagi valesti.

2013. aasta veebruaris saatis otsinguid lõpuks edu ja Steffenil õnnestus leida üks varem leitud sarnane loomake. Hiljem leidis ta veel mitukümmend ihaldatud sabakonnalist ning sellega oli uue liigi avastamine lõplikult kinnitatud.

Võrreldes oma lähima ja ka väliselt sarnase sugulase *E. multiplicata*-ga, on uue sabakonnalise liigi esindajad lühema ja

kitsama pea, lamedama ja ühtlasi pikema nina ning tumedamate silmadega. Kõige silmatorkavam välise tunnuseks puudub *E. subfluvicola*-l nina ja peal küljel jooksev tumedat karva triip, mis on iseloomulik *E. multiplicata* vastsetele.

Miks on *E. subfluvicola* kujunenud selliseks, et end täiskasvanuna justkui nooreks *E. multiplicata*-ks maskeerib, on täpselt teadmata. Teadlaste arvates annab nooruslik vorm selle liigi esindajatele võimaluse elada vooluvete neis osades, mida teised sabakonnalsed ei kasuta. Samuti võib petlik välimus olla tegur, mis aitab *E. subfluvicola*-l vältida ristumist lähimate suguvendadega.

Geenianalüüsi põhjal leidis uurimisrühm, et *E. subfluvicola* ja *E. multiplicata* said eraldi liikideks ligi 18 miljonit aastat tagasi. Vaatamata edasiste põhjalikele otsingutele leiti *E. subfluvicola*-t oma kodujöestikust üksnes kahest piirkonnast.

Kui *E. subfluvicola* ingliskeelne nimi – *Ouachita streambed salamander* ('Ouachita jõe salamander') viitab, et tegu on salamanderlasega, siis tegelikult see päris nii pole. „Salamandritel

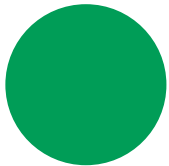
on täiskasvanuna kopsud, aga ojaliklased hingavad ainult nahaga,“ viitas herpentoloog Piret Pappel, miks lõpustega *E. subfluvicola* esindajad hoopis ojaliklaste hulka kuuluvad.

Pappel märkis, et uusi kahepaikseid leitakse maailmas üsna sageli. „Sel aastal on ilmunud juba 45 uue liigi kirjeldused. Näiteks märtsis saime teada ühest Hiinas avastatud uuest salamandriliiigist,“ osutas ta. Tihti on probleem selles, et uus liik on avastamisest saati erakordselt ohustatud, kuna tema elupaigad on kadumas.

Pappeli sõnul esineb sabakonnalistel pedomorfoosina avalduvat neoteeniat ehk n-ö täiskasvanuna vastse kehasse jäämist küllalt sageli. „Väga tuntuks on Mehhikos elutsevad tõmpsud ehk aksolotlid, kes sigivad vastsena. Moonduma hakkavad nad ainult siis, kui neile laboris hormoone anda. Kuid looduses neil moonet ei toimu,“ tähendas Pappel.

Sabakonnalistele iseloomuliku üllatava omapärase tõi Pappel ka välja, et need loomad suudavad endale uusi varbaid ja jäsemeid kasvatada ning isegi silmaläätse regenerereerida.

• Ulvar Käär



# Mis on MOOC?

**MOOC (Massive Open Online Course) on koondnimetus tasuta veebikursuse kohta, kus saavad veebi vahendusel osaleda inimesed üle maailma.**

Eestikeelset vastet sel uuel nähtusel veel pole. MOOC-e pakuvad enamasti just maailma tippülikoolid – näiteks Cambridge'i ja Stanfordini ülikool – koos tagasiside ja eksamiga ning tõendiga õpitulemuse kohta. Tartu Ülikooli esimese MOOC-i käivitumist võib teatud mõttes vaadelda kui selliste ülikoolide „klubiga” liitumist.

Tartus ja ka Eestis üldse on tegu üsna uude lähene misega. Rahvusvaheline kogemus MOOC-tüüpi kursuste loomiseks on aga olemas olnud juba mõnda aega. Alguses peeti selliste kursuste tähtsaimaks omaduseks võimalust pakkuda tasuta haridust ka neile, kes elavad vaestes riikides, õppeasutustest kaugel või ei saa mõnel muul põhjusel ülikoolis õppida. Ka praegu on hariduse kättesaadavuse parandamine MOOC-ide üks põhilisi eesmärgi.

Avasime esimese, reaalaajas 3. märtsist kuni 13. aprillini toimunud MOOC-kursuse „Estimation of measurement uncertainty in chemical analysis” („Mõõtemääramatuse hindamine keemilises analüüsis”) Tartu Ülikoolis üheskoos analüütilise ja füüsikalise keemia teadurite Lauri Jalukse ja Irja Helmiga. Kursus osutus üle ootuste menukaks: alguses lootsime ingliskeelsele kursusele saada üle 100 osaleja, aga lõpuks oli osalejaid üle 260 rohkem kui 40 riigist. See näitab, et mõõtemääramatuse hindamine, mis iseenesest on küllaltki spetsiifiline teema, on analüütilise keemiaga tegelevatele inimestele vajalik ja huvipakkuv.

Loodud MOOC on terviklik ja iseõppimiseks kasutatav. Veebiaadressil <https://sisu.ut.ee/measurement/uncertainty> on 12 mooduli jagu materjali, mille alla kuuluvad nii tutvustavad loenguvideod koos jooniste, tabelite ja arvutuskäikudega, videoid täiendav tekst kui ka hulgaliselt lahendamist ootavaid ülesandeid. Kursuse suunitlus on praktiline: see on mõeldud eeskätt inimestele, kes oma praeguses või tulevases töös puutuvad vahetult kokku keemilise analüüsiga ja peavad hindama analüüsitulemuste mõõtemääramatust.

MOOC-kursuse materjali saab kasutada mitmel moel. Ilma et peaks kursusele registreeruma, on asjast huvitatutel näiteks võimalik kogu materjal selgeks õppida endale sobival ajal omal käel videoid vaadates, tekste lugedes ja ülesandeid lahendades. Teiseks toimib see veebimaterjal ka teatrematerjalina. Asjaga juba tuttavad inimesed saavad oma

teadmisi konkreetsete näidetega täiendada või mälu värskendada. Juba kasutatavad meie MOOC-i tarbeks kokku pandud materjale ka mitmed teised analüütilise keemia ja metroloogia õppejõud ja koolitajad mujal maailmas.

Kolmas variant on kursusele ametlikult registreeruda. See tähendab, et kindlal ajavahemikul – toimumisajal – annab õppejõud osalejatele igal nädalal konkreetseid ülesandeid, mis moodulid endale selgeks teha. Lisaks nn enesekontrolli testidele, mis on kõigile avalikud, peavad osalejad kursuse läbimiseks Moodle'i keskkonnas sooritama ka hindelisi teste. Kursuse edukalt läbinud saavad Tartu Ülikooli avatud ülikooli tunnistuse.

Muljed TÜ esimese MOOC-i toimumisest on positiivsed. Osalejad olid aktiivsed, küsiti rohkesti küsimusi. Kuna paljud osalejad töötasid analüütilise keemikutena, olid küsimused sageli väga asjakohased ja suunatud konkreetsetele praktilistele vajadustele. Kursuse foorumis tekkisid elavad diskussioonid, mis andsid kursusele palju juurde.

Edukalt lõpetanute protsent oli meil 52. Seda võib MOOC-ide kontekstis pidada väga heaks, eriti arvestades, et mõnedki hindelised testid olid tõesti rasked. Sageli on MOOC-ides lõpetanute protsent 10 ja allagi. Et huvi oli suur ja tagasiside positiivne, siis hakkab see MOOC Tartu Ülikoolis edaspidi regulaarselt toimuma.



FOTO: ANDRES TENNUS / TÜ

Vastas Tartu Ülikooli analüütilise keemia professor

**IVO LEITO**



## Hiina Kuu-programmi uudiseid

Pärast tehniliste probleemide tekkimist Hiina kuukulгурil Yutu huvitas kõiki küsimus, kas see elab üle oma kolmanda Kuu öö. 14. märts andis sellele jälle kord positiivse vastuse – side kulguriga õnnestus taastada.

Samas on kulguri tehnilised probleemid ikka parandamata ning seavad kahtluse alla välja-vaated kulguri planeeritud 3-kuulise uurimisprogrammi täitmiseks. Kulgur seisab jätkuvalt paigal ning instrumentidest on õnnestunud kasutada seni üksnes pinnaseradarit ning panoraam- ja infrapunakaamerat. Maandur seevastu funk-

SCANPIX / AFP PHOTO



Yutu 15. detsembril 2013.

sioneerib normaalselt ja eeldatakse, et see saadab Maale teaduslikke andmeid Kuu kohta

ning sooritab Maa ja teiste taevakehade teleskoobivaatlusi vähemalt ühe aasta jooksul. •

## Cassini: sada möödalen du Titanist

6. märtsil möödus kosmose-sond Cassini Titani pinnast 1500 km kauguselt. See tähistas Cassini sajandat möödalen du sellest planeedi-kaaslasest. Möödalen du kaig us on radarsondeerimise ga teada saadud, et Titani pinnal on vedela metaani ja etaani jär ved ja mered ning sügaval pinna all asub ulatuslik vedela vee kiht.

Hiljuti selgus, et radarmõõtmistega on võimalik jär vede ja merede sügavust mõõta – leiti, et Ligeia Mare, suuruselt teine meri Titanil, on umbes 160 meetrit sügav. Merd ümbritsev maismaa koosneb mitte vee jääst, vaid tahkest orgaanilistest materjalist. Mere pind oli mõõtmiste ajal täiesti sile – seega

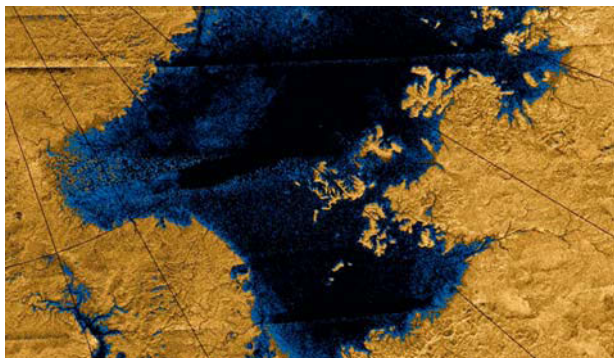
puudusid lained ja tuul. Seda aga on Titani tiheda atmosfääri tõttu raske uskuda.

Uurides 2012. ja 2013. aasta möödalen du andmeid, õnnestus identifitseerida midagi, mis viitab lainetusele Punga Mare'i – Titani ühel suuremal merel. Cassini spektromeetri kujutistel on näha heledalt valgustatud koht, mis viitab peegeldumisele lainetuselt, õigemini küll pinnavirvenduselt, sest lainete kõrgus oleks hinnanguliselt 2 cm. Punga Mare ise on mõõtmelt võrreldav Aafrika suurima jär ve Victoriaga.

Ka Titani maismaal kohtab Maa pinnavormidega sarnaseid moodustisi – luiteid. Kui Maal on liivaluited, siis Titanil on düünid moodustunud liivaosakestega mõõtmelt sama suurtest orgaanilise materjali tera-

dest. Ehkki tuulte kiirus Titanil pole suur, üksnes mõni meeter sekundis, puhuvad need aasta jooksul vastupidistes suundades, põhjustadeski Titani „liiva“ kuhjumise teatud piirkondades.

Titani uurimisele kosmosest seab piirangud tihe atmosfäär. Võimalik oleks kasutada lennukit, kuid probleemiks on lennupüsimise energia. On aga veel üks alternatiiv – purjetamine. Küll ei toimuks see vees, vaid vedelas metaanis, mille tihedus on üksnes 45 protsenti vee tihedusest. See aga tähendab, et vaja on väga suurt „veeväljasurvet“. Positiivne asja külg on metaani viskoossus, mis on üksnes 8 protsenti vee omast. Kokkuvõttes tähendab see, et purjekas Titanil peab ületama hõõrdumist, mis on umbes 26 protsenti Maa vastavast näitajast. Keskmise tuule kiirus Titanil on umbes 3 m/s. Maa ookeanide kohal on see keskmiselt 6,6 m/s. Et aga Titani atmosfäär on umbes 4 korda tihedam, siis surve purjedele oleks ikkagi 83 protsenti maa-pealsest, mis peaks olema küllaldane. Seega tuleks disainida Titani oludele sobiva kerekujuga ja purjestusega jaht. Muidugi on idee praegu spekulatiivne, kuid on ju inspireeriv kujutada ette Titani jär vedel purjetavaid robotuurimisjahte. •



NASA

Kosmosesondi Cassini fotodel on näha jõgede võrgustik, mis suubub Titani põhjapooluse piirkonna jär vedesse.

## Rahvusvaheline kosmosejaam ISS – põkkumiste kroonika

28. märtsil põkkus rahvusvahelise kosmosejaamaga Vene kosmoselaev Soyuz TMA-12M, mille pardal olid Vene kosmonaudid Aleksander Skvortsov ja Oleg Artemjev ning Steve Swanson NASA-st.

Tehniline rike sundis põkkumist edasi lükkama. Soyuz TMA-12M tegi 4 tiiru asemel 34 tiiru ümber Maa, kuna kiirendus-raketi viimane aste ei töötanud ning kosmoselaev tuli õigele orbiidile manööverdada kolme järjestikuse manöövriga. Hetkel koosneb ISS-i meeskond kuuest inimesest – lisaks saabunutele Koichi Wakata Jaapanist, ameeriklane Rick Mastracchio ja venelane Mihhail Tjurin, kes peaksid naasma Maale mais.

10. aprillil 2014 põkkus ISS-iga Vene transpordilaev Progress M-23M.

20. aprillil põkkus ISS-iga veolaev Dragon. Tegemist on kommertslen nuga, mille NASA tellis korporatsioonilt SpaceX. Saabus üle kahe tonni kraami, sealhulgas avakosmoses töötamise varustus, jalad kosmosejaama robotile ning teaduseksperimentideks vajalikud paarituvad puuviljakärbsed ja väike kasvahoone. Lisaks saadetised pereliikmetelt. Veolaev jääb ISS-i külge mai keskpaigani, mil see viib Maale tagasi mitmete teaduseksperimentide tulemuste, sealhulgas ka puuviljakärbsed.

- Kosmosemissioonidel hoiab silma peal Jüri Ivask

# 32

protsenti eestlastest on Tartu Ülikoolis doktoritöö kaitsnud endokrinoloog Triin Egliti järgi rasvunud. Seda on palju rohkem, kui seni arvatud.

Tartu Ülikool

# RHIZOPE

Art & Science – Hybrid Art and Interdisciplinary Research

Eesti  
Kunstiakadeemia

30.05 – 31.05.2014

Eesti Tarbekunsti-  
ja Disainimuuseum

29.05 – 24.08.2014

[www.rhizope.org](http://www.rhizope.org)



## RISOOPNE UURIMUS EHK KUKKUV ÕUN KUNSTISAALIS

**„Rhizope” küsib, kas, ja kui, siis kuidas, erinevad teadusharud mõjutavad kultuuri-loomet. Ja vastupidi – millised ühiskondlikud ja eetilised küsimused seejuures tõstatuvad.**

Kuidas luua koostöövorme, kus nii teadlased kui ka kunstnikud osaleksid ühise väärtuse loomises võrdväärsel alustel? Selle üle arutlebki 30. maist 1. juunini Eesti Kunstiakadeemias peetav konverents „Kunst ja teadus – hübriidne kunst ja interdistsiplinaarne uurimus” ning Eesti Tarbekunsti ja Disainimuuseumi näitus „Rhizope”.

21. sajand pöörab järjest rohkem tähelepanu hübriidsetele praktikatele, n-ö risoopsele uurimusele – teadusliku innovatsiooni, uute tehnoloogiate ja kultuuritraditsioonide põimumist leiame üha enam nii teaduses kui ka kunstis: uues meedias, biotehnoloogia vahendeid kasutavas loomingu, telekommunikatiivses kunstis ja paljudes teistes eksperimentaalse iseloomuga kunstipraktikates.

„Rhizope” võtab ette mängulised, riskijulged ja provokatiivsed koostöövormid, mis on kultuuri kui terviku paremaks mõistmiseks igati teretulnud. Seetõttu on osalejate seas nii meie kohalikke, Eesti doktorante kui ka rahvusvaheliselt tunnustatud kunstnikke ja loomingulisi kooslusi. „Rhizope” küsib, kas, ja kui, siis kuidas, erinevad teadusharud mõjutavad kultuuri-loomet ning millised ühiskondlikud ja eetilised küsimused seejuures tõstatuvad.

### Teadlane-kunstnik

Ameerika teadlane Sara Robinson esitab näitusel oma aastatepikkust uurimust töös „Mis on „loomulik?” („What is „natural?”). Puiduvärvimise

tehnoloogia, kus kasutatakse teatud seente rakupigmente, on olnud kasutusel juba alates 15. sajandist, mil tekkis samal põhimõttel baseeruv Itaalia intarsiatehnika. Robinson, kes on aastaid vastavaid laborikatseid läbi viinud, ütleb, et lisaks praktilisele eesmärgile – sünteetiliste ainete minimeerimisele puidutootmises –, on tegu põneva valdkonnaga, mis tõstatab küsimusi looduslike ja sünteetiliste nähtuste omavaheliste suhete kohta. See lubab mõelda laiemate teemade üle, mis puudutavad looduslikkuse ja tehiskkuse omavahelisi suhteid: kuumaani on tootmisprotsess looduslik ja millistest hetkest algab tehnoloogiline sekumine. Tehnoloogia, mida ta „Rhizope” näitusel esitleb, on tähelepanuväärne nii praktilise poole pealt, olles oluline meetod puidu kvaliteedi tõstmiseks puidutoomise või rakendus-kunstide jaoks, kui ka teaduse ja kunsti suundade laiemal mõtestamisel.

Lennart Lennuk omakorda on Tartu Ülikooli merebioloogia doktorant ehk teadlane-kunstnik, kes esineb näitusel teosega „Akvaarium”. Ta leiab, et kunstil ja loodusteadustel on

väga palju ühist, sest kogu elu Maal koosneb samadest ehituskividest, ja teaduslik tõde on see, mida tuleb uute avastuste leidmiseks kallutada erinevates suundades. Ta soovib anda laiemale publikule parema ettekujutuse veeorganismide (*Daphnia*) grupikäitumisest ning esitleda teaduseksperimenti tulemusi nii tunnetuslikus kui ka teaduslikus vormis. „Kunst ja loodusteaduse sidumise peamiseks võluks pean ma inimese tunnetuslikkuse tõstmist uuele tasandile. Üheks tõlgendamise võimaluseks on muusika esinemine looduses. Kas tegu võib olla universaalse keelega eri liikide vahel või esineb ka meloodilises arusaamis vastuolo?” kõlab tema soov planktonimuusika esitamiseks kunstisaalis.

Konverentsil ja näitusel saavad sõna teadlased, kunstnikud ja doktorandid, kelle töö on seotud teaduse ja kunstiga nii teoreetilisel kui ka väga praktilisel tasandil. Püüame selle arutelu kaudu tõsiselt analüüsida teaduse ja kunsti suhte hetkeseisu, samas esile tuues ka Eesti teadlaste-uurijate-kunstnike töid.

• Piibe Piirma ja Veronika Valk

### LOE VEEL

■ [www.rhizope.ee](http://www.rhizope.ee)

# 5,967×10<sup>42</sup>

tonni on kosmoseteleskoobi Hubble'i meeskonna hinnangul El Goro mass. Universumi suurim galaktikaparv El Goro avastati 2012. aastal.

NASA

# TAEVAS TÄIS IMESTAMISVÄÄRSEID ASJU, VÕTA OMA OSA TELESKOOP JA OBSERVATOORIUM, IDEEST LAHENDUSENI

**BRESSER**



**Bresser Messier**  
ø90 kuni 200 mm,  
Eesti populaarseim sari  
alustavale astronoomiahuvilisele  
alates 359€



**Kvaliteetsed  
binoklid**  
8x32, 10x42, 10x50, 8x56  
alates 155€



**Bresser  
Jupiter**  
70/700 mm  
Lapsele sobiv  
199€



**Bresser Messier  
EXOS-2 GOTO**  
ø90 kuni 200 mm,  
Soodne automaatika  
alates 799€

**MEADE**



**Coronado**  
päikeseteleskoobid  
alates 795€



**MEADE**  
täisautomaatsed  
GoTo teleskoobid  
alates 1949€

Taustapilt: ESA/Hubble & NASA



Veenus ja tuhkvalgusega Kuu pildistatud läbi teleskoobi



Kasvav Kuu, pildistatud DSLR kaameraga, objektiiviks teleskoop

## Trinokulaarse peaga mikroskoop

### Science TRM-301 40x-1000x

Sobilik uurimis- ja teadustöök, üliõpilasele ja laborisse; rikkalik lisavarustus tumevälja kondensorist kaamerani

790€



## Trinokulaarne stereomikroskoop

### Advance ICD 10x-160x

Sobilik uurimis- ja teadustöök, üliõpilasele ja laborisse; 1x-4x suum-objektiiv, pealt- ja altvalgustus, kaameravalmidus

499€



## Stereomikroskoop

### Researcher ICD

Suurendus 20x-80x  
Reguleeritav pealt- ja altvalgustus  
Toimib ka õues (akutoide)

229€



## Mikroskoop Biolux

Suurendus 20x-1280x  
Kohver ja vajalikud tööriistad, PC okulaar, pealt- ja altvalgustus  
Sobilik lapsele ja koolile!

alates 99€



## LCD ekraaniga mikroskoop

### 40-1600x

Pealt- ja altvalgustus, mikromeetriline alus. Sobilik koolile ja uudishimulikule

209€



E-pood: [www.teleskoop.eu](http://www.teleskoop.eu)

Helista: 5 2 8 9 8 9 5

Kirjuta: [taevatoru@teleskoop.eu](mailto:taevatoru@teleskoop.eu)

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

# Kunstikogu pärl

**Eesti Rahva Muuseumi kunstikogu pärlitest väärib kindlasti tutvustamist Aleksander Mülberi õlimalal „Ait” („Küün Lagedil”) aastaist 1915–1916. Pärliks muudab selle väikese õrnades toonides töö asjaolu, et Mülberi teoseid on säilinud väga vähe.**



## ERM ARVUDES

Eesti Rahva Muuseumi varasalve kunstikogus on 1 Mülberi teos.

**Aleksander Mülber, „Ait” („Küün Lagedil”). 1915–1916. Õli, lõuend.**

Pikemalt Aleksander Mülberist ja tema loomingust ERM-i blogis.

Mülberi teoste parim kogum asub Eesti Kunstimuuseumis, mõned tööd on Tuglase ja Underi Kirjanduskeskusel ja Tallinna Linnamuuseumil. ERM-ile kuuluvat maali peeti pikka aega kaduma läinuks, sest keegi ei tulnud selle peale, et seda just ERM-i kunstikogust otsida.

## Mülber ja „Vikerla”

Aleksander Mülberi nimi on tuttav vähestele. Võimalik, et natuke rohkem on tuntud Noorte Kujurite Ühing „Vikerla” – kunstirühmitus, mille liige Mülber oli. Ühing loodi 1917. aasta 23/26. novembril ning sai tegutsemiseks aega täpselt aasta. Sinna kuulusid Balder Tomasberg, Aleksander Mülber, Oskar Kallis, Aleksander Krims, Roman Haavamägi ja Välko Tuul. Alfred Vaga nimetab oma 1923. aastal avaldatud artiklis vikerlaseks ka Paul Liivakut. Ühingu tegevuse lõpetas Vabadussõda, milles langes rühmituse eestvedaja Balder Tomasberg. Juba varem, 1917. aastal oli tiisikusse surnud Oskar Kallis, 1918. aasta märtsis suri kopsupõletikku Välko Tuul.

## Algus ja areng

Aleksander Mülber sündis 1897. aastal Tallinnas kojamehe (teistel andmetel politseiniku) Mihkel Mülbergi kolmanda lapsena. Kunsti asus ta õppima 1912. aastal Tallinna Eesti Kunstiseltsi joonistuskursustel, koos kõigi teiste ülnime-tatud noormeestega, välja arvatud Balder Toomasberg, kes astus kursustele 1913. aastal. Sama aasta sügisest jätkasid nad õpinguid Ants Laikmaa ateljeekoolis.

Ants Laikmaa sai neile kõigile innustavaks õpetajaks ja vanemaks sõbraks. 1913/14. aastal organiseeris ta õpilastele reise Helsingisse, Moskvasse, Peterburi ja Viiburisse. Noored vaimustusid seal Akseli Gallen-Kallela ja Nikolai Roerichi loomingust.

Õpilased kaasati ka vanavara kogumistõösse Eesti Rahva Muuseumi tarbeks. Ateljeekooli ruumid ise nägid välja nagu Vana-Eesti asjade muuseum. Kõige selle mõjul püüdsid õppurid arendada välja eesti rahvuslikku kunsti, mis näitaks eesti rahva kangelaslikku ajalugu, eelkõige muinas-



ERM

Aleksander Mülber 1921. aastal Pariisis.

aega. Kõige kiiremini suutis end leida neist vanim, Oskar Kallis. 1915. aastaks oli valminud enamik tema tähtsamatest Kalevipoja-ainelistest töödest.

Esmakordselt esinesid 1915. aasta Ants Laikmaa õpilaste tööde näitusel aga Aleksander Krims, Väiko Tuul, Aleksander Mülber. Nende puhul märgiti Tallinna Kajas näitust tutvustavas tekstis (16. ja 23. mai 1915): „Laipmani tänavuste õpilaste seas õnnelikul juhtumisel mitu säärast kahtlemata andelist ja huvitavat isikut leidub, nagu O. Kallis, A. Mülber, Krims, Tuul j.t. Juhime tähelepanu nende nelja õpilase kompositsioonide peale, iseäranis nende katsete peale eesti muinasaega (m.s. Kalevipoega) pildistada.”

Aleksander Mülber esines nimetatud näitusel ilmselt töödega „Kalevipoeg ja Vetevaim”, „Kurnimängijad”, „Vane-muine”, „Neiu Mändmetsa portree” ja ERM-i kogusse kuuluv „Küüniga Lagedil”, millele nüüd antud nimi „Ait”. Elfriide Marran-Tool on seda näitust pidanud tema loomingu piiriks, kus lõpeb õpilaspõlv. Aleksander Mülber oli vikerlaste seltskonnast kõige altim avangardsetele kunstiuuendustele, esimesena pöördus ta ekspressionistliku laadi poole. Tänapäeval ehivad tema ekspressionistlikud/kubistlikud „Pead” Eesti Kunstimuuseumi püsiekspositsiooni. EKM-i kogus asuv tindijoonistus „Monsieur Vabbe” (1920) on üks ilmekamaid kubistlikus laadis portreid meie kunstis.

1921. aastal sõitis Mülber suurte lootustega Pariisi ja kadus selle saginasse. Tema tegemistest pole palju teada, sest ta distantseerus teistest sealsetest eestlastest. 1931. aastal 34-aastasena aga suri.

• Reet Mark  
ERM-i omakultuuride osakonna juhataja

## HORISONT KIRJUTAS

40  
aastat  
tagasi

HORISONT 5/1974, LK 20–24

12. mai on looduskaitsepäev. Rein Pöder mõtiskleb, kuidas lapsepõlves sai kevadeti puid istutatud ja kuidas see hiljem mõtte maailmale mõjub.

„Puu istutamine kordub. Igal kevadel. Suurel enamusel meist ongi see kord aastas avanev võimalus sirutada loodusele oma terekätt: väike puuistik, labidas, niisked mullakamakad, ergastav õhk. Istutamine kui miljöo sobib ehk paremini ja arusaadavamalt ka neiks mõttekäikudeks, mida me nimetame vaidlusteks elukeskonna olukorra ning saatuse üle. /.../

Olgu kuidas on, aga tavalisegi puu istutanud lapsekäsi ei murra nii lihtsalt kasvavat oksa. Siitsamast ehk algabki too mõtteline ja raske retk loodusse kui tervikusse, loodusse kui meiega koos olevasse imepeente seoste ning sõltuvustega süsteemi. Ning täiskasvanuks ja otsustajaks saades ei langetata siis samuti ühemõttelisi, kergekäelisi otsustusi – seda juba palju tähtsamates ning suurema kandejõuga asjades kui seda on üheainsa puu allesjäämine või selle istutamata jätmine.”

30  
aastat  
tagasi

HORISONT 5/1984, LK 22

On olnud aegu, kus Horisondis nalja visati.

„Keemik Louis Pasteur (1822–1895) uuris laboris parajasti rõugepisikuid, kui tema juurde ilmus tähtsa mehe

sekundant. Teadusemees olevat ülikut solvanud ja seetõttu nõuti au ennistamiseks duelli. Pasteur kuulas väljakutse rahulikult ära ja kostis siis:

„Mind kutsuti välja, seetõttu on mul õigus valida relv.

Siin on kaks kolbi, ühes leiduvad rõugepisikud, teises on puhas vesi. Duellilekutsuja joob ühest, mina teisest katseklaasist.

Tõmbame loosi!”

Duell jäi ära.”

20  
aastat  
tagasi

HORISONT 3/1994, LK 12–15

Ajalugu kinnitab, et juba esimese vabariigi ajal oli piiri taga oma riigi esindamise töö sedavõrd armas, et tagasi tulla ei tahetud. Eero Medijainen loost „Saadiku lahkumine”

loeme muu hulgas:

„Näiteks Oskar Kallas ja välisminister Ants Piip leppisid suusõnal kokku, et esimene läheb Londonisse kolmeks aastaks. Kui aga see aeg täis sai, selgus, et Oskarile, ja eriti Ainole, meeldis seal niivõrd, et lahkuda enam ei tahetud. A. Piip küll püüdis neid tagasi saada, kuid pidi ise enne lahkuma. O. Kallas püisiski Londonis 1934. aastani ja ta on jäänud ainukeseks saadikuks, kes vabastati oma kohalt seoses pensionile minekuga. 65aastane Oskar kirjutas 1933. aastal riigivanem Jaan Tõnissonile: „Ehk saaks veel mõne aasta palgalist kohta pidada,” põhjuseks muidugi madal pension. Uus riigivanem Konstantin Päts ja nooremad mehed Eesti välis-teenistuses olid aga halastamatud.”

TIIT KÄNDLER

# ASTRONOOMIA VAJAB OMA BOLTZMANNI

Teaduses hämmastavad sageli mitte avastused, vaid teadlaskonna järjekindlus. Kui ka teadusesõbrale tundub, et kõik peaks olema selge vähemasti praegu teada olevate loodusseaduste raames, siis ometi kordutakse ühte ja sama asja üha uuesti ja uuesti avastama, üle mõõtma ja selle ümber juttu korrutama, et mitte öelda – astendama. Mulle tundub, et nõnda on tegu Päikesesüsteemi-väliste planeetide ehk eksoplaneetide otsingutega.



ESO / M. KORNMESSER

Kepler-186f: kunstniku nägemus.

Viimati, nõnda palju kui mäletan, ostsin mind kõige enam kunstiliselt mõjutanud raamatutest tšehhi Bohumil Hrabali romaani „Ma teenisin Inglise kuningat“. Kui väga see mind ka ei haaranud ja vapustanud, kui väga see mulle ka ajalugu ei õpetanud, ei tormanud ma poodi, et osta veel üks „Ma teenisin Inglise kuningat“. Arvan nimelt, et ühest mulle piisab, võin sedasama uuesti lugeda. Teist, veel vähem kahesajandat pole mulle tarvis.

On hea, kui inimene teab, kus tema elab. Mina olen ikka teadnud, et mina ja koos minuga kogu inimkond elame Maa peal. Maa on üks seest tuline ning tahke tuuma ja vedela vahepealse ollusega, väljast kivine umbes kerakujuline tükk materiat, mis ringleb ümber Päikese, mis on meie jaoks nagu algus ja ots, alfa ja oomega, A ja O.

Inimene võiks ju sellega rahul olla. Ja et Maa polegi nii väike, nagu seda püüavad igasugused e-vidinad meile pähe tampida, tuleks püüda oma kodu kui mitte paremaks teha, siis vähemasti säilitada sellisena, nagu see meieni on jõudnud.

## Veel üks planeedike

Ometi kipub inimese hing Maa pealt minema, Universumisse uitama. Kuidas muidu seletada, et astronoomid üha arvukamalt otsivad ja ka leiavad kusagilt Universumi kolgastest (või kui tahate, siis keskmest) üha uusi ja uusi planeete, mis oleksid võimalikult palju Maa moodi.

Lugesin hiljuti ajakirjast Science uudist, et Kepleri astronoomid avastasid uue kaljuse planeedi, millel võib olla vedelat vett.

Kepleri astronoomide all mõeldakse siinkohal mitte 17. sajandi alul planeetide liikumise seadused välja rehkendanud astronoom Johannes Kepleri pärijaid, vaid 2009. aastal üles lennutatud, Kepleri nimega ristitud NASA taevateleskoobi andmeid töötlevaid teadlasi, sedapuhku

**KAS MEIL MAAST, MARSIST JA VEENUSEST EI PIISA, ET TEHA JÄRELDUSI MUU UNIVERSUMI PLANEETIDE KOHTA?**

San Francisco osariigi ülikooli astronoomi Stephen Kane'i ja tema kolleege. Seekordne planeet Kepler-186f, mida märkas või õigemini mille ära mõõtis Maa-suuruste elamiskõlblike planeetide jahtimiseks loodud Kepler, asub Linnutee meie nurgakeses ja oma tähest sel kaugusel, et seal võiks olla nõnda täpne temperatuur, et vesi on sulanud, kuid mitte ära aurustunud. See pole mingi haruldane leid, vaid viies ja välimine ümber oma kääbustähe Kepler-186 tiirlev planeet. Imepärane pole enam seegi, et planeet arvutati kaudsete andmete põhjal – kuidas see oma päikese eest läbi minnes tähe heledust veidi tuhmistas. Imepärane oleks olnud selline leid veerand sajandi eest, mil kaudsetel meetoditel esimesed Päikesesüsteemi-välised planeedid avastati. Andis imestada, kui täpseks on läinud mõõtmistehnika, ja mis olulisem, kui võimsaks arvutusmasinad, mis mõõtmisandmeid töötlevad.

Kõnealune planeet on umbes meie kodu-Maa suurune, vaid 1,1 korda suurema läbimõõduga. Planeetid, mille läbimõõt on juba poolteist kuni kaks Maad, koguvad enese ümber paksu vesiniku ja heeliumi atmosfääri ning hakkavad meenutama Päikesesüsteemi gaasigigante, mille kaljususes ei saa kindel olla.

Kas meil Maast, Marsist ja Veenusest ei piisa, et teha järeldusi muu Universumi planeetide kohta? Nende kolme taevakeha atmosfäär on tekkinud planeedi seest välja paiskunud vulkaanilistest gaasidest nagu süsihappegaas – väga populaarne moodustis klimatoloogide jaoks, ja veeaur. Veenus on oma vee kaotanud, kuna asub liiga ligidal Päikesele, Marss aga oma vee jäänud, kuna liigub oma soojendajast liiga kaugel. Kuid koledal kombel on Kepler-186 meie Päikesest erinev, palju pisem ja külmem – M-kääbus, nagu astronoomid ütlevad. Säherdusi tähti on Galaktikas hiiglama palju, need elavad Päikesest kauem ja sestap on ka võimalus nende ümber tiirlevate planeetide peal elul tekkida ja edeneda suurem. Teisalt lähtub sellisest tähest rohkem eluohutlikku kiirgust kui Päikesest.

## Tuleks uskuda statistikat

Eksoplaneete oli 1. aprilliks 2014 leitud umbes 1800. Kepler on leidnud peaaegu tuhat, varuks veel mõnituhat pretendent, millest kümnendik võivad olla valesignaalid. Linnuteel võib olla umbes 100 miljardit planeeti. Nende olemasolu üle spekulatsioonid nii Kreeka mõtlejad kui ka Giordano Bruno ja Isaac Newton.

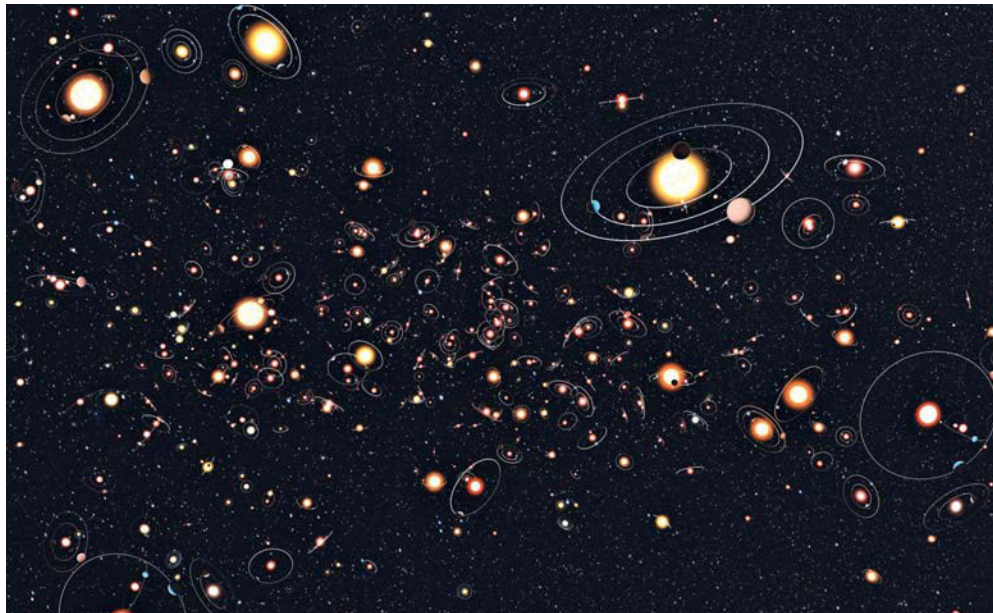
Anaxagoras saadeti 5. sajandil enne Kristust Ateenast välja, kui ta julges kuulutada, et Päike on hõõguv, Peloponnesose suurem kivi, millelt Kuu saab oma valguse. Hesiodos laulis juba 8. sajandil enne Kristust, et Kuu on Maa sarnane ja seal on „linnad, mäed ja suured templid“. Temaga ei juhtunud midagi, kuna tema oli poet, mitte filosoof ehk teadlane nagu Anaxagoras. Ta võis enesele lubada sedagi väidet, et kõik sai alguse kaosest, mis imekombel on osutunud tõeks siia maani.

Brunol läks 1700. aastal haprasti Rooma Campo de'Fiori, Lillede väljaku lõkkel, Newton lõpetas aastakümneid kestnud piibli-uurimisega. Esimene kindlalt määratud planeet leiti alles 1988. aastal.

Kepler-186 pealt kulub valgusel meieni jõudmiseks 795 aastat. Footoni jaoks on see ajavahemik null, sest sellel kiiremini liikuv osakesel aeg seisab. Või pole seda üldse, kuidas tõlgendada.

**ERNST ÖPIK HOIATAS MEID, ET TÄHTEDE KÜLASTAMINE VÕI KÜLALISTE OOTAMINE TEISTEST TÄHE-MAAILMADEST EI OLE VÕIMALIK.**

ESO / M. KORNMESSER



Linnutee planeetid kunstniku nägemuses.

Tahtmatult tuleb pähe analoogia molekulide maailma avastamisega. Statistiline mehaanika üllataval kombel astronoomiast alguse saigi, kui Pierre-Simon Laplace edendas 18. sajandil Saturni rõngaste stabiilsust kirjeldavat teooriat. James Clerk Maxwell jõudis 1870. aastal molekulide jaotuskõverani nende kiiruse järgi ja Ludwig Boltzmann 1898. aastal oma gaaside teooria loengutes entroopiani ehk korratuse mõõduni. Albert Einstein arendas edasi Boltzmanni ideid, jõudes oma imelisel 1905. aastal järeldusele, et kõik molekulid, olgu suured või väikesed, käituvad statistiliselt ühtmoodi. Kolloidosakese juhuslik käitumine tagab ometi, et kindla aja jooksul liigub see otsejoones keskmiselt ühepalju.

Et uskuda statistilisse mehaanikasse, peab uskuma molekulidesse. Need mehed uskusid, Einstein uskus ja tõestas ka.

Kuid ometi ei hakanud ei Maxwell aga Boltzmann eraldi uurima iga hapniku või lämmastiku molekuli õhus, nii nagu meie tavaliselt ei tõtta poodi ostma sama raamatut, mis meile nõnda meeldis – et uurida, kas selles on ikka sama asi kirjas. Nemat võtsid kätte paberi ja panid kirja suurte arvudega asjade käitumise seadused ehk statistilise mehaanika.

See on võimaldanud kokku hoida üüratu rahasumma – selle asemel, et kõik molekulid üksikult ühele mõõta, saab nendega tegeleda hulgi, ja tulemused on küll teatava tõenäosusega, ent ometi usaldusväärsed. Kahjuks läks Boltzmann pärast Ühendriikides Berkeley's

peetud loenguid, kus teda pärast veini-kaupmehe juurde tee küsimist ja hulga veinipudelite varumist vaenama hakati, Euroopasse naastes 1906. aastal hulluks ja poos end üles ega saanudki teada Einsteini tõestusest.

Uut Einsteini pole loota, kuid on võimalik oodata uut Boltzmanni, kes eksoplaneetide statistika välja mõtleb ja kirja paneb, et hoida kokku raha, mida teadus vajaks näiteks depressiooni põhjuste väljaselgitamiseks. Vähemalt võiks uskuda Ernst Öpikut, kes hoiatas meid, et tähtede külastamine või külaliste ootamine teistest tähe maailmadest ei ole võimalik. „Meie, samuti nagu teiste planeedisüsteemide elanikud, olemes selles suhtes igaveseks isoleeritud,“ kirjutas ta 1974. aastal, mil tema ümber Ulsteris vihisesid kuulid, ta pea kohal aga lendas hulk tehiskaaslast, mille võimalikkuse ta oli juba enne bolševike riigipööret välja arvutanud. Veel ilmekamalt ütles USA füüsik ja astronoom, nobelist Edward Purcell 1963. aastal: „Mõte rändamisest mööda Universumit kosmoselae-vades – välja arvatud kohalikuks uuri-miseks ... läheb tagasi sinna, kust ta tuli, müslipakile.“

Võib-olla ei karistatud Anaxagorast ja Brunot siiski asjatult, vaid alateadlikust kabuhirmust rahaneelavate tähereiside ees. ●



## TEADUSE UNIVERSUM

„Teaduse universum“ on rubriik, kus teaduskirjanik Tiit Kändler kirjutab, kuidas teadus märkamatu moel on põimunud meie ajalukku ja tänapäeva.

# TALLINNA PAAS

## Kesk-Ordoviitsiumi sooja parasvöötme madalveeline lubisete

**463 miljonit aastat tagasi, Lasnamäe ja Uhaku eal, oli Baltika kontinent triivunud sooja parasvöötmesse ning asus umbes tänapäevase Austraalia kohal. Just seal ja siis kujunes Balti paleobasseinis algne lubisete, millest moodustus Tallinna paas – üks meie paremaid ehituskive.**

Tallinna paas on selgelt kihiline, plaatjas, kõva ja vähese savisisaldusega, ligi kuue meetri paksune paelasund. See paljandub Põhja-Eesti pank-rannikul järsaku ülemises osas Osmussaarest Sillamäeni. Tallinna pae igal kihil on mingi eripära, värvitoon ja paksus, millest on tulenenud ka kihi rakendusala. Murrutöölised on varasemal aegadel andnud igale kihile oma numברי ja nime, mida kasutatakse tänapäevani.

Tallinna paele on iseloomulik puhta lubjakivi (kihisüdame) ja mergli-kelmelise lubjakivi (sauekordade) vaheldumine, mille on põhjustanud kuivemate ja niiskemate kliimaperioodide kordumine. Nimelt kandus niiskemal perioodil naabruses olnud Sarmaatia mandrilt merre rohkem saviainet. Tallinna pae tsüklilise ehituse teiseks põhjuseks on olnud sagedased settimise katkestused, mis avalduvad katkestuspindadena (kokku ligi 80).

Settimise katkendlikkus viitab mere madalusele – niisugustes oludes põhjustavad ookeanipinna väikesedki kõikumised olulisi muutusi kesk-konnas, muu hulgas võis merepõhi ajutiselt või ka pikemaks ajaks suisa kuivaks jääda. Viimased uuringud lubavad järeldada, et settimine on toimunud mürdlainetuse võõndist kalda pool, varjatud šelfil, kus tormilainete murrutus mõjule ei pääse.

Tallinna pae põhistruktuur on peenedetriidiline, suuremaid skeletiosi leidub harva, sagedamini üksnes vahetult katkestuspinnal peal. Iseloomulikud on organismide rohked kaevumis- ja roomamisjäljed settes. Sellele paetüübile on eriomane püstakute täitematerjali selektiivne settimisjärgne dolomiidistumine ja sellest tulenev urbsus, mis porsumisel põhjustab hajusa peenpühustunud püriidi oksüdeerumise ja halli värvi asendumise roostepruuniga. Tulemuseks on ainult Tallinna paele omane pruunilaiguline muster, mis eriti ilmekalt tõuseb esile Kaarli kiriku seintes ja Tallinna ülikooli peahoone esimese korruse paest aknavahedest. ●



Tallinna pae plaatja kihi (tõenäoliselt Pealmise muldvalge, kiht 30) pealispind mudasööjate roomamisjälgedega, mis väliselt meenutavad kuivusilõhesid. Mis „ussidega” tegemist on olnud, ei oska teadlased arvata, aga jälgede sarnasus viitab, et need on olnud ühe liigi esindajad ja kindlasti pehme-kehalised.



Halli arssina (38. kihi) lihvitud horisontaalpind peajalgse (nautiliidi) kojaga. Kojas keskel on näha heledama settega täitunud toru, mis ühendab gaasikambreid. Peajalgse olid tolle aja parimad ujumad ja gaasikambri aitasid neil elukail pinnale tõusta ja põhja sukelduda. Pea- ja käsijalgsete ning trilobiidide purunenud kodadest moodustus kaaneliiv, mis oli tollase sette üks põhi-komponent.

### TALLINNA PAE LADEMED, KIHISTUD, KIHISTIKUD JA KIHID

| Lade     | Kihistu    | Kihistik  | Kihi number | Kihi nimi                              | Kihi paksus, cm |
|----------|------------|-----------|-------------|----------------------------------------|-----------------|
| UHAKU    | KÕRGEKALDA | KOLJALA   | 1           | Nutu*                                  | 15              |
|          |            |           | 2           | Hakantkirju                            | 15              |
|          |            |           | 3           | Topeltkirju                            | 17              |
|          |            |           | 4           | Kollane lõug                           | 15              |
|          |            |           | 5           | Ratsatäkk                              | 12,5            |
|          |            |           | 6           | Papa                                   | 7               |
|          |            |           | 7           | Mamma                                  | 15              |
|          |            |           | 8           | Tussualune (Mapa)                      | 14              |
|          |            |           | 9           | Tõusandus                              | 23              |
|          |            |           | 10          | Karvakord (dekoratiivkivi)             | 7               |
|          |            |           | 11          | Reinukord                              | 18              |
|          |            |           | 12          | Seitsmetolline                         | 18              |
|          |            |           | 13          | Laksupealne                            | 15              |
|          |            |           | 14          | Laksu (dekoratiivkivi)                 | 24–25           |
|          |            |           | 15          | Nahakord I                             | 6–7             |
|          |            |           | 16          | Tulikord                               | 14–16           |
|          |            |           | 17          | Nahakord II                            | 12              |
|          |            |           | 18          | Mädakord                               | 12              |
|          |            |           | 19          | Nõtku                                  | 10              |
|          |            |           | 20          | Rabandus                               | 11–12           |
|          |            |           | 21          | Lõhkumine                              | 15              |
|          |            |           | 22          | Paks hall                              | 27              |
|          |            |           | 23          | Kirjukord (dekoratiivkivi)             | 17–19           |
|          |            |           | 24          | Trepp (astmekivi)                      | 20–22           |
|          |            |           | 25          | Viene                                  | 16–19           |
|          |            |           | 26          | Neljane                                | 9–10            |
|          |            |           | 27          | Pealmine nahakord                      | 3–5             |
|          |            |           | 28          | Tige seitsmene                         | 17–18           |
|          |            |           | 29          | Alumine nahakord                       | 4               |
|          |            |           | 30          | Pealmine muldvalge (parim seinakivi)   | 30              |
|          |            |           | 31          | Alumine muldvalge (parim seinakivi)    | 20              |
| VÄO      | KOSTVERE   | KASSIKORD | 32          | Kassikord (müürikivi)                  | 30–31           |
|          |            |           | 33          | Lutt (müürikivi)                       | 20–21           |
|          |            |           | 34          | Laksu-punane (dekoratiivkivi)          | 18–20           |
|          |            |           | 35          | Kirjukärn (dekoratiivkivi)             | 21–22           |
|          |            |           | 36          | Trepp-kalk (dekoratiivkivi)            | 20              |
|          |            |           | 37          | Saukord                                | 22              |
|          |            |           | 38          | Hall arssin (kõnniteeplaat)            | 9               |
|          |            |           | 39          | Valge arssin (kõnnitee- ja katteplaat) | 9               |
|          |            |           | 40          | Nahakord (Sajakordne)                  | 10–12           |
|          |            |           | 41          | Tulikord                               | 12              |
|          |            |           | 42          | Poriarssin (kõnniteeplaat)             | 9               |
|          |            |           | 43          | Poriarssina alune                      | 15              |
|          |            |           | 44          | Ristikord (rõngasristid, raidtahvlid)  | 10–11           |
|          |            |           | 45          | Nahakord                               | 6–7             |
|          |            |           | 46          | Raudsüda (paindekindlaime)             | 20–21           |
|          |            |           | 47          | Kuuetolline                            | 17–18           |
|          |            |           | 48          | Seitsmetolline                         | 20              |
|          |            |           | 49          | Neljane                                | 11–13           |
|          |            |           | 50          | Viene                                  | 9–10            |
|          |            |           | 51          | Pealmine põhjavalge                    | 17–19           |
|          |            |           | 52          | Alumine põhjavalge                     | 17–18           |
|          |            |           | 53          | Põhjatrepp (astmekivi)                 | 11–12           |
|          |            |           | 54          | Pealmine põhjapunane (dekoratiivkivi)  | 22              |
|          |            |           | 55          | Alumine põhjapunane (dekoratiivkivi)   | 16–17           |
| LASNAMÄE | PAE        | PUKISARV  | 56          | Pukisarv                               | 22              |

\* müürikivi, kui pole märgitud teisiti

**Väo kihistu Kostivere  
kihistiku kõige  
dekoratiivsemate  
kihtide ristlõige  
Tallinnas Laagna  
teesüvis pae-  
seinas**



← Kostivere  
ja Pae  
kihistiku piir

Väo karjääri korrastatud loode-  
sein, mis iseloomustab hästi  
Tallinna pae plaatjat kihilisust ja  
lasundi tsüklilisust. Eriti ilmekalt  
on näha Pae kihistikku (tumedam)  
ja Kostivere kihistikku (heledam)  
piir ning ka Väo kihistu alumine  
piir. Murdmiskihid on hästi jälgi-  
tavad kogu Põhja-Eesti klindi  
ulatuses.

## TALLINNA PAE ULATUSLIKKU KASUTAMIST ON SOODUSTANUD MITMED ASJAOLUD

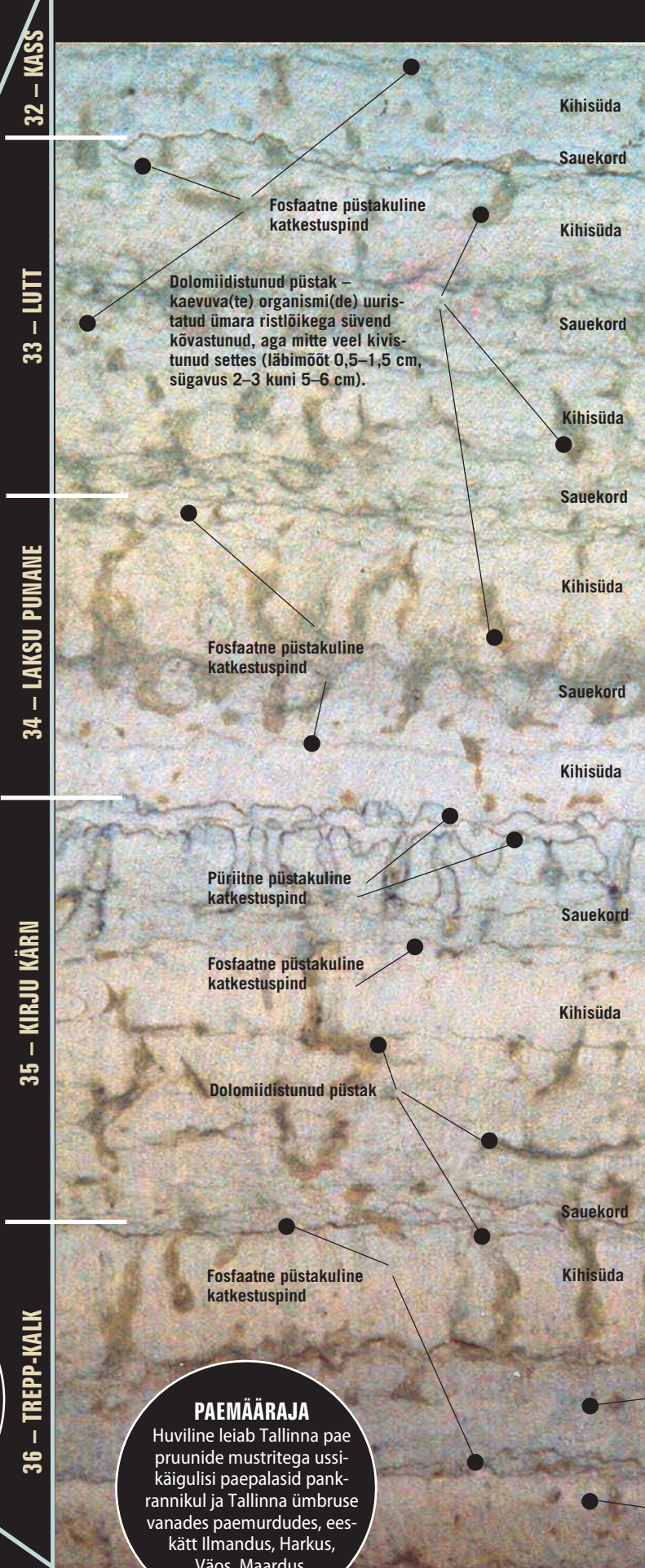
- Kihisüdamete marmori-lähedane kõvadus ja ilmas-tikukindlus
- Soodsad murdmistingimused sagedaste merglikelmeliste vahekihtide ja mitmesuunaliste vertikaalsete karstunud lõhede esinemise tõttu
- Hea kättesaadavus paeplatool

## VÄRVI ANNAVAD TALLINNA PAELE RAUAÜHENDID

götiit [FeO(OH)] – roostepruuni  
püriit (FeS<sub>2</sub>) – halli  
fosfaati sisaldav mineraal  
frankoliit – hele-kollakas-  
pruuni

## PAEMÄÄRAJA

Huviline leiab Tallinna pae  
pruunide mustritega ussi-  
käigulisi paepalasid pank-  
rannikul ja Tallinna ümbruse  
vanades paemurdudes, ees-  
kätt Ilmandus, Harkus,  
Väos. Maardus.



Huvitav on asjaolu, et Tallinna pae püstakute täidise dolomiidistumine on toiminud ümbris-kivimit mõjustamata; miks, ei oska teadlased veel seletada. Dolomiidistumine on tekitanud urbuse, mis võimaldab kivi-misse hapniku ligipääsu. See omakorda on põhjustanud hajusa pihustunud püüdi ( $\text{FeS}_2$ ) oksüdeerumise gōitiidiks [ $\text{FeO}(\text{OH})$ ] ja täidiskivimi halli värvuse muutumise rooste-pruuniks. Niisugune dekoratiivne mustrilisus rõhutab Tallinna paest ehitiste omanõolisust, mille üheks parimaks näiteks on Kaarli kirik Tallinnas Tõnismäel.



**Laksu punane Tallinna  
Tõnismäe polikliiniku  
lõunaseinas. Alumises Laksu  
punase reas on paekiht  
pea peale pööratud.**

Mergel/lubjakivi tsüklite arv Tallinna paes ulatub 80-ni. Tsükli/kihi paksus kõigub 9–30 cm vahel. See sobib hästi Milankovići Maa orbiitaaltsüklite kestusega 20 000 aastat. Nende minisüklite grupeerumisel moodustuvad kõrgema astme tsüklid kestusega ligi 100 000 aastat. Sellest võiks järeldada, et Tallinna pae tekkeae kestis ligikaudu pool miljoni aastat, mis hästi sobib viimaste absoluutse aja määrangutega ligikaudu 463 miljoni aastat tagasi Kesk-Ordoviitsiumis. Tallinna paas on moodustunud umbes 5 miljoni aastat hiljem kui eelmises numbris jutuks olnud glaukoniiptaas.

## Sauekord – merglikelmeline lubjakivi

## Kihisüda on puhas lubjakivi, reeglina kihi keskel

**AUTORITEST**

**REIN EINASTO**, Tallinna Tehnikakõrgkooli professor, Paevana.  
**AAT SARV**, Tallinna Tehnikakõrgkooli assistent, geoturismi magister.



FOTOD: ESTCUBE'I MESKOND

Kõige esimene ESTCube'ilt saadud pilt.

MART NOORMA

# MEIE KOSMOSEKUUBIKU AASTA

## 7. mail 2013. aastal algas Eesti esimese satelliidi ESTCube-1 kosmiline teekond. Ülipositiivses meeleolus alanud missioonist loodeti kiireid tulemusi juba esimestel kuudel ja meeskonnale tundus, et magamata ööd on seljataga. Tegelikkus aga jätkus nagu sõit ameerika mägedel ning võitlus elektrilise päikesepurje tuleviku nimel on otsustavasse faasi alles jõudmas.

**A**asta tagasi ilmus Eesti kosmoseriigiks saamisele pühendatud Horisondi maikuu numbris artikkel „Eesti satelliidi lood“, mis võttis kokku satelliidiehitajate pingutused ja seiklused projekti algusest 2008. aastal kuni ajaloolise stardihetkeni mais 2013. Kosmosemissiooni esimehe aasta on toonud hulgaliselt uusi seni rääkimata lugusid.

### Võitlus loodusjõududega algab

Muidugi me teadsime, et Eesti esimest satelliiti ootab ees karm võitlus loodusjõududega. Sellepärast ju peetaksegi kosmosetehnoloogiat nii keeruliseks. Kaitseks raskete kosmiliste tingimuste vastu on enamik ESTCube-1 elektroonikat dubleeritud ning tarkvara tehtud võimalikult veakindlaks. Kuid esimese vingerpussi mängis loodus meile ootamatult varakult.

Kanderaketi Vega start ESTCube'iga pardal oli planeeritud 2013. aasta 4. mai varahommikule kell 5.06. Meeskonna liikmed Silver Lätt, Erik Kulu, Paul Liias, Viljo Allik ja Jouni Envall koos tudengisatelliidist dokumentaalfilmi vantava Madis Ligemaga olid mõned päevad varem sõitnud Prantsuse Guajaanasse, et seal stardiga seotud ootamatusteks valmis olla.

Kodune tiim oli valves satelliidi juhtimiskeskuses Tartu Observatooriumis Tõraveres. Kuna kanderaketi loonud kosmosefirma Arianespace tegi stardist otseülekande, siis olid lisaks estkuubiklastele ilmselt ka paljud teised eestimaalased öösel üleval ning jälgisid kosmoseriigi kodanikeks saamist. Ka peaaegu kõik Eesti uudistekanalid olid varasele kellaajale vaatamata kohal. Jälgisime koos ekraanilt aega stardini, kui järsku, 20 minutit enne starti, ajalugemine peatus. Mis toimub? Euroopa Kosmose-

agentuur ega Arianespace ei andnud mingit infot, kuid mõned minutid hiljem saime telefonikõne Silver Lätilt kosmoseoperatsioonide juhtimiskeskusest Kouroust, kes teatas, et start on vähemalt kaheks päevaks edasi lükatud tugevate tuulte tõttu atmosfääri ülakihtides. Peagi järgnes ka ametlik teade ning me läksime pettunult laiali.

Kogu meeskonna südamed võitis aga ajalehe Postimees toimetuse, kes, erinevalt ülejäänud trükiajakirjandusest, oli võtnud riski ja 4. mai Postimehes suurelt ESTCube-1 stardist kirjutas (lehe trükkimineku ajaks polnud ju veel teada, et start jääb ära). Tänutäheks andsime hiljem just neile avaldamiseks esimese ESTCube'i kosmoses tehtud foto.

Varsti aga saime aru, et looduse pirtsutamine tegi meile hoopis teene – meedia huvi satelliidi stardi vastu kasvas tohutult. Mingil põhjusel jätkas ESA vaikimispoliitikat ning meie, saades olukorra kohta Silver Lätilt operatiivset infot, andsime välja mitu pressiteadet päevas. Need haarasid lennult mitte ainult Eesti, vaid kogu maailma meediakanalid, kes Vega eksperimentaalse lennuga seonduvat jälgisid. Nii sai Eesti esimene satelliit ootamatult kuulsaks. Põnevust keris võidujooks ajaga – kui Vega poleks saanud startida nädala jooksul, oleks see tulnud uuesti hoolduseks lahti monteerida ja start oleks mitu kuud edasi lükkunud.

Nagu teada, startis Vega edukalt teisel katsel 7. mail ja ESTCube-1 jõudis õnnelikult orbiidile. Silveri naasmisel Prantsuse Guajaanast aga saime teada, mis Kourou kosmosesadamas 4. mail tegelikult oli toimunud. Nimelt oli kosmoseagentuuri spetsialistidel juba mõnda aega varem teada, et tugev tuul ei luba kanderaketil star-

tida. Kuid mis teha erilennuga kohale toodud VIP-idega Euroopast ja Vietnast, kellele tuli kanderaketi starti näidata? Tehti nagu, et kõik on plaanipärane, ja mängiti stardiprotseduur läbi kuni peaaegu viimase hetkeni!

### Esimesed piiksud kosmosest

Esimese kontakti ootus oli meeskonnale väga põnev. Olime ju küll tegeleenud riskimaandamisega, rääkides, et juba satelliidi valmimisega said projekti hariduslikud eesmärgid täidetud, kuid meie endi jaoks oli tegemist siiski eksistentsiaalse küsimusega.

Kaks tundi pärast starti istusime siis juhtimiskeskuses ja ootasime signaali, kõigi Eesti uudisekanalite kaamerad ja mikrofonid meie reaktsiooni jälgimas. Kuna satelliit lülitas automaatselt oma raadio sisse juba mõnda aega enne Eesti kuulmisulatusse jõudmist, siis ootasime, et mõni välismaine raadioamatöör saab signaali enne meid kätte. Selleks puhuks oli ESTCube'i kodulehel spetsiaalne koht, kuhu vastuvõetud satelliidi signaali sisestada sai. Ja tuligi esimene kodulehelt sisestatud signaal. Hetkelise elevuse järel selgus, et keegi naljavend oli meiega öelat nalja teinud – kopeerinud ESTCube'i kodulehel oleva näidissignaali teksti ja selle meile saatnud.

Me ei jõudnud veel öieti kurjaks saadagi, kui tuli juba e-kiri Venemaalt – esimene raadioamatöör, noor arvutispetsialist Dmitri Paškov Ruzajevka linnast, oli väidetavalt ESTCube-1 signaali vastu võtnud. Saadud signaali salvestus oli siiski poolik ning täit kindlust ei andnud. Tõeline rõõmuhetk saabus siis, kui satelliidi maajaama juht Tõnis Eenmäe kaamerate ees otse satelliidilt vastuvõetud morsesignaali tõlkides ütles meie jaoks

## Ilmselt just eriti tugeva kosmilise kiirguse mõjul, kuid võib-olla ka mõnel muul põhjusel, langes satelliidi päikesepaneelide elektritootlikkus esimese kuuga ligi 50 protsenti.

ajaloolised sõnad: „On ESTCube-1.” Ilmselt paljudele meie tiimist jääb see üheks õnnelikumaks mälestuseks kogu eluks.

Dmitri aga sai kuulsaks – meie pressiteade tema saavutusest levis kiirelt üle venekeelse inforuumi. Aktuaalse Kaamera õhtused uudised tegid temaga otseintervjuu. Meie saatsime Dmitrile ESTCube-1 margi ja Horisoni numbri, kus tema pilt sees, ning ta elab siamaani tudengisatelliidi tiimi saavutustele Facebooki vahendusel aktiivselt kaasa.

### Kahepoolne side või missiooni lõpp

Kuid meeskond ei saanud rahulikuks röömustamist endale kauaks lubada. Teadsime küll, et nii maajaama kui satelliidi tarkvaras on vaja teha kiireid täiendusi ja parandusi, kuid koos esimeste majakasignaalidega selgus, et missiooni saatus ripub juuksekarva otsas. Elektrisüsteemi arendust juhtinud Tartu Ülikooli füüsikadoktorant Mihkel Pajusalu meenutab 2013. aasta ärevat mai algust niimoodi: „Mai algus, nii enne kui pärast starti, oli väga kriitiline aeg, ja sellepärast polnud mitmel meeskonnaliikmel lubatud Kourousse starti vaadata minna – see ei oleks võimaldanud neil operatiivselt satelliidiga toimuvale reageerida. Ettenägelikkusest oligi kasu. Ohtlik olukord tekkis esimestel töötundidel, kui avastasime tarkvaralise vea, mis mõne tunniga pärast kahepoolse side algust – vastav süsteem pidi satelliidil automaatselt käivituma 9. mail – oleks ESTCube'i akud nii tühjaks kulutanud, et see satelliidile saatuslikuks oleks võinud saada. Kaks päeva valmistasime meeleu tempoga ette vajalikku tarkvarauuendust. See värk oli kohati nii karm, et lausa mäluaugud tekkisid. Aeg enne esimese tarkvarauuenduse ülessaamist oligi minu arust kõige



VILJO ALLIK / TARTU OBSERVATOORIUM

Arendused ei toimunud ainult satelliidi pardal – missioonijuhtimiskeskus Tartu Observatooriumis täienes 2013. aasta sügisel Euroopa tõukefondide toel kahe uue antennisüsteemi võrra.

ärevam hetk kogu stardikampaania juures. Kuid kõik lahenes hästi.”

Uus ehmatus tabas meeskonda, kui 13. mai öösel kahepoolne side satelliidiga katkes. Mingil põhjusel tekkis konflikt satelliidi side- ja elektrisüsteemi vahel. Kulus ligi 24 tundi, enne kui kriisilahendajad Mihkel Pajusalu ja Henri Kuuste koos kaastega probleemi olemuses ja võimalikes lahendustes selgusele jõudsid. Lõpuks reageeris ESTCube-1 siiski taaskäivituskäsule ning kahepoolne side taastus.

### Tervitused Päikeselt

ESTCube-1 missioon algas väga raskelt. Päike otsustas tervitada Eesti esimest kosmoselaeva üle mitme aasta tugevamate X-klassi päikesepursetega, millest lähtuv kiirgus on ka suuri satelliite hävitanud. ESTCube-1

pidas aga vapralt vastu. Ilmselt just eriti tugeva kosmilise kiirguse mõjul, kuid võib-olla ka mõnel muul põhjusel, langes satelliidi päikesepaneelide elektritootlikkus esimese kuuga ligi 50 protsenti. Streikisid kaks pöörlemisandurit ning üks pardaarvuti mäludest. Kuid ESTCube-1 on ettenägelikult varustatud nelja pöörlemisanduri ning mitme mäluga ja jällegi sai Eesti tudengite ettenägelikkus loodusjõudude pingutustest võitu. Satelliit on võimeline kõik oma missiooni eesmärgid täitma ka siis, kui elektritootmine langeb 10 protsendi tasemele, ja õnneks, pärast esimest ehmatus, on päikesepaneelide degradeerumine oluliselt aeglustunud.

Hiljem on Päike meid X-klassi pursetega veel korduvalt tervitanud, kuid senise kogemuse põhjal peaks ESTCube-1 vähemalt mitu aastat edukalt loodusjõudude rünnakutele vastu pidama.

### Kõige ilusam kosmosefoto

Nädal pärast starti olime jälle ootusärevuse tipus – oli aeg teha satelliidi pardakaamera esimese foto. Kõik senised pildid, mida ESTCube'iga samas suurusklassis olevad satelliidid kosmoses teinud olid, jäid oma kvaliteedi poolest üsna tagasihoidlikeks. Arvasime, et rasked kosmilised tingimused mõjutavad iga kaamerat ning ootused ESTCube-1 esimese pildi suhtes ei olnud väga kõrged. ESTCube-1 kaamerasüsteem on meie tudengite endi loodud, tiimi juhtis Tartu Ülikooli arvutitehnika tudeng Henri Kuuste.

Esimese pildi allalaadimine kosmosest võttis üle viie päeva aega. Tehniliselt saadetakse pildid väikeste tükide kaupa, alla poole ühe rea pikslistest korraga. Samas oli satelliidi elektrisüsteem juba mitu korda trikitanud ning mitu korda pardaarvutit taaskäivitanud – sealjuures kustus ka piltide info kaamera mälust. Nii jälgisime kogu meeskonnaga pinevalt pildi ridahaaval tekkimist ning hoidsime põialt, et pilt enne järgmist taaskäivitust tervenisti kohale jõuaks.

Pilt jõudis kohale ning sellest sai

**Esimese pildi allalaadimine kosmosest võttis üle viie päeva aega.**

Postimehe 21. mai numbri esikaane-foto. See oli uskumatult ilus – keegi meist polnud varem näinud ühtegi nii kvaliteetset nanosatelliidi kosmoses tehtud pilti. Facebookis kogus see rekordilise meeldimiste ja jagamiste arvu, millest mõistsime, kui palju inimesi tegelikult ESTCube'i lennule kaasa elab. Samuti kinnitas see teaduse visualiseerimise olulisust, sest üks pilt kosmosest ütleb rohkem kui kogu jutt missiooni edust kokku.

Praeguseks on ESTCube-1 teinud kosmoses ligi kakssada kaunist fotot. Kuid kosmilised tingimused on jätnud oma jälje – kaamera optika degradeerub vähehaaval. Ilmselt on nõrgemaks lülits kaamerasüsteemis sensorite ees olevad värvifiltrid. Õnneks on kuubikul ka siin ressursi rohkem kui hädavajalik, ning senise kogemuse alusel võiks ESTCube-1 veel mitu aastat ilupiltide tegemist jätkata.

Eesti esimese satelliidi pardakaameral on ka oma diplomaatiline roll. Paljud fotod on tehtud riikidest, kus meil on kolleege ja sõpru. Nende kodumaast tehtud pildid on alati toredaks üllatuseks. Kas sina tahad tervitada oma sõpra eksklusiivse kin-gitusega? Telli ESTCube'lt oma sõbra kodukandist tehtud kosmosefoto.

### Agressiivne kosmoseprügi

Kolm kuud pärast starti selgus, et loodusjõud pole ainsad vaenlased, millega vapper kosmosekuubik rinda peab pistma. 31. juuli hilisõhtul sai-me e-kirja Ameerika Ühendriikide ühendatud kosmoseoperatsioonide juhtimiskeskusest Vandenbergi õhujõudude baasist Californias. Ametlikus vormis teatati, et 2. augusti varahommikul ootab ESTCube'i ees ohtlik lähenemine kosmoseprügi osakesele NORAD-i katalooginumbriga SCC# 36441. Esimese ehmatus järel otsustasime, et mitte meie üksinda ei pea muretsema, vaid ka kogu Eesti rahval peaks olema võimalus oma satelliidile kaasa elada. Olukorra tegi emotsionaalselt hullemaks see, et väidetavalt oli vaid kaks kuud varem Ecuadori esimene satelliit Pegaso just sarnases katastroofis hävinud.

Et inimesed paremini aru saaksid, mida tähendavad kosmilistel kiirus-tel toimuvad kokkupõrked, pakku-sime välja võrdluse – ähvardav kon-taktis vabanev energia oleks võrrel-dav sellega, kui seisaksite mahalask-miskomando ees ja saaksite korraga pihta 12 000 püssikuuliga.

Seekord läks kõik õnneks. Samuti järgmised viis korda – just nii palju oleme saanud tänaseks hoiatusi oht-

like lähenemiste kohta. Huvitaval kombel pärinevad kõik meie vaprast kosmosekuubikut ähvardanud prü-gid tuntud katastroofidest – sidesatel-liidi Iridium 33 ja Vene militaarside-satelliidi Kosmos 2251 kokkupõrkest 2009. aastal ning meteoroloogiasatel-liidist FY-1C, mille hiinlased 2007. aastal satelliidihävitusraketiga purus-tasid. Peaaegu kõik kokkupõrkeohud on Arktika või Antarktika kohal, sest seal löikuvad kõigi polaarorbiitidel lendavate objektide trajektoorid.

### ESTCube-1 õpib lendama

Põnevate uudiste taustal on kogu aasta Tartu Observatooriumi ja Tartu Ülikooli laborites toimunud pidev arendustöö. ESTCube-1 lendas orbiidile minimaalse tarkvaraga. Selleks oli kolm põhjust. Esiteks turvalisus – mida lihtsam tarkvara, seda väiksem on tõenäosus, et midagi selles valesti saab minna. Teiseks lihtsalt ajapuudus – nihutati ju satelliidi starti esialgsest plaanist ligi pool aastat varasemaks. Kolmandaks aga see, et satelliidi toimimist kaaluta olekus on Maa peal peaaegu võimatu simuleerida ning seepärast oli meie tudengimees-konnal ka väga raske oma esimese satelliidi puhul kõiki olukordi täpselt ette näha.

## Kuidas satelliit ümber maakera tiirleb

ESTCube-1 tiirleb ümber Maa 670 km kõrgusel ringikujulisel polaarorbiidil.

1

Satelliit tiirleb ühel tasandil ümber maakera, maakera aga pöörleb pidevalt.

2

Maa peale projitseeritud satelliidi trajektoor näeb seega välja niiviisi.

3

Tasapinnalisel maakaardil näeb sama satelliidi trajektoor välja niiviisi.

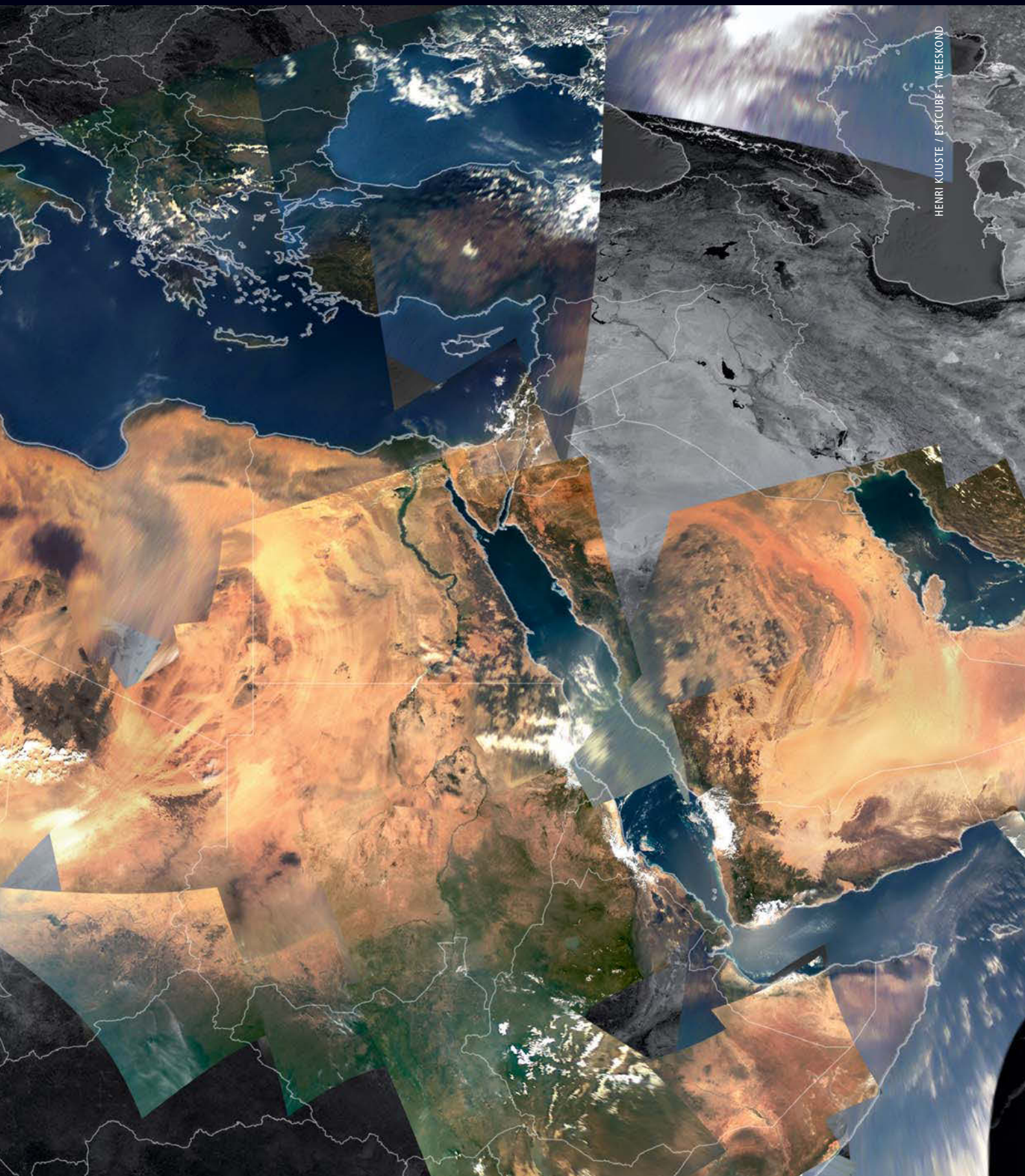
Allikas: Erik Kulu ja Mart Noorma

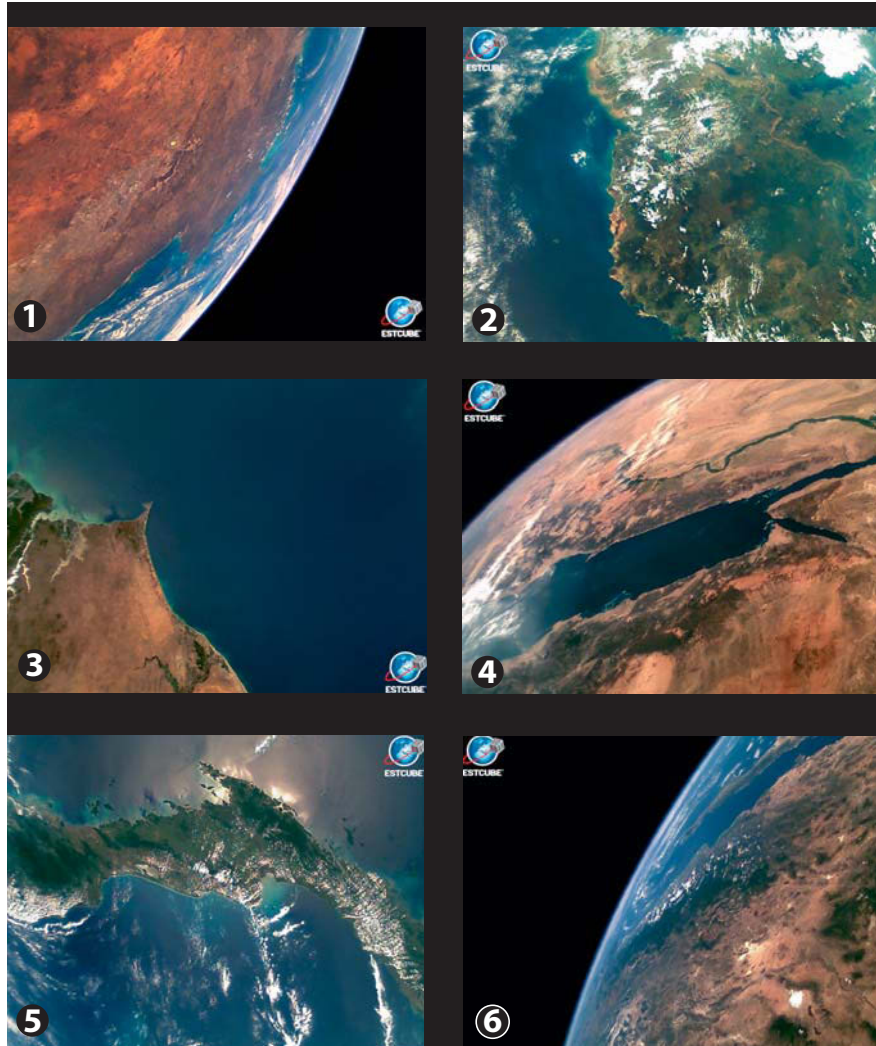
© PNS Infograafika / Kaarel Damian Tamre

Eestist saab satelliidiga raadiosidet pidada siis, kui see satub meile lähemale kui 3000 km. Seda juhtub keskmiselt 7 korda ööpäevas. Kus ESTCube-1 praegu asub? Vaata [www.estcube.eu/tracker!](http://www.estcube.eu/tracker!)



Kollaaž Vahemerest ja Põhja-Aafrikast fotodest, mille teinud ESTCube-1.  
Taustaks on kasutatud NASA Blue Marble'i kaarti.





## ESTCUBE-1 MAATEADUSLIK VIKTORIIN

**Pane proovile oma geograafiateadmised ja võida ESTCube-1 tiimi T-särk ning külastus Tartu Observatooriumi kosmoselaboritesse!**

Horisondi palvel valis ESTCube-1 operatsioonide juht, TÜ füüsikamagistrant Erik Kulu ESTCube-1 poolt aasta jooksul tehtud ligi 200 kosmilisest fotost välja kuus põnevat pilti. „Valisin Horisondi lugejatele need pildid huvitava kompositsiooni ja värvide pärast. Samuti jälgisin, et igal pildil oleks tasakaalus kergemini või siis veidi raskemalt ära tuntavaid maamärke. Objektide suuruste hindamisel arvestage, et otse alla vaadates vastab ühele pildi punktile Maal umbes üks kilomeeter; kui kaamera vaatab horisondi poole, siis on ka pikslile vastav vahemaa loomulikult suurem,” ütles Erik ise oma valiku kohta.

**VIKTORIINIL OSALEMISEKS** arvake ära, millisest piirkonnast või riigist need kuus fotot tehtud on ja saatke oma vastus e-mailile [viktoriin@estcube.eu](mailto:viktoriin@estcube.eu). Kõigi hiljemalt 30. juuniks saadetud vastuste vahel loosime välja 3 võitjat, kes saavad ESTCube'i meeskonna T-särgi ning võimaluse tulla koos pere või sõpradega Tõraverre Tartu Observatooriumisse ESTCube'i sidejaama ning kosmosetehnoloogia laboreid külastama.

Kõige olulisem tarkvara osa – see, mis võimaldab Maalt raadio teel uut tarkvara kosmosesse satelliidi pardale saata – on aga töötanud laitmatult. Praeguseks on satelliidile tehtud 20 tarkvarauuendust ning kõik on ka edukalt tööle läinud. Turvalisuse mõttes katsetatakse kõiki uuendusi enne üleslaadimist satelliidi maa-pealse mudelil Tartu Observatooriumi kosmosetehnoloogia laboris.

Üheks keerulisemaks tarkvara osaks on satelliidi asendi juhtimise süsteem – ESTCube-1 arvutab oma asendit 12 päikesesensori, 4 pöörlemisensori ja 2 magnetomeetri andmete põhjal. Esimeseks suureks läbimurdeks, milleni juhtimissüsteemi meeskond Tartu Ülikooli füüsikadoktorandi Andris Slavinskise juhtimisel 2014. aasta jaanuariks jõudis, oligi õpetada ESTCube-1 ise oma suunda ja asukohta arvutama. Satelliidi arvutusi kontrolliti pardakaameraga – fotode alusel saab samuti satelliidi suunda arvutada.

Järgmiseks sammuks jäi satelliidi pöörlemine elektromagnetite abil oma kontrolli alla saada. See on viimaseks vältimatuks sammuks enne, kui ESTCube-1 saab asuda elektrilise päikesepurje juheta välja kerima.

Kuid juba üsna varsti sai meeskonnale selgeks, et ESTCube-1 ei käitu kosmoses ootuspäraselt – satelliit pöörles veidralt. Pärast seda, kui ESTCube-1 oli õpetatud oma suunast aru saama, saabus ka selgus pöörlemise osas – satelliit tundub käituvat Maa magnetväljas nagu püsimagnet, nagu kompassinõel. Kui satelliiti elektromagnetite abil kiiremini või aeglasemalt pöörlema sundida, siis elektromagnetite väljalülitamisel taastub kiiresti algne pöörlemine. Arvutused näitasid, et ESTCube-1 käitumist saaks selgitada püsimagnetväljaga, mille mõju oleks võrreldav elektromagnetite tekitatud väljaga.

Üheks võimalikuks selgituseks on magnetuvad detailid satelliidi pardal – akude korpused, mõned väiksemad kruvid ja neli pikka polti, mis satelliidi nurkades kõiki trükkplaate koos hoiavad. Meeskond oli varemgi teadlik magneetuvate materjalide kasutamisega seotud ohtudest. Kuid satelliidi kokkumonteerimise ajal ei õnnestunud plaanitud titaanist polte muretseda ning need tuli asendada teraspoltidega.

Seega oli olukord nagu Apollo 13 missioonil – nüüd maksis vaid leid-

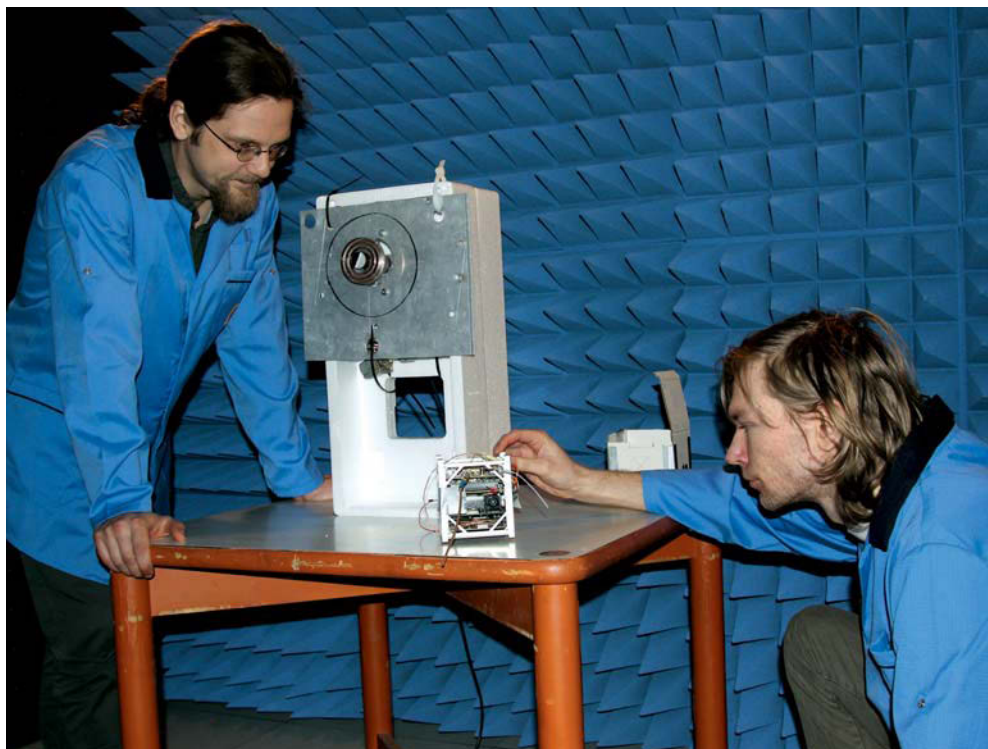
## ESTCube-1 missiooni viimase eksperimendi, elektrilise päikesepurje juhtme välja kerimise algus sõltub nüüd meeskonna otsusest.

likkus, sest varem valmis mõeldud lahendused satelliidi pöörlemapaneleks ei toiminud.

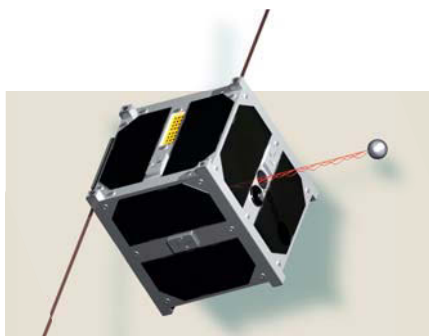
Täna on tudengite tiim saavutanud olulisi läbimurdeid nii satelliidi reaalse liikumise mõistmisel kui ka juhtimisel. ESTCube-1 on võimeline ennast juba edukalt pöörata. Töestuseks on seeria värskeid fotosid Eestist – satelliidi loomuliku käitumise korral ei pöördunud kaamera peaaegu kunagi Eesti lähedal Maa poole.

ESTCube-1 missiooni viimase eksperimendi, elektrilise päikesepurje juhtme välja kerimise algus sõltub nüüd meeskonna otsusest. Põhimõt-

VILJO ALLIK / TARTU OBSERVATOORIUM



TÜ arvutitehnika magistrant Indrek Sünter ja rakendusliku mõõteteaduse magistrant Kaspars Laizans valmistavad Tartu Observatooriumi uues kosmosetehnoloogia laboris mõõtmisteks ESTCube-1 koopiaga, et leida selgitusi kosmosest saadud mõõtetulemustele. Aprill 2014.



### ESTCUBE'i AASTA NUMBRITES

8700 tundi edukat tööd kosmoses

5600 tiiru ümber Maa

2500 sideseanssi maaga

236 miljonit läbitud kilomeetrit

174 kosmilist fotot

56 esinemist koolides ja üritustel

20 tarkvarauuendust

12 teaduslikku artiklit

3 loodud idufirmat

teliselt ollakse valmis ESTCube'i vajalik suunas pöörlema panema, kuid mida rohkem eelnevalt ESTCube'iga pöörlemisharjutusi tehakse, seda suurem on edu tõenäosus. Katseid on ainult üks – teist võimalust enam ei anta, sest juheta tagasi satelliidile kerida pole võimalik.

### Meie kosmosekuubik

Viimase aasta jooksul on ESTCube-1 muutunud paljudele Eesti inimestele lähedaseks. Igas seltskonnas, kuhu satelliidiehitajad satuvad, uuritakse neilt meie satelliidi käekäigu kohta. Minu juurde on astunud inimesed ka lihtsalt poes või tänaval ja küsimus on alati üks – kuidas meie kuubikul kosmoses läheb. Ja vastuski on alati sama – täna küsimast, tal läheb hästi, kui teie talle ikka kaasa elate. Ka tänavu 7. mail piiksus ESTCube-1 kosmosest oma esimest sünnipäevatervitust: „Tere, Eesti ja sõbrad! Olen teie kosmoselaev ESTCube-1. Minuga on kõik hästi ja annan endast parima, et saaksite minu üle uhkust tunda.“ On ju Eesti esimese satelliidi ESTCube-1 missiooni kõige tähtsamaks eesmärgiks ikkagi tuua rõõmu Eesti inimestele.

Oma kosmosekuubiku tegemistele ja peatselt algavale päikesepurje välja kerimisele aga saavad kõik inimesed kaasa elada Facebookis ([www.facebook.com/estcube](http://www.facebook.com/estcube)) või satelliidiehitajate foorumis ([confluence.tudengisatelliit.ut.ee:8080/](http://confluence.tudengisatelliit.ut.ee:8080/)). ●

### AUTORIST

MART NOORMA (1973) on Eesti tudengisatelliidi-programmi ESTCube-1 käivitaja ja üks eestvedajaid. Lõpetanud Tartu 3. Keskkooli ja õppinud aastatel 1991–2000 Tartu Ülikoolis füüsikat. Siirdunud seejärel Helsingi tehnikülikooli, kus väitles end Erkki Ikoneni juhendamisel 2002. aastal magistriks ning 2005. aastal optilise metroloogia alal ka doktoriks. Töötanud aastail 2005–2006 külalis-teenurina USA-s rahvuslikus standardite ja tehnoloogia instituudis (National Institute of Standards and Technology, NIST). Alates 2008. aastast Tartu Observatooriumi erakorraline vanemteenur, Tartu Ülikooli õppimise ja õpetamise arenduskeskuse juhataja ning loodus- ja tehnoloogiategaduskonna füüsika instituudis optilise metroloogia dotsent, lisaks loodus- ja tehnoloogiategaduskonna õppeprodekaan ning kosmos- ja militaar tehnoloogia töörühma juht, kes nõustab Eesti tudengisatelliidi-programmi raames ESTCube-1 ehitamist. Pälvinud arvukalt tunnustusi teaduse populariseerijana, muu hulgas kuulutati 2013. aastal Postimehe aasta inimeseks.



FOTOD: VALLO KRUUSER

# UUED TUULED ÕIGUSTEADUSES

INTERVJU

**Professor Katrin Nyman-Metcalf on õigusteadlane. Harjumuspäraselt mõtleme juristide peale siis, kui on vaja ajada perekonnaasju, lahendada pärimisvaidlusi, midagi tõendada, keegi on kuriteo korda saatnud. Seega – perekonnaõigus, kriminaalõigus jne. Nii on olnud aastasadu. Seoses üleilmastumise räägitakse järjest sagedamini riikidevahelistest kokkulepetest ehk rahvusvahelisest õigusest. Samas pole sõlmitud ühtegi üleilmset kokkulepet, mis kehtiks üle kogu maailma, mistõttu ei maksa üllatuda, kui mõni riik saab asjades aru teistmoodi kui teised. Ta pole neid kokkuleppeid ju kunagi tunnistanudki. Aga niisuguste ühisarusaamade ja regulatsioonide poole püüeldakse. Tehnoloogia arenedes on hakatud reguleerima ka uusi valdkondi nagu meedia, IT, internet ja telekommunikatsioon, e-valitsemine, tegevus ilmaruumis – moodsa aja asju, mis just nagu ei kuulugi kellelegi. Kokkuleppeid selle kohta, kuidas neis toimetada, on ometigi vaja. Kas seadusandlus jõuab tehnilise arenguga kaasas käia?**

**Tallinna Tehnikaülikooli õiguse instituudis veab sellealast tööd ja õpet professor Katrin Nyman-Metcalf, keda küsitles Toomas Tiivel.**

## **Kuidas Teie pere Rootsi sattus?**

Vanavanemad põgenesid 1944. aastal Rootsi. Minu vanemad olid siis alles lapsed ja tutvusid hiljem Rootsis, Eesti pagulasorganisatsioonide kaudu. Põgenemise põhjused ja olud olid peredel veidi erinevad: isapoolne vanavanaisa oli eestirootslane, tänu millele oli neil lihtsam 1944. aasta suvel Rootsi pääseda. Peamine lahkumise põhjus oli kartus, et pojad (mu isa ja ta kaks venda) mobiliseeritakse – nad olid just parajas vanuses. Nagu paljud, arvasid ka mu vanavanemad, et pagulus on lühike ja peatselt pöörduakse koju tagasi. Mu isapoolne vanaisa ei aktsepteerinud kunagi majast ja maast ilmajäämist ning kirjutas isegi Nõukogude ajal mitmeid kirju, et kinnitada omandit oma ehitatud majale Kuivajõe, Kose-Uuemõisas. Ema perekond pidi põgenema dramaatilises olukorras, väikese paadiga läbi sügistormi. Emapoolse vanaisa töö Virumaa maavalitsuses oli selline, et teda ja ta perekonda oodanuks venelaste tagasitulekul kindlasti küüditamine.

Minu sündides olid mu vanemad paarkümmend aastat Rootsis elanud, aga kasvasin täiesti eestikeelses ja -meelses perekonnas. Ei oska ette kujutada, et oleksime kodus rääkinud rootsi keelt või jälginud rootsi traditsioone. Ma ei ole ennast kunagi rootslasena tundnud, mul ei ole juba kaua enam Rootsi passi. Kolisin Rootsist ära ammu enne seda, kui 2004. aastal Eestisse asusin – olen jõudnud elada veel mitmes riigis. Ega Rootsil midagi viga ei ole, aga see maa on hoopis teistsuguse mentaliteediga inimestele kui mina, Rootsi ja Eesti ühiskond on kaunis erinevad. Näiliselt paistavad need ehk sarnased, kuna paikneme lähestikku ja meid köidavad ajaloolised sidemed. Aga Rootsis on väga oluline turvalisus, mis tähendab, et riske ei võeta, keegi ei taha silma paista, otsuseid tehakse äärmiselt aeglaselt. Turvalisus ja homogeensus ei ole mind kunagi meelitanud.

## **Õppisite mainekas Uppsala ülikoolis. Miks juura? Mis selles võlus? Kuidas kujutasite ette oma tuleviku tööd?**

Kui oleksin osanud ette kujutada oma tänast tööd, oleksin sellest unistanud kohe õpingute alguses või isegi varem. Minu rahvusvaheline, väga vahelduv, tihti pingeline, aga alati põnev töö istub mulle täielikult. Ent mitmel töökohal ja mitmes riigis töötamine on kaunis ebatavaline ja oli seda veel enam siis, kui õpinguid alustasin.

SELLES NUMBRIS: KATRIN NYMAN-METCALF



Mind on alati huvitanud rahvusvaheline õigus. „Tavaline” juura, nagu näiteks perekonnaõigus või kriminaalõigus, mitte kunagi. Juura kui ala sobib mulle jätkuvalt, kuna naudin probleemide lahendamist. Ka meeldib mulle õigusteaduse filosoofilisem külg: miks peaksime midagi tegema, kes tohib keda ja kuidas käskida ja miks? Eriti huvitav on see just rahvusvahelises õiguses, kus puudub nii seadusandja kui ka täidesaatev jõud, ja peab katsuma muud moodi lahendusi leida.

Teisalt on mind alati huvitanud tehnoloogia. Veidi kaalusin ka inseneriks õppimist, aga olles koolis tugevam humanitaarainetes, valisin lihtsama tee. Juba magistritööst alates olen tegelenud teemadega, kus juura ja tehnoloogia kokku puutuvad. Magistritöö oli autotööstusest ja sellest, kuidas heitgaase puudutavad reeglid võivad põhjustada kaubandustörkeid. Doktoritöö valmis kosmoseõigusest. Mu peamine töö tänapäeval on seotud kommunikatsiooniõigusega – telekom, meedia ja e-valitsemine.

#### KATRIN MERIKE NYMAN-METCALF

- Sündinud 7. mail 1963. aastal Rootsis Stockholmis.
- Lõpetanud 1982. aastal Sigtuna gümnaasiumi ja 1986. aastal Uppsala ülikooli õigusteaduskonna juristina (rahvusvaheline ja Euroopa Liidu õigus).
- Kaitsnud 1999. aastal Uppsala ülikoolis doktoritöö teemal „Activities in Space – Appropriation or Use?” („Tegevus kosmoses – omandamine või kasutamine”).
- Töötanud aastail 1993–1997 Uppsala ülikooli õigusteaduskonnas; 1999–2001 Riia juriidilises kõrgkoolis; osalenud aastatel 2006–2009 Euroopa õpingute instituudi ülesehitamisel Thbilisi riikliku ülikooli juures; aastast 2000 Eestis Concordia Rahvusvahelises Ülikoolis, Audentese Ülikoolis ning Tallinna Tehnikaülikooli sotsiaalteaduskonnas; praegu TTÜ õiguse instituudi tehnoloogiaõiguse õppetooli juhataja ja professor.
- Pidanud loenguid kümnetes Euroopa, Aafrika, Aasia ja USA kõrgkoolides – näiteks USA-s Stanfordis, Lõuna-Aafrika Vabariigi Witwatersrandi ülikoolis, Palestiina Birzeiti ülikoolis.
- 2014. aasta algusest e-Riigi Akadeemia uuringute juht; uurinud inimõiguste arengut ning võitlust isiku- ja rahvusõiguste eest Eestis aastail 1918–1994, rahvusvahelise õiguse, eriti kosmoseõiguse ning kommunikatsiooniõiguse probleeme, EL-i õigust ning laienemist rahvusvahelise õiguse seisukohalt, Ida-Euroopa haldus-, sõnavabaduse ning meediaõiguse küsimusi ja e-riigi õiguslikke aspekte; avaldanud ligi poolsada teaduslikku artiklit.
- Töötanud eksperdina Bosnia ja Hertsegoviinas meedia-, telekommunikatsiooni, inimõiguste ja teiste seaduste koostamisel; konsulteerinud ühtekokku rohkem kui 43 riigis.
- Tegutseb aastast 2002 vabakutselise rahvusvahelise meedia- ja telekommunikatsiooniõiguse konsultandina.
- Eesti Inimõiguste Keskuse nõukogu esimees; Rootsi Eesti Teadusliku Seltsi liige, Eesti Naisüliõpilasseltsi Rootsi koondise liige.
- Räägib eesti, inglise, prantsuse, rootsi, hispaania, saksa keelt, algtasemel bosnia (serbohorvaadi) keelt ning õpib araabia keelt.

## Õpetate praegu TTÜ tudengeid. Kuidas on õigusteaduse õpetus võrreldes Teie õpinguaastatega muutunud?

Eks siin on nii erinevusi, mis tingitud ajast, kui ka neid, mis tingitud Rootsi ja Eesti erinevustest. Olen õpetanud ka Uppsalas, kui kirjutasin doktoritööd, ning Riias ja Gruusias. Üldiselt paistab, et üliõpilased on nüüd andekamad ja sihikindlamad – vähemalt juuratudengid. Minu õpinguaegadel oli tavaline tudeerida pikalt ja elada mõnusat (kuigi vaest) üliõpilaselu, elatades ennast lisatöödest.

Tänapäeva üliõpilastel on kindlasti vähem respekti professorite vastu. Mõnes mõttes on see hea: ma pooldan arutelu ja kriitilist mõtlemist akadeemilises maailmas. Aga kui esimese kursuse üliõpilased vaidlustavad, mis aineid neil vaja on, või kui üliõpilane nõuab lisaeksamit, sest kavatseb eksami ajal sõita puhkama, siis mõtled küll, et veidi rohkem aukartust ei oleks halb.

Sisuliselt on õigusteadus muutunud rahvusvahelisemaks, eriti Euroopa Liidu kaudu. Kui mina Rootsis 1980. aastate lõpus Euroopa Liidu õiguse üheks oma erialaks valisin, leidsid paljud, et see on vähesete entusiastidele, kes ihkavad välismaale tööle. Raske oli koguda kursuseks piisavalt inimesi. Pole siis ime, et astudes mõned aastad hiljem EL-i, ei olnud Rootsi eriti hästi ette valmistatud.

Veel üks suur muudatus on see, et tänapäeval ei saa õppida peaaegu ühtegi ala, õppimata vähemalt teatud määral ka teisi, seotud alasid. Näiteks vajab igaüks IT-alaseid teadmisi. Interdistsiplinaarsus on kindlasti palju suurem. Keegi ei kujuta enam ette, et teeb eluaeg ühte ja sama „kitsast“ asja. Aga kuigi õigusõpe on muutunud interdistsiplinaarsuse ja rahvusvahelisuse suunas, on vaja veelgi rohkem sinna poole liikuda. Kahjuks on juristid jätkuvalt liiga „konservatiivsed“.

Meie tehnoloogiaõiguse õppetool ja magistriõpe Tallinna Tehnikaülikoolis on samm avatuse ja innovaatilisuse poole. On hea meel tõdeda, et oleme hästi arenemas – sarnaseid õppetoole mitmel pool Euroopas alles luuakse.

## Olete enne tulekut Eestisse töötanud paljudes riikides – Rootsis, Suurbritannias, Bosnia ja Hertsegoviinas, Lätis, Austrias, Gruusias. Mida olete seal teinud?

Töötan jätkuvalt eri riikides – külastan umbes 25 riiki aastas. Kokku olen käinud 83 riigis ja rohkem kui kaks aastat elanud kuuel maal: Eestis, Rootsis, Inglismaal, Bosnias ja Hertsegoviinas, Lätis, Austrias. Pikemalt olen töötanud ka Gruusias, Palestiinas, Albaanias. Peamine põhjus – see meeldib mulle. Tihti küsitakse, kas ma sellest ei väsi, aga senini ei ole väsinud. Samas olen üha nõudlikum reisimise – lendude ja hotellide – mugavuse suhtes.

Täpsemad põhjused eri riikides töötamiseks on olnud erinevad. Osalen juba kaua eksperdina rahvusvahelistes projektides, peamiselt kommunikatsiooniõiguse alal. Viimasel ajal aina rohkem ka e-valitsemise teemal. Nõustan valitsusi, analüüsin seadusandlust või aitan selle kirjutamise juures, koolitan. Rahastajad on kas riigid ise või rahvusvahelised organisatsioonid, nagu Euroopa Liit, Euroopa Julge-

## Miks peaksime midagi tegema, kes tohib keda ja kuidas käskida ja miks? Eriti huvitav on see just rahvusvahelises õiguses, kus puudub nii seadusandja kui ka täidesaatev jõud, ning peab katsuma muud moodi lahendusi leida.

oleku- ja Koostööorganisatsioon OSCE või Maailmapank. Olles kord sellesse maailma sattunud, nõustunud igale poole sõitma ja tegema korraliku tööd, tuleb pakkumine pakkumise järele. Uusi huvitavaid projekte leida ei ole raske, pigem on raske valida, ja kahjuks peab paljust huvitavast ka ära ütleva. Kuna töötan nüüd nii Tallinna Tehnikaülikoolis kui ka e-Riigi Akadeemias, teen viimasel ajal veidi vähem muid projekte. Reisin vähem kui kümme aastat tagasi (näiteks Viini-perioodil kulus reisimisele rohkem kui pool mu ajast), aga paljudega võrreldes muidugi jätkuvalt rohkesti: umbes kolmandiku ajast.

Osa minu kolimisi on olnud tingitud pigem muudest asjaoludest. Inglismaale kolisin abikaasa pärast, kes oli inglase. Tema surmaga 1996. aastal oli seotud kolimine Bosniasse: vajasin midagi uut, et oleks jaksu edasi elada. Võimalus minna Sarajevosse, et ehitada seal üles kommunikatsiooni regulatsioon, oli just niisugune väljakutse. Tööd oli palju, olukord oli pingeline. Töö kõrvalt valmis doktoritöö.

Riiga läksin äsja avatud Riia juriidilisse kõrgkooli (Riga Graduate School of Law, RGSL). See oli vahetult pärast doktoritöö kaitsmist, kui tundsin, et tahan teha akadeemilist tööd. Samas adusin varsti, et parem oleks akadeemiline ja praktiline töö ühendada, ja ega ma ainult ühel töökohal, ühes paigas, ei oskagi olla. Kui siis paar aastat hiljem pakuti tööd ühe Austria konsultatsioonifirma juures, otsustasin selle vastu võtta. Viini jäin neljaks aastaks, sest töötasin sel perioodil palju Balkani maades (Bosnias, Serbias, Makedoonias, Kosovos, Bulgaarias) ja Viinist on sinna väga hea ühendus; vahel sõitsin lendamisest väsinuna isegi oma autoga.

Tallinnas alustasin tööd 2000. aastal, kui elasin Riias. Õpetasin Concordia Ülikoolis, millest pärast sai Audentes ja viimaks osa Tallinna Tehnikaülikoolist. Päriselt kolisin Tallinna 2004. aastal, kui ostsin korteri kesklinnas. Eestisse kolimise mõte oli mul olnud taasiseseisvumisest saadik, aga eri põhjustel polnud see varem teostunud. Olen väga rahul. Kuigi reisin jätkuvalt ja ehk lähen kunagi jälle mujale tööle, siis Eestist ma ära ei koli. Siin on väga hea elada. Ja mul on, millega võrrelda.

## Teie doktoritöö valmis kosmoseõigusest. Mida see endast kujutab? Milles on suudetud kokku leppida?

Paljud, kes ise teemaga kokku ei puutu, on arvanud, et tegemist on tulnukate või Kuu peale kolimisega. Suures osas on kosmoseõigus siiski vähem ulmeline,



## KOLLEEGI KOMMENTAAR

**Tallinna Tehnikaülikooli  
õiguse instituudi direktor  
professor TANEL KERIKMÄE**

Pea iga kord, kui tahan Katrinile helistada, küsin endalt, kus ilmanurgas ta õieti asub ja kas kellaäeg on kohane.

Ta on alati kas kuhugi teel või peagi saabumas ega armasta Eestis viibides varajasi ärkamisi.

Katrin on isiksus, kes ruumi astudes sunnib ka võõratel pead tema poole pöörama. See ei ole vaid karismaatiline välimus, stiilsed aksessuaarid ja väärikas rüht, vaid fluidum, mis annab mõista, et tegemist on ümbritsevasse maailma uudishimulikult suhtuva intellektuaaliga. Peale kadestamist väärt võime vabalt väljenduda paljudes keeltes (ja ta õpib neidki juurde), on Katrin võimeline leidma tee, mis viib sõnumi kuulajani. Mulle meeldib ikka vaadata, kuidas ta suhtleb erinevate inimestega, kuidas ta kohandub ja suhestub. See ei tähenda kaugeltki, et ta oleks konformist või sulanduja – vahel võib Katrin ebaviisakale või lihtsalt rumalale pikselöögina sähvatada vestluse hoobilt lõpetava argumenti. See, mida tema juures võidakse pidada vahel ehk ka arrogantsiks, on enesega hästi läbi saamine. Katrinil on põhimõtteid, mille üle ta ei arutle ja mis on osa temast – võta või jäta! Lai silmaring, elujaatav ja mõneti sarkastiline huumorimeel teevad Katrinist selle, kes ta on – akadeemiline impressionist, kes on vaba dogmadest.

Meie traditsioonilised igakuised õhtusöögid kesklinnas kujunevad ikka arvatust pikemaks. Läbi meie arutelude olen Katrinist paremini tundma õppinud ja õppinud temalt nooruslikkuse saladust: põlata tüdimust ja olla alati avatud uuele. ●

näiteks on ses vallas palju tegemist kommunikatsiooniga: nii orbiite kui ka raadiosagedusi reguleerivad sarnased reeglid. Need teemad on huvitavad, kuna tegemist on alaga, mis ei kuulu ühelegi riigile. Aga nii kosmost kui ka sagedusi peavad saama kasutada kõik riigid. See tähendab, et tuleb luua rahvusvahelised reeglid ja tagada, et neid järgitakse.

Kosmoseajastu algul suutsid kaks toonast kosmoseriiki, Ameerika Ühendriigid ja Nõukogude Liit, külma sõja kiuste üllatavalt palju kokku leppida. Põhjuseks oli ilmselt asjaolu, et kumbki pool ei teadnud täpselt, mida teine teeb. Muidugi aitas kaasa asjaolu, et alguses tegeleti peamiselt uuringutega (kuigi ka kosmose sõjaväeline kasutus algas varakult) ja sel alal oli lihtsam koosmeelt leida.

Esimene oluline, ehkki mittesiduv, õiguslik dokument kosmose üldise juriidilise staatuse kohta on üks ÜRO peaassamblee resolutsioon aastast 1963.

Juba enne seda, vahetult pärast esimese satelliidi Sputniku õhku saatmist oktoobris 1957, võeti vastu piiratud sisuga resolutsioon peamiselt sõjalise tegevuse piiramiseks kosmoses. Aastast 1967 pärineb siduv kosmoseõiguse konventsioon, millele järgnesid kümnekonna aasta jooksul veel neli konventsiooni, täpsustades eri teemasid, nagu kosmoseobjektide registreerimine ja vastutus. Eriti 1967. aasta konventsiooniga on liitunud mitmed liikmesriigid (Eesti ühines sellega mõned aastad tagasi) ja seda võib pidada kosmose üldiseks seaduseks. Selle põhiprintsiibid rõhutavad, et kosmost tohib kasutada, aga ei tohi omandada. Kasutus peab olema inimkonna heaks. Oma doktoritöös analüüsisin, mis on lubatud kasutamine ja mis on keelatud omandamine, kuna konventsioonid siin selget piiri ei fikseeri. Kosmosetegevus on konventsioonide koostamisest saadik palju muutunud, nii et ei ole selge, mis on mis. Ka ei ole selge, kuidas rakendada ilusat põhimõtet, mille järgi kosmost tohib kasutada üksnes kogu inimkonna hüvanguks: kes seda peaks määrama ja kuidas saaksid seda kasu kõik tunda.

Kosmoseriikide arv on kasvanud. Lisaks on kosmoses aina rohkem erategevust. Kõik see tähendab, et kosmoseõigus on muutunud keerulisemaks, aga ka olulisemaks, ning pakub uusi väljakutseid. Kuidas luua seda õiguskindlust, mida nõuavad erafirmad selleks, et teha investeringuid? Kuidas kaitsta keskkonda?

Eelmisel aastal töötasin koos Ettevõtluse Arendamise Sihtasutusega Eesti kosmoseprogrammis ja esindasin Eestit rahvusvahelisel kosmosekonverentsil. Saatis ju Eesti 2013. aastal üles esimese satelliidi (eriti tore oli, et see juhtus just minu juubelisünnipäeval – 7. mail 2013). Loodan, et saan ka edaspidi Eesti kosmosetöös kaasa aidata, sest teatud arusaama kosmoseõigusest vajab iga riik ja Eestil kui innovaatilisel *start-up* riigil on kindlasti võimalus kosmosesse panustada.

### **Meedia- ja telekommunikatsiooniõiguse eksperdina olete töötanud arengumaades ja konfliktijärgsetes piirkondades. Mida täpsemalt seal teinud olete?**

Tegemist on olnud kas seaduste või muude reeglite kirjutamise või analüüsimisega ning nende rakendamise süsteemi ülesehitamisega. Lisaks jagan teavet rahvusvaheliste põhimõtete ja nende praktilise rakendamise kohta. Seda teen meistriklasse kaudu ja juba aastaid koostöös ühe Inglise firmaga. Eelmisel aastal käisime Kongo Demokraatlikus Vabariigis, Nigeerias ja Sloveenias, oleme korraldanud koolitusi Kesk-Aasia riikidele (Türgis) ja rahvusvahelistele gruppidele, kes tulid kokku Pariisis, Londonis ja Cambridge'is. Varsti lähen Ugandasse. Tegemist on kõrgel tasemel ametnikega; koolitused on intensiivsed ja interaktiivsed ning alati loodud iga grupi vajadusi ja teadmisi silmas pidades. Maailmapanga jaoks olen telekommunikatsiooni koolitusi läbi viinud Kõrgõzstanis, Gruusias ja Afganistanis.

Mõne teise projekti puhul tuleb kauem kohal olla ja töötada igapäevaselt koos vastava riigi ekspertidega, juurutamaks rahvusvahelisi põhimõtteid ja häid

tavasid. Edu saavutamiseks on oluline, et ühe riigi lahendusi teisele riigile peale ei surutaks, kuna üldjuhul ei ole see jätkusuutlik ega efektiivne. Ja võib ka küsida, kas see oleks eetiline. Samas võib riik säästa aega, väeva ja raha, vaadates, kuidas mujal on tehtud. Üks hiljutine huvitav projekt puudutas kohtusüsteemi andmekaitset ning kohtute ja meedia vahetõrja organiseerimist Palestiinas. Teine näide on Albaaniast, kus oli tegemist valitsuse infoühiskonna büroo ülesehitamisega – sellest tööst kujunes välja paar e-riigiga seotud projekti. Iraagi kommunikatsiooniametit koolitasin reeglipäraselt üle paari aasta, aga tegin seda logistikaprobleemide tõttu Jordaanias.

Aina rohkem on küsimusi, kus ei saa meedia ja telekommunikatsiooni juriidilist olukorda eristada. Näiteks võib võtta interneti: kas see on meedia või telekommunikatsioon?

Vahel on nendel aladel töötamine siiski kaunis erinev. Meedia puhul on peamine sõnavabadus ja selle tagamine praktikas. Teatud reegleid on vaja, kuna sõnavabadus ei ole piiramatut, aga piirangud (näiteks privaatsuse kaitseks või viha ja vägivalda õhutamise vältimiseks) peavad olema selged ja proportsionaalsed. Sel alal olen viimased 4–5 aastat teinud OSCE sõnavabaduse esindaja jaoks mitmeid projekte ringhäälingu digitaliseerimise kohta. Kuigi see võib paista peamiselt tehniline protsess, võib see oluliselt mõjutada meedia vabadust, kättesaadavust ning mitmekesisust. Olen selle teemaga tegelenud näiteks Armeenias, Kasahstanis, Tadžikistanis ja Moldovas. On riike, mis ise kutsuvad väliseksperthe, aga tihti on nii, et rahvusvahelised organisatsioonid rahastavad projekte riikides, kus on probleeme sõnavabadusega. Sellises olukorras on paras väljakutse anda parimat nõu, millest üldse kasu on. Mulle ei ole kunagi ette kirjutatud, mida tohib öelda, aga on olnud olukordi, kus kuulajaskond on hoolega välja valitud ja teab juba ette, et paljud nõuanded jäävad kasutamata, nagu näiteks Turkmenistanis. Arvan siiski, et tuleb kasuks, kui vähemalt mõned inimesed kuulevad rahvusvahelisest heast tavast. Niisugused ekspertmissioonid on tihti protsesside algatajad. Kui reisin eraviisiliselt, käin ma ainult demokraatlikes riikides – ma ei kuluta oma raha diktatuurimaades. Aga tööülesannetes olen valmis minema ükskõik kuhu, kus sellest võib mingit kasu olla.

Telekommunikatsioon ning ka e-valitsemise projektid on poliitilisest vaatevinklist mõnevõrra lihtsamad kui meedia, sest tegemist on pigem tehniliste küsimustega ning peaaegu alati on riik ise palunud mõne organisatsiooni kaudu ekspertiisi. Seal tekib hoopis minul kui juristil vahel see huvitav olukord, et kuigi pean koolitusi või seminare seadusandluse ja regulatsiooni kohta, olen tihti ainuke jurist. Kohal on hoopis telekomi- ja IT-inimesed, ning näib, nagu kardaksid juristid innovaatilisi asju. Olen seda kogenud ka Eestis, kus on näha liiga kitsa juuraväljaõppe tulemust. Hea lahenduse leidmiseks on vaja nii juriste, kes tunnevad seadusandluse struktuuri, üldist sisu ja filosoofiat, kui ka erialaspetsialiste.

Veel võin nimetada tööülesandeid, mis puudutavad õigusliku olukorra kaardistamist mingil kind-



lal eesmärgil. Nimetasite Peruud. Seal käisin rohkem kui kümme aastat tagasi kaardistamas inimõiguste organisatsioonile, milline on inimeste võimalus saada õiglaseid kohtuprotsesse eriti rasketes inimsusevastastes kaasustes, mida tollal oli palju nii Peruus kui ka naaberriigis Colombias, kus sama tööd tegin. Hiljuti kaardistasin Euroopa Liidu jaoks meedia üldist õiguslikku olukorda Serbias. Varsti lähen Türki, et aidata ette valmistada selle riigi astumist Euroopa Liitu.

### Mis ikkagi on meedia- ja telekommunikatsiooniõiguse peamised probleemid või küsimused?

Üldiselt on tegemist väga kiire tehnilise arenguga, millega seadusandlus ei jõua alati kaasa minna. Juba nimetasin interneti. Varem oli telekommunikatsiooni ja meedia, eelkõige ringhäälingu vahel õiguslikult vaatevinklist selge erinevus. Telekommunikatsioon on *point-to-point*, inimesed suhtlevad teineteisega, tehnika on üksnes „toru”, mis seda võimaldab. Kui kommunikatsiooni sisu peaks olema keelatud, siis ei ole telekomifirmal sellega mingit pistmist – näiteks kui kaks inimest telefonitsi pangaröövi planeerivad, ei karistata selle eest sidefirmat. Ringhääling on aga *point-to-multipoint*: kes sõnumit vastu võtab, ei ole teada. Säärases olukorras on traditsiooniliselt riigil teatud õigustatud huvi sisu suhtes, ka sõnavabadusega riikides. Näiteks on keelatud õhutada vaenu ja vägivalda, samuti teatud pornograafia edastamine. Antud juhul vastutab ka kommunikatsiooni levitaja. Aga mis on selles kontekstis internet? See sobib kas mõlemasse kategooriasse või peaks olema hoopis uus kategooria: *multipoint-to-multipoint*.

Internet on üks näide, aga kiirelt arenev tehnoloogia tekitab ka muid olukordi, kus õiguslik regulatsioon peab suutma adekvaatselt reageerida. Peab vältima ohte, aga samas tagama maksimaalse vabaduse mitte ainult sõnavabaduse näol, aga ka innovaatilisusele.

Aastatel 1990–1992 oli Katrin Nyman-Metcalf Eesti eksil-valitsuse riigisekretär.

## e-riigi teoreetilisem, filosoofilisem ja akadeemilisem pool ei ole Eestis nii arenenud kui praktiline.

### Olete tegelenud inimõigustega. Mis on siin probleemid? Kas eksisteerivad üldised inimõigused või saab rääkida piirkondlikest erinevustest?

Inimõiguste tähtsus on just selles, et need on õigused, mis inimestel on selle pärast, et oleme inimesed. See ei tähenda ainult seda, et ei peaks liiga palju „lubama“ piirkondlikke erinevusi, vaid on minu arvates ka põhjus mitte rääkida liiga palju eri gruppide õigustest (naised, seksuaalvähemused, pagulased).

Oluline on hoopis asjaolu, et kõikidel on inimõigused ja need peavad olema tagatud igas olukorras ja igale inimesele. See võib tähendada, et näiteks pagulasel on vaja erilist abi, et saada oma inimõigusi nautida. See tähendab minu arvates ka, et peaks olema iseenesest mõistetav: täiskasvanud inimene tohib vabatahtlikult luua oma kooselu nii, kuidas ise soovib, vaatamata seksuaalsele orientatsioonile, kuna kõigil inimestel on täpselt ühepalju inimõigusi. Põhimõtte ja ideaal peaksid kindlasti olema üldised inimõigused. Samas ei tohi olla naiivne ja arvata, et iga õigust saab igal pool ühtviisi rakendada. Sotsiaalsed ja majanduslikud õigused olenevad suurel määral riigi majandustasemest, teatud määral ka poliitilisest ja tsiviilõigused. Kultuur, traditsioon, usk – kõik mängib rolli.

Vihjasin juba, et ei usu, et kasu oleks mingite teatud riikide lahenduste pealesurumisest teistele. Teema tuleks tõsta hoopis kõrgemale abstraktsustasemele: õigused kui sellised on samad, aga väljundid teatud määral erinevad. Ütlen meelega „teatud määral“, kuna kultuurilisi erinevusi ei tohi kasutada ettekäändena õigusi mitte rakendada. Tasakaalu leidmine on siin keeruline. Ma usun väga isiku õigusi, inimese õigust ise otsustada oma elu üle ja demokraatia ülemuslikkust teiste valitsusvormide ees. Nii et ma ei leia, et peaks hoiduma selle propageerimisest – ainult tuleb aru saada, et tee selleni on riigiti erinev.

### TTÜ-s olete hakanud õpetama ja uurima tehnoloogiaõigust. Mis see on? Millised on peamised suunad ja probleemid?

Tehnoloogiaõigus käsitleb igasuguseid olukordi, kus tehnoloogia ja õigus kokku puutuvad, nagu mainitud kommunikatsiooniga seotud küsimused ja ka tehnoloogiatootuse juriidilised probleemid, tehnoloogiaga seotud vastutuse küsimused ja suurel määral ka intellektuaalomand. Lisaks veel see, kuidas paremini rakendada IT-lahendusi juura abiks, näiteks seaduste visualiseerimine ja parem kättesaadavus IT abil.

Ainult mõned näited, miks tehnoloogiaõigust vaja on.

Isejuhtiv auto ei ole enam ulme (Nevada osariigis

on selle kohta juba seadus). Kes vastutab, kui niisugune auto tekitab õnnetuse? Kas kasutaja, tarkvara tootja, auto tootja? Kas isejuhtiva auto kasutuseks on vaja juhiluba? Kas seda võiks ka pime inimene saada?

Kui „asjade internet“ levib, võib su külmik teatada su autole – kes omal käel sulle tööle vastu tuleb –, et piim on otsas ja tuleks läbi minna automaatpoest, kus piim on juba valmis pandud. Aga mis siis, kui kommunikatsioonivõrk, mis kõiki neid teateid edastab, rikki läheb või keegi häkib süsteemi ning tekitab sadade inimeste igapäevaelus kaose?

Muidugi tegeleme igapäevaselt peamiselt tänapäeval kerkinud küsimustega, aga üritame kogu aeg kaasata ka tuleviku teemasid, kas või eetilistest vaatevinklist, sest nii biotehnoloogia kui ka robotikaga kaasnevad mitmed eetilised küsimused. Hea meel on tõdeda, et ülikoolisiseselt ja ka välisprojektide kaudu kaasatakse meid rohkem ka teiste erialade tegevusse. Nii ühelt kui teiselt poolelt saadakse aru, kui oluline on tervikpilt, millesse kindlasti kuulub ka õiguslik regulatsioon.

### Eesti on maailmas kuulus oma e-valitsuse poolest. Mis saaksime teha, et veelgi tuntumaks saada?

Olen Eesti e-Riigi Akadeemiaga (e-Governance Academy, eGA) koos töötanud juba mitu aastat, aga selle aasta jaanuarist olen seal ametis uuringute juhina. Säärane töökoht loodi seetõttu, et eGA on olnud väga hõivatud koolituste ja nõustamisprojektidega ega ole jõudnud pöörata piisavalt tähelepanu uuringutele ja akadeemilisele küljele, eriti mis puudutab muid alasid kui tehnoloogiat (õigus, muud sotsiaalteadused). Sellest ei ole Eesti e-riigile seni probleeme tekkinud, aga kui e-riigi olulisus kasvab, siis on tähtis mõelda selle olemuse ja nägemuse peale sügavamalt – mitte ainult igapäevaseid probleeme lahendades, kui need esile kerkivad. Peab aru saama, mida e-riik tähendab ühiskonnale kui tervikule, ja sellekohaselt tegutsema. Eestilt, mis kahtlemata on maailmas e-valitsemises esikohal, küsitakse sageli ka e-riigi eri aspektide uuringute ja teooriate kohta. On olemas uuringuid ja akadeemilisi programme, näiteks pakub TTÜ esimest aastat e-valitsemise ingliskeelset magistriprogrammi ja tehnoloogiaõiguse õppetoolis on e-valitsemine oluline teema. Mitmetes olemasolevates ja planeeritud akadeemilistes uuringuprojektides on e-valitsemine eri viisil esikohal. Aga siiski: e-riigi teoreetilisem, filosoofilisem ja akadeemilisem pool ei ole Eestis nii arenenud kui praktiline ja kahjuks ei ole me selle poolest nii kindlalt esikohal. Siin peab veel pingutama.

Just sel alal näen väljakutset lähitulevikuks: kuidas luua uutest tehnoloogiast, näiteks e-valitsemisest, parem tervikpilt, kus teadusel ja ka filosoofial, eetikal ja inimõigustel on oluline roll. Seda tuleb teha nii teadustöö kui ka praktilise töö kaudu. Just nii, nagu mulle meeldib!



# #NIIS LINNAS MA

16.05.2014 –  
11.01.2015

Eesti Rahva  
Muuseumis,  
Kuperjanovi 9,  
Tartu

Näitus  
linnalastest ja  
-noortest



Näituse kuraatorid: Ehti Järv, Kadri Kallast ja Pille Runnel



Näituse kaasautorid: osalusaktsioonides osalenud  
kooliõpilased



Kujundusmeeskond: Timo Toots, Mikk Meelak, Margus Tamm,  
Marko Raat ja 3+1 arhitektid

INDREK ROHTMETS

# KALAHARI ELU KÕRBE PIIRIL

**Kalahari, milline kaunis sõna!  
Ja veel millise eksootikalaenguga!**

INDREK ROHTMETS FOTO



Mark Owens, looduseuurija, kes elas koos oma abikaasa Deliaga seitse aastat Kalaharis, kirjutab nende ühises bestselleriks kujunenud raamatus „Kalahari karje” („Cry of the Kalahari”): „Oouh – pehme norsatav oie äratas mind üles. Tõstsin aeglaselt pead ja piilusin üle magamiskoti. Mul jäi hing kinni. See oli väga suur emalõvi – üle 120 kilo raske – ja maapinnalt vaadates veel suurem, kui ta tegelikult oligi. Ta oli jõudnud juba umbes viie meetri kaugusele, pea kiikus kahele poole ja tema mustatutiline saba vonkles aeglaselt. Minu käsi klammerdus juhusliku rohupuhma külge ja ma tardusin. Lõvi astus lähemale, tema laiad käpad tõusid ja langesid täiuslikus rütmis, nägin udupiiskasid tema vurrukarvadel ja tumedaid merevaikkollaseid silmi, mis mind teravalt puurisid. Tahtsin Delia üles äratada, aga ei söandanud end liigutada.

Jõudnud meie magamiskottide juurde, muutis lõvi veidi kurssi. „Delia! Tssss, ... ärka üles! Lõvid on siin!”

Delia kergitas aeglaselt pead ja tema silmad läksid ümmarguseks. Suure kassi keha, ninast sabaotsani üle kolme meetri pikk, möödus pehmel sammul vaevalt kolme meetri kauguselt meie varvastest. Siis haaras Delia minu käsivarrest ja osutas vaikselt paremale. Pöörasin kergelt pead ja nägin nelja meetri kaugusel teist emalõvi ja meie kõrval kasvava põõsa taga oli veel üks ... ja siis veel üks. Kogu Sinine praid oli meie ümber kogunenud, üheksa lõvi, kellest enamik magas. Olime piltlikult üteldes maganud koos metsikute Kalahari lõvidega samas voodis.”

„Cry of the Kalahari”



**R**eisijuhid hoiatavad, et Kesk-Kalahari minekuks pead olema väga kogenud rändur ja üksinda ei maksa sinna autoga seiklema minna. Meil oli siiski sündinud kindel plaan sinna sõita ja oma silmaga kaeda neid paiku, kus Owensid lõvide keskel magasid ning pruunhüüäne uurisid.

Igal juhul olimegi ühel märtsikuu päeval hiiglasliku, kohati poolkõrbeli-kult kuiva loodusmaastiku serval ning silmitsesime teeviitasid, mis juhatasid Kalahari südamesse ja muuseas ka

Deception Valeyse (Pettumuse org), kus kunagi asus Owensite baaslaager. Pindala poolest ületab Kesk-Kalahari kaitseala Eestit ja laiub kogunisti 52 800 ruutkilomeetril.

### Pettumuse orgu lõvid ja leopardid

Pettumuse orgu peetakse iidseks jõe-sängiks, kus viimati oli püsivalt vett 16 000 aastat tagasi. Meil Eestis oli siis jääaeg ja taanduv jää uuristas meie jõeorge mitu tuhat aastat hiljem. Vihmade ajal ja pärast vihmasid laiub seal avar, siidiste kõrrelistega kaetud rohu-

maa, ja just vihmade ajal me koos abikaasa Mariaga sinna ka jõudsim. Algatuseks tuleb täpsustada, et Kesk-Kalahari ei ole see paik Aafrikas, kuhu minna elevant, kaelkirjakuid ja nina-sarvikuid imetlema, need loomad seal ei ela. Küll on see paikkond tuntud suurte kaslaste poolest. Et kaslaste ohtrus eeldab küllaldase saagi olemasolu, siis tekib muidugi küsimus, keda sealsed lõvid ja leopardid jahivad. Pettumuse oruga sarnaseid rohurikkaid lamedaid orgusid on kaitsealal hulganisti ja igal pool võib näha viiekümnepealisi ja

## LEOPARD

Leopard (*Panthera pardus*) on väga laia levilaga suurkaslane ja sellepärast on kokku kirjeldatud kakskümmend neli leopardi alamliiki. Kalaharis elab alamliik *Panthera pardus melanotica*, kes ei kuulu kõige suuremakasvuliste alamliikide hulka; harva on isane 50 kg raske. Kõige suuremad isasleopardid võivad kasvada 70 kg raskuseks, emased on reeglina kolmandiku võrra kergemad. Nii kaalus kui ka kasuka värvuses ja rosettide (leopardi karva-muster) kujus esineb suurt varieeruvust. Kiplingi džunglilugudest tuntud must panter esindab Indias, Tais ja Malaisias levinud musta värvusvormi, mis on sealkandis sagedasem kui mujal. Musta kasukaga leoparde leidub siiski ka Aafrikas. Leopardile on väga iseloomulik silmatorkavalt pikk saba – kuni 1 meetr – , mille pikkus ületab poolt kehapikkust.

Suguküpseks saavad leopardid kahe-kolmeaastaselt. Pesakonnas on tavaliselt üks–kolm kutsikat, kuid on ka kirjeldatud ühte kuue kutsikaga „kangelasema“. Väetid kutsikad on kerge saak mitmesugustele röövlomadele ja algul varjab ema oma järglasi urus, mis on üle löödud näiteks tüügassealt. Emaga koos hakkavad käima ja jahipidamist õppima umbes kolmekuused kutsikad. Noored leopardid saavad iseseisvaks hiljemalt pooleteiseaastaselt.

Toidu otsimine pole kerge töö, uurimused näitavad, et Kalahari leopardid kõnnivad igal ööl läbi keskmiselt kuni viisteist kilomeetrit ega leia tihti saaki mitu ööpäeva järjest. Leopardide arvukuse kohta maailmas pole täpseid andmeid. Tegemist on küllaltki levinud loomaga, samas on aga neli alamliiki väljasuremise piiril ja neli tõsiselt ohustatud, ülejäänutel on läinud palju paremini.



Leopard ringutab nagu kodukass ja annab kogu oma olekuga mõista, et oleme tema jaoks ümmargune null.



Rohu seest ajab end püsti kõige suurem isalõvi, keda ma kunagi olen näinud.

suuremaidki hüpikgasellide karju. Samuti torkavad kõikjal silma rühma-kesi või üksinda liikuvad teravasarvelised kapi- ehk lõuna-orüksid.

Meile Pettumuse org pettumust ei valmistanud. Ennast oma laagripaigas (Kalaharis on laagripitsid väga privaatsed, kahe peatuspaiga vahemaa ulatub enamasti kilomeetritesse, puhuti isegi kümnetesse) sisse seades ja lõkkepuid kogudes märkasime, et

keegi jälgib meid. Paarikümne sammu kaugusel lebas lummavas õhtuvalguses imekaunis isane leopard. Me ei tea, kaua ta oli meid juba seiranud, sest tema tähniline kasukas sulas kokku läbi puuokste paistva päikese joonistatud laikudega. Aga see, et ta oli avastatud, ei meeldinud suurele kassile sugugi. Ta püherdas ja ringutas nagu kodukass ja andis igati mõista, et meie oleme tema jaoks ümmargune null.

Seejärel lahkus kaunis külaline saba võngutades. Kohe meenus mulle, et Owensitel oli baaslaagris pidevaks külaliseks leopard, kelle nad ristasid Roosaks Pantriiks. Ju siis on Kalahari leopardid muu hulgas ka väga uudishimulikud.

### **Suured möirgavad, väikesed nurruvad**

Kaslasi on tänapäeval teada kolmkümmend seitse liiki, kusjuures seitse neist on nn suured kaslased. Leopardid kuuluvad loomulikult suurte kaslaste hulka. Lisaks suurusele eristab suuri ja väikeseid näiteks tõsiasi,

**Leopard kuulub põhimõtteliselt inimese jaoks ohtlike kiskjate hulka, samas on ta ainuke suurkiskja, kes on valmis inimesega päris lähestikku elama.**

## KAPI ORÜKS

Veevaeste (*ariidsete*) elupaikadega kohastunud kapi orüks (*Oryx gazella*) elab peaaesjalikult Namiibia, Botswana ja Lõuna-Aafrika Vabariigi poolkõrbelistes piirkondades.

Tegemist on koguka antiloobiga, kelle õlakõrgus ulatub 1,2 meetrini ja isaste kaal 240 kilogrammini (emastel kuni 210 kg).

Söövad valdavalt rohku, nii värsket kui ka kuivanut, ning nälpsavad harva põõsalehti. Küll on aga maiuseks ja veeallikaks poolkõrbes kasvavad metsikud melonid ja teised mahlakamad taimeosad.

Vasikaid sünnib aastaringi, mingit kindlat jooksuaega kapi orüksil ei ole. Kuigi on teatud poegimise tipaeg. Vastsündinud vasikas jäetakse kusagile varjulisse kohta peitu. Karjaga ühineb ta kolme–nelja nädala vanuselt.

Kapi orüks ei kuulu ohustatud liikide hulka. Hoolimata suurest küttimisest (sarved on väärtuslik trofee) hinnatakse nende arvukust ligemale 330 000 isendile.



Kapi orüks on kaunis, pikasarveline, kontrastsete laikude-vöötidega kogukas antiloop, üks peamisi Kalahari lõvi saakloomi.

et esimesed saavad mõirata, väikesed aga ei mõirga, kuigi toovad kuuldavale päris õõvastavaid venivaid häälsusi. Teisalt löövad kõik väikesed kaslased nurru, milline kunst on suurte jaoks kättesaamatu.

Leopardi vokaalsete võimete kohta võib aga ütelda seda, et tema peamine häälsus sarnaneb kõlapildilt kõige rohkem helile, mida teeb nürivõitu saag, mis lüüakse korraks kuiva puusse. Niisugust leopardi „saagimist“ võib Aafrika öös ikka ja jälle kuulda, kümme-viisteist saakraapsu üksteise järel. Oma kogemustest võin ütelda, et mingit ürgset hirmu, nagu lõvi mõirgamine, see heli ei tekita, kuigi leopard kuulub põhimõtteliselt inimese jaoks ohtlike kiskjate hulka. Samas on ta aga ainuke suursiskja, kes on

valmis inimesega päris lähestikku elama. Uganda pealinnas Kampalas näiteks avastati, et vanas mahajäetud raudteejaamas olid ühes veduriromus end sisse seadnud kogunisti kolm leopardi.

Kes siis aga peavad kõige rohkem leopardi kartma? Eks ikka peamiselt kuni poolesaja kilogrammi raskused antilooobid, vahel ka raskemad, kuid mitmed muudki loomad. Näiteks pidi leopard eriliseks maiuseks pidama koeri. Nad jahivad edukalt ka tüügas-sigu ja ahve ning on teateid isegi püütonite ründamisest. Saagi veab leopard kiiresti puu otsa peitu, sest lõvid ja hääänid löövad nende saagi igal võimalusel üle. Kalahari leopardi peamine saak on hüpikgasell ja kiskjale piisab, kui ta tabab nädalas kaks

**Õigupoolest on see vastuoluline, et nii suured antilooobid suudavad kõrbe karmides oludes üldse toime tulla. Vereringlus nende kehas on tagasihoidlikum kui isegi kaamelitel.**

antilooopi. Joomise suhtes olevat kuiva koduga harjunud leoparded väga vähenõudlikud – janu suudavad nad kannatada kuni kümme päeva.

Olime väga rahul kaunikasukalise külalise kohtamise üle, sest käsiramatud kirjutavad, et Kalaharis on leoparded tihedus 0,6 isendit 100 ruutkilomeetri kohta, mõnel pool

mujal, väga toidurohketes paikades, isegi aga kuni 30 looma 100 ruutkilomeetri kohta. Mine sa aga tihedasse metsa leopardi otsima! Suurel avamaastikul hakkavad nad igal juhul palju paremini silma, kui juhus otsijat soosib. Põhimõtteliselt oli meil matemaatiliselt võimalus kohata üksnes 0,000006 leopardi, arvudega jännates aga võib veelgi suuremasse absurdi jõuda.

### Lõvikiisud

Enne päikeseloojangut sõitsime mööda porilombikirjut teed vaatama, kas lõvid valmistuvad juba jahiks. Lombid hõõgusid madalale langenud päikese kiirtes ja kaugel eemal jooksis üksik pruunhüään just nagu longates üle lagendiku. Ja siis märkasime lõvipraidi. Emalõvid olid äsja üles tõusnud ja ringutasid magusalt nagu kodukiisud. Kõrge rohu seest paistsid välja aga kellegi hiigelkäpad. Üks emalõvi sammus käpaomaniku juurde ja andis ninaga tonksates märku, ärka üles! Rohu seest ajas end veidi vastumeelselt püsti hiiglaslik isalõvi – tõeline tumedalakaline kalaharilane, silmitses eemal söövaid orüksid ja nuhutas tuult. Aga lõvidest ma siinkohal enam juttu ei jätka, sest neist kirjutas lähemalt 2011. aasta kuues Horisont.

Sõitsime tihenevas pimeduses Mariaga oma laagripaika tagasi, süütasime lõkke ja meenutasime „oma“ leopardi.

### Tapja välimusega antiloobid

Kalahari rohumaade kõige silmatorikavam antiloop on kahtlemata kapi orüks. Ehk oleks parem nimetus talle lõunaorüks, sest tema on ainus oma sugulasliikide seas, kes elab Aafrika lõunaosas ja sugugi mitte ainult Kapi maal, sest ega Kalaharigi ole Kapimaa.

Orüksi kõige kaunim ehe on tema sarved. Vanematel loomadel võib nende piikide pikkus olla kuni poolteist meetrit. Igal juhul tunduvad need sarved olevat väga teravad ja ohtlikud. Kui siia lisada veel antiloobi suurus ja maskuliinne kehakuju, on esmapilgul tegemist metsiku ja ohtliku võitlejaga. Ümmarguselt paarsada kilogrammi massi ja kaks lahinguoda. Paraku aga kõnelevad imetajate bioloogiast kõnelevad teatmikud, et väga harva on dokumenteeritud juhuseid, kui orüks suunab oma sarved ründavale lõvile. Pigem üritab ta oma nahka päästa kiire põgenemisega. Seega ei ole Kala-

hari lõvide tähtis toiduallikas vaatamata oma hirmuäratavale relvastusele sugugi nii ohtlik, kui eemalt vaadates paistab.

Selgunud on seegi, et isaste orüksite võitlused emaste pärast ei ole kaugeltki nii verised, kui võiks oletada. Need antiloobid elavad enamasti segakarjades ja osal isastel polegi munandid korralikult välja arenenud. Ehk võtab ka see agressiivsust vähe-maks? Siiski on kirjeldatud olukordi, mille puhul orüksid on käitunud väga agressiivselt.

### Võitlus vee pärast

Mis on kõrbelises piirkonnas kõige väärtuslikum vara? Muidugi vesi, ja suurema põua ajal pole Kalaharis seda kusagilt mujalt hankida, kui tuleb sõna otseses mõttes kaevata oma kaev. Vesi on kõige lähemal maapinnale kividest jõesängides ja orüksid on väga võimekad kraapima lausa meetrisügavusi auke, kuhu vesi tasapisi koguneb. Just selliste veeaukude juures on nähtud orüksite omavahelisi karme võitlusi. Ja veel on nähtud, kuidas pikasarveline kihutab allika juurest minema tüügassigu ja teist liiki antiloop.

Veepuudusega toimetulekuks on sel kõrbelisel peale kaevukraapimise kunsti muidki oskusi, mida tuleb küll nimetada kohastumusteks. Õigupoolest on see vastuoluline, et nii suured antiloobid suudavad kõrbe karmides oludes üldse toime tulla. Toimetulek eeldab erakordselt kokkuhoidlikku veemajandust. Nende ainevahetuse tase on aeglustunud ja nad suudavad organismist välja veeauru vähendamiseks märkimisväärselt tõsta kehatemperatuuri. Osa allikate järgi isegi kuni 45 kraadini, mis inimese jaoks on teatavasti surmav. Vereringlus nende kehas on tagasihoidlikum kui isegi kaamelitel. Nende keha suudab kontsentreerida uriini ja väljaheiteid, et kõrvaldada sealt vett. Samuti on neil ninapiirkonnas eriline „radiaator“, mis aitab kahandada võimalust, et aju saab kuumarabanduse. Kui on saada värsket rohtu, tulevad nad joomata toime isegi kuni kuu aega.

Osa kõrbetaimede veesisaldus on päeval ainult üks protsent, öösel aga kuni 35 protsenti, seepärast söövad need antiloobid enamasti öösi. Väga tähtsaks veeallikaks on orüksitele meie kõrvitsaid ja kurke meenutavate poolkõrbetaimede viljad, mille seas on eri-

## PETTUMUSE ORG

Miks Pettumuse org (*Deception Valley*)? Noored zooloogid Mark ja Delia Owens saabusid Botswanasse uurima pruunhüääni, kelle kohta oli väga vähe andmeid. Aastate jooksul said nad muu hulgas omaks sealsete lõvipraididega ja kiindusid Kalahari loodusesse. Siis aga algas suur tarastamine, sest karjakasvatus on selle riigi maaelanike tähtsaim tegevusala. Veisekarjade hoidmiseks ja veisehaiguste leviku peatamiseks rajati sadu ja tuhandeid kilomeetreid tarasid, mis lõikasid läbi metsloomade ajaloolised rändeteed. Kannatas kogu Kalahari ökosüsteem. Ameerikaliku kompromissitusega hakkasid Owensid nende protsesside vastu võitlema ja tüli oligi majas. Nad olid sunnitud lahkuma oma Pettumuse orust. Mõnigi on arvanud, et kompromisse otsides oleks jõutud muude lahendusteni.



Kõrge kasvuga hibiske kasvab Botswanas kaksikümne liiki. Vihmade ajal torkavad nende suured õied silma igal pool.



Peegeltrapp on tuntud oma lärmaka kosimislennu poolest.

lisel kohal *Acanthoscyos naudimianus* – taim, mida tuntakse orüksi kurgi (inglise keeles *gembok cucumber*) nime all. Orüksid ja tema sugulased põhja pool on kõik seotud ariidse ehk veevaese elukeskkonnaga ja nende hämmastavad kohastumused kõrbeeluga pole veel kaugeltki lõplikku seletust saanud.

Jääb veel lisada, et ka samadel maastikel elavatel hüpikgasellidel on veevaestes oludes toimetulekuks hulganisti kohastumusi, mis sarnanevad osalt orüksite kohastumustele.

### Lärm taeva all

Kalahari ariidsest, öiste lõvimõiretega vürtsitatud ökosüsteemist rääkides tahaksin peatuda veel ühel tegelasel või õigupoolest tegelasrühmal, kes rohumaadel häält teevad ja märkamata ei jää. Need on trapid. Trapid on avamaastiku linnud, osad nälginud kana mõõtu, osad kasvult kalkuniga võistlemas. Trapid hangivad toitu jalgsi läbi kuiva rohustiku liikudes ja üsna sarnaselt meie kanalitele peavad lugu pulmatrallist.

Kalahari kuivas stepis ringi sõites näeb ikka ja jälle, just nagu vibust lastud mustavaleid ärevalt krääksuvald sulepalle. Need on peegeltrapid, kes mängivad pulmamängu hoolimata sellest, kas on pulmad või mitte. Harjutamine teeb teadagi meistriks! Osad liigid võivad oma pulmalaulu esitada kõige ootamatutes olukordades. Näiteks oli kunagi araabia maades, kus elab samuti trappe, levinud müüt, et need linnud suudavad kopuleeruda hobuste ja teiste kariloomadega. Säärased toreda rahvajutu aluseks oli tõenäoselt tõsiasi, et trapid esitasid oma kosimisetendusi muu hulgas ka hobustele ja veistele.

Meil on oma kogemus Namiibiast, kui õhtu eeli märkasime tee peal seisvat viletrappi, kena musta kõhu-alusega siredajalgset lindu. Peatasime auto, trapp astus lähemale ning esitas ilma igasuguse sissejuhatuse, ilma isegi meie autole, pika tiraadi nakutamisest ja vileridadest. Meie olime igal juhul pahviks löödud ja trapp lahkus võidukalt võssa sammudes.

## TRAPLASED

Traplased (*Otididae*) kuuluvad kureliste hulka ja neid elab Aafrikas, Euraasias ja Austraalias. Kokku on teada kakskümmend viis liiki, kellest kahte, suur- ja väiketrappi, on eksikülalisena kohatud ka Eestis.

Traplased tegutsevad enamasti maapinnal ja on väga ettevaatlikud. Tihti tarduvad nad paigale ja loodavad oma varjevärvusele, mis on tõesti väga hea. Samas on kõik liigid lennuvõimelised, kusjuures maailma kaks kõige raskemat lennuvõimelist liiki kuuluvadki trappide hulka – suurtrapp ja hiidtrapp võivad kasvada kuni 18 kg raskuseks, suutes ikkagi oma 2,5-meetrise tiibade siruulatusega korraldada sõudlendu teha.

Pesas on neil tavaliselt vaid üks-kaks muna, harva kuni kuus. Isased esitavad küll lärmakaid pulmamänge, ei haudu aga kunagi. Trappide õhumängulende võib näha ainult Lõuna-Aafrikas.

Huvitav on selle linnurühma nime kujunemine paljudes Euroopa keeltes. Plinius Vanem nimetas neid aeglasteks lindudeks (liiguvad aeglaselt jala üle rohuvälja) *aves tardas*. Sealtsündis itaaliakeelne *bistarda* ja prantsuskeelne *bistarde* ning lõpuks ingliskeelne *bustard*. Ingliskeelne trapi-nimetus sarnaneb kõlalt üsnagi tuntud söimuse sõnaga, ei tähenda aga kuidagi, et linnul oleks halb maine. Nimetus „trapp“ on kasutusel kõikides skandinaavia keeltes ja ka soome keeles.

## Peegeltrapid mängivad pulmamängu hoolimata sellest, kas on pulmad või mitte.

Tuleme aga tagasi Kalahari trappide juurde. Sealsetel rohumaadel hulgub ringi ka üks n-ö kõige-kõige tiitlile pretendeeriv trapiliik. Hiidtrappi, kes võib kasvada 18–20 kilogrammi raskuseks, peetakse maailma kõige raskemaks lennuvõimeliseks linnuks. Temaga konkureerib üksnes varasemal ajal Euroopas laialdastel aladel elanud suurtrapp, kes on enam-vähem sama mõõtu kui lõunapoolne sugulane. Siinkohal tuleb kindlasti märkida, et suurtrappi on nähtud ka Eestis, tõsi, eksikülalisena. Rahulikus igapäevaelus aga eelistavad trapid alati jala kõndimist lendamisele. Kui häirija liiga lähedale satub, võetakse muidugi tiibadele tuul alla ja õigupoolest on see päris võimas vaatepilt, kui hiidtrapp lendu tõuseb.



Just päikeseloojangu eel võib näha hiiglaslikke vilja-kangurlindude parvesid ööbimispaikade poole lendamas. Tohtu lindude mass tekitab oma tiibadega vihinat, mis meenutab tugevaid tuuleiile.

### Trappide tulevik

Lõuna-Aafrika trappe ei ähvarda veel praegu kuigi suured ohud hoolimata sellest, et neid peetakse üheks kõige maitsevama lihaga jahilinnuks üleüldse. Araabia maades on sealsed trapid põhiline pistrikujahi objekt ja selle kuningliku jahiga on nad väljasuremise piirile viidud. Lõuna-Euroopa stepialadel kahaneb trappide arvukus eelkõige sobivate elupaikade kadumisega. Kunagi elas suurtrapp ka Inglismaal, kus ta 19. sajandil välja suri või õigemini sureti.

Viimasel ajal pööravad araabia šeiidid üha sagedamini oma pilku Aafrika poole, sest traditsioonilisest pistrikujahist ei kavatse nad kaugeltki veel loobuda. Kirjeldatakse Sudaanis ja Etioopias korraldatud jahte eelarvega kümme ja rohkem miljonit dollarit. Lüksuslikes jahitelkides elavad jahilised ja muidu külalised suudavad oma kaasa võetud 100–150 pistrikuga tabada trappe sadade kaupa. Selles valguses ei paista trappide tulevik kuigi helge.

### Kalahari kutse

Oleme rännanud mitmetes maailma kõrbetes ja poolkõrbetes ning kogunud, kui erinevad need ariidsed maastikud võivad olla. Kalaharil on väga selge ja ainulaadne iseloom. Atacama Tšiilis on oma erakordses kuivuses näiteks veidi pelutav, kuigi suurejooneline ja võimsaid looduselamusid pakkuv. Kalahari on minu jaoks aga lummas ja soe.

Istud öhtul lõkke äärde ja ootad, millal hakkab kostuma päikeseloojangu saatev vihin, mis tõuseb ja langeb, just nagu keerutaks vinge tuul siinsamas põõsaste vahel. Kuumusest rambe õhk aga seisab sõna otseses mõttes paigal. Vihina allikaks on miljonid väikesed tiivad. Hiiglaslikud vilja-kangurlindude parved, kes tulevad oma toidumaadelt, lähevad öhtule. Vilja-kangurlinnud söövad kõrreliste seemneid ja kogunevad aeg-ajalt hiigelparvedesse ning nende pesitsuskolooniaid on peetud suurimateks, mida praegusel ajal linnuriigis leida võib. Kultuurimaastikel, kus kasvatatakse teravilja, on vilja-kangurlinnud kuulutatud suurimaks vaenlaseks, siin Kalahari südames on nad aga lihtsalt osa ökosüsteemist.

Tiivavihin möödub kümmekonna minutiga. Siis lahkub päike, kuu on juba aegsasti taevas ning otse meie laagriplatsi taga karjab loorkakk. Jääme ootama Aafrika sügavmusta öö jõulisemaid hääli. Sellest lummusest on ka aastaid hiljem kodus raske vabaneda. ●

Indrek Rohtmets (1953) on lõpetanud Tartu Ülikooli bioloogi ja ajakirjanikuna. On kirjutanud, tõlkinud ja toimetanud raamatuid ja arvukaid artikleid ning teinud maailma paljudes paikades loodusvideoid ETV saatesarja Osoon tarbeks. Reisidel on tema huvikeskmes kohalik ürgloodus, nii palju kui seda kusagil veel alles on. Kalaharis rändas 2011. aastal.



AUTORIST

INDREK ROHTMETS (1953) on lõpetanud Tartu Ülikooli bioloogi ja ajakirjanikuna. On kirjutanud, tõlkinud ja toimetanud raamatuid ja arvukaid artikleid ning teinud maailma paljudes paikades loodusvideoid ETV saatesarja Osoon tarbeks. Reisidel on tema huvikeskmes kohalik ürgloodus, nii palju kui seda kusagil veel alles on. Kalaharis rändas 2011. aastal.

ELE-LIIS ESVALD, ANDRES SALUMETS

# MUNARAKK NAISE HABBRAS PÄRAND



Naine ja mees, lapse eostamine ja tema sünd – inimese eluring algab munarakust. Miks siis hävineb valdav osa naise munarakkudest juba enne sündi? Kuidas toimub munarakkude küpsemine ja viljastumine naise viljakatel eluaastatel? Mis on munarakuga valesti, kui sünnib kromosoomihaigusega laps? Milleks saabub menopaus ja kuidas vanaemad aitavad kaasa oma tütarde viljakusele? Käsitleme naise viljakust munarakkude tekkimisest viljakuse hääbumiseni.

**I**metajatele, sealhulgas ka inimesele, on omane kehasisene viljastumine. Inimese munarakk on organismi suurim rakk. Selle läbimõõt on 0,1 mm, kuid võrreldes kanamuna, kalamarja või konnakuduga on tegemist päris tillukese munarakuga.

Munarakk viljastatakse munajuhas

ning arenev embrüo saab toitaineid nii munajuha kui ka emaka rakkudelt. See tähendab, et inimese munarakku ei kogune külluslikult toitaineid, näiteks rasvatilkasid ja valke, mida leidub rohkesti paljude loomaliikide munarakkudes. See on tinginud munaraku mõõtmete vähenemise evolutsiooni käigus.

### AJALUGU VIIB EESTISSE

Seemnerakkude uurimine on tehniliselt lihtne ja see sai võimalikuks tänu mikroskoobi täiustamisele. Antonie van Leeuwenhoek Hollandist oli esimene teadlane, kes nägi 1677. aastal mikroskoobi abil kiirelt ringi liikuvaid spermatooside. Tema avastus kinnistas pikaks ajaks idee, et lapse sünniks on vaja üksnes seemnerakku.

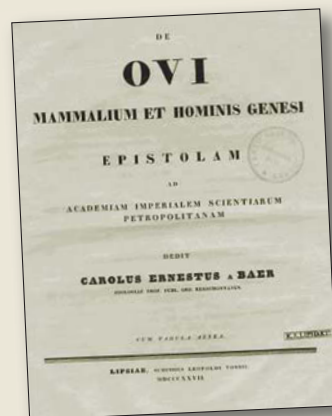
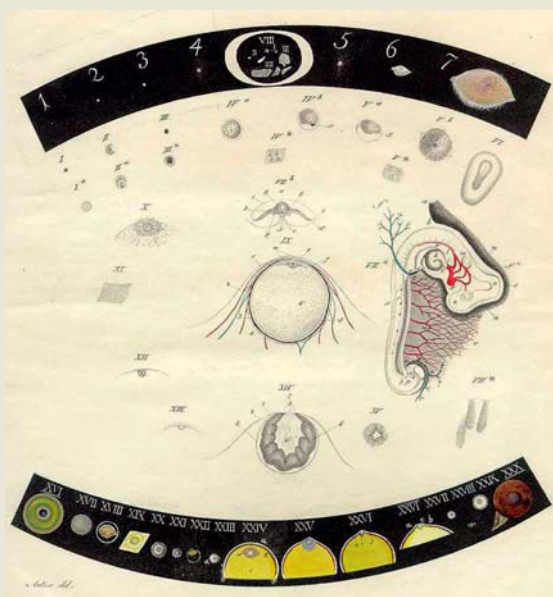
1827. aastal avastas Tartu lähedal Piibel sündinud Karl Ernst von Baer, kes parasjagu Königsbergis töötas, imetajate munaraku ning avaldas oma töö tulemused raamatus – „De Ovi Mammalium et Hominis Genesi” – „Munaraku roll imetajate ja inimese sünnil”. Kuigi raamatu pealkiri käsitleb ka inimese munaraku avastamise lugu, pole siiski teada, kas Baeril õnnestus näha naise munarakku ning naise munaraku avastamise au kuulub siiski Ameerika anatoomile Edgar Allenile, kes jõudis selleni ligikaudu sajandi hiljem.



Antonie van Leeuwenhoek



Karl Ernst von Baer



„De Ovi Mammalium et Hominis Genesi”: kaas ja illustratsioon raamatust.

## Munarakkude tekkimine

Munarakkude moodustumine saab naise organismis alguse juba enne sündimist. Kümnenal-kaheteistkümnendal rasedusnädalal muutuvad loote sugunäärmed munasarjadeks ning toimub aktiivne munarakkude jagunemine. See jõuab kulminatsioonini raseduse kuuendal kuul, kui tüdruku munasarjades on kuni seitse miljonit munarakku. Paraku on munarakkudele iseloomulik apoptootiline raku surm, mille korral rakk ise käivitab oma hävimise mehhanismid. Apoptoosi tulemusena hukkub juba enne tüdruku sündi suurem osa tema munarakkudest.

## Munarakkude küpsemine

Säilinud munarakud küpsevad munasarjades, kus need asetsevad folliikulites. Folliikuli rakud toetavad munaraku küpsemist ja toodavad hormoone. Naisel kestab täisväärtusliku munaraku valmimise protsess terve aasta, meestel valmivad uued seemnerakud vaid kahe kuuga.

Alates puberteediast, umbes 12–13-aastaselt, algavad tüdruku organismis

hormonaalsed muutused, mis aitavad munarakul küpseda ning valmistavad emaka limaskestast ette embrüo kinnitumiseks ja raseduse tekkeks. Tavaliselt küpseb igas kuus üks munarakk; seega on igal naisel terve elu jooksul umbes 400 võimalust rasestuda. Reaalselt sünnitab Euroopa naine üks-kaks last.

Naise menstruaaltsükkel kestab keskmiselt 28 päeva. Samas võib viljakal naisel normaalne tsükkel varieeruda 21–35 päevani, kordudes regulaarselt iga kuu. 28-päevase tsükli korral vabaneb munarakk munasarjast keskmiselt tsükli 14. päeval ning liigub munajuhasse. Munarakk on viljastumisvõimeline ligikaudu 24 tundi, nii et rasestumiseks peab spermatooidid jõudma munarakuni just sel perioodil.

## Meioos – viljastumiseks vajalik kromosoomide arvu poolitamine

Inimesel on 46 kromosoomi ning soo määrab ära viljastumise hetkel seemnerakus esinev sugukromosoom: X-kromosoomi korral sünnib tüdruk ja Y tähendab poisi sündi. Meestele ise-

loomulike testiste areng sõltub Y-kromosoomist ja selles asetsevast SRY (*sex-determining region on Y*) geenist. Naiste munasarjad hakkavad aga arenema, kui SRY geen puudub – seega on testiste areng aktiivne ja munasarjade areng passiivne protsess.

Sugurakkudes esineb pool kromosoomide arvust, seega 23 kromosoomi. Selline kromosoomide arv saavutatakse sugurakkudele iseloomuliku jagunemise, meioosi (kr 'vähenema') kaudu. Munarakud alustavad meioosi juba enne tüdruku sündi, kuid see peatub kolmandal-kaheksandal lootekuul. Sellisesse tardunud olekusse jäävad munarakud seni, kuni tüdrukul algab puberteet.

Viljastumisel kaks sugurakku ühinevad ja taastub 46 kromosoomist koosnev kompleks.

## Eesti geenivaramu uuringud

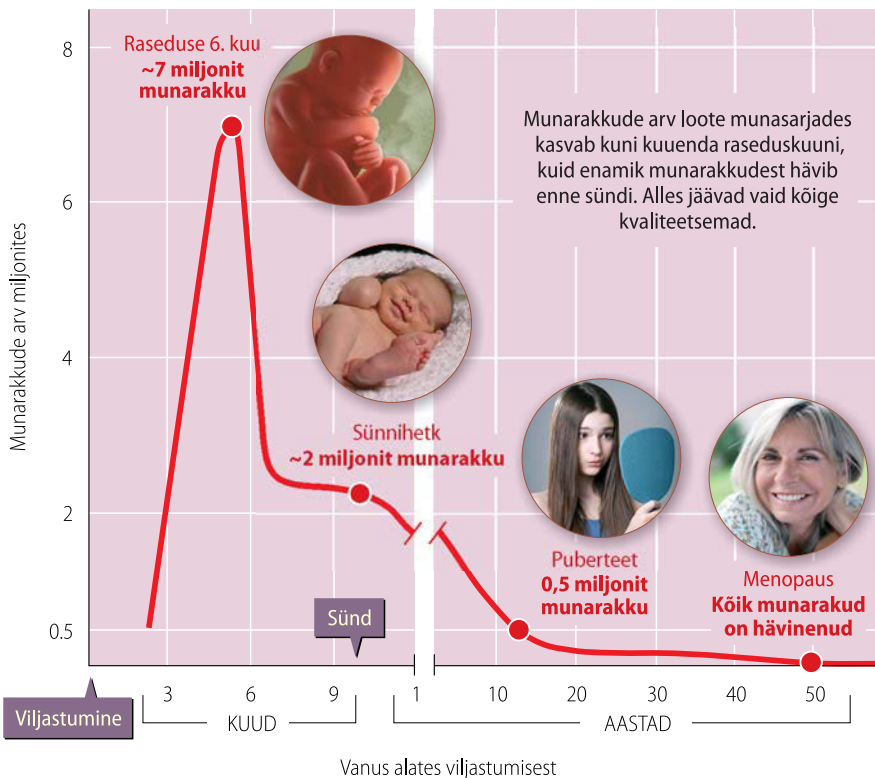
Menarhe ehk esimene menstruaaltsükkel algab Euroopas keskmiselt 12.–13. eluaastal. Kuidas aga seletada, et üle maailma on menarhe vanus viimase sajandi jooksul vähenenud ning suguküpsus saabub üha nooremalt?

Eesti Geenivaramu on üks maailma suurimatest biopankadest, kuhu on kogutud 50 000 geenidoonori ja nende perekonnaliikmete tervise ja haiguste info ning pärilikkusaine – DNA. Geenivaramu uuringud on näidanud, et tüdruku vanust esimese menstruaaltsükli ajal mõjutavad tema geenid.

Uuringutest on selgunud, et menstruaaltsükli esmakordse esinemise vanust valitsevad geenid, mis on samuti olulised naise kehakaalu reguleerimises, seega sõltub menstruaaltsükli algus tüdruku vanusest ja kehakaalust. Näiteks mõjutab tüdrukute suguküpsuse saabumist geen *FTO* (*fat mass and obesity-associated protein*), mis samuti mõjutab täiskasvanud naiste ja meeste kehakaalu. Toidu parem kättesaadavus ja muutused elustiilis on kiirendanud kaalu kasvamist. Keskmiselt algavad tüdrukul tsüklid, kui tema kehakaal ületab 47 kilogrammi piiri, mis juhtub 12.–13. eluaastal. Seega on Eesti Geenivaramu uuringud aidanud selgitada, et teatud geenivariatsioonide korral tõuseb tüdruku kehakaal kiiremini ning see ületab kriitilise väärtuse, mille tulemusena saabub tüdrukutel suguküpsus varem.

Seos kehakaalu ja naise viljakuse vahel jääb kehtima ka hiljem. Näiteks katkevad kehakaalu häiretega seotud haiguste korral (näiteks anoreksia ja

## MUNARAKKUDE ARV NAISE MUNASARJADES ENNE JA PÄRAST SÜNDI

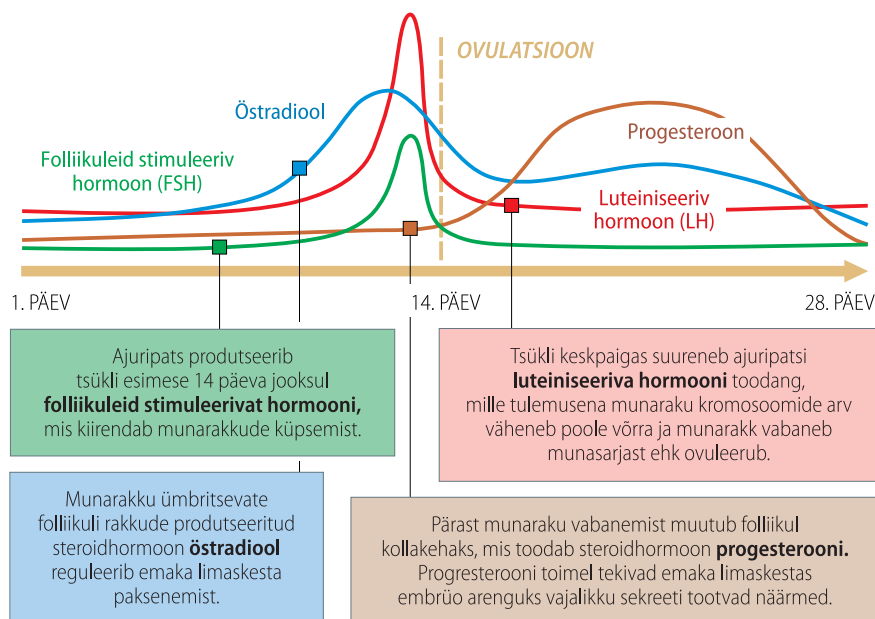


äärmuslikult madal kehakaal) menstruaaltsioonid. Bioloogia annab sellega naisele märku, et rasestumine seaks ohtu nii tema enda kui ka lapse elu ja tervise.

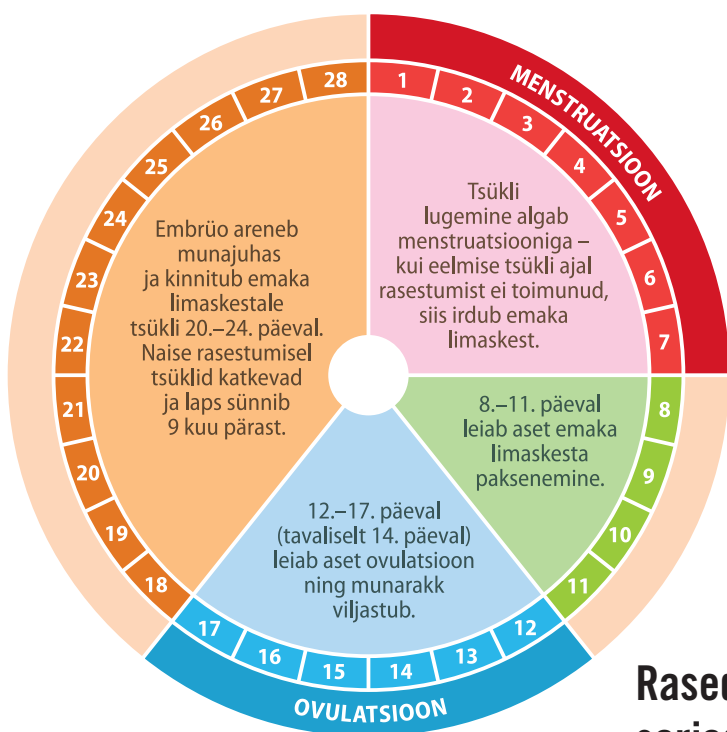
## Üks või mitu?

Enamik vanemaid rõõmustab ühe lapse sünni üle. Kahe või rohkema lapse kandmine on küll võimalik, aga seab ohtu nii ema enda kui ka laste

## MENSTRAAALSÜKLI REGULATSIOONIGA SEOTUD HORMOONIDE TASE TSÜKLI JOOKSUL



## VILJASTUMINE JA MENSTRAAALSÜKKEL



tervise – mitmikute korral esineb sagedamini lapsele ohtlikku enneaegset sünnitust.

Siiski on 1 protsent kõikidest sünnitustest mitmikrasedused, ennekõike kaksikrasedused. Kaksikuid on kahte tüüpi. Ühemunakaksikud, kes arenevad ühest viljastatud munarakust, on samast soost ning on geneetiliselt identsed teineteise kloonid. Ühemunakaksikute sünni tõenäosus on üle maailma väga sarnane, ligikaudu 0,3 protsenti kõikidest sünnitustest.

Põnevam on aga see, et erimunakaksikute esinemissagedus võib kõikuda eri rahvuste hulgas märkimisväärselt. Näiteks Euroopas moodustavad erimunakaksikud, kes on geneetiliselt teineteisele sarnased nagu õed-vennad, ligikaudu 0,5 protsenti sünnitustest. See number on aga oluliselt kõrgem (lausa 4 protsenti) teatud Aafrika rahvustel, näiteks Lääne-Aafrikas elavalte jorubadel. Selle üheks põhjuseks võib olla bataadi või maguskartuli rohke tarvitamine, mis sisaldab looduslikke taimseid östrogene, mis aitavad mitmel munarakul samaaegselt küpseda.

## Viljastumine

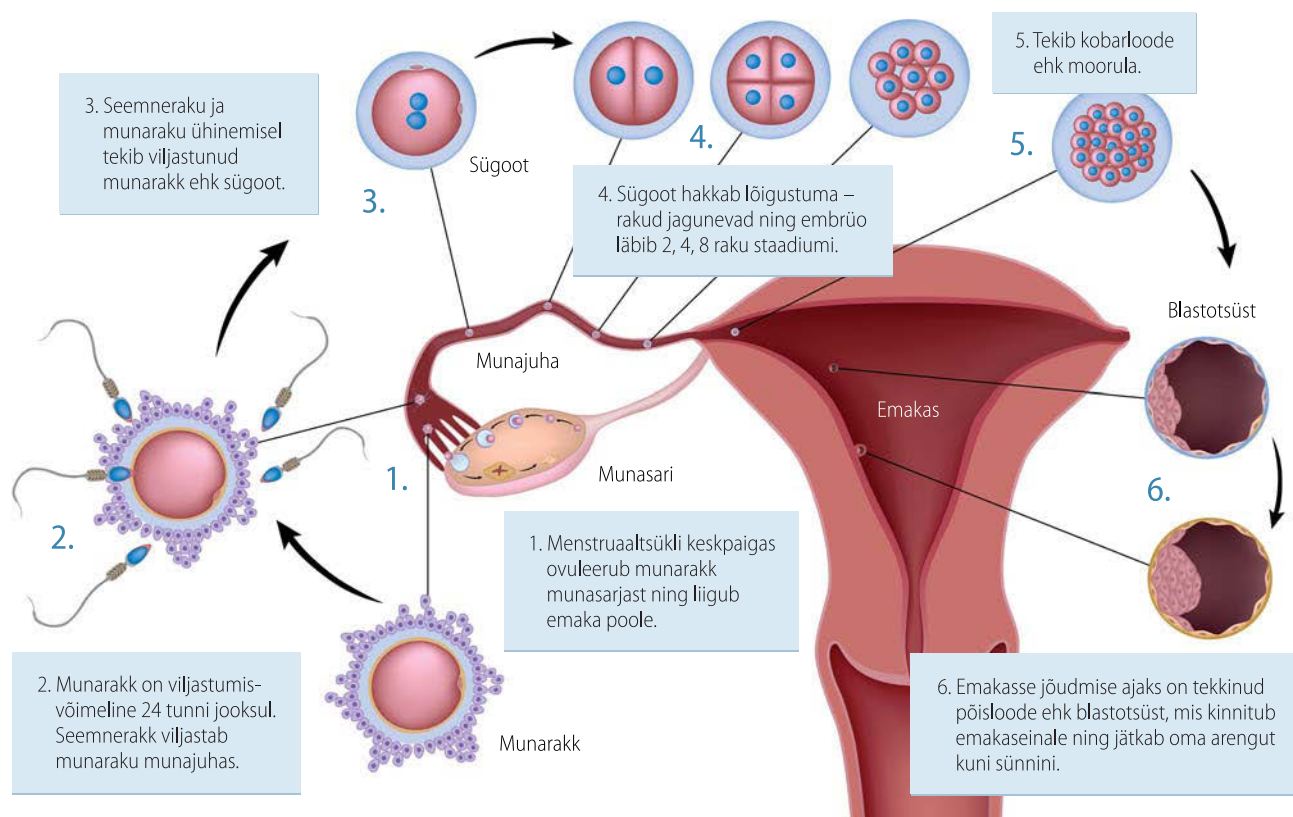
Munaraku viljastumine toimub munajuhas. Seksuaalvahekorra järgselt on naise tupes paarsada miljonit seemnerakku. Seemnerakud elavad naise suguteedes 48 tundi, mistõttu on rasestumine võimalik ka juhul, kui vahekord leidis aset veidi enne või pärast ovulatsiooni. Mees on võimeline tootma päevas 50–100 miljonit seemnerakku, millest ainult ühel õnnestub munarakk viljastada.

Viljastunud munarakust areneb embrüo, mis liigub esimese nädala jooksul emakaõõnde. Embrüo kinnitub emaka limaskestale seitse päeva pärast viljastumist ning sellega luuakse püsiv kontakt areneva embrüo ja ema vahel, mis kestab üheksa kuud (kuni lapse sünnini).

Embrüo võib kinnituda ka keskkonnas, mis tema arengut ei toeta või mis on ohtlik naise tervisele. Ligikaudu 1–2 protsenti raseduste korral võib embrüo areneda emakaõõne asemel munajuhas. Sellised rasedused tuleb paraku arstil lõpetada.

**Raseduse kuuendal kuul on loote munasarjades kuni seitse miljonit munarakku.**

## VILJASTUMINE



## Menopaus

Munasarjas hävib miljoneid munarakke ilma igasuguse lootuseta lapse sünniks. Menopausi saabumise ajaks on hävinud kõik munarakud ja rasestuda ei ole enam võimalik. Menopausi iga varieerub 40.–60. eluaastani, olles keskmiselt 50 eluaastat. Eesti Geenivaramu uuringud on jällegi näidanud, et menopausi vanust mõjutavad geenid, mis on olulised ka naise keha vananemises, osaledes peamiselt DNA paljundamises rakkudes ja pärilikkusaine vigade parandamises. Seega lakkab munasari toimimast, kui alles naise elu esimene pool on elatud. Inimene pole aga alati elanud oma viljakast east kauem.

Teadlased on püstitanud mitmeid hüpoteese, miks naise viljakus raugneb aastakümneid enne tema eluea lõppu. Üks levinumaid arvamusi on „vananemise hüpotees“, mille kohaselt kujunes menopaus välja seetõttu, et vanavanemad saaksid aidata oma lastel lapselapsi üles kasvatada ning nendele vajalikke teadmisi, hoold ja turvalisust pakkuda.



FOTOD: ARNO MIKKOR

Nii muna- kui ka seemnerakke säilitatakse vedela lämmastiku tünnides.



Embrüote kasvatamisel kasutatakse inkubaatoreid, mis tagavad vajaliku keskkonna.

## Kehaväline viljastamine

Ligikaudu iga kümnes paar on viljatu ning vajab lapse eostamisel meditsiini abi. Naise viljatuse korral on häiritud munarakkude küpsemine ja viljastumine. Munaraku viljastumine on võimalik, kui naisel on põletiku tulemusena kahjustunud ja sulgunud munajuhad.

Viljatuse ravis kasutatakse kõige sagedamini munarakkude kehavälist viljastamist ehk IVF- (*in vitro fertilization*) protseduuri. Esimene IVF- ehk katseklaasibeebi sündis maailmas 1978. aastal, Eestis 1995. aastal. Üleüldse on Eesti IVF-protseduuri kasutamise osas maailmas esirinnas ning meil sünnib IVF-i tulemusel rohkem kui 4 protsenti kõikidest lastest. See ei ole aga tingitud meie suuremast viljatusest, vaid heast ravi kättesaadavusest. IVF omab Eestis küllaltki olulist rolli demograafilise olukorra leevendamises, kuna aastas sünnib 500–700 IVF-last.

IVF-protseduuris stimuleeritakse viljakusravimitega naise munasarju, et korraga küpseks 10–20 munarakku. Munarakud saadakse munasarjadest kätte ultraheli abil teostatava protseduuri käigus, mille korral pika nõela abil eraldatakse munarakud munasarjadest. Munarakud viljastatakse ning embrüod arenevad katseklaasis kuni nädal aega. Embrüote kasvatamisel kasutatakse inkubaatoreid, mis tagavad ühtlase temperatuuri (37 °C) ja vajaliku gaaside kontsentratsiooni. IVF-protseduuri jaoks valitakse välja 1–3

## Ligikaudu iga kümnes paar on viljatu ning vajab lapse eostamisel meditsiini abi.

embrüot, mis siiratakse emakaõnde tagasi. Edasi toimub juba kõik sarnaselt loomuliku rasestumisega – naine teeb kahe nädala möödudes rasedustesti ning tuleb seejärel ultraheli kontrolli, et tuvastada raseduse areng.

Paraku on IVF-i tulemuslikkus küllaltki madal – ainult 30 protsenti protseduuridest lõpeb rasedusega. Kõige olulisem faktor, mis mõjutab rasestumise tõenäosust, on naise vanus. Mida kõrgem on naise vanus, seda madalama kvaliteediga on tema munarakud ning seda raskem on rasestuda: 20. aastates on IVF-iga rasestumise tõenäosus 40–50 protsenti, samas kui üle 40-aastastel on tulemuslikkus ainult 5–10 protsenti. Mis on sellise regulatsiooni bioloogiline esilekutsuja?

Peamine põhjus on munarakkudes esinevad kromosoomide vead. Kui arenemisvõimelises munarakus on 23 kromosoomi, siis naise vananedes suureneb munarakkude arv, kus kromosoomide on kas rohkem või vähem. Üle 40-aastastel on selliseid kromosoomivigadega munarakke juba ligikaudu pool kõigist munarakkudest.

Munarakkude kromosoomide vead on ohtlikud ja need võivad viia kromosoomihaigusega lapse sünnini. Kuna seemnerakud uuenevad kiiresti,

on neis sellised vead väga haruldased.

Kõige sagedasem kromosoomihaietus on Downi sündroom, mille korral on lapsel 47 kromosoomi, sealhulgas kolm koopiat 21. kromosoomi. Kui 20-aastasel naisel on Downi sündroomiga lapse sünnitamise risk 1 : 1500, siis 45-aastasel naisel on see juba 1 : 30, seega 50 korda kõrgem. Loomulikult on tänapäeval kättesaadav sünnieelne diagnostika, mis võimaldab ennetada haige lapse sündi. Ka IVF-i puhul on võimalik embrüo kromosoomide kontrollida: eraldades embrüost kaks rakku, saab nende kromosoomide analüüsida ning siirata emakasse ainult terveid embrüoid.

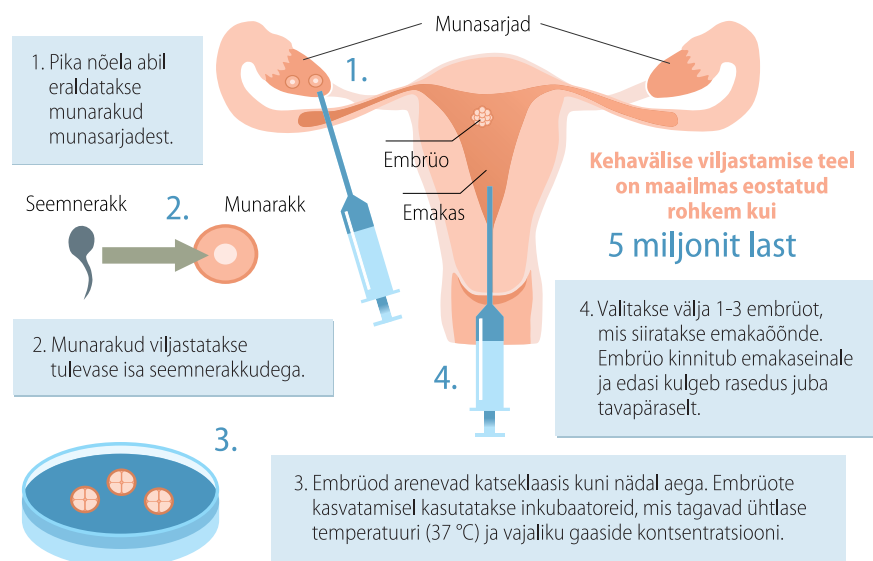
## Munarakkude külmutamine

Naise viljakus väheneb vananemisel, kuid lapsi soovitakse üha hilisemas eas – seetõttu on mõistetu, et otsitakse uusi võimalusi, kuidas säilitada naise viljakust pikema perioodi jooksul. Üheks selliseks võimaluseks on munarakkude külmutamine ja säilitamine vedelas lämmastikus, temperatuuril –196 °C. Külmutatud munarakke – kündlikult võib seda võrrelda aja seisma jätmisega – saab kasutada hiljem, kui selleks on vajadus ja soov. Bioloogiline kell ja aja surve haihtuvad.

Munarakkude külmutamist on edukalt kasutatud viimasel aastakümnel, kuna alles hiljuti sai see tehnoloogiliselt võimalikuks. Munarakkude külmutamisel langetatakse temperatuuri väga kiiresti – niimoodi ei teki rakusiseseid veekristalle, mis külmutamisel ja sulatamisel võivad lõhkuda raku sisemisi struktuure. Uue, munarakkude vitrifitseerimiseks nimetatava tehnoloogia kasutamisel klaasistub munaraku sisekeskkond ühtlaselt ja silmapilkselt ning see tagab rakkude säilimise. Siiski saab külmutatud munarakke kasutada vaid IVF-protseduuride puhul.

Lisaks sotsiaalsetele põhjustele on võimalik munarakke külmutada ka meditsiinilistel näidustustel. Noorte naiste kasvajate kiiritus- ja keemiaravi on erakordselt ohtlikud munarakkudele ja võivad põhjustada varajast menopausi. Munarakkude ja munasarja koe külmutamine aitab noorel

## KEHAVÄLINE VILJASTAMINE



naisel tulevikus sünnitada oma laps. Sellist võimalust kasutatakse ka Eestis.

## Eetilised vastuolud

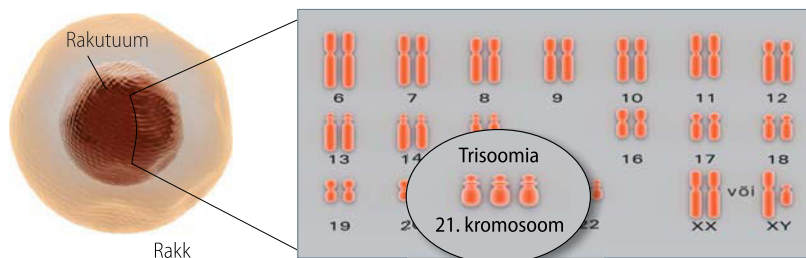
Lastetuse ravi ja kehaväline viljastamine on inimestes alati tekitanud palju küsimusi, kuna kõik osapooled – ravi vajavad perekonnad, ravi teostavad arstid ja ka ühiskond – võivad olla erinevate vajaduste ja eetiliste tõekspidamistega. Seega on vajalik leida tasakaal ravi vajava perekonna ja tema soovide, meditsiini ja teaduse võimaluste ning ühiskonna heakskiidu vahel.

Kellele ühiskond peaks lubama lastetusravi? Kas me saame lapsi soovivatele paaridele keelata midagi, mida nüüdisaegne meditsiin ja teadus võimaldavad? On selge, et ühiskond ja meie arusaam eetikast muutuvad aeglaselt kui teaduse pakutavad uued võimalused meditsiinis. Lisaks oleme lähitulevikus tunnistajaks peremudelile olulisele muutumisele.

Kas lastetuse ravi peaks olema kättesaadav ainult heteroseksuaalsele paarile, kes meditsiinilisel põhjusel lapsi ei saa? Näiteks on lastetusravi võimalusi aktiivselt kasutanud naispaarid või üksikud naised ja seda ka Eestis. Samas ei ole suudetud vaatamata aastakümnete pikkusele tulutulele diskussioonile lahendada surrogaatemaduse probleemi. Surrogaatemaduse korral siiratakse ühe perekonna embrüo teise naise emakasse, kus ta areneb kuni sünnini. Hiljutine läbimurre Rootsis ja edukad emaka siirdamise protseduurid ühelt naiselt teisele võivad küll tulevikus vähendada surrogaatemaduse vajadust, aga see ei toimu lähi-

## KROMOSOOMIANALÜÜS

Sünnieelne diagnostika võimaldab kontrollida loote kromosoomistikku ning kindlaks teha anomaaliaid, näiteks 21. kromosoomi trisoomia ehk Downi tõve esinemist.



ajal. Surrogaatemaduse abil võiksid lapsi saada ka meespaarid, aga ilmselt ei ole see meie ühiskonnas veel vastuvõetav. Samas on see maailmas laialdaselt levinud võimalus, mis peaks soolise võrdõiglikkuse plaanis olema aktsepteeritav. Siiski on kõige olulisem laste heaolu ja selles osas tuleks teha rohkem uuringuid ka Eestis.

Omaette probleemiks lastetusravis on ka munarakudoonorlus. Paljud paarid vajavad doonormunarakke ning peamine põhjus selleks on naise vanus. Munarakudoonoriks sobivad noored naised, kes vabatahtlikult loovutavad munarakke – sellisel juhul on IVF väga edukas. Kust aga saada piisavalt doonormunarakke – lihtsamalt, ohutumalt ja odavamalt? Kuigi teaduse viimase aja läbimurded on olnud silmapaistavad, näiteks on leitud munasarjast tüvirakke, mis toodavad uusi munarakke, ei tõtta neid võimalusi keegi praktikas kasutama, kuna võimalikud ohud ja teadmatus on veel liiga suured.

Lisaks on märgatavaks ohuks ka teadusvabaduse piiramine. Tundub, et paljudele inimestele meeldiks ära keelata inimese embrüote ja tüvirakkudega läbi viidavad teadusuuringud. Näiteks soovib üle-euroopaline ühendus One of Us (<http://www.oneofus.eu/>) keelustada Euroopas kõik embrüote ja tüvirakkudega tehtavad teadusuuringud. Ühenduse eesmärk on koguda vähemalt miljon allkirja, et esitada vastav palve Euroopa Parlamendile. Praeguseks ajaks on kõik vajalikud allkirjad kogutud ning vastavale palvele on alla kirjutanud ka 5000 inimest Eestist. Aprillis toimus Euroopa Parlamendis probleemi esimene kuulamine, kuid otsust on oodata alles järgmiselt parlamendi koosseisult.

Loodetavasti teadusuuringute teemaatika piiramiseni me Euroopas siiski ei jõua – selle vastu on sõna võtnud

juba kõik olulisemad Euroopa teadus- ja meditsiiniorganisatsioonid. Teadusuuringute ja meditsiini edasise arengu peatamine vähendaks inimeste ravivõimalusi tulevikus. Küsimus ei ole ainult reproduktiivmeditsiinis ehk selles, kuidas aidata perekondadel lapsi saada, vaid see probleem on oluliselt laiem. Embrüote ja tüvirakkude uuringud on olulised väga paljude haiguste ravis, nagu kardiovaskulaarsed haigused (infarktid ja insuldid), neurodegeneratiivsed haigused (näiteks Parkinsoni tõbi), taastusravi (seljaaju traumad), diabeedi ravi ja nägemise taastamine. Seega on oluline mõista, et teaduse arengu tahtlik pidurdamine ühes teadusharus mõjutab meditsiini kasutusvaldkondi oluliselt laiemalt. Seetõttu tuleks olla ettevaatlik otsuste tegemisel, mis mõjutavad meie võimalusi ja inimeste heaolu kaugemas tulevikus.

## AUTORITEST

**ELE-LIIS ESVALD** (1988) on lõpetanud Tallinna Tehnikaülikooli geenitehnoloogia eriala magistrantuuriõpingud *cum laude*. Horisondiga on koostööd tehtud alates 2011. aastast, kirjutades tavaliselt rubriiki „Siit- ja sealpoolt Horisonti”. Juba õpingute ajal, kui erialane kogemus tulenes teadustööst molekulaarbioloogia laboris, toona küll primaatide-spetsiifiliste retrotransposoonide mõjust inimesele, ning Ida-Tallinna Keskhaigla erinevatest meditsiini laboritest, tükis mõtteisse reproduktiivmeditsiini. Alates 2014. aastast töötab BioEximi labori ja Lääne-Tallinna Keskhaigla ühises reproduktiivmeditsiiniikeskuses (loe lähemalt [www.lapsesoov.ee](http://www.lapsesoov.ee)) ning tegeleb lastetuse põhjuste diagnostika ja raviga.

**ANDRES SALUMETS** (1971) on lõpetanud 1993. aastal Tartu Ülikooli bioloogi/biokeemiku erialal ja kaitsnud doktoritöö 2003. aastal Helsingi ülikoolis. Lastetuse raviga on tegeletud alates 1995. aastast kliinikutes Eestis ja välismaal. Alates 2010. aastast on Andres Salumets Tartu Ülikooli reproduktiivmeditsiini professor ja Reproduktiivmeditsiini Tehnoloogia Arenduskeskuse juhataja. Tema teadustöö teemaatikaks on inimese paljunemise bioloogia ja meditsiin. Ta on Euroopa Viljatusravi Seltsi juhatusse liige.



BioEximi labori ja LTKH ühine reproduktiivmeditsiiniikeskus: androloogia labori spetsialist Ele-Liis Esvald hindab sperma kvaliteeti.



SCANPIX

## HEINO SELJAMAA näitleja ja laulja

### Kaardikepp ja vesinikupomm

21. aprillil pidasin oma 62. sünnipäeva. Tuhanded teadlased on palju aastaid keskendunud töötanud ravimite loomisel. Teiste hulgas ka leukeemiahaigetele, kelle väljavaated veel viisteist aastat tagasi olid letaalsed. Enamikule diagnoosituile saabus toona surm hiljemalt aasta-paari möödumisel.

Viis aastat tagasi avastati, et olen krooniline leukeemiahaige. Diagnoosi selgumisel teatas mu raviarst Tatjana Tratš, mu „valges kitlis Ingel“, mulle kaks uudist: esiteks halb uudis, et diagnoos on tõsine ja mu vähivorm raske, ning teiseks hea uudis, et see on õnneks, tänu teadusele, ravitav. Mitmed aastad on leukeemiat edukalt ravitud teadlaste väljatöötatud imatiniibi-nimelise ainega, mis ühe esimese vähiravimina toimib otse ja ainult haiguse epitsentris, märklauaks üksnes muteerunud rakk. Valdaval enamikul ravitavaist on tulemused väga head.

Mu isa oli väga teadusjanune iseõppija. Viiskümmend aastat tagasi 21. aprillil kinkis isa mulle 10. sünnipäevaks raamatu. Pealkiri „Noor tehnik“. See oli ilmutus. Seni polnud ükski raamat mind nõnda haaranud. Terve kullaaук igat sorti praktilisi teadmisi, juhiseid, jooniseid ja õpetusi meisterdamiseks ja avastamiseks. Kirjutatud lihtsalt ja haaravalt. See hell tunne hea ja kasuliku raamatuga koos olla on mu emotsionaalses mälus kirgas tänase päevani. Hoidsin ilusa sinise kaane ja kaarja pealkirjaga raamatut enda ligi kõikjal: metsas, koolis, kemmergus ja voodis.

Veidi hiljem koolis, ajaloo tunnis, kus meile järjekindlalt ajalooõpetamise asemel valetati, libistasin koolipingi sahtlist vargsi välja oma armsa sinikaanelise, et sukelduda tõeliselt põnevasse Teadmiste Ilma. Ümbrus kadus mu tajudest. Ühtäkki seisis mu koolipingi kõrval üle elusuuruste sootunnustega naine, ajalooõpetaja, käes kaardikepp. Jõudsin miskipärast hetkeks juurelda, kas mul oleks väga väärtus, kui ta mind sellega lööks. Omakohus oli kiire ja kiretu: raamat jääb õpetajate tuppa, kuni kevadel lõputunnistus antakse. Mu hing oli amputeeritud. Mulle anti järsult mõista, et mu süü on jälk ja lehkab taevani. Kõle mõeldagi: pidin kallist raamatust tervelt kuu aega lahus elama.

Tuli kevadine tunnistuste jagamine. Tunnistus käes, jäin koolimajja ootama. Maja jäi vaikseks. Võtsin julguse kokku ja läksin õpetajate tuppa, see oli lukus. Maja oli tühi. Suvi. Ootas sin sügiseni. Siis ootas kevadeni. Ja siis jälle kevadeni. Ja siis jälle. Sellest on nüüd üle viiekümne aasta. Seda raamatut ei näe ma kunagi. Teatav lohutus oli viis aastat hiljem, kui isa tellis koju ajakirja Horisont, mis alates esimesest numbrist 1967 meil kodus laual oli. Senini segunevad mul esimese numbri kaanepilt DNH molekuli mudelist ja sinine kaas kaarja kirjaga „Noor tehnik“ üheks sügava allikaga tundeaks. Usun, et õpetaja tahtis head.

1961, aasta enne kirjeldatud ajalootundi, oli Andrei Dmitrijevitš Sahharov (abikaasa suri 1969. aastal vähki) jõudnud oma tuumafüüsikute seltskonna ja ameeriklastelt varastatud teabega valmis inimteaduse jõledaima krooni. Mõttetult võimas vesinikupomm oli katsetamiseks Novaja Zemljal üles seatud. Ühena vähestest kui mitte ainsa teadlasena tabas teda kohutav äng, kui selgus, et kedagi ei huvitanud selle katsetuse tagajärgede teaduslik hinnang. Aga see oli hirmuäratav: sõltumata sellest, mis planeedi punktis katsetus läbi viiakse, toob sellise võimsusega termotuumaplahvatus nähtavas ajaperspektiivis vältimatult kaasa vähemalt 10 000 eri tasemel inimohvrit. Kõik Sahharovi meeletehtlikud pingutused juhtida sellele kohutavale tõsiasjale Nikita Sergei-poeg Hruštšovi (oli üks sellenimeline sojveedistantsi kommunistidehitajate isehakanud pealik, kelle sünnipäev, muuseas, oli samuti aprilli teises pooles, ja kelle maakamõtlemine viis inimkonna veel samal aastal tuumakatastroofi servale) tähelepanu, olid kurtidele kõrvadele. Me ei saa kunagi teada Novaja Zemljal 50-megatonnise ja tegelikult kogu planeedil selleks ajal juba kümmekond aastat toimunud sarnaste hirmsate sündmuste hinda. Ajaloo-tunni ajaks, kus ma jäin hirmununa ja hämmingus vaatama kaardikeppi õpetaja käes, oli Inimese kõrgmõtlemissu ja ürglolluse kohtumise tulemus – tuumasaast – levinud üle ilma. Võimalik, et üks neist tõenäolisest 10 000 ohvrast olen mina.

Oma sünnipäeval mõtlesin teiste hulgas kahele naisele: oma ajalooõpetajale ja oma raviarstile Tatjana Tratšile. Esimeselt mõtteis küsides: „Miks heade kavatsustega tehakse halba?“ Teisele sügava lugupidamisega kui inglile, kes toimetab kindlalt, lihtsalt ja targalt.

Kui palju saab meie tegude tulemusi ette näha! Siia sobiks punkt. Ka küsimärk. ●



JÜRI KAMENIK, AIN KALLIS

# KAS TÕESTI ILMARELV?

**Joonpilved, vandenõuteooriad ja teaduslik vaatenurk**

Vandenõuteooriate punumine kuulub inimkonna ajalukku juba piibli-aegadest saadik. Mida rohkem seovad meid meediavõrgud, seda huvitavamaks on muutunud süžeed. Tuumarelv ei paku enam erilist pinget, aktuaalseks on saanud ilma- ja kliimarelvad. Alates 2009.–2010. aastast on ka Eestis kiiresti populaarsust kogunud kondensjälgede (ingl *contrails*) ehk joonpilvede ja halodega haakuv vandenõuteooria (*chemtrail*).



CORBIS / AOP

kaalide abil sademeid tekitada või rahet tõrjuda. Relvaks muutuvad need mõjutusvahendid siis, kui neid kasutatakse kahju tekitamiseks. Näiteks Vietnami sõjas uputasid ameeriklased vastase džungliradu: aastail 1967–1972 viidi läbi operatsioon Popeye, mille raames õnnestus pikendada mussoonvihmade perioodi kuu-pöoleteise võrra. „Make mud, not war!” kõlas toona lendurite loosung. Operatsiooni paljastamine soodustas ilmarelva keelustamise lepingu sõlmimist 1977. aastal.

Asjaolu, et ilmarelva on kasutatud, on andnud alust hirmudele ning tõstatanud süüdistusi selle võimaliku rakendamise kohta ka juhtudel, kus ilmarelvaga tegu pole olnud. Näiteks 2005. aasta lõpul võis ajalehtedest lugeda, et augustis Ühendriike rappinud orkaani Katrina olid tapjaks muutnud Jaapani Yakuza maffia tegelased, kellele KGB olevat juba aastaid tagasi müünud salajase ilmarelva. Rünnakukohaks valiti väga targalt New Orleans, sest seda on lihtsam uputada kui mõnda teist USA suurlinna – on ju sealne maa madal nagu Hollandis. Et New Orleans'i kaitsetammid on niruvõitu, oli teada juba orkaan Betsy ajast, kui 1965. aastal mürdsid lained läbi Pontchartraini järve tamm. Põhjuseks olnud aga kättemaks 60 aasta eest Hiroshimale sooritatud aatomirünnaku eest. Ometigi oleks hulga efektsam olnud saata üks korralik kamikadze-orkaan (kamikadze on jaapani keeles „jumalik tuul”) kättemaksuks jänkimaale hoopis varem, 6. augusti paiku, Hiroshima huku päeval, aga mitte kuu lõpul.

Pärast Katrina hävitustööd on ilmasõja-teemaliste lugude hulk meedias kasvanud. Näiteks on vandenõuteoreetikud väitnud, et ka 2012. aasta „supertorm” Sandy olevat olnud ilmarelv, mis muretseti ja suunati USA-le aasta varem hukatud Muammar Gaddafi rahade eest. Neis seostes tsiteeritakse sageli Idaho osariigi telejaama ilmameest Scott Stevensit. Just tema on väitnud, et 2005. aastal Ühendriike rünnanud orkaanid olid Jaapani tumedate jõudude kätetöö (www.weatherwars.info).

### Kuidas puutub ilmarelva-teemaga kokku Eesti elanik?

Enne 2011. aastat õieti ei puutunudki, kuni ühes „Pealtnägija” saates räägiti, kuidas lennukitelt mürke külvatakse – puha õilsal eesmärgil päästa maakera kliima. See äratas tähelepanu. „Ajaleht on armas asi, täna loed, homme unus-

tad,” kirjutas kunagi Tammsaare. See ei kehti siiski alati – mõned lood häirivad, mõned panevad kaasa mõtlema, osa kukuvad lausa kummitama. Sama lugu on televisiooniga.

Kõik me oleme näinud kõrgel taevas reaktiivlennukite järel pikki valgeid pilvesabasid. Üldiselt on teada ka see, millest need tekivad. Kuid pidada neid ilma-, täpsemalt kliimarelva vahendiks, on hoopis põnevam. Eestis on loodud kodanikeühendus Puhas Taevast, palju ruumi pühendab teemale ka veebileht Telegram, samuti paar raadiojaama. Lugejad-kuulajad saavad teada, et lennukid pritsivad atmosfääri keemilisi aineid Maa eliidi käsul põhiliselt selleks, et takistada kliima soojenemist. Ja teiseks selleks, et vähendada planeedi elanike arvu. Selles osas on Eestil täita oluline roll: „Taevaskoda on iidne planeedi põhiinfo kanal ja sealt sõidetakse kõige rohkem lennukitega üle. [...] Selgelt oli näha, et Moskva suunalt tulnud lennukid lülitasid keemiasaba sisse umbes Taevaskoja kandis ja Pärnu kohal lülitati välja. Washingtoni poolt tulnud lülitasid sabad sisse Pärnu kohal ja välja Taevaskoja kohal.” (Telegram, 01.06.2013).

Et lood keemiliste lennukijälgede ainevallas on tõsised, tsiteeriks veel ühte uudist: „Need ongi jah nagu Eliidile eraldatud planetaarsed lennukoridorid, kus võib ilma piiranguteta kõiki mõeldavaid toksilisi aineid väljastada ... Kindlasti Fukushima tuumakatastroof loodi ka lihtsalt kattevarjuks Planeeti kaitsvas inimpopulatsiooni vastases sõjas. Alumiinium ja eriti Baarium on ju radioaktiivsed ained!” (Blogist Eesti Chemtrail, <http://chemtrail-ee.blogspot.com/>, 28.4.2011, kirjaväis muutmata) Oma kodulehel on kodanikeühendus Puhast Taevast maininud ka okaspuude kahjustusi kevadel 2013, pidades nende põhjuseks keemiapilvi (Maaleht, 15.08.2013). Samas

2014. aasta aprillis tuli ka uudis, et Euroopa Parlament ja Euroopa Komisjon on otsustanud võtta menetlusse kliimakujundamist vastustava rahvusvahelise platvormi Skyguards petitsooni, mis puudutab nn keemiapilvi, ning ionosfääri uurimise programmi HAARP.

Idees kasutada ilmanähtusi sõjanduses või lihtsalt maailma muutmiseks pole midagi uut. Meenutagem piiblis kirjeldatud megauputust või siis mõnda tolaeagseist lahinguist. Näiteks Joosua võitis viie kuninga väe, pommitades seda hiigelahega (vt Joosua raamat, 10:11).

Ilmaprotsesse saab mõjutada suhteliselt lihtsalt – pole keeruline kemi-



**ILMARELVA KEELUSTAMISE LEPING – 1977. aasta 18. mail Genfis sõlmitud ja ÜRO-s ratifitseeritud konventsioon, millega keelustati keskkonna mõjustamine sõjalisel eesmärgil. Jõustus 5. oktoobril 1978.**

# MIS ON KONDENSJÄLJED JA KUIDAS NEED TEKIVAD

Kondensjäljed on pilved, mis võivad tekkida õhusõiduki lendamise käigus kahel moel. Esimesel juhul on põhjuseks õhusõiduki mootorist pärinev veeaur, mis paiskub õhku põlemisprotsessi käigus. Teisel juhul võivad kondensjäljed tekkida oludes, kus õhk on veeaurust küllastunud.

## 1. Kui põhjuseks on õhusõiduki mootorist pärinev veeaur

Lennuk tarvitab kütuseks petrooli – naftasaadust, mis koosneb põhiliselt süsinikust ja vesinikust. Vastavat ainete gruppi nimetatakse keemias ka süsivesinikeks. Mootoris kütus põleb, teisisõnu – süsivesinik ühineb õhuhapnikuga, mille tagajärjel tekivad põhiliselt süsihappegaas  $\text{CO}_2$  ja vesi  $\text{H}_2\text{O}$ ; kui hapnikku pole piisavalt, siis lisandub mittetäieliku põlemise saadus – vingugaas  $\text{CO}$ .

Lennuk lendab rohkem kui kümne tuhande meetri kõrgusel, kus temperatuur on pidevalt alla 40 miinuskraadi. Ka õhurõhk on sellisel kõrgusel märksa väiksem kui maapinnal. Kui ümbritsev õhk on piisavalt niiske, jahtub mootorist laialipaiskuv veeaur niisugustes tingimustes kiiresti ja kristalliseerub. Viimaste aastate uurimuste järgi muutub veeaur jääkristallideks vahepealse vedela olekuta, millist protsessi nimetatakse sublimatsiooniks. Jääkristallidest tekibki jälj, mida me maapinnal näeme lennuki sabana või pilvetriibuna. Kui aga ümbritsev õhk on suhteliselt soe ja väga kuiv, aurustub jälj kiiresti ning maapealne vaatleja ei pruugigi midagi märgata.

Kondensatsioonituumadena käituvad heitgaasides olevad tahma- ja muud osakesed, mille rolli pole veel täpsemalt uuritud. Küll on teada, et koguselisel on seda heitgaasi sama palju, kui palju tekitaksid lennukis istuvad inimesed, läbides sama vahemaa moodsate ökomotorolleritega. Õhusõiduki mootorist pärinevast veeaurust kujunevad kondensjäljed tekivad üksnes väga külmas õhus tropopausi lähedal, kus temperatuur on aastaringselt  $-40^\circ\text{C}$ ... $-65^\circ\text{C}$ . Sedasi tekkinud jälgi nimetatakse heitgaasitekkelisteks kondensjälgedeks (ingl *exhaust contrails*).

## 2. Kui õhk on praktiliselt veeaurust küllastunud

Sel juhul võib kondenseerumist põhjustada juba väike rõhulangus, mida tekitavad õhuvoolud õhusõiduki propelleri ja tiibade ümbruses: rõhu vähenemine põhjustab temperatuurilanguse, mis kutsub esile kondensatsiooni ja tekitab pilvetriibu. Too protsess võib aset leida märksa soojemas õhus, teatud tingimustel juba 15 miinuskraadi juures. Niiviisi tekkinud jälgi nimetatakse ka aerodünaamilisteks kondensjälgedeks (ingl *aerodynamic contrails*). Veeauru lisandumine õhku ei mängi nende puhul mingit rolli.

## 3. Hübridijalg

Lisaks heitgaasitekkelistele ja aerodünaamilistele kondensjälgedele on pakutud ka kolmandat võimalust – hübridijälge, mille tunneb ära selle arengut jälgides: kui esialgsest ühtsest joonpilvest eraldub ajapikku justkui kaks pilvetriipu, siis on tõenäoliselt tegu hübridijäljega.



FOTOD: JÜRI KAMENIK

Heitgaasitekkeline joonpilv 19. augustil 2013 Laagri kohal. Niisugust tüüpi joonpilv tekib kõrgemal atmosfääris (tropopausi lähedal), kus õhk on külmem. Ära tunneb selle säbrulise tekstuuri järgi. Seda tüüpi joonpilvega kaasnevad sageli sajujooned (*virga*), st mõned jääkristallid muutuvad nii suurteks, et langevad sademetena välja.



Aerodünaamiline joonpilv 19. augustil 2013 Laagri kohal. Aerodünaamiline joon tekib tavaliselt madalamal atmosfääris, kus õhk on soojem. Seetõttu on jääkristallide teke vähesem, kuid need on suuremad. Ära tunneb selle pilvetüübi pehmema tekstuuri järgi – jääb mulje, justkui oleks keegi pehme hariliku pliiatsiga taevasse jooni tõmmanud. Tihti lagunevad need joonpilved kiiremini, kusjuures tekkida võivad rõnga- või kromosoomitaolised moodustised, mida põhjustab Crow' labiilsus – tiibade tekitatud keerised vastastikmõjuvad joonpilvega.



Hübridijoonpilv 5. oktoobril 2013 Laagri kohal. Seda tüüpi pilve tunneb kõige kindlamini ära arengut jälgides – kui eraldub justkui kaks joonpilve. Eraldumise põhjuseks on aerodünaamilise joonpilve komponendi suuremad jääkristallid, mis raskusjõu mõjul laskuvad kiiremini. Suuremate jääkristallide aurustumine võtab ka rohkem aega: fotol on näha, et see joonpilve osa säilib paremini.

on metsakaitse spetsialistid näidanud, et kahjustused olid tingitud ebatavaliselt hilisest kevadest, seega looduslikud.

Käesoleva artikli eesmärk pole ümber lükata vandenõuteoreetikute väiteid, mis puudutavad meist kaugel toimunud sündmusi, näiteks nagu oleks 2004. aasta Indoneesia maavärina põhjustanud merealune aatomi-plahvatus või et Fukushima katastroof oli Jaapani valitsuse katse kontrollida rahvastiku iivet. Küll tahame selgitada, miks lennukijäljed mõnikord on ühtmoodi ja teinekord teistmoodi. Ning rahustada lugejat, et ei tasu otsida gaasitorbikut, kui pilved hakkavad laienema või kui taevas on ebaharilikult sinine.

### Muutlik atmosfäär

Arusaamatused seoses joonpilvedega tekivad enamasti seetõttu, et ei aduta, kui võrd muutlik on atmosfääri seisund – atmosfääriolud võivad märkimisväärselt muutuda iga meetri ja sekundiga. Seda on väga hästi osanud iseloomustada Tartu ülikooli geograaf Mait Sepp: „Väga raske on rääkida nähtamatutest asjadest, nagu õhukihid, kondensatsioonituumakesed, virtuaalne temperatuur, kastepunkt, küllastunud või küllastumata veeaur jne. Isegi kui maa pealt paistab taevas päikese-paisteline ja sini-sinine, siis eri kõrgustel võivad möllata nagu Mehhiko seebiooperid meie tajudele märkamatud füüsikalised protsessid. Mingil kõrgusel puhub vingemast vingem tuul, kuigi meil siin all valitseb tuulevaikus. Kusagilt kiilub sisse niiskem õhumass või muutub temperatuur.

Need muutused ei pruugi nähtavaks saada enne, kui sellest mõni lennuk läbi põristab. Ja lennukeid on tänapäeval palju, nad lendavad teineteisega paralleelselt ja vahel risti, kuid alati eri kõrgustel. Nii võibki üks lennata läbi kihi, milles õhuniiskust vaid ootabki mootoritööst vabanevaid tahmaosakesi, et võimsat pilve moodustada. Pisut eemal, aga ühtlasi teistsuguste omadustega õhukihis lendava lennuki jaoks ei pruugi õhuniiskust jätkuda ja isegi mootorist vabanevast veeaurust tekkinud pilv hajub kiiresti.”

Lennuliiklus on tihe ja teatud paikades lendavad lennukid praktiliselt igas suunas. Kui tingimused on sobivad, siis püsivad jäljed pikka aega, vahel tunde. Nii moodustub paratamatult mitmesuguseid võrgustikke ja mustreid ja jooni.

## ILMA MÕJUTAMINE: UNISTUSED JA TEGELIKKUS

Kogu kliimasüsteemi tahtlikuks mõjutamiseks pole inimkonnal veel piisavalt ei teadmisi ega energiat. Ilmaga ette võetavad operatsioonid on väga kallid, tulemused aga sageli küsitavad. Näiteks olevat 1950. aastal, kui New Yorki tabas tugev põud, käskinud sealne mererahvas kemikaalidega töödelda, peapiiskop aga kogudusi palvetada. Kui sadu algas, ei teadnud kumbki täpselt, kelle püüdlused vilja kandsid.

Põlisrahvad püüdsid ilma mõjutada juba aastatuhandeid tagasi, kujundades välja erilised rituaalid. Vihmatantsu poolest on eriti tuntud Põhja-Ameerika edelaosas kõrbelisel ja poolkõrbelisel aladel elavad indiaanlased, samuti Austraalia aborigeenid. Carl Gustav Jung ja Stanislav Grof on õnnestunud ilmapuudumiste rituaalid seostanud sellise nähtusega nagu sünkroonsus. See on defineeritud välise reaalsuse (vihm) ja sisemise reaalsuse (inimese sisemaailm) tähendusriikka põimumisena, mis näib ületavat konventsionaalset kausaalsust – põhjuslikke seoseid meie jaoks harjumuspärasel, näiteks looduse seaduste kujul. Eesti keeles on seda teemat pikemalt lahatud näiteks Stanislav Grofi raamatus „Tuleviku psühholoogia: tänapäevaseid teadvuse käsitlusi”. Vaatamata näiliselt tugevale alusele ja atraktiivsusele lõhnab selline reaalsuse käsitlus siiski pseudoteaduse järele.

### Teadlaste heureka

Tehnoloogia areng on kaasa toonud märksa efektiivsemaid võimalusi ilma mõjutada, nagu näiteks pilvede külvistamine. Külvistamise põhimõtte avastas ameeriklane Vincent Schaefer (1906–1993) 1946. aasta juulis juhuslikult. Koos Irving Langmuiriga hakkasid nad katsetama ainetega, mis võiksid kiirendada jääkristallide arengut allajahtunud pilvedes. Seda tehti pisikeses kastikeses, kus oli võimalik temperatuuri madaldada. Katsed soola, tolm, mullaosakeste ja muude ainete ning kemikaalidega ei andnud erilist efekti. Seejärel otsustas Schaefer kasutada General Electricu uurimislabori külmkambrist, mis aga ei võimaldanud nii madalat temperatuuri, et üksnes hingeauru abil allajahtunud pilve imiteerida. Ta otsustas temperatuuri langetamiseks kasutada kuiva jääd, aimamata, et sel võiks olla katalüsaatori roll. Niipea kui ta seda tegi ja kambris hingas, ilmusid jääkristallid. Schaefer katsetas oma ideed looduses juba 1946. aasta 13. novembril New Yorki osariigis, kus kuue nädala kuiva jää puistamisega valitud pilve suudeti põhjustada lumesadu Massachusettsis.

Schaeferi kolleeg Bernard Vonnegut, kirjanik Kurt Vonneguti vend, avastas peaaegu samal ajal ja sama juhuslikult teise külvistamise meetodi. See sündis kirjutuslaua taga, kus ta uuris ainete keemilisi omadusi. Ideele kasutada hõbejodiidi allajahtunud veetiljade muutmisel jääkristallideks tuli ta koos kristallograaf Henry Chessiniga. Katsed näitasid, et valik võib õige olla, sest hõbejodiidi toimel tekkisid katsekambris kohe jääkristallid ja seda isegi nii kõrgel temperatuuril kui  $-4^{\circ}\text{C}$ . Vonnegut ja Chessin patenteerisid oma meetodi 1975. aastal.

Seega panustas Schaefer pilvede soojusbilansile, Vonnegut aga jäätuumakestele.

### Kes Venemaal ilma teeb?

Eestis liigub ilmselt kõige rohkem lugusid idanaabri katsete kohta ilma mõjutada. Vene eksperimentaalse meteoroloogia õitseajaks oli külma sõja perioodil. Näiteks 2001. aastal kurtis ajalehes Neza-visimaja Gazeta (23.08) Obninskis asuva teaduslik-tehnilise ühenduse Taifun peadirektor Aleksei Orljanski, et nende asutuse head ajad on kahjuks möödas. Laboratooriumi, kus niisuguses ulatuses saaks luua nii tormi, udu kui äikest, polevat ühelgi teisel riigil. Kahjuks vaevleb labor rahapuuduses ja mitmed teadlased on lahkunud välismaale.

Kuus aastat hiljem tunnistas Venemaa meteoteenistuse Rosgidrometi aktiivse mõjutuse osakonna juht Valeri Stasenko ajalehes Moskovskii Komsomolets veebilehel ([www.mk.ru](http://www.mk.ru)) ilmunud intervjuus: „Ilmarelva keelustamise konventsioon keelab relva kasutamise, aga mitte loomise. Meil on andmeid, et mitmetes riikides tegeldakse selles suunas, kuid pole andmeid, et seda oleks kasutatud looduslikes tingimustes.”

### Fotoonikud sademeid tekitamas

Viimasel ajal on välja pakutud võimalus suurendada sademete hulka laseri abil. Idee taga on väide, et valgud võivad põhjustada saju algust või suurendada sademete hulka – seda tänu võimele ioniseerida õhku. Laserikiirega saaks lõhkuda lämmastiku ja hapniku molekulide reaktiivseteks aatomiteks, mis tekitavad endotermilisi reaktsioone, jahutades õhku ja aidates nii kondenseerumisele kaasa. Ioniseeritud osakesed aga käituksid kondensatsioonituumadena. Probleemiks on laserikiire ja plasma saamine pilvedesse, sest kiir nõrgeneb oluliselt juba mõnemeetrise liikumiste jooksul. Fotoonikud on pakkunud välja põhikiire embrüoneerimise ehk ümbritsemise kaitsekiirega. Nii võib vajalik energia kümneid kordi kaugemale jõuda. Lisaks tahetakse tekitada pilvedes plasmasringe ja suurendada elektrisündmuste hulka, mis ka aitaksid sademete tekkele kaasa. Probleemina nähakse lõivsuhet – sademete hulga suurendamine teatud piirkonnas võib tulla ümbritsevate alade arvelt. ●

## Joonpilv näitab, mis toimub atmosfääris, ehk aitab joonpilvede abil ilma prognoosida

Asjatundja suudab kondensjälgedest välja lugeda infot troposfääri ülaosas ning tropopausi lähedal valitsevate tuule- ja niiskuselude kohta. Joonpilved võivad viidata lähenevale tsüklonile või selle lohule, mille eel suureneb kilomeetrite kõrgusel aluspinna õhu niiskusesisaldus ja õhk hakkab kerkima, toetades niiviisi joonpilvede teket ja püsimist. Kui joonpilv on katkendlik, näitab see veeauru ebaühtlast jaotust troposfääri ülapiiiril, täpsemalt – kõrgusel, kus jälg asub. Seega on võimalik ka vastupidine: prognoosida atmosfääri seisundi abil seda, kus on joonpilvede teke tõenäoline. NASA on koostanud vastava prognoosikaardi, mis on internetis vabalt kättesaadav.

## Kas ja kuidas mõjutavad joonpilved kliimat?

Kliimat need tõepoolest mõjutavad – näiteks mõnevõrra vähendades selgete päevade hulka ja suurendades üldpilvisust. Kondensjäljed muudavad ka atmosfääri kiirguslikke omadusi – ilmselt on neil oma osa selles, et õhutemperatuuri ööpäevane amplituud jääb veidi väiksemaks ja troposfääri albeedo suuremaks, kui need oleksid ilma kondensjälgedeta. Asjaolu, et kondensjäljed katavad aastas 0,07–0,4 protsenti taevast, väärrib uurimist, et teha kindlaks, milline on nende täpne roll kliimasüsteemis. Sellega tegeleb näiteks NASA.

FOTOD: JÜRI KAMENIK



Väändunud kondensjälg kiudkihtpilvedega 4. juulil 2012 Tallinna kohal. Säärast usjat kuju põhjustab tuulenihe – tuule kiirus ja/või suund erineb juba väikese vahemaa tagant, mistõttu joonpilv deformeerub. Sel päeval hakkas Eestisse saabuma niiske ja kuum troopiline õhumass.

Tuuleniikelises keskkonnas tekkinud väändunud joonpilved 28. märtsil 2014 Tartu kohal. Fotol on näha isegi Kelvini-Helmholtzi lainepilv. Nii-suguse pilve tekkeks peab olema kaks õhukihti, mille tihedus ja tuulenihe on piisavalt erinevad, kusjuures õhukihtide liikumissuund tavaliselt ei ühti – sel juhul võivad piirpinnal areneda lained.

Pilvelainete teke on tõenäolisem siis, kui soe õhumass liigub külmema kohale ehk ilmneb inversioon (õhukihtide tihedused erinevad), või jugavoolude korral. Üdiselt on atmosfääri kihistus sel juhul stabiilne (inversioonikiht) ja konvektiooni-pilvede teke vähetõenäoline.

Laialivalguv kondensjälg 9. septembril 2013 Tartu kohal. Joonpilv on muutunud lintjaks ja selle aluselt venivad välja peened pilveniidid (fotol vasakule). Taoline jälg tekib, kui tropopausi lähedal on õhk niiske ja tõuseb aeglaselt, toetades niiviisi jälje püsimist. Ilmakaarti vaadates võib näha, et tol päeval süvenes Läänemere lõunakaldal tsüklon, mis liikus tasapisi Eesti lähemale ja tähendas niiskuse suurenemist õhumassis.

horisont ☺



TOOMAS PÄÄSUK

## Kas joonpilved on head või halvad?

Sellele saab vastata ainult subjektiivselt, sest tegu pole ju muuga, kui vee ja tahma- või tolmuterakestega. Inimeste arvamus joonpilvedest varieerub. Mõnele need meeldivad, sest muudavad taeva huvitavamaks, tekitades vahel üllatava välimusega eriskummalisi kujundeid, ja nende järgi saab vahel ka ilma prognoosida. Kuna kondensjäljed koosnevad jääkristallidest, kaasnevad kondensjälgedega sageli halod. Teistele kondensjäljed ei meeldi – nende hulka kuuluvad muidugi vandenõuteooriasse uskujad, aga ka need, kes peavad loodusele omaseks ümaraid ja ebakorrapäraseid vorme.

## Joonpilve asend pilvesüsteematis kas ja teadusnimetus

Pilvesüsteematis, kuhu kuulub kümme liiki ehk põhivormi, paigutatakse kondensjäljed kas kiud- või kiudrunkpilvede hulka. Kondensjälgede teaduslik nimetus on *Cirrus tractus* või *Cirrocumulus tractus* (tractuse asemel kasutatakse vahel ka sõna *aviaticus*).

Käesolevas artiklis on kondensjälgi nimetatud korduvalt ka joonpilvedeks. Millest selline nimetus? 2013. aastal tuli ettepanek leida kohmakale terminile „kondensjalg” mõni eestipärasem vaste. Lisaks on kurdetud, et sõna „kondensjalg” tekitab kergesti muid, soovimatuid seoseid. Seda illustreerib ühe kooli gümnaasiumiõpilastelt saadud tagasiside, kus umbes neljakümnest õpilasest kolmandikul seostusid sõnaga „kondensjalg” eeskätt kondensjälgedega tekkega haakuvad vandenõuteooriad.

Ilmahuvilistelt kogunes rohkesti häid ettepanekuid: „triippilv”, „joonpilv”, „lintpilv” ja „juttpilv”, aga ka „lennukijäljed”. Oskussõna peaks olema võimalikult tabav ja samas ka (loodus)teaduslik, seetõttu langes valik sõnale „joonpilv”, mis iseloomustab seda pilve kui väga kitsast ja pigem sirgjoonelist, ent on samas piisavalt loodusteaduslik. Kuna aga sõna „kondensjalg” on juba juurdunud, jääb uus oskussõna vähemalt esialgu alternatiivseks sünonüümiks.

Joonpilve mõiste esitati ka õigekeelsussõnaraamatu koostajatele, kes andsid sellele positiivse hinnangu ja lisasid 2013. aastal ilmunud eesti kirja-keelt normivasse sõnaraamatusse. Varem oli keskkonnasõnastikus EnDic sees „kondensjalg” ja „kondensjoom”,

## KÜLVISTAMINE – MITU ÜHE HOOBIGA

Tänapäeva kasutatavaim ilma mõjutamise viis on pilvede külvistamine, mille tulemus on atmosfääri tingimustest. Olgu eesmärk milline tahes – külvistamiseks tuleb pilvedesse viia või neis tekitada täiendavaid kondensatsioonituumakesi, mida kombineeritakse küllalt tihti õhu lokaalse jahutamisega. Enim on selleks kasutatud hõbejodiidi (AgI) ja kuiva jääd ehk tahket süsihappegaasi (CO<sub>2</sub>), sest nende ainete kristallstruktuur sarnaneb jää omale, mistõttu sobivad need kondensatsioonituumakesteks suhteliselt hästi. Veel on kasutatud vedelat propaani, mis põhjustab jääkristallide teket kõrgemal temperatuuril kui hõbejodiid või kuiv jää. Hügroσκοопsetest ainetest kogub populaarsust sool.

Sademetes esilekutsumine hõbejodiidiga toimib tugevasti allajahtunud ja mitme kilomeetri paksustes pilvedes, milles veetilkade temperatuur jääb vahemikku –5...–20 °C, harvem kuni –30 °C. Kuiv jää ja vedel propaan toimivad ka kõrgemal temperatuuril ning otseselt olemasolevaid veetilku ei vaja, sest need ained jahutavad õhu niivõrd maha, et jääkristallid võivad tekkida spontaanselt. Efektivsuse võtmeks on tavaliselt Bergeroni-Findeiseni protsess, mis põhineb asjaolul, et jää kohal on tasakaaluline veeauru rõhk väiksem kui vedela vee kohal samal temperatuuril. Seega, kui pilvedes on korraga nii veepiisakesi kui ka jääkristalle, siis liiguvad veemolekulid veepiisakestest jääkristallidele ehk viimased kasvavad esimeste arvelt ja sademeteprotsess hakkabki toimima.

Troopikas toimib ka konvektsioonipilvede „sajuks küpsetamine”, milleks vallandatakse rünk- või rünkajupilvede varjatud soojus, nii et konvektsioonivoolud tugevnevad ja ergutavad pilvede kasvu kõrgusesse.

Allajahtunud pilvi saab külvistamise teel ka hajutada, kui need on piisavalt õhukesed. Eriti efektiivne on see kõrgrünk- ja kiudrunkpilvede korral, mis koosnevad enamasti (tugevasti) allajahtunud piisakestest, mis ainult ootavad, et saaksid jäätuda. Kogu saladus peitub selles, et need vähesed sademed, mis õhukeses pilves tekitatakse, jõuavad enne aluspinnani jõudmist aurustuda ja pilv hajub.

CORBIS / SCANPIX



Rahe ära hoidmiseks suurendatakse pilves jääkristallide osatähtsust, nii kaovad tingimused rahe tekkeks. Seda meetodit ei peeta suure materjalikulu tõttu siiski efektiivseks. Teine võimalus on suurendada jääkristallide osatähtsust ainult veidi, nii et rahe küll tekib, aga raheterad jäävad väikseks ja jõuavad kas enne maapinnani jõudmist sulada või ei tekita kahju. Rahe ärahoidmise efektiivsus, tulistades rahepilvi hõbejodiidiga laetud raketidega, olevat Venemaal 70–80 protsenti. Hinnang lähtub klimatoloogilistest andmetest rahe kohta, aga teisalt peab arvestama, et pole ju kõrvale võtta identset pilve, mille alusel võrrelda, kui palju oleks sadanud inimese sekkumiseta.

Udu hajutamiseks pole efektiivseid meetodeid veel leitud, mingisuguseidki praktilisi tulemusi on suudetud saavutada ainult piiratud alal, näiteks lennuväljadel. Allajahtunud udu puhul võib taas olla abi külvistamisest, nii et veetilkade asemel tekivad jääkristallid, mis maha saavad. Paraku on suurem osa ududest „soojad“, st nullilähedase või kõrgema temperatuuriga, ja sel juhul niisugune traditsiooniline külvistamine ei mõju. Küll on saavutatud tulemusi hügrokoopse külvistamisega, mille korral kasutatakse hügrokoopseid aineosakesi. Need (näiteks sool) neelavad veeauru, ja udu sajab maha uduvihmana või lihtsalt hajub. Proovitud on ka õhu soojendamist udupiisakeste aurustamiseks, kuid see pole küllalt tõhus ja on liiga kulukas. Teatavaid tulemusi on saadud ultraheli-sireeniga: ultrahelilainete mõjul liituvad udupiisakesed suuremateks tilkadeks ja saavad alla.

Orkaanide külvistamisega on põhjalikult tegeletud USA-s, kus valitsuse egiidi all teostus aastatel 1962–1983 projekt „Stormfury“. Ameeriklaste idee oli puistata hõbejodiidi orkaani silma seina. Loodeti, et see põhjustab varjatud soojuste vabanemise, uue seina tekkimise ja ühtlasi ka suurema läbimõõduga silma, mis tähendaks nõrgemaid tuuli – mida suurem on orkaani silma läbimõõt, seda väiksem on muude võrdsete tingimuste korral tuule kiirus. Tegelikult see idee ei toimunud ning hilisemad uurimused näitasid, et orkaani seinas pole piisavalt allajahtunud veetilku, et hõbejodiidiga külvistamisest abi oleks.

### Tänane reaalsus: nii teadus kui ka teenus

Tänapäeval tegeletakse külvistamisega mitmel suunal. Suurte projektide kõrval, nagu juba nimetatud omaaegne operatsioon Popeye Vietnamis, jätkuvad teaduslikud eksperimendid. Lisandunud on pilvede külvistamise igapäevane kasutus, näiteks USAs, Hiinas, Venemaal. USA-s tegutseb mitmeid kommertsettevõtteid, kes sellist teenust pakuvad, Venemaal ja Hiinas on tegu rohkem riikliku tellimusega. Kokku on pilvede külvistamist kasutatud umbes veerandsajal riigis, muu hulgas Prantsusmaal ja Hispaanias (rahe summutamiseks), Austraalias (nii kuivuse leevendamiseks kui lumesaju tekitamiseks mägedes), Indias (sademete suurendamiseks), Araabia Ühendemiraatides (sademete tekitamiseks), Indoneesias (sademete tekitamiseks, alustati eelmisel aastal sudu tõttu), Malis ja Nigeris (sademete suurendamiseks, riiklikul tasandil). Vastavaid teenuseid pakub üleilmsel tasandil näiteks 1961. aastal asutatud Weather Modification Inc (<http://www.weathermodification.com/>).

### Tuntud juhtumid: õnn ja ebaõnn

Tuntuimad vihapilvede tühjendamised on toimunud Moskva ja Pekingi olümpiamängude avapäeval. Pilvede kunstlik hajutamine on õnnestunud ka 1994. aastal Hea Tahte mängude avapäeval, samuti mitmel 9. mai üritusel Moskvast, nagu näiteks 1995. aasta suure võiduparaadi ajal. Putini käsil alustati toona suurte läänest pealetungivate vihapilvedega võitlust juba 7. mail: 11 lennukit (An-12 ja Il-18) puistasid kemikaale 150 km kaugusel pealinnast. Järgmisel päeval tuli lende siiski vähendada, sest saabus rohkelt väliskülalisi. Põhirünnak pilvedele algas pidupäeva varahommikul. Kuueteistkümne väljalennuga külvati taevasse 30 tonni kuiva jää, 6000 liitrit lämmastikuühendeid, üle 50 tonni hõbejodiidi ning muud keemiakraami. Ja ennäe imet – veel veerand tundi enne paraadi algust tibutas kergelt vihma, siis aga tuli päike välja ning säras nagu ülemuse käsu edukalt täitnud kaitseminister Ivanovgi.

Tuntuimad ebaõnnestumised selles vallas on olnud Peterburi 300. juubelil 2003. aastal, kui pilv sadas tühjaks just aukülaste saabumisel, samuti 2006. aasta G8 riigipeade nõupidamine Peterburis. 2008. aastal oli äpardusi tsemenditolmu puistamisel pilvedesse

Venemaa päeval Moskva lähisel. Tsemenditolmu puistati toona kottidena, aga vähemalt üks nendest ei avanenud nagu vaja ja kukkus ühest katusest läbi, tekitades meetrise läbimõõduga augu.

2004. aastal püüti Hiinas leevendada sisemaal põuda, aga väidetavalt jätkati sellega mõnes kohas ka siis, kui juba vihma sadas, põhjustades niiviisi uputusi seal, kuhu pilved liikusid. ●



mis kirjeldavad kõnealust nähtust eeskätt moodustusviisi järgi (kondenseerumine), seevastu sõna „joonpilv“ kirjeldab just pilve kuju.

### Iga joon pole kondensjälj

Vahel peetakse kondensjäljeks iga vähegi joonetaolist pilve. Tegelikult ei ole kõik joonetaolised pilved sugugi kondensjäljed. Ka inimtegevusest olenemata võib pilv omandada joone kuju ning alati pole isegi asjatundjal kerge aru saada, kas selle päritolu on läbinisti looduslik või pani sellele alguse inimtegevus.

### Kiudrunkpilved pole midagi uut

Veel on lennukite põhjustatud uudeks nähtuseks peetud kiudrunkpilvi. Ometigi sisaldas kiudrunkpilvi (*Cirrocumulus*) juba amatöörmeteoroloog Luke Howardi 1802. aasta lõpus esitletud pilvede nimetamise süsteem (teoses „On the Modification of Clouds“). Vanarahvas on neid vahel nimetanud ka oa-õilmepilvedeks. Küll määratleti alles 20. sajandil näiteks kihtsajupilved (*Nimbostratus*), ometi ei peeta neid tehnilikeks ega seostata mingite vandenõudega.

### Mis on hajujalg?

Õhusõidukid tekitavad pilvi, ent olukord võib olla ka vastupidine – lennuk võib olemasolevad pilved hajutada. Hajujäljed (ingl *distrail*) kujunevad juhul, kui õhusõiduk lendab läbi pilvekihi, vallandades pilvepiiskade jäätmise ja sademetena väljalangemise. Järele jääb tunnelitaoline või ovaalne pilvedeta või sajujoontega palistatud koht, mis võib soodsatel tingimustel transformeeruda nn pilvelumestuseks (ingl *fallstreak hole*, *hole punch cloud*).

### Halosid peab oskama märgata

Vandenõuteooriaga seostatakse ka halosid. Halo on optiline nähtus, mis näitab, et atmosfääris on palju jääkristalle, mis peegeldavad ja murruvad valgust sarnaselt klaasprismale. Need jääkristallid tekivad inimesest sõltumatult ja on pea alati olemas, sest niiskust õhus jätkub ja suurema osa troposfääri õhutemperatuur on alla 0 °C. Saksamaa halouuringute rühm on kümne aasta vaatluste alusel välja selgitanud, et 22-kraadist halo võib Kesk-Euroopas asuv vaatleja näha keskmiselt sajalt, valepäikesed ehk sappe seitsmekümne kolmel ja suurt (46-kraadist) halo keskmiselt neljal päeval aastas. Eesti kohta on halostatistikat



Pilvelumestus 2. oktoobril 2013 pisut enne kella 16 nähtuna Lauluväljakult.

kogunud Marko Krusel, kuid temagi üksnes mõnel viimasel aastal.

Seega näitab statistika, et halo on üsna tavaline nähtus. Väited, et neid on viimastel aastatel või aastakümnetel märksa rohkem kui varem, ei ole usaldusväärsed. Esiteks on mälu selektiivne, teiseks tuleb õppida halosid märkama. Kui selline märkamisoskus omandatakse teatud eluetapil, võibki kujuneda mulje, nagu oleksid halod olnud varem haruldasemad.

Loomulikult võib püstitada hüpoteesi, et tavaliselt jääkristallidest koosnevate joonpilvede tõttu esineb halojuhtumeid rohkem, aga puuduvad tõendid, et nende puududes oleksid halod haruldased.

### Ka laev võib jätta jälje

Pilvetriipude kõrval on saanud populaarseks ka satelliidipildid laevakondensjälgedest (ingl *shiptrails*). Millega on tegu? Ka laevad emiteerivad heitgaase, milles on kondensatsiooniks sobilikke tuumakesi. Et mere kohal on õhk niiske, pakuvad lisanduvad osakesed veeauru kondenseerumiseks soodsaid võimalusi ja kujunebki lineaarne ehk joonekujuline pilv või vähemalt tihedama pilvisusega kitsas ala. Veel on võimalik, et mõnedel niisugustel pildidel on esitatud vääveldioksiidi jaotus, mida on võimalik määrata

satelliitmõõtmistest: laevateed on üsna kindlalt välja kujunenud ja laevakütuse väävlisisaldus on võrreldes autokütusega palju kõrgem, mistõttu on võimalik vääveldioksiidi laevateedel hõlpsalt jälgida.

### Rahulikuks lõpetuseks

Vandenöuteoreetikute üheks oluliseks argumentiks on kliimarelva puudutavate patentide olemasolu. Selle argumendi nõrkust illustreerib ilmekalt hiljutine skandaal Korea teadlase Hwang Woo Suki ja tema tüvirakuuuringute ümber, mille raames õnnestus tal omandada ka mitu patenti. Kuna patenteerimisprotsess ei eelda tegelikult, st praktikas toimiva prototüübi esitamist, siis ei tõenda ainuüksi patendi kinnitamine veel ühtegi vandenöuteooriat.

Niisiis – kui pisut süüvida atmosfääris toimuvasse, selgub, et kondensjälgede teke ja morfoloogia on seletatav sellega, mis toimub õhukihtides. Vandenöuteooria pooldajate esitatud fotod ja videod näitavad vaid seda, kuidas atmosfääri omadused joonpilvi mõjutavad. Visuaalse vaatluse põhjal ei saa midagi öelda joonpilvede keemilise koostise kohta. Maapinnalt kogutud proovid, mis tõendavad saastumist näiteks raskmetallidest, viitavad küll, et liiklus, rasketööstus jms on

ELLU VIBUR

saastav, aga neid ei saa siduda (otseselt) lennundusega. Halod ja kiudrunkpilved on tekkinud juba miljoneid aastaid enne inimese ilmumist ja kujunevad inimtegevusest sõltumata.

Lõpetuseks ka midagi rahustavat: Euroopa atmosfäär on võrreldes 1970.–1980. aastatega muutunud palju puhtamaks. Nn pimenemise aeg, millest rääkisid BBC dokfilmid „hämardumisest“, lõppes umbes viisteist aastat tagasi. Tartu Ülikooli, Tartu Observatooriumi ning Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituudi teadlaste mõõtmised näitavad, et meie taevas on praegu sama läbipaistev kui 1930. aastatel (Ohvril *et al.*, 2009; Wild *et al.*, 2005). Saastatunud alad jäävad Hiina kanti. ●

### LOE VEEL

- Hill, S A., Yi Ming. 2012. Nonlinear climate response to regional brightening of tropical marine stratocumulus. *Geophysical Research Letters*, 39, L15707, DOI:10.1029/2012GL052064.
- Ohvril, H; Teral, H; Neiman, L; Kannel, M; Uustare, M; Tee, M; Russak, V; Okulov, O; Jõeveer, A; Kallis, A; Ohvril, T; Terez, E.; Terez, G.; Gushchin, G.; Abakumova, G.; Gorbarenko, E.; Tsvetkov, A.; Laulainen, N. (2009). Global dimming and brightening versus atmospheric column transparency, Europe, 1906–2007. *Journal of Geophysical Research-Atmospheres*, 114, 1–17.
- Wild, M.; Gilgen, H.; Roesch, A.; Ohmura, A.; Long, Ch.; Dutton, B.; Kallis, A.; Russak, V.; Tsvetkov, A. (2005). From Dimming to Brightening: Decadal Changes in Solar Radiation at Earth's Surface. *Science*, 308(5723), 847–850.
- Atmosfäärioptika: <http://www.atoptics.co.uk/>
- Kondensjälgede klassifikatsioon: <http://contrailscience.com/hybrid-contrails-a-new-classification/>
- Laevakondensjäljed: <http://earthobservatory.nasa.gov/NaturalHazards/view.php?id=40626>
- Marko Kruseli halode blogi: <http://aoptics.blogspot.com/>
- NASA prognoosikaart: <http://cloudsgate2.larc.nasa.gov/cgi-bin/site/showdoc?docid=33&cmd=latest>
- Saksamaa halouuringute rühm: <http://www.meteoros.de/indexe.htm>

### AUTORITEST

AIN KALLIS (1942) on meteoroloog, klimatoloog ja publitsist. Lõpetanud *cum laude* 1966. aastal Tartu Riikliku Ülikooli geograafi-meteoroloogi-klimatoloogina. 1974. aastal kaitstud väitekirja käsitles päikesekiirguse mõju taimkatte produktiivsusele ja kasvule erinevatel geograafilistel laiustel. Tema peamine uurimisvaldkond on Eesti kiirguskliima. Töötab peaspetsialistina Eesti Keskkonnaagentuuris ja dotsendina Tallinna Tehnikaülikooli Meresüstemi Instituudis.

JÜRI KAMENIK (1988) – Tartu Ülikooli loodus-geograafiamagistrant ja atmosfäärihuviiline. 2013. aasta kevadel kaitses Tartu Ülikooli loodus- ja tehnoloogiateaduskonna geograafia osakonnas bakalaureusetöö teemal „Äikesesademetel ajalise ruumilise jaotuse ja pikaajaline muutlikkus Eestis perioodil 1950–2005“. Ilmast (ja meteoroloogiast) on ta huvitunud põhjalikumalt 1998. aastast.

# Heiki Valk arheoloogia kabinetis

Tartu Ülikooli arheoloogia kabinet on end sisse seadnud otse ülikooli peahoone kõrval, Jakobi tänava otsas asuvas endises keemiahoones.



FOTOD: ARNO MIKKOR

Väljakaevamistel leitud loomaluude hoidmiseks on mõeldud eraldi ruum. Teiste hulgas on selles kambris omale koha leidnud ka üks lehma skelett.

See, et tänane arheoloogia kabinet kannab kabineti nime, on märk järjepidevusest. Juba esimesel Eesti ajal ehk 1920. aastal arheoloogia õppetooli juures tööd alustanud ning möödunud sajandi keskel koos kogu Tartu Ülikooli arheoloogia kui kodanliku natsionalismi kantsiga hingusele saadetud üksus sai 1990. aastate hakul taasloomisel uuesti arheoloogia kabinetiks.

See kabinet ei tähenda pelgalt töölaua

ja raamaturiilitega tööruumi, vaid midagi tunduvalt enamat. Kabineti tööd juhtiv Heiki Valk ütleb, et arheoloogia kabinet kätkeb endas nii arheoloogiliste leidude kogusid, laborit, arhiivi, raamatukogu kui ka andmebaase.

Üle labori uksele astudes tähendab Heiki Valk rahulolust pakatava tooniga, et selle näol on tegu Tartu arheoloogia tuleviku, au ja uhkusega. Avaras ruumis,

mille ühel ajaloolisel töölaual säravad kunagist keemialaborit meenutavad kõrged vasksed kraanid, tegeletakse nüüd maapõuest välja tulnud leidude uurimisega ja konserveerimisega. Selleks on soetatud mitmeid moodsaid aparate. Näiteks



Paljud savinõud on kunagi Õpetatud Eesti Seltsi liikmed kokku kogunud. Pildil Kodavere kihelkonnast Alatskivilt ja Nõo kihelkonna kivikalimest pärit savinõud.



Doktorant Riina Rammo näidatud Jõgevamaalt Kivijärve külast leitud arvatava iidse piduliku peakatte säilmed.



1993. aastast arheoloogia kabinetti juhtinud Heiki Valk kabineti juurde kuuluvas laboris, kus maapõuest välja tulnud leide uuritakse ja konserveeritakse.

spektromeeter on riistapuu, mille abil on võimalik konserveerimisel täpsemalt teada saada, mis materjali mingi leid sisaldab.

Parasjagu laboris toimetaval doktorandil Riina Rammol on Horisondile kohe ka midagi põnevat näidata. Labori metalse tööpinnaga laual vaatavad kausikestest ja pappkarbikestest vastu sinakasrohelist karva roostega kattunud pisikesed detailikesed. Ühe valge paberilehe peal on näha neid samu mustreid moodustavaid vidinakesi ka sõna otseses mõttes muldvana riidetüki küljes. Riina Rammo selgitab, et leiud jõudsid laborisse jaanuaris Jõgevamaalt Kivijärve külast. Leidja, kes polnud arheoloog, oli seejuures käitunud täpselt nagu peab: selle asemel, et hakata ise leidu maapõuest välja koukima, oli ta kohale kutsunud asjatundjad. Vastasel korral võinuks juhtuda, et asjatundmatu tegutsemisega oleks lisaks aja jooksul hapraks muutunud leiu kahjustamisele kaduma läinud ka hulk sellega seotud väärtuslikku infot.

Arheoloogid töid aga leiu monoliitse muldkehana laborisse, kus sellest puhastatigi välja kasetohust vaka sisse pandud metallist kaunistustega rõivaese. „Tegu on 16. või siis 17. sajandist pärit peiteleiuga,”

osutab Riina Rammo. Materjalide lähemal uurimisel on selgunud, et roheka roostega kattunud spiraalkaunistused on meisterdatud valgevasest ehk messingist ning need ehtsid üht sinist värvi villast rõivaeset. Rammo hinnangul võis see olla pidulik peakate.

Rammo näitab arvutiekraanil ka mullatükist paljastunud säilmetest tehtud 3D-mudelit. Tekib küsimus, kuidas ometi on võimalik leidu n-ö ruumiliselt sisse skaneerida. Kuid skaneerimisega pole siin siiski midagi pistmist. Leid on lihtsalt mitme nurga alt üles pildistatud ning spetsiaalne nutikas arvutiprogramm on kokku pannud ruumilise ülevõtte, mida saab objekti lähemaks uurimiseks vastavalt vajadusele ka pöörata. Sellised ühtmoodi nii leidudest kui ka kaevanditest tehtud 3D-fotodest on tänaseks saanud vaat et asendamatud arhiveerimisdokumendid.

Konservaator Andres Vindi toob aga vaatamiseks lauale kotikese vanade hõberahadega. Need on pärit Valgamaalt leitud ühtekokku 200 mündist koosnenud Uniküla aardest. 16. sajandist pärit väikeste Poola-Leedu krosside hulgas toretseb ka üks samal ajajärgul vermitud Hispaania hõbemünt.

Edasi suundume keldrikorrusele, kus asuvad hoidlaruumid. Neis on tallel aastakümnetega kogunenud kümned tuhanded, seal hulgas juba tsariajal Õpetatud Eesti Seltsi liikmete kokku kogutud arheoloogilised leiud – iidsetest savipottidest, ehetest ja nende fragmentidest kuni inim- ja loomaluudeni välja. Näiteks inimluud jõuavad viimasel ajal siia eeskätt kirikaedades tehtud päästekaevamistelt. Teine sarnane leidude kogu on Tallinnas Ajaloo Instituudis.

Ühes hoidlaruumidega on keldrikorrusel koha leidnud ka leidude töötlemise ruum, kus maa seest välja tulnud luud või esemed puhtaks pestakse. Kui kevadisel ajal on see ruum puhas, siis välitööde kõrghooajal ehk suvel ja ka sügisel muutub Heiki Valgu sõnul siin olemine päris mudaseks. ●



TEADLANE KABINETIS

TEADLANE KABINETIS on rubriik, kus toimetaja ja ajakirjanik Ulvar Käär tutvustab ruume, millega meie teadlased on oma töö tõttu tihedalt seotud.



VIIRE SEPP

# Stipendiumiprogramm, mis suunatud stimuleerima noorte arengut

**Eesti olümpiaadiliikumise 60. aastapäevale pühendatud konverentsil „Talendid tuleviku teenistuses” Tartus 9. jaanuaril kuulutati välja suurejooneline stipendiumiprogramm, mille üks eesmärke on väärtustada reaalinete olümpiaade kui võimekate noorte arengu üht olulist stiimulit.**

Vastava stipendiumiprogrammi rahastajaks Tartu Ülikooli sihtasutuse Teaduskooli fondi kaudu on Jaan Tallinn, keda laiem üldsus tunneb Skype'i ja Kazaa tehnilise platvormi ühe loojana. Kommenteerides oma algatust, on Jaan Tallinn öelnud, et koolipoisina füüsikaolümpiaadilt saadud tutvustest alanud koostöö on suuresti kujundanud tema üht olulist põhimõtet: leida endast võimekamaid inimesi ning püüda nendega koos midagi põnevat ära teha. Ta on veendunud, et käesolevat sajandit kujundavad suuresti reaalaralde inimesed ning nende vastutus on maailma ja inimkonda mõjutavate otsuste tegemisel ülioluline. „Stipendiumi eesmärgiks on sillutada noortele võimekatele reaalaralde inimestele teed ning viia nad kokku inimestega, kes on neile võrdsed mõttekaaslased ning anda see läbi neile õng oma mõtlemisvõime edasiseks parandamiseks,” selgitas Jaan

Tallinn stipendiumi väljakuulutamisel.

Vastavalt annetaja soovile kasutatakse stipendiumi reaal- ja loodusteaduste olümpiaadidel edukalt esinenud teaduskooli õpilaste ja vilistlaste osalemiseks ratsionalistide liikumisest välja kasvanud organisatsiooni Center for Applied Rationality (CFAR) seminaridel. Ratsionalistide liikumine, mis on koondunud veebikogukonna Less Wrong ümber, teeb jõupingutusi selle nimel, et inimesed oleksid ratsionaalsemad ning et inimkonda mõjutavad otsused oleksid võimalikult tegelikkusega kooskõlas.

CFAR-i seminaride peamisi praktilisi väljundeid on õpetada osalejaid paremini eesmärke püstitama ning nende poole liikuma. Koolituse läbiv küsimus on: „Kuidas vältida oma aju tehtavaid loogikavigu?” Seminare läbi viivad instruktorid suunavad osalejaid kasutama erinevaid tõenduspõhiseid enesemotiveerimise meetodeid, olgu selleks näiteks eesmärgi visualiseerimine või enese n-ö ümberprogrammeerimine arengule suunatuks (ingl *growth vs fixed mindset*). Oluline rõhk on ka tehnikatel, kuidas paremini aru saada oma eesmärkidest. Seminaridel toimuvad intensiivsed treeningud, kuid oluline on ka avatud mõttevahetus osalejate vahel.

Stipendiumile on vastavalt statuudile valitud kandidaate rahvusvahelistel koolinoorte olümpiaadidel edukalt esinenud noorte hulgast, kes praegu õpivad kõrgkoolis reaalteaduslikel erialadel. Lõpliku otsuse sobivuse kohta teevad kandidaatidega peetud vestluste põhjal CFAR-i esindajad. Seminarid toimuvad peamiselt USA-s, kuid on laienetud ka mujale. Nii osales esimene Eestist lähetatud stipendiaatide grupp seminaril Melbourne'is. Kokku on praeguseks stipendiumifondi toetusel CFAR-i seminaridel osalenud üksteist Eesti noort, eesmärgiks on suunata seminaridele paarkümmend noort aastas.

Palusime stipendiaatidel jagada oma mõtteid nii olümpiaade kui ka seminaris kogetu kohta.

## KÜSISIME:

- Mis tähendust kannavad teie jaoks olümpiaadid?
- Milline teadmine, meetod või mõtteviis jäi koolitusest kõige paremini meelde või tundus kõige kasulikum/lahedam?
- Mida seminaril räägitust saate kasutada juba täna, oma igapäevategemistes?
- Milliseid tulemeid näete seminarist ajendatuna tulevikus võrsumas – nii isiklikus plaanis kui globaalselt?



Esimene eestlaste delegatsioon Melbourne'is enne seminari: Heidy Kiviloo (projektijuht), Uku-Laur Tali, Taivo Pungas, Kristian Kuppert, Madis Ollikainen, Jaagup Repän.

FOTOD: ERAKOGU



**METTE PURDE,**  
Tallinna Tehnikaülikooli  
1. aasta üliõpilane,  
geenitehnoloogia

● Olümpiaadid olid oluline osa minu kooliteest ja tänu neile juhtus minuga palju asju, mida muidu poleks juhtunud. Kõige tähtsam on ehk see, et kohtasin tarku ja põnevaid inimesi, kes jagasid minu huvi teaduse vastu. Suure osaga oma kõige lähedasematest sõpradest olen tuttavaks saanud just olümpiaadil. Samuti andis võistlusmoment mulle lisamotivatsiooni tegelemaks ainetega, mis mulle huvi pakusid, rohkem kui õppekavas ette nähtud. Nii olümpiaadideks valmistumisel omandatud teadmised kui ka võistluse käigus saadud laboritöö kogemus tulevad praegu ülikoolis kasuks.

● Üks kõige lihtsam võimalus, mis meile CFAR-i koolitusel õpetati, on tähelepanu vabastamine. Ei ole vaja end pidevalt koorjata kõige meelespidamisega, sest siis jätkub parasjagu käsil oleva tegevuse jaoks vähem tähelepanu ning see ei edene, samuti on unustamise tõenäosus suur. Mõistlik on kirjutada plaanid ja kohtumised kalendrisse, koostada tegemist vajavate tööde nimekirju ja sättida meeldetuletusi. Siis teab aju, et vajalik asi on kindlas kohas olemas ja tuletab end õigel ajal meelde, seega võib selle ajutiselt ära unustada ja keskenduda parasjagu toimuvale.

● Koolitusel saadud teadmised aitavad mul muutuda efektiivsemaks, teha asju kiiremini, paremini ja rahulolevamalt. Samuti õpetati meile, kuidas kindlaks teha, mida me tegelikult tahame, ja oma eesmärkide saavutamiseks ka päriselt midagi ära teha. Arvan, et need kaks oskust on kõigile abiks. Mida rohkem on neid, kes teevad efektiivselt tööd, et saavutada seda, mis neile korda läheb, seda suurem on nii ühiskonna produktiivsus kui õnnelike inimeste arv.



**ERIK TAMRE,**  
Harvardi ülikooli  
2. aasta üliõpilane

● Kõige värvikamalt jäi meelde üldine mõtteviis, mis laseb mul iseenda mõistust käsitleda erinevatest kognitiivteaduse tähelepanekutest lähtuvalt defineeritud osadest koosneva süsteemina – süsteemina, mida saan teadliku mõtlemisega mõjutada ja millesse seesama teadlik mina aktiivselt panustab. Kuigi vaatlesin ennast

ka varem säärase minade kogumina, leidsin koolitusel nende erinevate minade kirjeldamiseks palju täpsema raamistiku.

● Mida saan juba täna kasutada? Kõige otsesemalt sedasama mõtteviisi, mis suunab oma mõtlemist mõttes erinevateks osadeks jaotama ning võimaldab nende vahel mõttevahetust pidada. Niisugune mõttevahetus on varasemast efektiivsem, sest konverentsil õppisin tähelepanu pöörama oma mõtlemise eri osade tugevustele ja nõrkustele, ihadele ja kallutatusale. Oskan varasemast selgemalt sõnastada, mis argumente minu mõtlemis-süsteemi eri osad kuulda võtavad, mis vigu need kõige sagedamini teevad, mis asjadest üldse hoolivad – ja see võimaldab päris-minul neid efektiivsemalt sünteesida.

● Tulemid tulevikus? Mis siis, kui suur hulk inimesi omandaks seminaril käsitletule nii iseloomuliku mõtteviisi, et inimese enese mõistus on mitme erinevateks eesmärkideks sobiva ja erinevatel viisidel mõtleva süsteemi võrdlemisi hajus kooslus?

Ma kujutan ette riigikogu, kus palju enam väitlusi toimuks inimeste sees, mitte nende vahel, maailma, kus julgesime praegusest palju avatumalt eksimusi tunnustada või lihtsalt niisama meelt muuta. Võib-olla tunnustaksime ausamalt, et meie sisemise dialoogi kõigi osapoolte hullus ja kallutatatus teebki meid huvitavaks, ning oskaksime selle hulluse ja kallutatuse üle lõbusamalt naerda, samas kriitilistel hetkedel sellest tingitud vigade ohvriks langemata? Mina usun, et suudan seda varasemast natuke enam teha, ja loodan mõnda tähtsat või naljakamat avastust end ümbritsevatele inimestele kätte näidata – ehk leiavad nemadki sellest maailmast midagi toredat või mõtlemapanevat.

● Küsimuse „Mis tähendust kannavad teie jaoks olümpiaadid?“ jätsin viimaseks, sest tahtsin vastata natukenegi oma eelmiste kommentaaride valguses. Pikemalt ja üldisemalt – aga vägagi küsimuses käsitletud teemadel – kirjutasin oma suhtest olümpiaadidega Horisondi 2013. aasta neljandas numbris („Üheksa elu akadeemilisel mänguväljal“).

Nii olümpiaadide kui ka CFAR-i seminaride ideoloogiat kannab minu jaoks keskne soov mängida inimhõimusega: uurida selle kiikse ja kallutatust, märgata ning imetleda selle loovust ja osavust ning aidata sel mõistusel olla parim, mis ta olla saab.

See püüe oma vaimse võimekuse parima võimaliku realiseerimise poole täidab kohati praktilisi eesmärke: efektiivselt töötav terav mõistus suudab lahendada keerulisi probleeme, arendada majandust ja parandada elujärge. Minu jaoks veel

olulisemalt juhtisid olümpiaadid aga tähelepanu teisele põhjusele huvituda inimhõimuse kummalistest ideedest, neid detailiselt uurida ja lademes toota: nad on kohutavalt ilusad. Me suudame nii paljudest asjast natuke aru saada: puust metsas ja võõrast keelest ja valguse kiirusel liikuvast osakesest.

Olümpiaadiks nimetatav akadeemiline mäng julgustas sellele arusaamisvõimele tähelepanu pöörama ja seda lihvima: esimene saab ju auhinna. Mulle auhinnad meeldisid, aga tegevus iseenesest hakkas ka kiiresti meeldima. Olümpiaad oli üks väheseid kohti, kus mõistusele anti aeg – veel enam, isegi vastutus, kui juba seal viibisid – oma mõtetel keerukatel teemadel mängida lasta, ilma et liiga palju praktilist oleks kaalul olnud. Esimene saab kõigest auhinna, aga auhinda oli ikkagi tore saada.



**JANNE VEEORG,**  
Tartu Ülikooli  
1. aasta üliõpilane,  
matemaatika

● Olümpiaadid muudavad vastava aine õppimise tunduvalt huvitavamaks ja põnevamaks. Kuna tegemist on ikkagi võistlusega, suurendavad need tunduvalt motivatsiooni ainega tegeleda. Teine aspekt, mida kõrvalseisjad tihti alahindavad, aga mis mulle tundub isegi olulisim, on uute tuttavate ja sõprade leidmine. Olümpiaadidel käivad äärmiselt huvitavad ja põnevad inimesed, kellega koos on alati lõbus.

● Tooksin välja järgneva mõtte, milleni jõudmine oligi üks CFAR-i koolituse peamisi eesmärke: iga tegevuse saab muuta enda jaoks kas meeldivaks ja kasulikuks või siis ebameeldivaks ja ebavajalikuks (esimesel juhul sa teed seda tegevust, teisel juhul mitte). Varem tundus see natuke naeruväärne: kuidas saab näiteks nõudepesemine, mis on kindlasti vajalik, olla meeldiv. Praegu tundub see aga täiesti reaalne, kuigi mitte kergesti saavutatav.

● Kasutada on kindlasti võimalik palju. Kuna minu osalemisest on möödas vähem kui kaks nädalat, siis pole ma palju veel katsetada jõudnud. Esimene asi, mida olen vaikselt hakanud ellu viima, on õppimise muutmine meeldivamaks ja efektiivsemaks, kasutades seal kuulnud võtteid.

● Usun, et saan teha paljud tegevused, mis praegu tunduvad ebameeldivad, enda jaoks meeldivamaks. Samuti usun, et oskan oma tuleviku tegevusi tunduvalt paremini planeerida, mistõttu olen tunduvalt efektiivsem.



**LONA LIISA SUTT,**  
Tartu Ülikooli  
1. aasta üliõpilane,  
arstiteadus

● Mind motiveerisid olümpiaadid rohkem pingutama ja olema veel ambitsioonikam, sest klassikaaslased ei pakkunud mulle enam sellist konkurentsi. Mäletan esimest vabariiklikku olümpiaadi, kus sain aru, et peaksin hoopis rohkem pingutama, et järele jõuda mõnele teisele.

Ainevõistlus arendab ka täpsust, enesekontrolli ning suunab lennukalt ja kiiresti mõtlema (olenemata ainest), sest võistluse käigus võib kõike ette tulla (see pole kuiv paberile kirjutamine ja ainult ülesannete lahendamine). Olen leidnud ka palju mõttekaaslast ning uusi tutvavaid, kellest paljudega suhtlen siiani. Ja kellele ei meeldiks ise kulutusi tegemata reisida?

● Kõige lähedamad ja meeldejäävamad olid CFAR-i koolituse kõige elavamad ja tõsielulisemad tunnid. Näiteks sotsiaalses kalibreerimises (ingl *social calibration*) pidime arvama, mitu 14 osalejast oleks kas või natukene häiritud antud väitest. Üpriski keeruline oli neid arvutusi teha võõras kultuuriruumis. Kuna ise olen juba niigi süsteemne inimene, polnud minul ehk nii meeletut kasu süstematiseerimisest ja süsteemide võrgu ehitamisest, kuid usun, et see on midagi, mis peaks kõigil olemas olema, sest me ei saa sageli ise arugi, kui kohutavalt oma aega planeerime, kuidas pidevalt asju unustame ja oleme seetõttu frustratsiooniga.

● Meid saadeti teele õpetusega, et ärge alustage kohe maailma revolutsioneerimisega, vaid pigem väikeste sammudega. Alustage näiteks hambaniitmisest (ingl *flossing*) harjumusest. Kõik CFAR-i vilistlased omandavad reeglina selle harjumuse, kui neil seda juba polnud.

Väga paljude tehnikate kohta toodi näited just igapäevaelust, et neid oleks kergem haarata ja lihtsates asjades kohe ka rakendada. Minu praegustes tegemistes on enim kasu „konflikti olukordades navigeerimisest” (ingl *navigating conflict*). Väga lihtne, ent praktiline asi on pomodoro seadmine (25 min taimer). Nii keskendunud korraga ühele tegevusele ja saavutad tulemi efektiivsemalt.

● Üldiste tulemite kohta on natuke vara veel midagi öelda, sest teadsin ette, et tagasi jõudes on mul meeletult kiire ja CFAR-i mõtteisse süvenemiseks ei pruugi kohe aega olla (vabandused, vabandused), kuid selleks peab olema ka õige hetk ja mõtestatus ning tuju. Jutud sellest, kuidas

nad laienesid Austraaliasse ning Jaan Tallinn meid sinna saatis, pani mõtlema, et Euroopa oleks neile päris põnev uus mängumaa ja ehk saaks ise käe külge panna asjade korda ajamiseks. Midagi selgepiirilist ja kindlat pole ma enda jaoks siiski veel välja mõelnud.



**JAAN TOOTS,**  
Cambridge'i ülikooli  
1. aasta üliõpilane,  
loodusteadused

● Olümpiaadid olid minu jaoks väljund võistlushimule ning motivatsioon õppida rohkem. Sedavõrd olulisel määral, et millestki analoogsest tunnen ülikoolis väga puudust. Eksamitulemused võidakse pingerrita panna, kuid eksamis endas on ikkagi kõigest ainekavaga piiratud materjal. Olümpiaaditulemused – eriti rahvusvahelisel tasemel – olid lõpuks see, mis mind ülikooli aitas. Ma ei kujuta ette, et ma neid ette näitamata oleksin saanud Cambridge'i ülikooli Trinity College'isse.

● Paljudest meetoditest tooksin CFAR-i koolitusele meeldejäävana välja selle, mida kohe kasutama hakkasin – süstematiseerimine. Suuresti on tegu isikliku valikuga, kuna olen alati olnud motiveeritud ning enamasti efektiivne, kuid häiritud ees ootavast tööhulgast, ning tulemusena moodustus raskesti hoomatav segadus. Selle meetodi kasutuselevõtt on kindlasti aidanud mul tähelepanu olulisele suunata.

● Leian, et seminari tulemid on igale inimesele isiklikud vahendid, mida kasutada enda arendamiseks.

● Üldplaanis on kindlasti tervitatav, kui suur hulk inimesi rakendab võimalikult laiu kognitiivsuse uurimise tulemusi igapäevases kontekstis. See võib anda eeliseid skaalal alates üksikisikust kuni töögrupi või isegi ettevõtte. Huvitav oleks näha vastavaid meetodeid rakendavat silmapaistvat poliitikut.



**MADIS OLLIKAINEN,**  
Tartu Ülikooli  
3. aasta üliõpilane,  
füüsika

● Olümpiaadid motiveerisid mind märkimisväärselt rohkem tööd tegema ja enamasti saavutama. Ka mitmeid oma parimaid sõpru kohtasin esimest korda just olümpiaadil.

● CFAR-i koolitusel õppisin käsitlema oma mõistust kui tööriista ja tähelepanu kui ressursi. Efektiivsuse maksimeerimiseks on vaja tundma õppida oma mõttemaailma tugevusi ja nõrkusi ning optimeerida tähelepanu kasutust. Neile eesmärkidele suunatud meetodeid koolitusel tutvustati. Sisuliselt on kõik õpitu kohe kasutatav, kuid mõistlik on alustada väikeste sammudega. Isiklikult olen hetkel peamiselt katsetanud meetodeid, mis aitavad kontrollida tähelepanu. Tulevikus plaanin proovida ka ülejäänud meetodeid ja neist enda jaoks sobilikema komplekti kokku panna, sest see töötab märgatavalt suurendada minu tööõimet.



**JAAGUP REPÄN,**  
Tartu Ülikooli  
2. aasta üliõpilane,  
füüsika

● Olümpiaadid iseenesest andsid võimaluse lahendada huvitavaid ülesandeid, kuid sellega kaasnes veel palju uusi tutvavaid, ja nii-öelda hea punkt CV-s, mille näideteks on konkursiväliline sissesaamine Tartu Ülikooli või kas või CFAR-i võimalus, süvitsi ainega tegelemine, ning võimalus rahvusvaheliste olümpiaadide kaudu maailma näha.

● CFAR-i koolitusest jäi kõlama arusaam, et ma võiksin süsteemi 1 rohkem kasutada ning usaldada kui varem, sest kuigi ta vahepeal eksib, on asju, mida ta teab süsteemist 2 tunduvalt paremini.

● Näiteks olen kasutanud juba järgmisi meetodeid.

Seistes silmitsi suure probleemiga, mida muidu automaatselt edasi lükkam, eraldan lahenduseks 5 minutit, et istuda maha ja tegeleda ainult selle probleemiga, näiteks teha ajurünnakut. Niimoodi keskendudes on 5 minutit üllatavalt pikk aeg. Soovitan seda kindlasti proovida, sest see võtab ainult 5 minutit.

Kaheldes, kas peaksin midagi tegema või mitte, olen kirjutanud üles eesmärgid ning seejärel süstemaatiliselt mõelnud, et kas seda tegevust on ikka vaja või leidub sellele alternatiiv.

Olen õppinud ärevatel hetkedel (nt avalik esinemine) rahulikumaks jääma.

Paari neist meetodist olen varemgi mingil määral kasutanud, kuid nüüd teen seda süstemaatilisemalt.

● Isiklikus plaanis muudab see kindlasti minu tegemisi efektiivsemaks, globaalselt on aga raske midagi ennustada (tuleviku ennustamine on, nagu see on). ●



TOYOTA

ALWAYS A  
BETTER WAY

# HÜBRIIDIDE LÄBIMURRE MAANTEEDELE

Tekst: Ada Tammik

Fotod: Toyota

Kes vähegi autoajaloo vastu huvi on tundnud, sellele pole vaja meenutada, et maailmas esimese hübriidina jõudis seeriatootmisse Toyota Prius aastal 1997 ja sellest sai märgilise tähendusega sündmus kogu autotootmise ajaloos. Need, kes arvasid, et tegemist on ajutise lahendusega, on pidanud oma sõnad tagasi võtma – eelmise aasta lõpu seisuga on ainuüksi Toyota müünud üle maailma 6 miljonit hübriidsõidukit. See kõnekas fakt kinnitab hübriidtehnoloogia võidukäiku ning näitab, et keskkonnasõbralike tehnoloogiate läbimurre on toonud maanteeledele mudelid, mida kümmekond aastat tagasi autoajaloo peavool veel ei tundnud.

## EESTLASTE LEMMIKUKS TOYOTA PRIUS, AURIS HÜBRIIDI POPULAARSUS KASVAB

Hübriidtehnoloogia pionieriks on vaieldamatult Jaapani autotootja Toyota Motor Corporation, kelle mudelivalikus on 24 hübriidi, millele lisandub järgmisel kahel aastal veel 15. Seega kokku aukartustäratav mudelivalik – 39 erinevat hübriidi üle kogu maailma rohkem kui 80 riigis ja piirkonnas! Ka eestimaalastele

pole hübriidid võõrad, vastupidi – eelmisel aastal osteti 2012. aastaga võrreldes Toyota hübriide 32% rohkem. Enimmüüdud hübriidmudeli au kuulub Eestis Toyota Priusele, mille enam kui 200 mudelit mõõdavad igapäevaselt Eestimaa teid. Toyota Priuse kõrval on üha rohkem populaarsust kogumas Aurise hübriid, mida on nelja aastaga ostetud ligi 150 mudelit. Märkimist väärib ka see, et 2013. aastal oli iga viies müüdud Toyota Yaris hübriid.

## KESKKONNASÕBRA- LIKUD SÄÄSTJAD

Toyota hübriidsõidukid on hinnanguliselt tootnud 41 miljonit tonni vähem CO<sub>2</sub> heitmeid kui samasuguse jõudlusega tavamootoriga sõidukid ning kulutanud 15 miljardit liitrit vähem kütust\*. Need aukartustäratavad numbrid kinnitavad, et keskkonnasõbralikel sõidukitel on tõsiseltvõetav mõju keskkonnale ainult siis, kui neid kasutatakse laialdaselt. Mullu müüs Toyota Motor Corporation Euroopas 600 000 täishübriidset autot, mis kinnitab, et tegu pole enam niši-, vaid peavoolutootega – need maanteelede läbi murdnud hübriidsõidukid loovad puhtamat homset juba täna.

\*Registreeritud sõidukid × läbitud vahemaa × kütusekulu (tegelik kütusekulu igas riigis) × CO<sub>2</sub> teisendustegur.



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

# Kauge mägise maa lugu

**HARRY LAHTEIN**  
Eesti diplomaat  
Gruusias 2004–2008



**Mart Laar**  
**Impeeriumi vastulöök**  
OÜ Read, 2014

Aastal 1964 Musta mere ääres puhates tutvus minu ema toreda grusiinlannast naiste-  
arsti Lia Tsomajaga. Südamliku sõpruse kinnituseks sain endale sündides teise ristiema kaugel Gruusias, kus võetakse ristilaste eest hoolitsemist väga tõsiselt. Seega olin juba sünni hetkest seotud kauge mägise maaga. Ristiema Lia käis meil tihti külas ja 1974. aastal oli ka minul õnn oma esimene suvi Gruusias veeta. Lämmatavalt kuum ja suursugune Tbilisi, väike öline sadamalinn Poti ning vaimus-  
tavalalt subtroopiline Abhaasia, võrtsitatud ülevoolava külalislahkusega, jätsid väikese poisi mällu kustumatu mulje. Tookordne kõik ei jäänud viimaseks ja sõprus Tsomajade perekonna ning Sakartveloga ainult tugevnes. Viimati külastasin Gruusiat 1989. aastal, mõni aeg enne murrangulisi sündmusi. Siis lagunes Nõukogude Liit, saabusid rasked ja keerulised ajad Gruusias, ning side ristiemaga ja Gruusiaga nõrgenes. Nii siis pole midagi imestada, et haarasin kohe võimalusest kinni, kui 1999. aastal avanes võimalus külastada Gruusiat kaitse-

ministeeriumi *fact finding* delegatsiooni koosseisus.

Kogu selle eeloo loogiliseks järjeks oli 2004. aasta kevadel tööle asumine kaitse-  
nõunikuna Tbilisis Gruusia kaitseministeeriumis. Alates 2006. aasta suvest sai mulle osaks au ehitada üles Eesti Vabariigi suursaatkond Tbilisis. Saatuse tahtel lahkusin Gruusiast 2008. aasta augustis, kolm päeva enne Vene agressiooni sõjalise osa algust. See-  
tõttu on Mart Laari raamat „Impeeriumi vastulöök“ minu jaoks väga oluline ja huvitav teos.

## Sõda on alati kohutav

Targa ajaloolasena on Mart Laar oodanud viis aastat ja lasknud sündmustel settida, et tekiks võimalus kirjeldada toimunut uurival ja segamatult, ilma päevapoliitikasse laskumata. Samas ei saa me kuidagi ilma päevapoliitikata. President Putini agressioon Ukraina vastu, Krimmi annekteerimine ja varjatud sõjategevus teistes Ukraina piirkondades on selge märk, et 2008. aasta Vene-Gruusia sõda ei ole erandlik intsident, vaid ettekatsetatud ja planeeritud jõupoliitika ellurakendamine Vene Föderatsiooni nn lähivälismaal. Raamat on õpikuks, mis avab suurepäraselt Putini režiimi tegutsemise iseseisva läänemeelse riigi vastu.

Autor ütleb sissejuhatuses: „See oli esimene kord, kui omavahel läksid sõtta kaks OSCE liikmesriiki, kes ühtlasi on Euroopa Nõukogu liikmed. See oli ka esimene kord tänapäeval, kui Venemaa ründab naaberriiki. Sest oli põhjus milline tahes, rünnak see oli – Gruusia sõdurid ei astunud kordagi üle Gruusia rahvus-

vaheliselt tunnustatud piiride, Vene sõdurid aga küll. See oli samuti esimene sõda, milles sedavõrd orgaaniliselt põimusid konventsionaalne sõjapidamine ning kübersõda ja inforünnakud... Inforelva kasutati selles sõjas varasemast ulatuslikumalt ning see mõjutas tugevalt ka sõja lõpptulemust.

Sõda XXI sajandil on sama kohutav, kui need olid XX sajandil – inimesed surevad, pommid lõhkevad ja kodud põlevad. Loodan, et sellest raamatust on väikegi abi järgmise sellise konflikti ärahoidmisel.”

Prohvetlikud sõnad, kas pole. Kahjuks näitab olukord Ukrainas ilmekalt, et läänemaailm ei ole viimase viie aasta jookul suurt midagi õppinud. Euroopa Liidu reaktsioon on endiselt nõrk ja lodev ning USA välispoliitika Vene suunal endiselt hambutu. Meie õnneks on ainuke rahvusvaheline organisatsioon, kus midagi Vene-Gruusia sõjast õpiti ja järeldusi tehti, siiski olemas, ja see on NATO. Meil on NATO vihmavari olemas, aga Ukrainat see väga ei aita, ja Gruusiat viis aastat tagasi aitas see veel vähem. Võib ainult nõustuda autori väitega, et üheks Vene agressiooni põhjuseks oli Euroopa Liidu ja NATO tegevusetus relvastatud konfliktile eelnenud ajal. Ei tohi unustada, et Putini režiimi võitlus iseseisva Gruusia vastu algas juba 2004. aastal, pärast rooside revolutsiooni võitu Gruusias, ning ammen-  
danud kõik muud mõjutusvahendid, päädis sõjaga 2008. aastal. Sõda ei tekkinud üleöö ja hetkeemotsioonide ajendil, seda valmistati Kremli pikalt

ja põhjalikult ette. Õige hetk saabus 2008. aasta augustis, siis kui kõik puhkasid ja maailma tähelepanu oli Pekingi olümpiamängude avamisel. Märgilise tähendusega oli see, et maailmarahule pühendatud olümpiamängude avatseremoniat kasutati agressiooni varjamiseks.

## Muud mõtted

Raamatu alguse juurde tagasi tulles tahaksin ära märkida, et Laar toob sisse ka 1921. aasta, Gruusia esimese vabariigi mõõtmel. Ta kirjeldab ilmekalt vabariigi hukku ja loob kujundliku paralleeli tolle-  
aegse läänemaailma osavõtmusega. Kuulsal Gruusia pidusöögil ehk supral on tamada ehk toostmeisteri öeldud toostidel kindel järjekord. Mitte asjata ei ole esimene toost rahule. Läbi aastatuhandete on Gruusia olnud sõdade ja tapluste tallermaa. Seal on ristunud paljude tsivilisatsioonide ja religioonide huvid. Tihti on saanud tänastest liitlastest homsed vaenlased ja vastupidi. Rahu on tõesti see esimene ja kõige olulisem asi, mida Gruusia riik ja rahvas vajab. Mart Laar võtab selle lühidalt kokku peatükis „Esimene veri”.

Edasi minnakse kronoloogilises järjekorras, rooside revolutsioonile järgnevad sündmused Gruusias on kõik kirjeldatud ja seotud Euroopa Liidu, NATO ning Venemaa tegevustega. Selgelt on näha autori isiklik ja vahetu kokkupuude inimeste ja sündmustega. Ma arvan, et see ongi raamatu vaeeldamatu väärtus. Raamatu kõige huvitavam ja põnevaim osa minu jaoks oli peatükk „Tahad rahu, valmis-  
tu sõjaks”. Lugejale antakse

# LUGEMISELAMUS

Selles numbris  
KATRIN NYMAN-  
METCALF

täielik ülevaade, mis toimus Vene agressiooni eelõhtul. Mart Laari vahetu osalus on kahtlemata suur lisaväärtus, mis mõnede teiste autorite Gruusia-Vene sõja teemalistest raamatutest puudub. Tänu sellele on meil võimalik minna süvitsi poliitikamaailma telgitagustesse ja aduda neid silmale nähtamatuid voolusi, mis muidu tavavaatlejale hoomamata jäävad. Selgelt joonistub välja, et jällegi oli Gruusia huvide kokkupõrke tallermaa, millest tegeliku võitjana ei lahkunud keegi. Lahingutegevuse kirjeldamisel on Laar väga täpselt närvi tabanud. Seda lugeda on kaasakiskuvalt põnev. Faktid seotult tavaliste inimeste, sõjaväelaste ja poliitikutute mälestustega vaenutegevuse mõlemalt poolt, lisatuna rahvusvaheline mõõde, loob haarava pildi 5 päeva sõjast. Teiste hulgas leiab oma väärika koha raamatus ka Eerik-Niiles Krossi juhitud „Eesti köök“. Eesti abiliste tähtsust Gruusia-Vene infosõjas ei saa kuidagi alahinnata. Just nende osav ja professionaalne tegutsemine kallutasid rahvusvahelise üldsuse ja meedia-ruumi poolehoidu grusiinide poolele. Sõjaliselt sai Gruusia ülekaaluka vastase käest lüüa, kuid infosõjas jäadi peale, ja võit inforindel tagas selle, et konventsionaalne sõjategevus pandi seisma. Vene Föderatsiooni sõjamasin oli sunnitud peatuma lõppeesmärgi saavutamata.

Kokkuvõtvalt tahan raamatut kindlasti kõigile poliitika- ja sõjandushuvilistele soovitada. Loodan, et Mart Laar leiab võimaluse tõlkida oma raamat Vene-Gruusia sõjast ka inglise keelde, sest rahvusvahelisel tasandil on poliitikutel hädasti vaja arusaada, kes valitseb Kremli ja milleks ta võimeline on! ●



Patrick Modiano  
Villa Triste  
Gallimard, 1975

## Teie viimase aja lugemiselamus

Loen väga palju, kogu aeg ja igal pool. Mul on ühtaegu käsil mitu raamatut. Katsun paralleelselt lugeda eri keeltes ja eri kategooriates: ilukirjandus (kaasa arvatud hästi kirjutatud „krimid“, näiteks Ian Rankin või Peter Robinson), biograafiad ja ajaloolised või poliitilised raamatud, õigusteadus või muu teaduskirjandus. Loen palju ka ajakirju ning lisaks luulet.

Mulle ei meeldi lugeda tõlkeid, sest siis tõlgin ise kogu aeg originaalkeelde ümber ega saa sisule pühen-

duda. Tõlkeid loen ainult siis, kui on tegemist keelega, mida mul ei ole lootust kunagi ära õppida. Sestap on üks põhjus keeleõppeks just lugemine.

Eri keeltes kirjutatakse ka väga erinevalt. Üks minu tugevamatest võõrkeeltest on prantsuse keel ja selles keeles meeldib mulle väga ilukirjandust lugeda. Patrick Modiano kuulub kindlasti mu lemmikautorite hulka – ma ei tea, kas teda tõlgitud on (eesti keeles kolmteost: „Silmapiiir“, „Hämarate poodide tänav“ ja „Unustuse kaugeimast otsast“ – toim), aga kindlasti soovitan teda lugeda originaalkeeles.

Modiano raamatud on lühikesed ja mitte liiga keerulise keelega, nii et sobivad ka neile, kelle prantsuse keel ei ole väga tugev või kes ehk alles seda õpivad. Esimene tema raamat, mida lugesin, oli „Villa Triste“ (1975), mis on ka üks tema esimesi. Modiano esimene raamat anti välja 1968. aastal. Hiljem olen

läbi lugenud pea kõik paarikümmend raamatut. Eks peab tõdema, et need on omavahel kaunis sarnased, aga see on osa tema võlust. Alati on tegemist veidi müstilise olukorraga, nagu hämar õhtupoolik kuskil ebamäärases kohas ja ajas, kus keegi otsib midagi – tavaliselt oma minevikku. Tegemist on romaanidega, aga mõnes mõttes sarnaneb tema looming luulega: ilus keel ja meeleolu, mida see loob, on tähtsamad kui tegevus. Säärane stiil on väga tavaline just prantsuse kirjanduses.

Ühest Modiano raamatust mäletan näiteks pilti, kuidas keegi Pariisis kuskil lihtsas toas veedab üksikud ööd ainult vana raadio rohelise tule valguses, kuulates keeli, mida ta üldse ei tunne, kaasa arvatud eesti keel. Minu väljenduses ei kõla see kui midagi erilist, aga Modiano loob oma sõnadega maali, millesse saab tema abil sisse astuda ja sulanduda. ●

## E-MAAILM

### Kas kasutate e-lugurit?

Mul on kiire elu kõrgtehnoloogia maailmas, nii et Modiano abil võtan aja maha ja astun vaiksesse, aeglaselt liikuvasse maailma, kus on aega vaadata, kuidas üksik kirsiois langeb puuladvalt jökke ja voolab mereni.

Ehk need sõnad on ka vastuseks, kas mul on e-lugur: ei ole ja absoluutselt ei taha! Ma armastan raamatute tunnet, nende lõhna. Et kodu neid täis oleks! Töö asjus loen muidugi palju arvutil ja on fantastiline, kuidas materjali, nagu akadeemilisi artikleid või eri riikide seadusandlust, kogu

maailmast lihtsa vaevaga kätte saab. Vabal ajal tahan aga sohvannurgas, vannis, rannas või metsas raamatuga olla.

### Milliseid erialalisi võrgulehekülgi loete?

Internetti kasutan kogu aeg uuringute jaoks. Veebilehed, mida külastan, on tingitud teemast. Uudiseid kuulan hea meelega raadiost ja teatud määral ka televiisorist, aga reisiril olles kasutan selleks internetti – BBC ja Al Jazeera on lemmikkanaled. Raamatuid, filme ega muusikat ma internetist eriti ei tarbi.

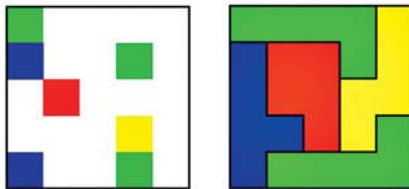
Peamine interneti lehekülk, mida vabal ajal kasutan, on Facebook. Minu liikuv eluviis on tähendanud, et ka minu sõbrad on mõõda maailma laiali. Kui eelmisel aastal Tallinnas oma juubelit pühitsesin, oli kohal inimesi 24 riigist ja rahvusest, kutsutuid oli veel rohkem. On väga tore ja rikastav omada nii erinevaid sõpru eri kohtades. Asja negatiivsem pool peitub selles, et ma ei kohtu nendega eriti tihti ja puudub igapäevane suhtlemine. Tänu Facebookile tunnen ennast siiski sõpradele lähedal. ●



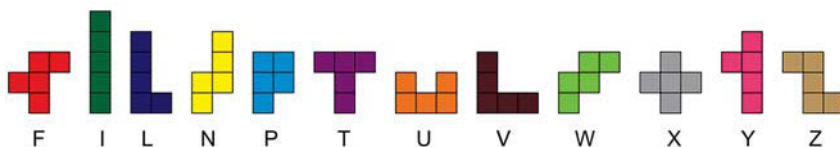
TÕNU TÕNSO

# Pentamino kujundite ära arvamine

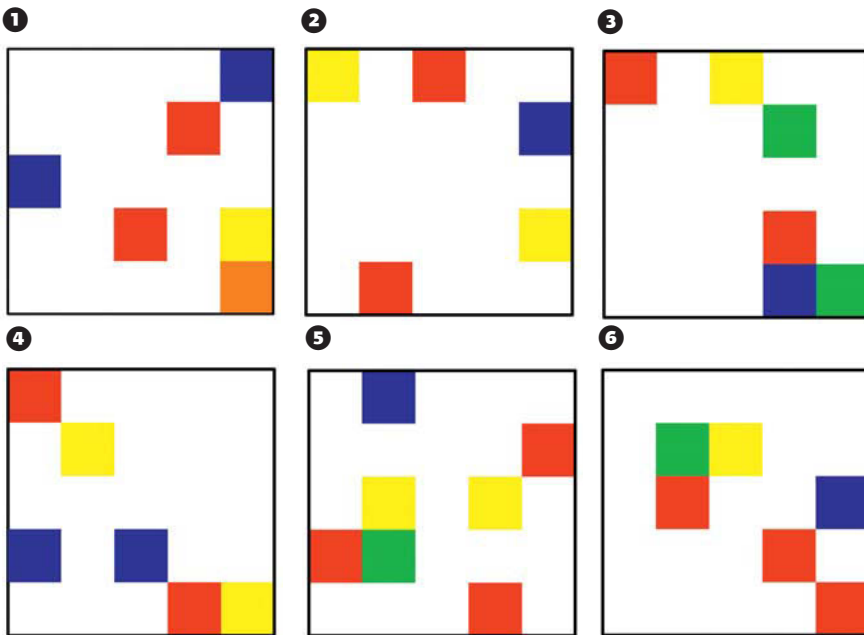
Järgnevates ülesannetes tuleb üksikute etteantud ruudukeste põhjal jaotada  $5 \times 5$  ruut pentamino kujunditeks. Teada on, et joonisel on ühesugused pentamino kujundid värvitud ühe värviga, erinevad kujundid aga erineva värviga. Kõigepealt näiteülesanne ja selle lahendus:



Et lahendajatel lihtsam oleks, toome siinkohal ära ka kõik 12 pentamino kujundit:



Ülesanded



Teise vooru vastused

- 1)  $7 + 7 \times (7 - 7) = 7$  ja  $(7 \times 7 + 7) / 7 = 8$  ja  $(77 - 7) / 7 = 10$
- 2)  $77 / \sqrt{7 \times 7} = 11$  ja  $7 + 7 + \sqrt{7 \times 7} = 21$
- 3)  $(7 + 7 - 7) / 7 = 19$  ja  $7 / 7 + 7 / 7 = 20$
- 4)  $(77 / 7 - 7)! = 24$  ja  $7! / (77 + 7) = 60$

AUTORIST



**TÕNU TÕNSO** (1959) on matemaatik. Lõpetanud Tallinna Pedagoogilise Instituudi matemaatika-füüsika erialal 1982. Töötanud koolis matemaatikaõpetajana. Praegu Tallinna Ülikooli lektor, mitmete matemaatikaõpikute autor. On Eesti Matemaatika Seltsi liige.

Vastuste ärasaatmise  
**tähtaeg on**  
**10. juuni 2014.**

Lahendused saata aadressil  
Endla 3, Tallinn 10122  
või [tonu@mathema.ee](mailto:tonu@mathema.ee).

**2014. aasta parimale  
nuputajale**

auhinnaks 100 euro eest raamatuid  
Rahva Raamatust.

**ra** | Rahva Raamat  
SAJANDIJAGU VAIMUTOITU

**Vooru võitja**

saab kingituseks raamatu sarjast  
„Looduse raamatukogu”.  
Valikuvõimalustega tutv

[www.loodusajakiri.ee](http://www.loodusajakiri.ee).

**Veel kord „Tähed numbriteks!”  
vooru tulemustest**

2014. aasta I vooru ülesannete puhul protestis kaks lahendajat selle pärast, et nad ei saanud maksimumpunkte, kuigi leidsid igale ülesandele ühe vastuse. Probleemi põhjuseks oli teine ülesanne, millele oli kaks erinevat vastust. Matemaatikas tähendab ülesande lahendamine üldjuhul (kui ei ole teisiti öeldud) ülesande kõigi lahendite ehk lahendite hulga leidmist. Vahel harva (näiteks 2014. aasta II voorus) piirduakse igale ülesandele üheainsa lahendi leidmise nõudmisega. Sel juhul teatatakse lahendajatele sellest leevendavast nõudest kas ülesannete tekstis või ülesannete järel.

**„Kuidas saada nelja seitsme abil erinevaid arve?” vooru tulemused**

Seekord lahendasid kõik ülesanded õigesti ja 9 punkti kogusid Juhan Idnurm, Karin Järvis, Taimo Kolsar, Aarne Kurjama, Ago Kuusik, Toomas Lausmaa, Priit Meos, Heido Ots, Allar Padari, Paul Palm, Rauno Pärnits, Silver Rebenits, Meelis Reimets, Gert Schultz, Margot Sepp, Sander Stroom, Anti Sõlg, Rein Tikovt, Kuldar Traks, Maire Tühis, Andres Unt ja Kevin Väljas.

Tabeliseisu pärast teist vooru leiata  
veebiküljelt [www.horisont.ee](http://www.horisont.ee).

Teise vooru auhinna – raamatu sarjast  
„Looduse raamatukogu” – võitis loosi tahtel  
**Juhan Idnurm**. Võitja saab tutvuda sarjas  
ilmunud raamatutega veebiküljel  
[www.loodusajakiri.ee](http://www.loodusajakiri.ee) ja anda oma eelistusest  
teada toimetuse telefonil 610 4105.

|                     |                             |                                           |                            |                                |                               |                           |                                                |                                   |                         |                           |
|---------------------|-----------------------------|-------------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                     | Ruum laevas                 | <i>kuma</i>                               | Jõgi Venemaal              | Mehe-nimi                      | USA vangla-seriaal            | Helilooja                 | <i>kuma</i>                                    | Element nr. 91                    | <i>kuma</i>             | Keele-teadlane            |
| Riietus-ese         | ↓                           |                                           | ↓                          | ↓                              | ↓                             | ↓                         | Mõiste golfist Jõgi Kanadas                    | ↓                                 |                         | ↓                         |
| <i>kuma</i>         |                             | Ajalool. piirkond Gruusias Keele-teadlane | ↓                          |                                |                               |                           |                                                | Rooma kirjanik                    |                         |                           |
|                     |                             |                                           |                            |                                | Element nr. 81                |                           | Element nr. 27 Ungari viuldaja                 |                                   |                         |                           |
| Muusika-stiil       |                             |                                           |                            |                                |                               | Kõrbe-saar Element nr. 28 |                                                |                                   |                         |                           |
| Mister (lühend.)    |                             |                                           | Keele-teadlane Tangens     |                                |                               |                           |                                                |                                   |                         | Linn lirmaal              |
| Element nr. 109     | Asustamata saar Liivi lahes |                                           | ↓                          | Piibli-tegelane Soome hokimees |                               |                           |                                                |                                   |                         |                           |
| Linn Soomes         |                             |                                           |                            |                                | Element nr. 77 Kitsi          |                           |                                                | Jõgi Euroopas                     | <i>kuma</i>             | Tambits inglise k.        |
| Rõõmus ja rahulolev |                             |                                           |                            |                                |                               |                           | Kes on pildil? Amet                            |                                   |                         | Olümpia-rekord            |
| Element nr. 49      |                             |                                           | Koman-deering Zeppelin     |                                |                               |                           |                                                |                                   | Keele-teadlane Jultumus |                           |
| <i>kuma</i>         |                             | Aja-kirjanik Läbi                         | ↓                          |                                | Element nr. 45 Keele-teadlane |                           |                                                | Karl Suur Vanuse                  | ↓                       | Näitleja Mehe-nimi        |
| Linn Jeemenis       |                             |                                           |                            | Eesti Loodus                   |                               |                           |                                                |                                   |                         |                           |
| Põline              |                             |                                           |                            |                                | Sugulane                      |                           | Prantsuse jalgpallur Kanada indiaan-laste juht |                                   |                         | Ronald                    |
| Deka-               |                             |                                           | BC Kalev/Cramo korv-pallur |                                |                               |                           | Naise-nimi Jõgi Aasias                         |                                   |                         | Koera-tõug                |
|                     |                             |                                           |                            | Homero-se eepos                |                               |                           |                                                | Saar Baikali järves Auto-maatrelv |                         | Kompanii Hektar (lühend.) |
|                     |                             |                                           |                            |                                | Naise-nimi Eesti Naine        |                           |                                                | Hispaania kunstnik Noot           |                         |                           |
|                     |                             |                                           |                            | Mõtteline sirgjoon             |                               |                           |                                                | Maakit-sus Tais                   |                         | Element nr. 71            |
|                     |                             |                                           |                            | Euroopa Nõukogu                |                               |                           | Baleriin, eesn.                                |                                   |                         |                           |

Seisan ju, piltlikult väljendudes, ..... , teisega teisel.

**SUDOKU-raamat**

**118** 2 3 4 1 300

**Maailma populaarseimad mõistatused!**

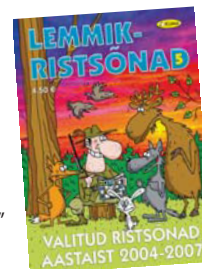
Kõigil lahendajatel palume ära märkida ka selles numbris KÕIGE ENAM MEELDINUD KIRJUTISE!

Lahendajate vahel läheb loosi „Lemmikristsõnad 5.

Eelmise ristsõna vastus „Susruta, KASUTADES ANESTEEIAKS VEINI, oli erilisel osav just kahjustatud ninade rekonstrueerimises“ viitas Edgar Lippingu kirjutisele elundisiirdamisest, mis ilmus 2014. aasta esimeses Horisondis.

Onu Uno Valitud Ristsõnad võitis loosi tahtel Arwed Puusalu Tallinnast.

2014. aasta teises Horisondis meeldis ristsõna ja mälusäru lahendajatele eriliselt Andrus Möldri artikkel krimmitatarlastest „Kelle oma on Qõrõm?“.



# Arva ära!

**1** See Stockholmis asuv maja oli August Strindbergi kodu. Pärast kirjaniku surma asub seal tema majamuuseum. Praegu on maja küll kollane, aga kunagi oli see sinine ning kirjanik nimetas seetõttu oma maja Siniseks Torniks ühes teises linnas asunud vangla järgi. **Mis linnas asus sellenimeline vangla?**



**2** Ta on üks maailma imetletumaid linde ning teda on kujutatud muu hulgas ka 2007. aastal Idaho osariigis välja antud müntidel. Ta on looduslikult kõige laiemalt levinud röövlind, kes, pesitsedes arktilistest tundraste troopiliste vihmametsadeni, asustab kõiki kliimavööteid. **Mis lind see on?**



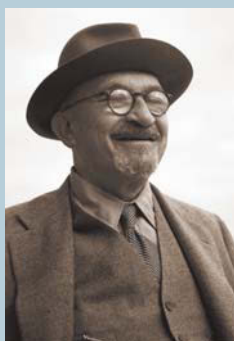
FOTOD: WIKIPEDIA



**4** Seda lihavat mahlast ja punakasroosat taimet on maa peal näha üksnes kevadeti, millal ta ka õitseb. Suurema osa aastast veedab see mitmeaastane taim mullas risoomina. See üks huvitavamaid meil kasvavaid rohttaimi ei sisalda üldse klorofüllit ning elab parasiitaimena sarapuude või leppade juurtele kinnitades. **Mis taim see on?**



**3** Küsitav 93-aastaseks elanud daam oli üks esimesi tunnustatud naiskunstnikke. Tema loomingut hindas ka Michelangelo ning ta töötas Hispaania kuninganna Isabel de Valois' õukonnamaalijana. 1556. aastal loodud „Autoportreed molberti juures“ peetakse esimeseks naiskunstniku molberti juures kujutatavaks pildiks. **Kes on see kunstnik?**



**5** See ühe riigi hilisem president sai doktorikraadi Šveitsi Fribourgi ülikoolist orgaanilise keemia alal. Seejärel tegutses õppejõu ja teadlasena, töötades muu hulgas välja ka protsessi, millega saab bakteriaalset fermentatsiooni rakendades toota atsetooni. **Kellest on jutt?**

## MÄLUSÄRU 2/2014 VASTUSED

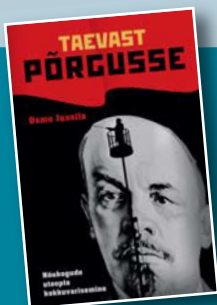
1. Baruch (Benedictus) Spinoza (tema meistriteos on „Eetika“).
2. Hoatsiin (vana nimetusega tuttkana).
3. Montreal (arhitekt Moshe Safdie).
4. Kergueleni saarestik (avastaja Yves-Joseph de Kerguelen de Tremarec).
5. Susan Hayward.

● Raamatu „Kanada“ saavad loosi tahtel endale Ülle Uustalu, Ivo Ojamäe ja Urmas Kase.



## AUTORITEST

JEVGENI NURMLA (1959) ja INDREK SALIS (1962) on tunnustatud mälumängurid. Mõlemad on aktiivselt tegutsenud ka sadakonda huvilist ühendavas Eesti Mälumänguliidus, Indrek Salis aastast 1999 juhatuses esimehena.



**VASTA JA VÕIDA RAAMAT!**  
Õigesti vastanute vahel loosime välja Osmo Jussila raamatu „Taevast põrgusse“. Nõukogude utopia kokkuvarisemine“.

**VASTUSEID**  
ootame 15. juuniks aadressil Endla 3, Tallinn 10122 või horisont@horisont.ee.  
Pange kirja ka selles ajakirjanumbris kõige rohkem meeldinud kirjutis.

**MÄLUSÄRU rubriiki toetab kirjastus Koolibri.**





2013. aastal pälvis Eesti Looduse fotovõistluse taimefoto peauhinna Ireen Trummer.

# Eesti Looduse fotovõistlus 2014

## Tähtjad

Võistlusfotod palume üles laadida Eesti Looduse kodulehel 1. septembrist 1. oktoobrini 2014. Võistluse lõpuõhtu aja ja koha saab teada oktoobri lõpul Eesti Looduse kodulehelt [www.eesti-loodus.ee](http://www.eesti-loodus.ee).

## Nõuded fotole

Foto peab olema tehtud Eestis ning sellel jäädvustatud vabalt looduses elavad loomad, taimed või seened üksi või mitmekesi. Fotod inimesega harjunud loomadest või istutatud taimedest võistlevad omaette noorte kategooriates (koduloom ja aiataim). Maastikupilte võistlusel ei hinnata.

Pildistatud loom, taim või seen peab olema äratuntav ning autoril võimalikult täpselt määratud. Iga foto juurde

ootame kindlasti lühikest lugu (100–500 tähemärki), kus ja kuidas pilt on saadud ja kes on pildil.

Arvesse lähevad digifotod, mille pikema külje pikkus on vähemalt 3000 pikslit (noortel 2000). Faili vorming peab olema kas vähima tihendamisega JPG või TIFF. Igat fotot saab esitada ühes kategoorias ning kategooria peab olema määratud õigesti.

## Kategooriad

Arvestust peetakse kahes vanuseklassis: noored kuni 16 eluaastat (kaasa arvatud) ning täiskasvanud. Välja antakse looma-, taime- ja seenefotode peauhind ja esimene auhind nii üld- kui ka noorte arvestuses. Ühtlasi jagatakse eriauhindu järgmistes kategooriates: aasta lind, käituv loom, väike loom (lähi- või mak-

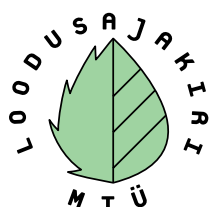
rovõte), veeloom, väike taim (lähi- või makrovõte), veetaim ja elurikkus (keskkonnaministeeriumi eriauhind). Ainult noorte kategoorias on eriauhind aiataime ja kodulooma, sh lemmiklooma pildi eest. Hulganiisti eriauhindu jagavad korraldajad.

## Fotode saatus

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

## Lisainfo:

[www.eestiloodus.ee](http://www.eestiloodus.ee)  
toimetus@el.loodus.ee,  
tel 742 1143



KESKKONNAMINISTEERIUM

Canon  
OVERALL

PENTAX



ilm.ee  
autorioigus MTÜ Loodusajakiri

EESTI  
JAHIMEES  
Jahindus- ja kodumajakiri

LOODUSKALENDER.EE



TOYOTA

ALWAYS A  
BETTER WAY

# TASUTA ASJU SAAB KA MUJAL PEALE TALLINNA. TOYOTA PRIUS PARGIB EUROPARGIS TASUTA!



EuroPark



PRIUS

Toyota Prius pargib tasuta kahes määratud  
EuroPargi väliparklas ning 3 h kõigis EuroPargi  
EP tsooniga tasulistes väliparklates.

Kuni 2015. aasta lõpuni!

Loe kindlasti kõiki tasuta parkimise tingimusi [toyota.ee/europark](http://toyota.ee/europark)  
Kõige värskema info parklate asukoha kohta leiad [europark.ee](http://europark.ee)

**autoriõigus MTÜ Loodusajakiri**

Toyota Priuse kombineeritud kütusekulu 3,9 l / 100 km. Kombineeritud CO<sub>2</sub> emissioon 89 g/km.