

# Rohelise poodleja käsiraamat

Uus rubriik annab nõuandeid keskkonnasõbralikeks eluviisideks ja kummutab müüte



# TARKADE KLUBI

MÄRTS 2010

Number 3 (39)

Hind 39.90



**Miks säilivad  
muumiate juuksed?**



**Rahu Talvesõjas  
oli kaotus Eestile**



**Arhitektuurinipid  
ilmaruumis**

# Soojeneb või ei soojene?



**Teadlased jahivad ookeanisügavustes  
tabamatut salapärast ürgolendit**

**Virtuaalne  
lahkamine**

# Carnaval LATINO

15.02–30.04.  
Tallinn–Stockholm–Tallinn

## Kuumad hetked Läänemeresel



Stockholmi kruis  
"Kõik hinnas"

al. **1364** EEK/in

PALADAR  
de Cuba

"KÕIK HINNAS" kruis sisaldab

- 2 ööd mugavat majutust laevas
- 2 rikkalikku erimenüuga õhtusööki restoranilt PALADAR DE CUBA
- 2 TASUTA hommikusööki Rootsi lauas
- 6 tundi meelelahutust eheda showprogrammiga HAVANNAST mõlemal suunal.

Soodushinnaga kajuteid on igal reisirühmal piiratud koguses.

Lisainfo ja broneerimine  
646 9808 / [www.tallink.ee](http://www.tallink.ee)

Stockholmi kruis  
majutus 2 ööd +  
1 õhtusöök

al. **957** EEK/in

Stockholmi  
kruis

al. **550** EEK/in

 **TALLINK**



# TARKADE KLUBI



PANTHERMEDIA/SCANPIX

26

**5 Mida uskuda?**

Toimetaja veerg

**6 Küsimused-vastused**

Miks lõunamaalased on kuumavere-  
lised? Miks muumiatest ainult luud ja  
juuksed alles jäävad? Kuidas rehenda-  
da piid? Miks on inimestel vajadus end  
loominguliselt väljendada? Eksperdid  
vastavad lugejate saadetud küsimus-  
tele.

**RADAR****12 Ürgleemes polnud elule energiat****14 Kosmilises mõõdupuus ühinevad  
kääbused****14 Koomapatsiendi suhtlus osutus  
ekslilikuks****15 Puuetundlikkus saab lisamõõtme****16 Nanosensor juhib ajurakke****16 Bakterite vahel säriseb ookeanipõhjas  
elekter****17 Tõnu Korroli autouudised**  
Elektriauto ühendab era- ja ühis-  
transpordi**18 Kaido Einama tehnoloogiaudised**  
Toataimed ja koduloomad ühenduvad  
interneti**20 Piltuudis**Peibutussiga toob mereelukad ohtlikku  
tsooni**KOLUMNID****22 Kuidas sünnivad kokkusattumused**

Ben Goldacre

**23 Munast või kanast?**

Tiit Kändler

**24 Evolutsioon tuleb meditsiinile appi**

George A. Lozano, PhD

**PIKAD LOOD****26 Kliima ABC**

## 38 Sukelretked elava fossiili järele

Teadlased üritavad jälile saada, mis olendiga on tegu mitu aastakümnet tagasi filmilindile jäänud süvevee-eluka näol.

## 42 Persoonilugu: Priit Kulu

Terasest töötahtega metalliprofessor

## 46 Arhitektuur kosmoses

Kuidas ehitada oludes, kus puudub gravitatsioon, atmosfäär, ruumiline orientatsioon ja muu tavapärane keskkond?

## 50 Parem elu: Poodlemine

Uus rubriik annab juhiseid keskkonnahoidlikuks eluks

## 52 Inimaju teadlaste lõikelaual

Masinate aju-uurimise elevuse kõrval on unustatud, kui oluline on vana hea lahkamine

## 55 SMLE – püss nagu Šveitsi nuga

Sõjamasin

## 56 Soome rahu, mis päästis Rootsi ja kaotas Eesti

Ajalugu: 70 aastat Talvesõja rahulepingust Soome ja Nõukogude Liidu vahel

## KUIDAS?

### 60 Vigurid, suusad ja füüsika

### 64 Tulevikuautode vooluallikaks on kere

### 66 Kuidas töötab virtuaalne lahkamislaud?

## REVÜÜ

### 68 Raamatud

### 70 DVDd, sündmused, mängud

## MEELELAHUTUS

### 72 Ristsõna

### 73 Loogikaülesanded

### 74 ???

Naljad. Uus ja uskumatu.



60



64



# Mida uskuda?



**ARKO OLESK,**  
peatoimetaja

**Praegu meie käsutuses olevad parimad tõendid ja hinnangud viitavad, et inimese tegutsemine on viimase paari sajandi jooksul ökosüsteeme ja kliimat tuntavalt mõjutanud. Kumb on mõttekam: kas loota, et karitud on alusetud või püüda maailma parandada kaalutlusega, et selle ajend pole täit tõestust leidnud?**

**A**lati, kui hakkam kirjutama kliima teema ajal, haarab mind kerge äng. Samasugune äng, mida võib matkaja tunda, jõudes väsinult järsu künka jalamile. Ta teab, et peab seal üle ronima, kuid ainult selleks, et seista silmitsi järgmise ja järgmise künkaga. Kirjutamise puhul on ebamugavustunde allikaks teadmine, et teema on keeruline, pikitud täis mitte ainult teaduslikke, vaid ka poliitilisi karisid, mille kohta paljudel on oma kirklikult emotsionaalsed seisukohad. Kuidas ka ei püüaks, on tahtmisi ja võimalusi lepitada võimatu.

Sarnane äng saatis ka seekordse kaaneloo kirjutamist. Sedavõrd palju oleks öelda, sedavõrd vähe on ruumi, millel seda öelda. Mõtteid ja seletusi kokku surudes lähevad kaduma detailid, nendega vaidlemine muutub kergemaks, uus selgitus tooks kaasa uued vaidlused ja nii edasi. Iga küsimusi eraldi annaks alust kirjutada teine sama pikk jutt kui praegu terve artikkel kokku. Tõde jääks ikka selgumata.

Miks me siis sellise pealiskaudse artikli kirjutasime? Sest kliimast kirjutamise künka ees seismise ängist on suurem see äng, mis valdab tihti selleteemalist avalikku arutelu vaadeldes. Sageli lendavad arvamused ja väited, mis annavad tunnistust puudulikust arusaamast ja mõningate alusteadmiste teadmatust või teadlikust ignoreerimisest.

Kaanelugu on visand sellest, mida me teame, aga ka sellest, mida me arvame, et teame, ja mida me teame, et me ei tea. Kliimateaduses on vaidlusi, mis on vaieldud, ja on vaidlusi, mida jäädakse vaidlema. Ja mille puhul polegi ehk ühiskonna jaoks oluline, kas ja millise lahendusega vaidlus lõpeb.

Eks peaksime asja vaatama nii: me ei aja kliima küsimuses taga tõde. Ka teaduslik teadmine ei ole lõplik tõde, see kehtib senikaua, kuni senised ja uued tõendid asetuvad kokku viisil, mis lubab domineerivaks kerkida uuel, teinekord lausa risti vastupidisel viisil asju näha. Teaduse ajalugu tunneb mitmeid selliseid juhtumeid (kuigi veel rohkem selliseid, kus valitsev arusaam aina enam kinnitust kogub). Praegu meie käsutuses olevad parimad tõendid ja hinnangud viitavad, et inimese tegutsemine on viimase paari sajandi jooksul ökosüsteeme ja kliimat tuntavalt mõjutanud. Me ei tea, kas tuleviku teadlased vaatavad neile tänaste kolleegide teadmistele tagasi kui ekslikele või hoopis väga ettenägelikele.

Meil ei ole aga aega seda oodata. Absoluutse tõde asemel peaksime aluseks võtma tõenäosuse ja riskianalüüsi. Pilt, mida näeme, on lünklik: otse vaadates tajume põhjust mureks, kõveriti kaedes asetuvad tükid paigale hoopis teisiti. Kumb on mõttekam: kas loota, et kartused on alusetud või püüda maailma parandada kaalutlusega, et selle ajend pole täit tõestust leidnud?

Kuidas on kõige mõttekam tegutseda, on aga hoopis teine vaidlus.

A Olesk



**TARCADE  
KLUBI**

**Address** Liimi 1, 10621 Tallinn  
**tel** 661 6186, **faks** 661 6185,  
**e-post** t-klubi@t-klubi.ee

## TOIMETUS

Peatoimetaja **Arko Olesk**  
arko.olesk@presshouse.ee

Toimetaja **Andero Kaha**  
andero.kaha@presshouse.ee

Toimetaja **Kristjan Kaljund**  
kristjan.kaljund@presshouse.ee

Autotoimetaja **Tõnu Korrol**  
tonu.korrol@presshouse.ee

Tehnoloogiatoimetaja **Kaido Einama**  
kaido.einama@presshouse.ee

Kujundaja **Aivar Udumets**  
aivar.udumets@presshouse.ee

Keeletoimetaja **Piret Reidla**  
piret.reidla@presshouse.ee

Kaasautorid

**Ben Goldacre, Sander Kingsepp,  
Tiit Kändler, Allan Käro, Erik Levoll,  
George A. Lozano, Kaarel Orviku,  
Rauno Pärnits, Andres Tarand, Hannes  
Tõnisson**

Koostööpartner

**New York Times Syndicate**

Kaanefoto **Panthermedia/Scanpix**

## REKLAAM

Projektijuht **Marko Tiidelepp**  
tel 661 6186; 56 695 626

## TELLIMINE

- telefonil 660 9797
  - e-postiga levi@presshouse.ee
- Ajakirja tellimus maksab 399 kr aastas, otsekorraldusega 39 kr kuus.

telli.ee

HEAD AJAKIRJAD  
HEA HINNAGA

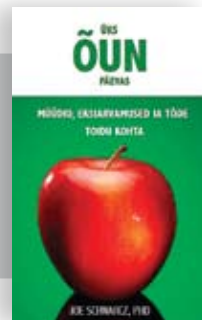
## VALJAANDJA

Presshouse OÜ,  
Liimi 1, 10621 Tallinn  
**tel** 661 6186, **faks** 661 6185,  
www.presshouse.ee

**TRÜKK** Unipress

© Presshouse OÜ  
Ajakirjas Tarkade Klubi avaldatud tekstide ja fotode avaldamine ükskõik millisel viisil on keelatud ilma väljaandja eelneva kirjaliku loata. Kõik õigused on kaitstud.

# K&V



## KUU KÜSIMUS

# Kust tuleb lõ



2 X PANTHERMEDIA/SCANPIX

**K** Miks on kodus tehtud õunamahl läbipaistmatu ja tumedat värvi, aga poemahl läbipaistev ja selge?

TÕNIS

**V** Rääkides konkreetset Põltsamaa mahlast, siis meil sarnaneb mahla valmistamise protsess sisuliselt kodusele õunamahla tegemisele. Mida kodus aga ei tehta, on selitamine. Selitamise käigus mahlas olev sade eemaldatakse ja tulemuseks on kuld-selt selge õunamahl.

Õunamahl muutub pruuniks mahlas sisalduvate polüfenoolsete ühendite oksüdeerumise tõttu. Selitamise käigus seotakse polüfenoolsed ühendid suuremateks osakesteks, mistõttu settivad nad mahuti põhja ning mahl muutub selgeks ja heledamaks.

Selitamiseks kasutatakse bentoniiti (teatud tüüpi savi), želatiini ja ränidioksiidi kolloidlahust (inglise keeles silica sol). Selitamine viiakse läbi vastavates mahu-

tites, kus mahla sisse valatakse bentoniidi suspensiooni, želatiinilahust ja ränidioksiidi kolloidlahust, segatakse korralikult segamini ja lastakse sademel välja settida (umbes 3 tundi). Seejärel eraldatakse selge mahl settelt ja filtreeritakse. Alternatiiviks oleks ultrafiltreerimine, mis on aga kulukam.

KALLE OJASSALU, AS PÕLTSAMAA FELIX PEATEHNOLOOG

**K** Mis asi on e-sigaret ja kui ohutu see tervisele on?

TARMO

**V** E-sigaret ehk teisisõnu elektrooniline sigaret on seade, mis väliselt meenutab tavalist sigaretti. Koosneb akust, aurustajast ning mikroelektroonilisest süsteemist, mille abil süsteem doseerib nikotiini. Sigareti otsas on hõõgvalgusti, mis jätab mulje läidetud sigarest ning sigareti tõmbamisel tekib väliselt tubakasuitsu meenutav aur. Esimene e-sigaret arendati välja aastal

**K** Miks lõunaeurooplased on keevaverelisemad kui põhjaeurooplased?

SVEN LAANEMETS

**V** On üsna laialt levinud uskumus, et lõuna pool elavad inimesed on emotsionaalsemad ja äkilisema loomuga kui põhja pool elavad inimesed, seda nii ühe kultuuri sees (nt Põhja-Itaalia vs. Lõuna-Itaalia) kui erinevate kultuuride võrdluses (nt Eesti vs. Kreeka). Ühe võimaliku seletusena on välja pakutud kliima. Nagu kirjutas prantsuse valgustaja ja filosoof Charles de Montesquieu (1689-1755) juba 18. sajandi keskel, mõjutavad kliimaatilised tingimused olulisel määral nii inimese loomust kui ühiskonda tervikuna: väga sooja kliimaga maades elavad inime-



## Mis vaevab sinu südant?

Kuu auhinna huvitava pildiküsimuse eest otsustas toimetuse anda Karina Kasele. Talle kuulub nüüd Louis Bréhier' raamat «Bütsantsi kultuur». Värskeid küsimusi levinud müütide, põnevate loodusnähtuste ja teaduse telgitaguste kohta ootame e-posti aadressil [kysimus@t-klubi.ee](mailto:kysimus@t-klubi.ee) või Tarkade Klubi leheküljel Facebookis. Toimetus teeb saadetud küsimuste seast valiku ning palub vastama asjatundjad. Järgmises numbris anname ühele küsijaist Joseph Schwarcz'i raamatu «Üks õun päevas».

# unamaalaste kuum veri?



sed on (liiga) kuumaverelised, samal ajal kui külmas kliimas elavad inimesed jäised ja kange(kaelse)d.

Selliseid uskumusi, mis puudutavad teatud rahvuse või kultuuri liikmetele omaseid ühiseid isiksuseomadusi, nimetatakse rahvusliku iseloomu stereotüüpideks. Viimase aastakümne uurimused psühholoogias näitavad, et rahvusliku iseloomu stereotüübid kujunevad paljude erinevate tegurite koostmõjus (sh kliima, massimeedia, reisijutud jne) ning peegeldavad vaid osaliselt rahvuse liikmetele omaseid tegelikke isiksuseomadusi.

Esinduslikus uurimuses, milles osales vastajaid ligi 50 riigist, ei leitud mingit seost maa keskmise temperatuuri, laiuskraadi ja isiksuseomaduste vahel. Seega, ehkki eestlasi peetakse sageli suletuteks, külmadeks,

reserveerituteks ja omaette hoidvateks, ei erine me nende isiksuseomaduste poolest märkimisväärselt ei kreeklastest ega hispaanlastest. Põhja pool elavate rahvaste jäisus ja sõnaahtsus on pigem sajandite jooksul kultiveeritud käitumis- ja suhtlusnorm ega väljenda sugugi nende inimeste tegelikke isiksuseomadusi.

Lõunapoolsete rahvaste suurem agressiivsus ja impulsiivsus peegeldab aga omakorda nende kultuuris levinud norme ja tõekspidamisi: nii Ameerika Ühendriikide lõunaosariiki kui ka paljusid Lõuna-Euroopa maa iseloomustab n-ö aukultuur (*culture of honor*), mille keskseks teemaks on pidev valmisolek kaitsta oma au ja reputatsiooni karmuse ja vägivaldiga abil.

**ANU REALO, TARTU ÜLIKOOLI PSÜHHOLOOGIA  
INSTITUUDI VANEMTEADUR**

2003 Pekingis. Euroopasse jõudis e-sigaret 2006. aastal ning meile jõudis see kaks aastat hiljem. Kuna toote müüjad on toodet igal pool esitletud pigem seadmena, mis aitab loobuda suitsetamisest, siis on ka meie Raviamet võtnud seisukoha, et elektrooniline sigaret on meditsiiniseade ning selles kasutatavad nikotiinipadrunid ravimid, mistõttu nende müümiseks on vaja eraldi luba ning nikotiini sisaldavaid ampulle tohiks seetõttu müüa vaid apteekides. Nullnikotiinisaldusega ampulle võib turustada ka mujal.

Erinevates Euroopa riikides on suhtumine antud seadmesse erinev – osades riikides on see vabalt saadav ka tavapoodides, osades riikides aga liigitatud meditsiiniseadmeks, nagu Eestiski.

Tegemist on küllaltki uue asjaga ning e-sigaretide mõju tervisele pole veel täielikult teada. Siiski aga võime öelda, et päris ohutud nad pole. Muidugi väheneb e-sigaretide puhul passiivne suitsetamine oluliselt, kuid me ei saa olla 100 protsenti kindlad, et e-sigaretiga eralduv aur on ümbritsevatele inimestele täiesti ohutu.

E-sigareti kasutaja seisukohast võttes on ohuks see, et nikotiin on tugev sõltuvust tekitav aine ning e-sigaretiga on oht nikotiini üleannustamiseks ning loomulikult sõltuvuse tekkeks või isegi süvenemiseks, mistõttu erinevad terviseorganisatsioonid taunivad e-sigareti reklaamimist suitsetamisest loobumise abivahendina.

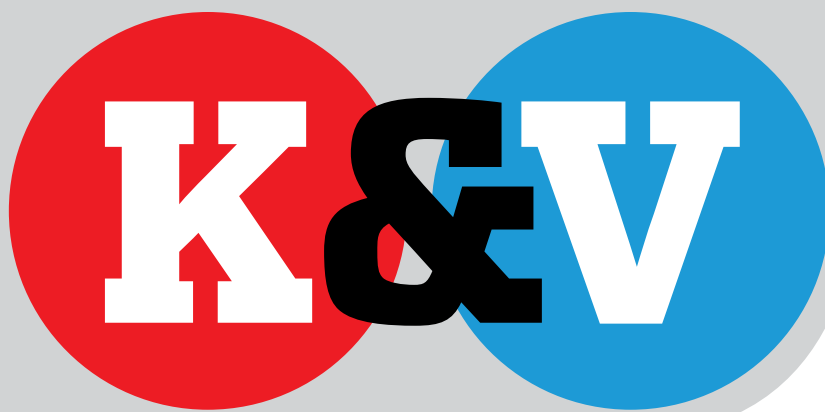
Ka nullsisaldusega nikotiinipadrunid pole nii süütud, kui arvata võib, kuna erinevates testides (ka Raviameti poolt läbi viidutes) on selgunud, et enamik siiski mingil määral sisaldab nikotiini – väikestes kogustes, kuid siiski.

USA toidu- ja raviamet (FDA), on laboratoorsele testidele tuginedes teatanud, et e-sigaretide testimisel leiti vähi tekitavaid aineid ning mürgiseid kemikaale, nagu diütüleen-glükooli, mida kasutatakse jahutusvedeliku koostisosana ja mis on inimese tervisele ohtlik. Vähi tekitavatest ühenditest leidis muuhulgas nitrosoamiini, mida võib leida ka tavalistest sigarettidest.

Ühe probleemina nähakse seda, et e-sigaretid on vabalt kättesaadavad alaealistele, kellel võib seda kasutades kujuneda sõltuvus ning kes võivad kergemini hakata kasutama hiljem päris tubakatooteid.

Igal juhul on tervisele kõige kasulikum üldse mitte suitsetada (ei e-sigarette ega ka tavalisi tubakatooteid)!

**KRISTEL OJALA, TERVISE ARENGU INSTITUUDI  
TUBAKAEKSPERT**



KARINA KASK

**K** Kas pildil olev mägi Murru vangla juures on inimeste tekitatud barjäär või looduse looming?

KARINA KASK

**V** Pildil on Vasalemma paekarjääri aherainemägi, mis koosneb kaevandamisest üle jäänud ja kokku kuhjatud mitmesuguse suurusega kiviosa-keste segust.

Looduslikust nõlvast eristab fotol olevat terrikooni tõsiasia, et pudedast aineest koosnevale pinnale pole kujunenud huumuslikku mullakihti, rääkimata taimkattest. Samuti torkab silma, et intensiivsest pinnase ärakandest hoolimata on kallakus enam kui 25°. Kõik see saab Eesti tingimustes olla võimalik vaid inimkäe hiljutisel kujundusel.

Rahvasuus ja valla internetilehel on tehis- mägi nimeks saanud «Rummu tuhamägi», kuna meenutab Kirde-Eesti tehiskuhjatisi. See on aga väär, kuna Vasalemma vallas sellisel hulgal põlemisjääke pole tekkinud.

JAAN PÄRN, GEOGRAAF

**K** Olen näinud Discovery kanalilt filme muumiatest. Inimestest olid alles jäänud vaid luud ja juuksed. Kas tõesti ja kuidas säilivad juuksed nii kaua?

LAURA NIRGI

**V** Tegelikult võib teatud tingimustes säilida kogu inimkeha ja seda väga pikka aega. Taani soodest on näiteks leitud sinna maetuna

üle 6000 aasta vanu inimkehasid. Alpidest leiti jääliustikust ligi 3000 aasta vanune hästi säilinud mees, kel ka riided seljas jne. Sellised kehad säilivad tänu kiirele mattumisele nn konserveerivasse keskkonda, nii, et õhu ja teiste organismide elutegevus nendeni ei ulatu. Säilimist uurib lausa omaette teadusharu – tafonoomia, mis on tuletatud kreekakeelsetest sõnadest *taphos* (haud) ja *nomos* (seadus, korraldus).

Eespool olevad näited on sellised, kus inimkehad sattusid nn konserveerivasse keskkonda juhuslikult, mitte spetsiaalse eesmärgiga neid säilitada. Egiptuse muumiate puhul on tegu eesmärgiga kadunuke võimalikult kaua «meie seas» hoida. Tihti on muumiatel säilinud lisaks luudele ja juustele ka nahk jm koed ning organid. Egiptuses saadi mumifitseerimise efekt vee kiire väljajuhtimisega kehast. Kõrbekuiv keskkond soosis seda. Protsessi kiirendamiseks kasutati soolade segusid. Kui keha oli täiesti kuiv, määrati seda õlide ja aroomidega, andes tagasi «värsket» ilme. Riideribade sisse pandud vaha omakorda konserveeris keha veelkord.

Luud säilivad üldjuhul seepärast paremini, et nende koostises on ülekaalus mine-







raalsed ained. Nn pehmet orgaanilist ainet (näiteks kollageeni) on vähemuses. Viimane allub lagundavatele protsessidele paremini, kuid samas luu mineraalne osa kaitseb seda. Juuksed koosnevad peamiselt keratiinist, mis on teatavat tüüpi valk. See sisaldab suures koguses aminohapet tsüstiini. See eriline aminohape muudab juuksed äärmiselt sitkeks ja elastseks. Teadlased räägivad keratiinist selle ainulaadse ehituse ja omaduste tõttu kui biopolümeerist.

Biopolümeere leidub looduses kõikjal ning need annavad vormi ja sisu kõigile looduslikult esinevatele ainetele: kõigele alates puulehtedest kuni kilpkonna kilbi ja hanesulgedeni välja. Keratiin on väävlisisaldusega ristsidemetega biopolümeeri klassikaline näide. See on peamine valk, millest koosnevad nii meie juuksed kui ka küüned. Kuna keratiin on samuti suhteliselt vastupidav, siis teatud tingimustes võivad juuksed väga pikka aega säilida. Ka Eestist on leitud üle 1000 aasta vanuseid hauad, kus maetuil on säilinud juukseid ja isegi riidefragmente.

LEMBI LÕUGAS, PALEOZOÖLOOG



**Miks mõnel inimesel on vajadus ennast loominguiliselt väljendada? Küsimus tekkis vaidluse käigus koolis õpitud Maslowi püramiidi teooriast rääkides. Nimelt on eneseteostamise vajadus tavaliselt igasuguste teooriate puhul kõige tipus ehk siis viimane vajadustest. Eeldatakse, et inimesel on kõik muud vajadused rahuldatud, kuid ajalugu teab ju pigem vaeseid ja raskes**

**olukorras elavaid loominguilisi kuulsusi. Seega, mis paneb inimesi loominguuga tegelema?**

MARGUS MÜÜR



Ilmselt on loominguilise eneseväljenduse vajadus olemas kõigil inimestel, kuid väga erinevas astmes. Mõnel on see tung väga tugev, mõnel teisel aga oluliselt pärstitud.

Käitumisteadused oskasid pika aja jooksul kirjeldada käitumise põhjustena vaid elulisi või bioloogilisi vajadusi. Kõik käitumise uurimise eksperimentaalsed protokollid olid üles ehitatud sellele, et sarrustajaks (inglise keeles «reinforcement») on toit, vesi, vastassugupoole isend või vabanemine valu tekitavast stiimulist. Esimene läbimurre tekkis siis, kui Wisconsinis Ülikooli professor Harry Frederick Harlow (1905–1981) näitas oma 1953. aastal ilmunud töös «Hiired, ahvid, inimesed ja motiivid», et näiteks šimpans võib pikka aega olla hõivatud mingi tegevusega, mille ainsaks motiiviks uudishimu või see tegevus ise.

Eksitavalt on käbele läinud Harlow õpilase Abraham Maslow (1908–1970) eneseaktualisatsiooni teooria, mille kohaselt inimese vajadused on organiseeritud püramiidi, mille tippu kroonib eneseteostuse motiiv. Mitte päris õigesti arvatakse, et eneseteostuseni jõuab inimene alles siis, kui madalama taseme vajadused (toit, jook, seks jne) on rahuldatud. Tõendusd motiivide rangeks hierarhiaks puuduvad ning arengu käigus lisandunud uued «kõrgemad» motiivid toimivad samaaegselt «madalamate» motiividega.

Tänapäeva psühholoogia on seisukohal, et eneseväljenduse vajadus kasvab välja motiividest, mis esinevad paljudel loomadel, kuid on kõige tugevamalt väljendunud inimahvidel. Eneseväljenduse vajadus rajaneb sellistele motiividele, nagu näiteks uudishimu, mis on väga selgelt äratuntav näiteks rasvatihastel. Sarnaselt inimesele määrab rasvatihaste uudistava käitumise intensiivsuse polümorfism dopamiini retseptori geenid DRD4. Eneseväljendus eeldab eneseteadvuse olemasolu, mis vähemalt algelisel kujul on olemas šimpansil, bonobol, orangutanil ja mõnedel gorilladel. Klassikalise eneseteadvuse testi – enda peeglis äratundmine – on mõningatel andmetel läbinud veel Aasia elevant ja harilik afaliin (laiksilm-delfiin).

Evolutsiooniteooria seisukohalt võib organismil, kellel on tung ennast loominguiliselt väljendada, olla olulisi kohastumuslikke eeliseid keerulises sotsiaalses keskkonnas.

JÜRI ALLIK, TARTU ÜLIKOOLI PSÜHHOLOOGIA PROFESSOR

REUTERS/SCANPIX

**K** Hiljuti lugesin, et keegi prantslane Fabrice Bellard on pii väärtuse välja arvutanud ligi 2,7 triljoni kohani. Kui ka mina sooviksin pii väärtust arvutada, siis millised on need lähteandmed, mille järgi ma saaksin arvutama hakata? Tean, et pii on ringi ümbermõõdu ja diameetri suhe, kuid ma ei saa ju mõõta suvalise ringjoone diameetrit ja ümbermõõtu ning nende põhjal arvutama hakata – mõõtmisel tekkiv viga oleks ilmselt liiga suur.

ERMO VILJAMAA

**V** Arv  $\pi$  on suuri rahvasse lummanud juba aastatuhandeid. Kümned tuntud matemaatikud on veetnud päevi arvu  $\pi$  täpsemate väärtuste leidmisel. Miks ei ole seda seni veel täpselt kätte saadud? Probleem on nimelt selles, et arv  $\pi$  on nii irratsionaalarv kui ka transsendentne arv. Kohe üritan selgitada, mida nende all mõeldakse.

Arvude maailmas on erineva pikkusega

arve. On neid, mida saab kümnendsüsteemis kirja panna, kasutades lõplikku arvu numbreid (NB! Vaatamata sellele, mida te raadiost ja telerist kuulete, on numbrid vaid 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ja 9. Näiteks 2010 ei ole number, vaid arv!). On selliseid, mille kümnendsüsteemis kirjanepu üritamisel peaksimegi jääma kirjutama, sest kasutada tuleks kui tahes palju numbreid (näiteks arv  $1/3$ , mis kümnendsüsteemis algab kujul 0,33333333... ning milles kolmede rivi ei lõppegi).

$\pi$  on üks selliseid arve, mida kümnendsüsteemis ei saa lõpliku arvu numbritega üles kirjutada. Selliste arvude seas, mille kümnendsüsteemis üleskirjutamiseks tuleks kasutada lõpmata palju numbreid, on nn perioodilised, st arvud, mille üleskirjutises hakkavad numbrid teatud vahemaa tagant korduma (näiteks  $1/3$ , milles kordub number 3 või  $1/7 = 0,142857142857\dots$ , kus kordub arv 142857). Kahjuks ei ole arvu  $\pi$  jaoks seni veel ühtegi perioodi leitud.

Ehk oleks arvu  $\pi$  võimalik kuidagi teisiti, vaid lõplikku arvu numbreid kasutades kirja panna? Näiteks kahe täisarvu jagatisena või mõne võrrandi lahendina (arv  $\sqrt{2}$  on näiteks selline, mis ei ole perioodiline, kuid teda on võimalik kirja panna

kui võrrandi  $x^2 - 2 = 0$  positiivset lahendit). Koolist on mõnele ehk meelde jäänud, et ratsionaalarv on iga selline arv, mida saab kirja panna kahe täisarvu jagatisena (näiteks  $3/7$ ,  $2 = 2/1$ ,  $-1/3 = -1/3$  jne).

Irratsionaalarvud on kõik ülejäänud, mida siis ei ole võimalik kahe täisarvu jagatisena kirja panna. 18. sajandil näitasid matemaatikud, et arv  $\pi$  kuulub irratsionaalarvude hulka. Seega kadus ka see lootus.

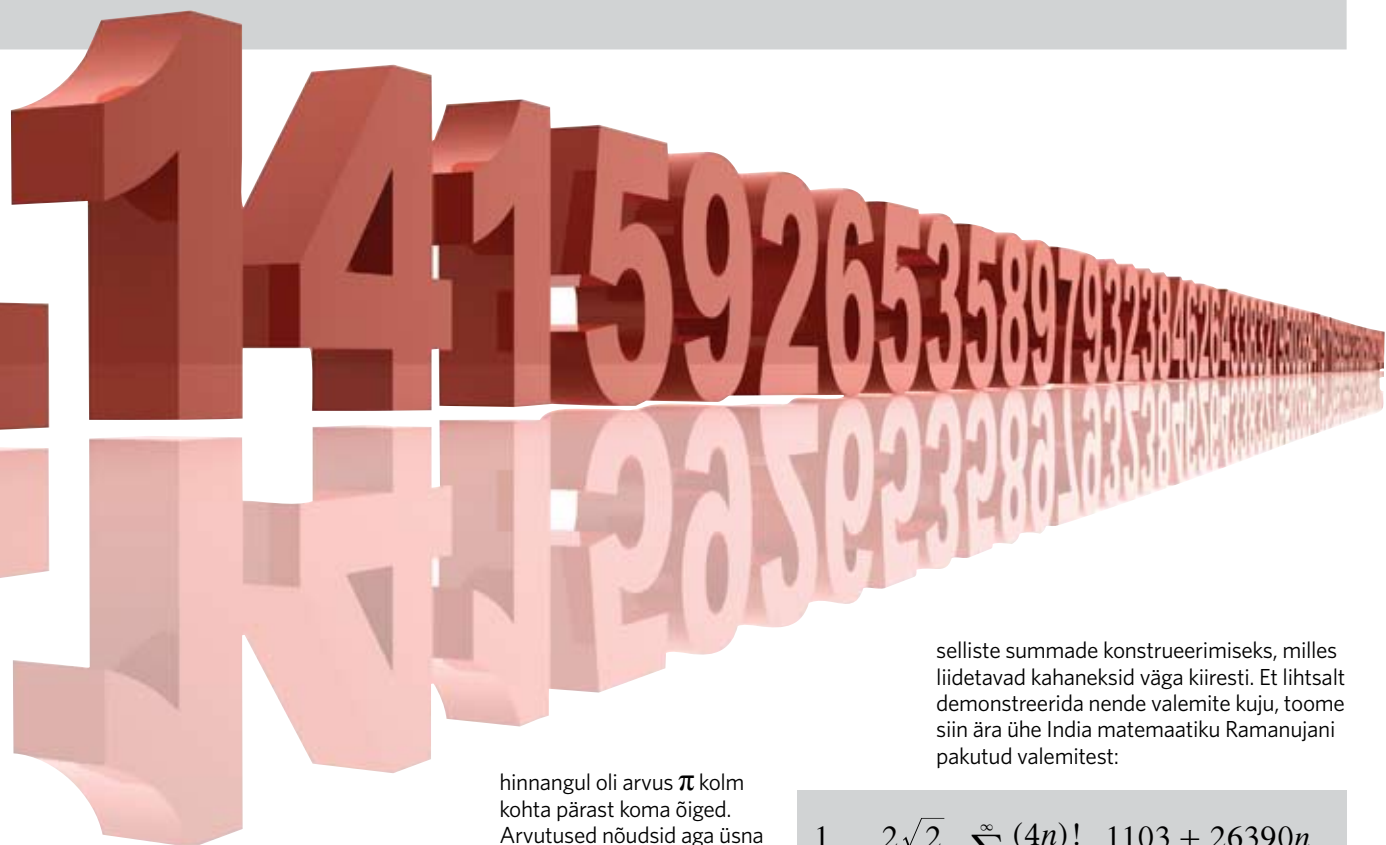
Veel üks klass arve, mida nimetatakse algebralisteks arvudeks,



on arvud, mis on mingi ratsionaalarvuliste kordajatega polünoomi (ehk hulkliikme) lahendiks (nii nagu ruutjuur kahest on võrrandi  $x^2 - 2 = 0$  lahendiks või  $\sqrt[3]{3/2}$ , mis on võrrandi  $8x^3 - 3 = 0$  lahendiks). 19. sajandi lõpus suudeti aga näidata, et  $\pi$  ei ole ka algebraline arv. Nii kadus seegi lootus arvu  $\pi$  lühikeseks, kuid täpselt kirjanepuiks teda ennast kasutamata. Pärast seda on matemaatikahuvilistele jäänud vaid «lõbu» üritada luua järjest paremaid ja kiiremaid algoritme, et täpselt välja arvutada  $\pi$  uusi ja uusi kümnendkohti.

Kuidas siis ikkagi arvu  $\pi$  väärtust arvutatakse? Algsed  $\pi$  lähendid (vanadel egiptlastel  $(4/3)^4$ , babüloomlastel  $3 + 1/8$ , Indias  $\sqrt{10}$  jne) saadi pigem hinnanguliselt. Püüti mõõtmiste teel kindlaks teha, kui suur on ringi ümbermõõdu ja diameetri suhe. Arvestades toleaeagset mõõtmistäpsust, olid need lähendid praktilisteks arvutusteks üsna piisavad.

Suure sammu  $\pi$  täpsemaks arvutamiseks (mitte hinnanguks mõõtmiste läbi) tegi



selliste summade konstrueerimiseks, milles liidetavad kahaneksid väga kiiresti. Et lihtsalt demonstreerida nende valemite kuju, toome siin ära ühe India matemaatiku Ramanujani pakutud valemitest:

$$\frac{1}{\pi} = \frac{2\sqrt{2}}{9801} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(4n)!}{(n!)^4} \cdot \frac{1103 + 26390n}{(396)^{4n}}$$

hinnangul oli arvus  $\pi$  kolm kohta pärast koma õiged. Arvutused nõudsid aga üsna palju aega.

Kuni 17. sajandini arvutatigi  $\pi$  kümnendkohtade väärtusi peamiselt Archimedese poolt pakutud meetodi abil, suurendades lihtsalt tippude arvu hulknurgas. Rekordiomanikuks selle meetodi kasutamisel sai 16. sajandi lõpus Ludolph van Ceulen, kes leidis õigesti 35 kümnendkohta (selleks tuli tal kasutada hulknurki, millel oli  $2^{62}$  tippu).

17. sajandist (Indias juba 14. sajandist) algas arvu  $\pi$  väljaarvutamisel uus ajajärk. Leiti erinevaid astmeridu või lõpmatuid korrutisi, mis võimaldasid arvu  $\pi$  avaldada. Nii pandi näiteks tähele, et  $\pi/4 = 1 - 1/3 + 1/5 - 1/7 + \dots$  või et

$$\frac{2}{\pi} = \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2+\sqrt{2}}}{2} \cdot \frac{\sqrt{2+\sqrt{2+\sqrt{2}}}}{2}$$

ja  $\pi/2 = 2/1 \cdot 2/3 \cdot 4/3 \cdot 4/5 \cdot 6/5 \cdot 6/7 \dots$

Matemaatilise analüüsi arenedes osutus võimalikuks hinnata, mitu esimest liiget vastavas summas või korrutises on vaja tegelikult välja arvutada, et saavutada soovitav arv  $\pi$  tegelikke kümnendkohti (järgnevad liikmed osutuvad liiga väikesteks, et esimesi kümnendkohti muuta). Kuid ka siin läksid arvutused väga pikaks, sest liidetavad kahaneksid väga aeglaselt, mistõttu asuti tööle

Selle summa arvutamisel annab iga järgneva liidetava juurdeliitmine meile juba kaheksa uut kümnendkohta arvu  $\pi$  esituses. Seega, et saada 40 kümnendkohta õigesti, oleks vaja kasutada vaid viite esimest liidetavat.

Elektronarvutite kasutuselevõtt ning kiire areng on võimaldanud üle minna veel keerukamatele (kuid samas kiiremini rohkem õigeid kümnendkohti andvatele) summadele. Tänu arvutite ja ka valemite arengule, kulub arvu  $\pi$  kahe miljoni kümnendkoha täpseks leidmiseks arvutitel aega alla kahe minuti.

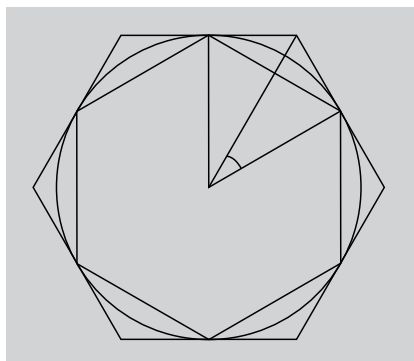
Huvilised leiavad kindlasti internetiavarustest mitmeid programme, mis võimaldavad  $\pi$  kümnendkohti arvutada.

Seetõttu ei hakka siia mingeid viiteid lisama, mainin vaid kahte programmi: Super Pi ning Pi Calc. Kel asja vastu huvi, leiab nii need kui ka uuemad ja paremad vahendid internetist ise üles.

Muide, arvu  $\pi$  fännid on hakanud tähistama arvu  $\pi$  päeva, mis on siis kuupäeval 3/14 ehk 14. märtsil. Austusest Archimedese töö vastu  $\pi$  lähendamisel (lähend 22/7) tähistatakse 22. juulil ka  $\pi$  lähendi päeva. Nii et meie lugejadki võivad juba hakata valmistama nende päevade tähistamiseks.

MART ABEL, MATEMAATIK

3. sajandil e.m.a. elanud Kreeka teadlane Archimedes, kes hakkas arvu  $\pi$  hindama järgmiselt: ta joonistas ringjoone sisse korrapärase  $n$  tipuga kõõlhulknurga ning ringjoone ümber sama tippude arvuga korrapärase puutjahulknurga (vaata joonist). Ta pani tähele, et kõõlhulknurga ümbermõõt on ringi ümbermõödust väiksem, puutjahulknurga ümbermõõt aga suurem. Trigonomeetria kasutades oli tal võimalik nende hulknurkade ümbermõõdud üsna täpselt välja arvutada ning nii saada hinnangud arvu  $\pi$  väärtusele.



Vaadeldes juhtumit, kus hulknurkadel oli 96 tippu, sai Archimedes arvu  $\pi$  hinnanguks  $3+10/71 < \pi < 3+1/7$ . Nii saadud



# RADAR

## Ürgleemes polnud elule energiat

TEKST: ARKO OLESK

**O**n aeg loobuda kaua püsinud ideest, et elu sai alguse madalas soojas rannikumeres, kutsuvad üles mõned teadlased ja pakuvad välja usutavama hüpoteesi, kuidas elu sai tekkida maailmamere sügavuses.

Nõndanimetatud ürgleeme ideed mainis omal ajal juba Charles Darwin, kuid konkreetsemalt vormistas selle 80 aasta eest tuntud Inglise geneetik J. B. S. Haldane, otsides lahendust elu tekkimise küsimusele. Tema idee kohaselt moodustusid esimesed orgaanilised molekulid madalates soojades rannikumeredes metaanist, ammoniaagist ja veest UV-kiirguse mõjul. Need koondusid aina suuremateks ühenditeks, hakkasid teisi energia saamiseks käärutama ning arenesid lõpuks elule aluse pannud molekulideks, nagu RNA ja DNA.

«Õpikutes on kirjas, et elu tekkis sellest orgaaniliste ainete leemest. Me pakume uue arusaama, miks see vana ja tuttav lähenemine üldse ei toimi,» ütles teooriale kindla heitnud töörühma liige Nick Lane Londoni University College'ist.

Nende kriitika keskmes on asjaolu, et ürgleemes pole energiaallikat, mis hoiaks käigu eluks hädavajalikke reakt-

sioone. UV-kiirgus või äike on ebapüsivad ja problemaatilised, tihti hävitades sama palju kui luues.

«Hoolimata selle bioenergeetilistest ja termodünaamilistest puudustest on 80aastane ürgleeme mõiste jäänud elu päritolu käsitlevates üldarusaamades keskele kohale,» tõdes ajakirjas BioEssays avaldatud artikli peamine autor William Martin, Saksamaal Düsseldorfis asuva Heinrich Heine nimelise ülikooli botanikainstituudi evolutsiooni- ja molekulaarbioloogi. «Kuid sel leemel pole suutlikkust toota eluks hädavajalikku energiat.»

Selline energiaallikas on olemas aga merepõhjas – kuuma allikate näol. «Me esitleme alternatiivi, et elu tekkis gaasidest,» märkis Lane. «Energia esmase elu jaoks tuli emakese Maa tekitatud geokeemiliste muutuste ärakasutamisest eriliste süvamere hüdrotermaalallikate juures.»

Kui nende allikakorstende pind on kaetud pisitillukeste ühendatud pooridega, muutuvad need omamoodi raku eelkäijaks (loe ka «Kuidas pruulida elu?», Tarkade Klubi, september 2009). Neis õntes toimuvad protsessid meenutavad väga tänapäevase raku toimimise mehhanisme, prootonite voogu läbi membraani.



**«Õpikutes on kirjas, et elu tekkis sellest orgaaniliste ainete leemest. Me pakume uue arusaama, miks see ei toimi.»**

Kemiosmoosiks nimetatud protsessi käigus kasutavad rakud prootoneid energiat kandva ühendi ATP sünteesiks, oletavad teadlased. Hüdrotermaalallikate läheduses tekkisid sellised protsessid

looduslikult, kui allikatest välja voogav mineraalidega rikastatud kuum vesi kohtus külma ookeaniveega. Siis omandasid rakud võime ise prootonite voogu juhtida, kasutades allikana ilmselt vesinikku ja vas-



NOAA

**KUUM KOHT:** Süvamere kuummaallikud on kerkimas kõige tõenäolisemaks kohaks, kus võis Maal tekkida elu.

tuvõtjana süsihappegaasi.

«Tänapäevased rakud on pärinud samamahulise prootonivoo ja, mis kõige olulisem, samasuunalisuse – positiivsed väljas, negatiivsed sees – nagu neis anorgaanilistes õöntes, millest nad alguse said,» selgitas uurimuse kolmas autor, Londoni Queen Mary ülikooli biokeemik John Allen.

«Me käsitleme seda, kuidas varased rakud võisid kasutada

geokeemiliselt tekkinud jõudu ja õppisid siis seda ise tekitama,» lisas Lane. Kemiosmoosi kasutama õppimine päästis organismid seejärel allikate külge aheldatusest. «Põhjus, miks kõik tänapäevased organismid on kemiosmootilised, on lihtsalt see, et nad pärisid selle just sellest ajast ja kohast, kus tekkisid esimesed rakud – ja nad pole ilma selleta saanud areneda,» selgitas Martin.

## TAEVAKIVI

### Austraalia meteoriid paljastab tuhandeid uusi ühendeid

1969. aastal Austraaliasse kukkunud meteoriid, mis on paljusid ahvatlenud spekulleerima elu kosmilisest päritolust, avas uuel analüüsil oma orgaanikarikkust veelgi.

Münchenis asuva Helmholti uurimiskeskuse teadlased analüüsisid kuulsat Murchisoni meteoriidit kõrge lahutusvõimega mass-spektrometriga. Nad leidsid 14 000 unikaalse molekulikoostisega ühendit. Arvestades uuringu piiratust, võib unikaalseid aineid olla isegi 50 000, kui veel arvestada, et samad molekulid võivad paikneda eri struktuurina, kasvab taevakivi sees peidus olevate võimalike ühendite arv miljonitesse.

Kuna meteoriid tekkis Päikesesüsteemi algusaegadel, saab selle koostise põhjal teha järeldusi meie kosmilise ümbruskonna lapsepõlvest. Uus uuring näitab, et varase Päikesesüsteemi materjalikogum oli keerukam, kui oskamine arvata.

«Nägime sellist signaalide rohkust, mida me üheski teises proovis pole näinud,» rääkis analüüsi läbi viinud tööjuhna juht Philippe Schmitt-Kopplin. «Isegi naftas, kus leidub väga keerukaid ühendeid, pole nii keerukaid.»

Murchisoni meteoriid on varem palju uuritud ning seal on leitud ka huvitavaid orgaanilisi ühendeid, näiteks valkude ehituskivideks olevaid aminohappeid (loe ka Tarkade Klubi 8/2008).

«Kaugel sellest, et see oleks olnud algse elu liikumapanekuks liiga keeruline,» järeldavad autorid, kes nimetavad seda kõige revolutsioonilisemaks ideeks bioloogias pärast Darwinit. «On peagu võimatu ette kujutada, kuidas elu oleks saanud tekkida ilma prootonivoota, mida pakuti «tasuta» loodusliku globaalse geokeemilise protsessi tulemusel.»

## AJU

### Tegu. ja nimisõnad hoiavad ajus lahku

Sõltuvalt sellest, kas me õpime nimi- või tegusõnu, aktiveeruvad meie ajus eri piirkonnad, näitavad Hispaania teadlased.

Kahe sõnaliigi erinevus oli teada juba varem, nii näiteks oli teatud ajukahjustusega patsientidel probleeme emma-kumma tüübiga. Samuti õpivad lapsed nimisõnad ära tegusõnadest varem ning täiskasvanud reageerivad testides nimisõnadele paremini.

Otsimaks, kuidas see meie ajus peegeldub, lasid teadlased katsealustel õppida etteantud lausetest tuleneva konteksti abil uusi sõnu. Selgus, et nimisõnade õppimine aktiveerib oimusagara allosa, mida seostatakse nägemisinfo ja esemete töötlemisega. Tegusõnade õppimisel oli aktiivsem jälle ajukoore osa, mis seostub kontseptsioonidega, sõnalise info ja grammatikaga.

## LOODUS



### Linnud näevad meist värvilisemalt

Inimese silmas on kolme tüüpi värvusretseptoreid, linnul on neid aga viis. Inimese punasele, rohelinele ja sinisele lisaks on lindudel oma retseptor (kolvike) ka violetse jaoks, millega näeb ka ultravioletsesse lainepikkusse jäävat. St Louis' ülikooli teadlased uurisid lindude silmi ja leidsid, et neil on veel üks oluline erinevus, võrreldes imetajate silmadega. Linnul on igas kolvikes vedelikutilgake, mis toimib selle värvuse suhtes filtrina. Selgus, et kolvikeste asetus silmas on optimaalne: kaks ühe värviretseptorit ei asu kunagi kõrvuti ja vahemaad kolvikeste vahel on ühesugused. See on teadlaste sõnul kõige tõhusam viis värvide tajumist nägemisväljas korraldada.



## ÜTLESID

«Ka kõige hullemates unenägudes ei näinud ma seda, et meie teadus hakkab nii hästi elama nagu Eestis praegu.»

Professor **ANDRES METSPALU**, TÜ Eesti Geenivaramu juht tunnustab meie teaduse kiiret arengut pärast taasiseseisvumist. (Universitas Tartuensis, veebruar)

«See on nüüd muidugi ülbitsemine, aga astronoomile on Kuu liiga meie kõrval.»

Astrofüüsik ja Riigikogu esimees **ENE ERGMA** vastab eitavalt küsimusele, kas ta Kuud ei soovi külastada. (Õhtuleht, 20. veebruar)



«Me elame hallutsinatsioonis. Visioon ilma ressurssideta on hallutsinatsioon.»

NASA juht **CHARLES BOLDEN** reageerib president Obama otsusele tühistada uue kosmoseraketi arendus, kuid hoida eesmärgina endiselt Marsile jõudmise. (USA Today, 24. veebruar)

«Olen endamisi mõelnud, millist informallikat peavad inimesed adekvaatsemaks, kui seda on oma arst?»

Ülikooli Perearstikeskuse perearst **MARJE OONA** leiab, et inimesed usuvad oma terivist puudutavas otsustes liiga tihti internetis levivaid kuulujutte. (Meditisiiniuudised, 18. veebruar)



## Kosmilises mõõdup

**R**öntgenikiirguse uuringud on supernoovade tekke seletuseks pakutud kahe konkureeriva hüpoteesi kaalukaasi kallutanud kindlalt ühele poole – kosmilised plahvatused järgnevad kahe valge kääbus-tähe ühinemisele.

Ia-tüüpi supernoovad on laialdaselt kasutusel nõndanimetatud kosmilise mõõdupuuna, kuna nende plahvatus on alati kindla heledusega. Selle abil on võimalik määrata teiste galaktikate kaugust ning muu hulgas just seda tüüpi supernoovade jälgimine tõi 1990. aastatel üllatava avastuse, et universumi paisumine kiireneb.

Kuid see, kuidas supernoova tekib, polnud teadlastele senini päris selge. Teati, et selle aluseks on valged kääbused – väga tihedad endised tähed, milles ei toimu enam termotuumaprotsesse. Ühel hetkel täht plahvatab, suurendades oma heledust hetkega miljooneid kordi. Vaidlused käisid selle üle, kust voolab kääbusele juurde ainet, mille kogunemine ületab lõpuks kriitilise piiri ja sütitab supernoovaplahvatuse.

Üks teooria pakkus, et valge kääbus «näppab» ainet mõnelt lähedal asuvalt tähelt, teine teooria pooldas kahe kääbus-tähe ühinemist. «Teadlased on selle üle vaielnud peaaegu kolm aastakümnet,» märkis Marat Gilfanov Max Plancki



nimelisest Astrofüüsika instituudist Saksamaalt.

Tema tööühm vaatles selguse saamiseks Chandra röntgenteleskoobiga kuute lähigalaktikat. Kui tõene oleks näppava kääbuse teooria, peaks

## Koomapatsiendi suhtlus osutus ekslikuks

Eelmise aasta lõpul köitis maailma avalikkust imepärane lugu belglasest, kes arvati olevat koomas, kuid oli liikmatust kehast hoolimata väidetavalt teadvusel ja sai pärast 23 aastat maailmaga suhelda. Ta jagas intervjuusid ja plaanis kirjutada raamatu – seda kõike oma kõneterapeudi vahendusel, kes ütles end suutvat tunnetada, mis tähele soovib mees klaviatuuril

sõrme suunata.

Uued katsetused näitasid, et meetod siiski ei toimi. Patsiendile öeldi terapeudi äraolekul sõnu ja terapeudi naastes paluti tal need kirja panna. Ükski sõna polnud täpne, lükates imeloo ümber. Kuigi aju-uuringud on näidanud, et patsiendi aju on aktiivsem kui kooma puhul, pole siiski võimalik öelda, kas ta on teadvusel, tunnistavad arstid.



# uus ühinevad kääbused



**TÄHEJÄANUSED:** Kahe supernoova poolt välja paisatud ainepilved annavad ilusa pildi. Nüüd teavad teadlased rohkem supernoovade tekkimisest.

juures tegutsev teadlane Peter Edmonds.

Me teame, kui sageli supernoovad ühes või teises galaktikas tekivad, seega on võimalik teooriaid kontrollida, mõttes neist tulevat röntgenikiirgust. Seda Gilfanovi oma kolleegidega Chandra teleskoobi abil tegigi, avaldades tulemused ajakirjas Nature.

Andromeeda udukogu ning viite teist galaktikat vaadeldes leidis Gilfanovi töörühm 30–50 korda vähem röntgenikiirgust, kui eeldaks näppavate kääbuste teooria.

Seega on tõenäoline, et pigem on tõene teadlaste seas väiksemat poolehoidu pälvinud ühinevate kääbustähtede hüpotees.

Gilfanovi sõnul annab avastus märku sellest, et supernoovade jätkuvaks kasutamiseks kosmilise mõõdupuuna peame neid märksa detailsemalt uurima ja mõistma. Ei saa automaatselt eeldada, et kõik on ühesuguse heledusega ning mida tuhmimad, seda kaugemal.

«Kui eksisteerib erinevaid sütitusviise, on nende heleduse ja valguskao vahel eri seosed,» märkis Gilfanov. «Seega peame aru saama 1a-tüübi supernoovade mitmekesisusest.»

«Asja tuum on kosmoloogia tegemise töövahendite parem mõistmine,» lisas Edmonds. «Supernoovade päritolu küsimus on siinkohal oluline.»

selle jälg olema röntgenikiirguses näha.

Piisava massi kogumiseks peab kääbus täheainet varastama miljoneid aastaid ja see protsess saadaks ilmaruumi iseloomulikke röntgenikiir-

gust. Seda on nimetatud «röntgenikiirguse süütenööriks». Ühinemise puhul selline jälg puuduks.

«Ühel on röntgenikiirguse süütenöör, teisel mitte,» võttis kokku Chandra teleskoobi

arendajad näite. Tehnoloogia on litsentseerinud näiteks Samsung ja Jaapani puutetundlike ekraanide tootja Nissha.

Kuigi mehaaniliste lülite või elektrit juhtivate polümeeride abil on survetundlikkust juba rakendatud, kasutab uus lähemine elegantset kvantfüüsika nähtust – tunnelvoolu. Selle kohaselt eksisteerib tõenäosus, et vastu seina suunatud osake läheb sellest läbi.

Survetundliku süsteemi alu-

seks on ogajad elektrit juhtivad nanoosakesed. Mida tihedamini neid kokku suruda, seda tõenäolisemalt tunnelvool tekib ja seda suurem on elektrit vool läbi surutava materjali.

Süsteem sobib tänapäeva õhukestesse seadmetesse, samuti on see senistest lahendustest säästlikum, kuna juhib voolu ainult surve korral. Massachusettsi tehnoloogiainstituudi teadlased soovivad sama efekti kasutada robotinaha loomiseks.

## Puutetundlikkus saab lisamöötm

Mitmed tehnoloogiafirmad on kasutusele võtnud tehnoloogiat, mis lisab puutetundlikele ekraanidele kolmanda mõõtme – siiski mitte palju kõneldud visuaalse 3D-pildi, vaid survetundlikkuse.

Juba lähitulevikus peaks mobiiltelefonide või pihuarvutite ekraanidel saama näiteks kiiremini alla või üles kerida, kui vajutada tugevamalt. Mängudes saab sedasid näiteks kontrollida, kui kõrgele hüpata või kui palju keerata, toovad tehnoloogia

## VANASTI

2. MÄRTS 2000

### Psühhiaater peab Voitkade hingelaadi teaduslikult unikaalseks

Pidevas hirmus end ligi 14 aastat võimude eest varjanud vendade Ülo ja Aivar Voitka psüühika on psühhiaatri hinnangul unikaalne ning vajab teaduslikku uurimist.

Tallinna psühhiaatriahaigla I osakonna juhataja, psühhiaater Jüri Enneti sõnul on vendade Voitkade näol tegemist unikaalse inimhinge seisundi juhtumiga ning vendade kohtlemisel tuleb arvestada psühholoogide nõuannetega.

Ennet ütles, et Voitkade psüühika väljakujunemisele avaldasid mõju nii positiivsed kui ka negatiivsed faktorid. "Positiivne on see, et noormehed suutsid metsas elades toime tulla," rääkis psühhiaater. "See näitab, et vendade vahel oli üksmeel, koostöö, teineteisemõistmine ja vastastikune abistamine, mis on igapäevase eluse jaoks."

13. MÄRTS 2000

### Rumeenia mürgitas taas Tisza jõe

Kuus nädalat pärast seda, kui Rumeenia kaevandusõnnetus põhjustas Tisza jões tõsise tsüaanidireostuse, toimus seal õal vastu laupäeva taas sarnane õnnetus, seegi kord sai kahju Tisza jõgi ning mürgivood jõudsid jälle Ungarisse ja Ukrainasse.

Ungari uudisteagentuur MTI teatas eile, et plii kontsentratsioon ühe liitri Tiszast võetud vee kohta on 0,2 milligrammi, lubatust poole rohkem. Kalade suremist ungarlased eile ei täheldanud ja vee kasutamist esialgu ei keelatud.

Seekord põhjustas reostuse Borsa mäekaevanduses purunenud tamm, misjärel pääses Tisza lisajõkke 22 000 kuupmeetrit raskemetalle sisaldavat selitusvedelikku.

Ungari peaminister Viktor Orbán nõudis eile, et Rumeenia avaldataks rahvusvahelist survet keskkonnakaitsulepingu sõlmimiseks Ungariga, mis reguleeriks kahjutasa alased küsimused.

ALLIKAS: ESTI PÄEVALEHT



# RADAR

## NUMBRID

### 2 kilpkonna,

üks rott ja kümmekond ussikest olid Iraani raketi pardal, mille Lähis-Ida riik lennutas kosmosesse veebruari algul. Rakett Kavoshgar-3 lendas Iraani võimude sõnul 500 kilomeetri kõrgusele ja on samuks selle suunas, et ühel päeval saaks Maa orbiidile lennata Iraani kosmonaudid.

### 4 triljoni kraadi

kõrguse temperatuuri saavutasid teadlased, põrgatades kokku kullaioone. Kiirendis saavutatud temperatuur on piisavalt kõrge, et prootonid ja neutronid «ära sulaksid», meenutades universumi tekke alguses valitsenud olusid.

### 9 miljardit tonni

oli vabariigi aastapäeva lumerekordide paiku Eestimaad katva lumekihi koguraskus. Eestit kattis siis keskmiselt 60sentimeetrine lumekiht ning mitmel pool purunesid lumerekordid.

### 41 mobiiltelefoni

sisaldavad sama palju kulda kui terve tonn maaki. ÜRO raporti kohaselt visatakse aastas prügimäele 40 miljonit tonni elektroonilisi seadmeid, milles olevate materjalide taaskasutus aitaks oluliselt säästa loodust.



### 45 päeva

püsib värske ja krõmpsuvana India geeniteadlaste aretatud tomat. Teadlased pidurdasid kahe küpsemise käigus vilja pehmeks tegeva geeni toimet. Teadlased on kindlad, et sama meetodit saab kasutada ka teiste viljade juures, parendades nende transpordikindlust.

## Nanosensor juhhib ajurakke

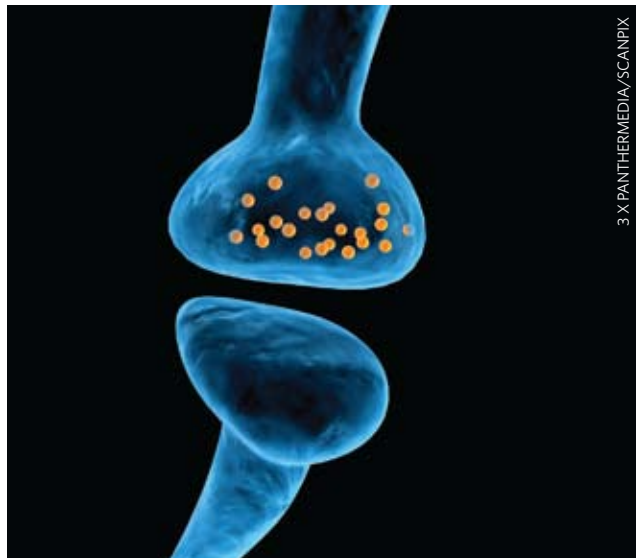
**J**aapani teadlased püüavad välja töötada ülipisikesi sensoreid, mis suudaksid peale ajust info kogumise sinna vajadusel korral teavet ka edastada.

Tehnoloogia väljatöötamisega tegelev Keiichi Torimitsu telekomifirmast Nippon Telegraph and Telephone (NTT) ütles, et nende esmane eesmärk on abistada Parkinsoni tõbe põdevaid või insuldi üle elanud patsiente.

«Aju ja elektriliste seadmete vahelise ühenduse loomine on oluline, et saada aru, kuidas aju töötab ja kuidas kontrollida neuronite aktiivsust,» selgitas Torimitsu, kes esitles oma molekulaar- ja biotehnoloogia töörühma tegemisi hiljuti Austraalias nanotehnoloogia konverentsil.

«Eesmärk on välja töötada ajuga ühenduv seade või liides, mis teeks meile võimalikuks info ülekandmise,» lisas ta. Otse närvirakkudega ühenduvaid seadmeid on tehtud, näiteks sisekõrva implantaadid, kuid jaapanlaste töö sihhib kiiresti arenevas bioinikaalidkonnas järgmist tasandit.

Torimitsu töötab välja nanomõõdus implantaate, mille tuumaks oleks nanoelektrood ja katteks kunstlik membraan, mis jäljendab ajurakkude pinnal olevaid retseptorvalke. Retseptorite abil saavad rakud teistelt rakkudelt virgatsainete kaudu raku aktiivsust suunavaid sõnumeid.



3 X PANTHERMEDIA/SCANPIX

**ÜHENDUS:** Kahe neuroni vaheline ühendus ehk sünap on see koht, mida nanosensor tulevikus luurata ja mõjutada soovib.

Retseptori ja virgatsaine kokkupuute tulemusel tekib elektriline signaal ja just seda üritavad teadlased «pealt kuulata». Õiges kohas asuvad ja neid elektrisignaale lugevad nanosensorid suudavad ajus toimuvat sedasi kohe mõnele välisele seadmele edastada.

Torimitsu loodab, et lisaks ajutegevuse vahetule jälgimisele saab ühel hetkel võimalikuks närvirakkude ühenduste ehk sünapsidega suhelda. «Kui saaksime need nanoelektroodid oleval valgud panna ise elektrisignaale andma, suudame jäljendada bioloogilisi vastuseid,» rääkis ta. Seade

võiks energiat ammutada bioloogilistest allikatest, näiteks glükoosist.

Võimalike takistustena nimetas Torimitsu organismi tõrjuvat immuunvastust või seadme riket. Seetõttu ei ole esialgu tõenäoline, et ühtegi sellist nanosensorit mõnel täie tervise juures oleval inimesel katsetataks.

Abi võiks sellest olla esmaajoones aga inimestel, kes on läbi elanud ajurabanduse või põevad parkinsonismi, mille puhul on ajuühendused kahjustunud, ja liides suudaks aidata aju funktsioone taastada.

## Bakterite vahel säriseb ookeanipõhjas elekter

Ookeani põhjasetetes elavad bakterikolooniad sedasi, et ülemised saavad veest hapnikku ja alumised pinnasest toitaineid. Püüd aru saada, kuidas nad omavahel vajalikke aineid vahetavad, viis Taani teadlased üllatavale järeldusele: bakterid on ehitanud omaenese elektrivõrgu.

Laboris olukorda simuleerides nägid teadlased, et niipea kui nad hakkasid vee hapnikusisaldust vähendama, lõpetasid alumise kihi bakterid kohe mudast vesiniksulfiidi tarbimise, kuna said aru, et keskkonnas on midagi muutunud. Ümberlülitumine käis liiga kähku, et seda seletada keemiliste protsessidega.

Teadlased arvavad, et bakterid suhtlevad ja vahetavad energiat elektronide abil. Kuidas täpselt see toimib, ei oska nad veel selgitada.







# Tõnu Korrol | auto

Tõnu Korrol on Autolehe tegevtoimetaja.



## Elektriauto ühendab era- ja ühistranspordi

Märtsi esimestel päevadel esitles Šveitsi arendusfirma Rinspeed Genfi autonäitusel tillukest elektriautot Rinspeed «UC?», mille taga peituv mobiilsusidee üritab lõimida era- ja ühistransporti.

**U**udne mobiilsuskontseptsioon ühendab auto, rongiliikluse ja interneti ning võiks kujutada üht võimalikku pääseteed, kuidas võidelda tulevikus ummikute ja saastatusega.

Idee on tegelikult võrdlemisi lihtne ja loogiline. Rinspeed «UC?» (Urban Commuter ehk linnaliikur) on umbes sama suur kui Smart – 2,6 meetrit pikk ja kahekohaline. Elektriautona kõlbab see kasutamiseks aga eelkõige linnas, sest akude laadimiste vahel ei saa läbida üle 105 km. See aga polegi eriline probleem, sest erinevate uuringute järgi jääb

82 protsenti kõikidest sõitudest Euroopas lühemaks kui 60 km.

Aga kui on ikkagi vaja kaugemale, näiteks Kopenhaagenist Hamburgi või Tallinnast Tartusse sõita? Siin tuleb mängu Rinspeedi suurus, 2,6 meetri pikkusena mahub see kenasti risti reisirongi vagunisse ära. Autode vagunisse ja sealt välja ajamine käib kiiresti, pileti ja parkimiskoha saab aga reserveerida interneti teel autost.

Kui omanik on auto vagunisse sõitnud, saab ta ise teekonna veeta mugavalt rongi restoranis. Samaaegselt täiendatakse energiavaru auto aku-

des, nii et sihtkohta saabununa on auto taas laetud ja sõiduvõimeline. Elektriauto muidu napp sõiduulatus pikeneb sedasi sõidulatuks või isegi tuhandete kilomeetriteni. Ohku saastatakse samas vähem ning kiirteedel muutuvad ummikud hõredamaks.

Kuigi Rinspeedi mobiilsuskontseptsioon on alles idee tasemel, näivad väljavaated tillukese linnaliikuri enda jaoks märksa realistlikumad. «UC?» seeriatootmine pole välistatud, väljatöötamisel on tootmisstrateegia, mis võimaldaks autosid ja selle versioone võimalikult odavalt valmistada.

### HÜBRIID



#### Porsche võidusõiduauto muutus hübriidiks

Porschel valmis lisaks uuele hübriididžiibile Cayenne ka hübriidautoks ümber ehitatud võistlusauto 911 GT3 R. Võidusõiduauto on esirataste juures kaks 82hobujulist elektrimootorit ning 480 hj bensiinimootor auto tagaosas. Erinevalt tavalistest hübriidautodest on võistlusautol akude asemel hoorattaga generaator, mis elektrimootoreid toidab. Generaator töötab vaid 6–8 sekundi vältel, aga tubli võimsuselisa on mõnes võistlussituatsioonis kulda väärt. Võistlusriistsed saab hübriidvõidusõiduauto mais Nürburgringi ööpäevasõidul. Võitu seal siiski ei sihita, pigem tahetakse uut tehnoloogiat katsetada selle võimalikuks tulevaseks kasutamiseks seeriaautodel.

### PROTOTÜÜP



#### Tulevikuvormel lubab hinnasäästu

USA firmal DeltaWing Racing Cars valmis ulmelise välimusega tulevikuvormeli prototüüp, mis peaks võidusõidu tulevikus odavamaks muutma. Raketitaolise auto õhutakistustegur on kõigest 0,24, esirataste rööbe 610 ja tagarataste oma 1780 mm. Koos sõitjaga võib auto kaal jääda 468 kg piiridesse, kui kasutada umbes 73 kg kaaluvat ja 300 hj arendavat turbolaeatavat neljasilindrilist mootorit. Arvutuslik kiirus on 370 km/h. Tulevikuvormeli hind 600 000 dollarit (u 6,9 mln krooni) on aga kõigest pool praegu ehitatavate IndyCari vormelite omast.



# RADAR



## Kaido Einama | tehnoloogia

Kaido Einama on Arvutimaailma peatoimetaja.



### ELEKTER ÕHUST



### Airnergy laeb seadmeid Wi-Fi-energiaga

Viimasel tarbijaelektronikamessil CES demonstreeriti seadet Airnergy, mille kasutamisel pole näiteks mobiili laadimiseks vaja mitte midagi muud kui WiFi levialas olemist. Puukseade muundab WiFi tugijaama paari- ja poolegigahertsise sagedusega eetrisse paisatava elektromagnetvälja elektrienergiaks. WiFi levialadest pungil südalinnades võib see 500kroonine seade röömustada tühja akuga mobiili omanikku, kuid panna vanduma kõik WiFi kasutajad, kelle leviala väheneb või kaob.

### AKSESSUAAR



### Nutikad suusakindad

Igasugused MP3-pleierid ja keldad on suusakostüümidesse juba ammu sisse õmmeldud, seekord on käes kinnaste kord – Austria firma Zanier Sport ehitas GPSi suusakinnastesse. Pisike kahevärviine ekraan sisaldab olulisemat infot teekonna, kõrguse, kohalejõudmise aja jms kohta. Mägedes ekseldes aitavad kindad ka kodutee üles leida. Lisaks on mõnedel mudelitel sees soojendus.

Ekraan asub põidlal, seega saab seda jälgida isegi laskumisel. Nupud seadme juhtimiseks asuvad käeseljal.

# Toataimed ja koduloomad ühenduvad internetti

**E**nam pole harvad juhtumid, kui majaperemees istub arvutis ja loeb sõprade säutse Twitteris, märkamata samal ajal aknalaual kuivavat toalille või jalutamata jäetud koera. Õnneks on neile olemas päästja – vahend, millega nii koduloom kui toataim saab peremehele internetis teada anda, mis seis nendega hetkel on.

Botanicalls on juba aastaid müüdnud lihtne seade, mis tuleb otsapidi taimest sõbra potti pista. Lehekujuline trükkplaat sisaldab vajalikke lülitusi ja tarkust, mis koostab taime oleku kohta teate ning saadab selle peremehele mobiilile või Twitterisse. Siin ei kasutata mingit keerulist taimede keele tõlkijat, võrku lähevad vaid lihtsad, tavainimesele mõistetavad soovid: vaja kasta, vaja valgust või «keegi on mu lillepoti külili lükanud».

Tuntud mänguasjatootja

Mattel aga mõtles koertele ja aitab nüüd ka neil osa saada praeguste moodsate sotsiaalvõrgustike hüvedest, et olla seal, kus on peremees. Puppy Tweets on Matteli kaelarihm, mis aitab koeraomanikel kutsut ka Twitteris jälgida. Heli- ja liikumisanduritega varustatud rihm pole kuigi kõrgtehnoloogiline, kuid edastab vastavalt heli- ja liikumisinfole juba ette valmis kirjutatud Twitteri säutse.

Sniftag jälgib koeri juba kõrgtehnoloogilisemalt, andes omanikule reaajajas teada (kui koer asub tugijaamale lähedal), millal loom magab, liigub, sööb või haugub. Muidugi saab ka siis teate, kui koer lahku tugijaama ulatusest ehk teisisõnu – on läinud kodust eemale hulkuma.

Bowlingual Voice sisaldab aga juba veelgi kõrgtehnoloogilisemat koerajälgijat. See lihtne telefoni meenutav seade

on raadio teel ühendatud vastava kaelarihmaga, mis edastab koera heli ja suudab haukumise ja muud hääled inimkeelde «tõlkida». Paraku on «sõnaraamat» veel üsna ahtake ja sisaldab vaid kuut emotsiooni, näiteks kurbus, rөөm jne. Bowlingual Voice'i on valmis teinud Jaapani mänguasjalooja Takara Tomy.

Firma Pocketfinder, mis pakub GPS-jälitusseadmeid nii kaugsõiduveokitele kui koolilastele, pole unustanud ka koduloomi. Väike kaela riputatav PetFinder edastab koera, kassi või kilpkonna asukoha üle GSM-võrgu internetti. Peremees võib kaardil määrata turvalised või ohupiirkonnad, millesse siseneva looma kohta saadetakse teade internetti või mobiilile. Samuti võib panna alarmi liikumiskiiruse peale – kui ikka kodust lahkunud kass püsivalt 90 km/h liikuma hakkab, on asi halb.

# EMT Koduinternet ulatub igasse kodusse!

Kas Su kodu asub kesklinnas või äärelinnas, uuselamurajoonis või kaugel maatalus, vahet pole – kõikjale ulatub nüüd internetiühendus. See on EMT KoduInternet!



Kiire: kuni **21,6 Mb/s**  
Mahukas: **9GB** iga kuu

**Kiirem ja mahukam!  
Proovi nüüd kuni 2 kuud tasuta!**

## EMT netipulk Huawei E1832

Viiele arvutile EMT 3,5M baadi ja 2-aastase leppega kuni 100MB EMT poolele 24 kuud tasuta!

EMT võrgus  
Võrguühendus

**0.-**

Netipulk 119€



## EMT KoduInternet

Proovi kiiret ja mahukat internetiühendust kuni 2 kuud tasuta!

Erutasu pordipala

**0.-**

Netipala kuni 200€

## Asus K30U

EMT 3M baadi kuni 2 aastase leppega kuni 100MB EMT poolele 24 kuud tasuta!

**7990.-**

Netipala kuni 200€



- Intel Celeron T3700 1.8GHz
- RAM 1GB
- 3 GB RAM, 320 GB kett
- Windows 7 Home Premium
- Intel GMA 3150M graafika



# RADAR



**PILTUUDIS**

## Peibutussiga toob mereelukad ohtlikku tsooni

Eine nimel on mereelukad valmis taluma ohtlikult madalat hapnikutaset, leidsid merepõhja «surnud aladesse» seakorjuseid heitnud Kanada teadlased.

Uurimistöö algatasid õigupoolest kohtuteadlased, kes soovisid uurida kehade lagunemist merepõhjas, et selle alusel suuta paremini määrata leitud surnukehade surmaaega. Kasutati sigu, kuna nemad on anatoomiliselt inimesele küllalt sarnased.

Võimalusest haarasid aga kinni ka mereteadlased, kes said uurida nii einestamas käivaid mereelanikke kui ka üldse mere hapnikuvaeste alade muutumist. Korjustest tehtud videokaadritelt oli nähtav üllatavalt suur einestajate seltskond.

Saagihuvilised – haid, krabid, krevetid jt – trotsisid merepõhja madalat hapnikutaset ehk olukorda, kus nad tavaliselt kaua vastu ei peaks. Teadlased

leidsid, et mereelukad võivad korjust külastada küll päris madala hapnikutaseme korral, kuid lahkuvad sealt siis, kui tase pole enam ühtlane, vaid hakkab kõikumama.

Hapnikutasemest sõltus, kui kiiresti jäid korjuste järele vaid luud. Hapnikurikkas vees polnud korjuste paari nädalaga järel enam jälgegi, hapnikuvaesel alal kulus liha kadumiseks kontidelt kaks-kolm nädalat. Pildil olev seakorjus on mere-

põhjas olnud 33 päeva ning pakub krabidele veel üht-teist. Ülimadala hapnikusaldusega piirkonda ei julgenud aga keegi tulla ja korjus lebas seal mitu kuud puutumatuks.

Hapnikuvaesed alad ehk nõndanimetatud surnud tsoonid on maailmameres leviv probleem. Üks suuremad sellised alad on Läänemeres, kus põhjuseks on harv veevahetus ning väetiste merre uhtumisest tulenev vetikate vohamine.

# Kuidas sünnivad kokkusattumused



**BEN GOLDACRE,**  
www.badscience.net

**Tihti pole üks andmepunkt piisav mustrimärkamiseks või tõdemiseks, et sündmus on huvitav ja erakordne. Sest arvud sõltuvad alati kontekstist ja kitsendustest.**

**K**ui harukordne on see, et pere kõik kolm last on sündinud ühel kuupäeval?

Tihti pole üks andmepunkt piisav mustrimärkamiseks või tõdemiseks, et sündmus on huvitav ja erakordne. Sest arvud sõltuvad alati kontekstist ja kitsendustest. Selle ühes otsas on lihtsad näited. «Emme trotsis tõenäosust 50 miljonit ühe vastu ja sünnitas kolm last samal kuupäeval» oli Daily Expressi hiljutine pealkiri.

Kui see oleks tõesti nii ebatõenäoline, siis oleks tegu tõeliselt haruldase sündmusega, kuna aastas sünnib Suurbritannias alla miljoni lapse. Nende tulemus tuli rehkendusest  $365 \times 365 \times 365 = 48\,627\,125$ . Kuid tegelikkuses on see loomulikult suurusjärgu võrra ekslik: üks 50 miljonist on tõenäosus, et keegi saab kolm last ühel kindlal, varem kindlaks määratud kuupäeval, mille Daily Expressi toimetajad sulgesid ümbriksuse ja andsid 50 aasta eest advokaadile.

Tegelikkuses pole kitsendust päeva osas, mil sünnib esimene laps, seega on pärast seda tõenäosus, et veel kaks last jagavad temaga sünnipäeva,  $365 \times 365 = 133\,225$ . Ja see võib olla isegi veidi madalam, kui sa näiteks tunned end talviti kraptsakamalt ja saad lapsi rohkem sügiseti.

Siis tuleb mängu kontekst. Oma tänaval elades, töökaaslastega suheldes on kerge mööda vaadata sellest, kui suur planeeti asustav inimkond õigupoolest on.

Inglismaal ja Walesis sündis eelmisel aastal 725 440 last. Vaadates Riikliku Statistikabüroo bulletääni pealkirjaga «Kes saavad lapsi?», leiame, et 14 protsenti neist olid kolmandad lapsed peres ja veel üheksa protsenti neljandad või enamad.

Seega sünnib aastas 102 000 kolmandat last, 167 000 kolmandat või enamat last ja kui me

kaasame kogu Suurbritannia, siis veelgi enam. Seega keskmiselt tuleb kolme ühist sünnipäeva Suurbritannias ette kord-kaks aastas (kuigi Daily Expressi pääsemiseks peavad need lapsed sündima abielust, andes 55 000 võimalust aastas ehk kord kahe aasta jooksul).

Kui unustada arvuliste piirangute aspekt, võivad kõiksugu asjad hakata tunduma õudsed: 23 inimesest koosnevas rühmas on 50protsendiline tõenäosus, et kahel inimesel on sama sünnipäev, kuna vastuvõetav on sünnipäevade paar mis tahes kuupäeval.

Kui unustada arvuline kontekst, võib samamoodi kogeda õudseid asju. Kui Uri Geller toob rahva teleri ette ja palub neil oma katkisi kelli vastu ekraani toksida ja helistada, kui see uuesti tiksuma hakkab, siis mittemiljonilise vaatajarvu juures laekub rohkem kõnesid, kui kõnekeskus vastu võtta jõuab. Kujutle, et sa pöördud oma sõbra poole ja ütled: «Tead, minuga on elu jooksul juhtunud palju naljakaid ja ootamatuid asju, kuid las ma nüüd täpsustan üht asja, mis mind tõeliselt rivist välja lööks, nimelt kui järgmise 12 tunni jooksul koer astuks mu püssi päästikule ja tulistaks mind näkku.» Kui koer seejärel tulistaks sind reide, oleks see veider.

Teatavasti oli «Koer tulistas meest» hiljuti Ameerikas suur uudis, seda kogu riigi pealkirjakirjutajate meeleheaks. Kuid 2007. aastal oli Memphises «Koer tulistas meest selga», kaks kuud hiljem Iowas teine sarnane juhtum, ja mu isiklik lemmik on: «Kutsikas tulistas meest: koer pani käpa päästikule, kui omanik teda tappa üritas». Püssid ei tapa inimesi, seda teevad kutsikad.

Maailm on tõesti suur paik.

**theguardian**

© Guardian News & Media Ltd 2010



PANTHERMEDIA/SCANPIX



# Munast või kanast?



**TIIT KÄNDLER,**  
EPL/teadus.ee

Tore on – kuid kui gaasipilvede tihedad tuumikud olid tähtede munad, kus on siis kanad, kes need pilved munesid? Keegi ei tea täpselt, kust sihukesed pilved välja ilmusid. Pilvede tolmuosakesed hajutavad tähevalgust ja varjavad selle meie pilgu eest. Nii et meie ei näe otseselt, kuidas munast koorub täht.

**M**is oli enne, mis tuli pärast – see ei olegi nii kerge küsimus lahendada. Kui Zenon Eleast tõestas, et lendav nool püsib paigal, siis tõestas ta, et polegi selliseid asju nagu enne ja pärast. Einstein Bernist tõestas sedasama teisel moel ja jõudis järeldusele, et kas mõni sündmus toimub enne teist sündmust, sõltub sellest, milises keskkonnas vaatleja, otsustaja asub. Ometi ütlemele me, et Zenon tõestas oma noole apooria umbes 450. aastal enne ja Einstein oma relatiivsuse 1905. aastal pärast üht kokkuleppelist hetke, mida ühed nimetavad meie ajaarvamise alguseks, teised Kristuse sünniks.

Kui ka absoluutset aega ei ole olemas, on ometi suhteline aeg. Ja kui pole olemas sedagi, siis tuleb see välja mõelda. Tundub targutamisena, eks ole? Hea küll, selleks et targutamisest pääseda või öieti see kitsamasse kanalisse suunata, ongi inimkond välja mõelnud muna ja kana probleemi. Teate küll: mis oli enne, kas muna või kana? Kui esimene kana munes esimese muna, kust siis tuli välja esimene kana? Ja vastupidi. Muna ja kana puhul on asi tegelikult selge, ja vähemasti Karl Ernst von Baer sai sellest aru ja tõestas ära ka, et enne oli ikka muna. Ehkki suur hulk teadlasi teda tol ajal ei uskunud.

Sellest poleks mõtet kõneldagi, kirjutamisest rääkimata, kui muna ja kana probleem ei püsiks pidevalt teaduse pea kohal. Selle dilemma üle muruvad pead kosmoloogidki.

Kui astronoomias on midagi kindlat, siis teadmine, kuidas tekkisid tähed. Selle seletasid ära juba Immanuel Kant ja Pierre-Simon Laplace 18. sajandil ning möödunud sajandi esimesel poolel töötasid füüsikud teooria üksipulgi läbi. Praegu peaks seda teadma põhikoolilaps ning ajakirjan-duse tähed ei tegele enam heledate tähtedega, vaid tumedate ainete ja energiatega.

Tähtede tekkimisel triumfeerib gravitatsioon rõhu üle ja nõnda tõmbubki kosmilise tolmu ja gaasi pilv kokku helenduvaks keraks, millest üks on andnud meilegi võimaluse.

Tore on – kuid kui gaasipilvede tihedad tuumikud olid tähtede munad, kus on siis kanad, kes need pilved munesid? Keegi ei tea täpselt, kust sihukesed pilved välja ilmusid.

Kui inimesel on õnn sattuda valgusaastast puhta pilvevaba öötaeva alla, siis näeb ta taevast lindina kulgevast Linnuteed. Helenduva lindi sees on näha tumedamaid laike. Need laigud ongi tähtedevahelised pilved. Pilvede tolmuosakesed hajutavad tähevalgust ja varjavad selle meie pilgu eest. Nii et meie ei näe otseselt, kuidas munast koorub täht. Tähed tõmbavad oma sünnimaja ette sündsada kardina.

«Astronoomid võivad näha, kuidas see protsess algab ja kuidas see lõpeb, kuid mis juhtub keskel, seda on erakordselt raske jälgida, sest enamik kiirgust väljub kauges infrapunases ja submillimeetrises lainealas, kus astronoomide tööriistakast on suhteliselt primitiivne, võrreldes teiste spektri osadega,» kommenteerib ameerika astronoom Erick T. Young, kes juhib

NASA infrapunase astronoomia stratosfääriobservatooriumi teadustööd.

Enamjaolt vesinikust koosnevad tähtedevahelised pilved on oma ained saanud olemasolevate tähtede tegevuse ülejääkidest või plahvatamisest, osa on pärit ajast kuni kolm minutit pärast suurt pauku. Kust ju ometi loogika põhjal sai oma aine esimene täht. Jälle tuli võtta appi ajamäärang: pärast midagi. Pärast suurt pauku. Mis ja kas üldse oli miskit enne, saab vastata vaid kõige targem kana.

Olgu, lepime sellega, et tähed ilmusid lagedale tolmust ja gaasidest. Ja need ei tekkinud gaasipilves üksi, vaid karjakaupa, moodustades galaktika. Galaktika koosseisus elavad tähed oma elu, kuni plahvatavad supernoovadena. See jätab järele tähemassiga mustad augud. Mustad augud omakorda kogunevad galaktika tihedas keskosas kokku, luues ülimate musta augu, mis kaalub miljoneid tähti.

Sõltuvalt gaasi kogusest, mis seda toidab, vallandab keskne must auk ilmaruumi materiat ju-gasid. Selline on klassikaline arusaam galaktika arengust. Nii et enne oli galaktika, pärast seda tuleb aga supermassiivne must auk. Galaktika on muna. Siis tuleb must auk.

Kuid prantsuse astrofüüsik David Elbaz ja tema juhitud meeskond, kes töötab Prantsuse aatomienergia komisjoni astrofüüsikateenistuses, arvab teisiti. Et enne oli hoopis must auk, kõik muu tuli pärast. Tema nägemus galaktikate tekkest on selline. Tühjuses hõljus hiiglaslik külma gaasi pilv. Ja siis lahvas läbi selle eikusagilt kitsas hiiglasliku kiirusega tormav materiaajuga. See surus pilve kohati kokku ja vallandas tähtede moodustumise kaskaadi.

Tumedast külmast pilvest sai helenduv ning kohati tulikuum galaktika selle miljardite tähtedega. Nii et ülimate must auk oli see muna, see esimene, millest koos alggalaktika ja mis võimaldas ka meil välja ilmuda.

Kui 1960. aastatel avastati kvasarid, mis vallandavad sada korda enam valgust kui Linnutee, siis selgus, et sihukese tohtu energiahulga allikaks saab olla vaid galaktika südames olev ülimate must auk. Arvati, et sellised mustad augud võivad peituda vaid kvasarites, kuid nüüdseks on selgunud, et neid leidub enamiku galaktikate südames. Suur osa neist jääb peidetuks, kuna suures osas galaktikates, sealhulgas meie omas, on nad jäänud kütusenälga.

Ülimate must auk on väga väike. Meie Linnutee on täheketas läbimõõduga 150 000 valgusaastat. Selle südames varitsev ülimate must auk aga mahuks ära kõige päikesepoolsema planeedi Merkuuri orbiidi sisse.

Linnutees on väga vähe gaasi, mida must auk õgiks ja seeläbi kiirgama hakkaks – seepärast meil ongi selline uinuv must auk. Kui see poleks nõnda, siis seda lugu, mida loete, olemas poleks. Nii et vahel on hea, kui kanamuna on uinuv as olekus.

Muna ja kana probleem ei ole kadunud kusa-gile, see nihkub vaid üha kaugemale universumi algaegade poole. On ju ikkagi huvitav teada, kuidas sai võimalikuks inimese ilmumine.

# Evolutsioon tuleb meditsiinile appi



**GEORGE A. LOZANO, PHD**  
TÜ Zooloogia Instituudi  
evolutsioonibioloog

**Evolutsioonilised seletused ei suuda öelda, miks üks kindel inimene haigestub, ega oska soovitada talle ravi. Seega, uurides populatsiooni, on tõtlik vajadus aidata üht inimest asendunud tähtsama ülesandega aidata võimaluse korral tervet populatsiooni.**

**N**obeli komitee otsustas 1974. aasta meditsiini- ja füsioloogiapreemia omistada Tinbergenile, von Frischile ja Lorenzile, kolmele evolutsiooni- ja bioloogile, kes uurisid loomade käitumist. Komitee tavatu otsuse kohta on välja pakutud ohtralt seletusi, kuid kõige meeldivam on ehk mõelda, et Nobeli komitee nägi oma tarkuses ette evolutsiooni printsiipide rakendusvõimalusi meditsiinis ja püüdis seda protsessi tagant tõugata. Muutus oli aeglane, kuid veerand sajandit hiljem hakkasime nägema uue teadusharu – evolutsioonilise meditsiini – arengut.

Aeglaste arengu taga võib olla lihtne tõsiasi, et evolutsioonilised selgitused erinevad nendest, millega meditsiin on harjunud. Üks Tinbergeni olulisematest panustest oli raamistik, mille ta pakkus välja mis tahes bioloogilise nähtuse uurimiseks.

Tinbergen tõi välja, et iga bioloogilise nähtuse uurimine ja mõistmine võib toimuda neljal tasandil. (1) Ontogenees: kuidas see areneb isendi sees? (2) Mehhanism: millised on nähtuse sisemised ja välised põhjused, molekuli tasandil organismi tasandini? (3) Funktsioon: millist mõju omab uuritav nähtus organismi praegusele või kunagisele ellujäämisele ja milline on selle kohastumuslik tähtsus? (4) Evolutsioon: kuidas arenes nähtus populatsioonis või liigis, sugulasliikides ja eellasvormidel? Need lähenemised on teineteist täiendavad, mitte välistavad. Sõltuvalt taustast ja huvidest, kalduvad eri inimesed vastama ühele ja samale küsimusele erinevalt.

Võtame lihtsa näite, ülekaalususe. (1) Ontogenees: arengubioloog võib püüda leida looteas või lapsepõlves toimivaid faktoreid, näiteks olulisi sündmusi või harjumusi, mis suurendavad tõenäosust seisundi tekkemise täiskasvanueas. (2) Mehhanism: molekulaargeneetik võib püüda tuvastada seisundiga seotud gene. Füsioloog võib püüda paljastada haigusega seotud neurotransmittereid või hormone. Psühholoog võib püüda kirjeldada keskkonna- või sotsiaalseid tegureid, mis seisundit süvendavad. (3) Funktsioon: käitumisökoloog võib uurida olukorra sotsiaalseid põhjuseid ja selle tagajärge. Evolutsioonibioloog keskenduks praegusele või kunagisele valikusurvele, mis muutis seisundi kasulikuks, või püüaks välja selgitada peamiste haigust põhjustavate geenide muid mõjusid organismile. (4) Evolutsioon: populatsioonigeneetik võib huvituda seisundi pärilikkusest või võrrelda seisundiga seotud geenide esinemissagedust eri populatsioonides või isegi sugulasliikides.

Ükski lähenemine pole vale, ükski pole teisest parem. Need on lihtsalt eri viisid ühe ja sama probleemi uurimiseks. Pange tähele, et ma jätsin oma selgitused teadlikult piisavalt häguseks, et neid oleks võimalik rakendada mis tahes haiguse seletamiseks: emfüseemi, preeklampsia, skisofreenia, lümfivähi, rauapuuduse, skistosomooosi jpt puhul. Probleemi täielikuks mõistmiseks tuleb seda vaadelda kõigi nurkade alt.

Esimest kaht tüüpi seletusi, ontogeneesi ja



mehhanismit, nimetatakse «otsesteks» ehk vahetuteks seletusteks, teist kahte, funktsiooni ja evolutsiooni, «üldisteks» seletusteks. Esimene erinevus nende vahel tuleneb ajakäsitlusest. Otsestest seletused uurivad siin ja kohe ilmnevaid põhjuse-tagajärge seoseid, nende ajahorisont ulatub mõnest sekundist kuni kõige rohkem isendi eluajani. Üldised seletused arvestavad aga teisi tegureid, nagu esivanemad, populatsioonigeneetika, evolutsiooniline ajalugu ja ökoloogia. Meditsiin soovib enamasti leevendada kannatust, seega kaldub ta eelistama vahetat lähenemist.

Teine suurem erinevus otsese ja üldise lähenemise vahel on see, et evolutsioonilised seletused tegelevad enamasti populatsioonide, mitte üksikisenditega. Evolutsioonilised seletused ei suuda öelda, miks just see inimene haigestub, ega oska talle ravi soovitada. Evolutsiooniline mõtlemine meditsiinis kattub epidemioloogiaga, haiguse uurimisega populatsioonis. Populatsiooni uurimise korral on eesmärk aidata võimalikult kiiresti üht inimest asendunud tähtsama ülesandega aidata võimaluse korral tervet populatsiooni.

Evolutsioonibioloogidele pole kuigi oluline see, kuidas asjad juhtuvad, vaid hoopis see, miks juhtuvad asjad just sedasi ja mitte teisiti. Sageli uuritakse seoseid kahe osapoole, näiteks patogeeni ja peremehe vahel või lausa isendis olevate geenide vahel, näiteks konflikti, koostöö, koe-





**PILK MINEVIKKU:** Võrdlus sugulasliikidega ning mõtisklus meie ürginimesepäevist võivad meid aidata haiguste tegelike põhjuste jälile. PANTHERMEDIA/SCANPIX

**Valu ja kannatused, lühike eluiga ja isegi ennasthävitatav käitumine võivad kergesti välja kujuneda, kui nendega kaasneb rohkem järeltulijaid.**

volutsiooni, vastandlike ja ühiste huvide ning lõivsuhte võtmes. Seega võib üldine lähenemine selgitada, miks haigus olemas on või miks esineb ta just sellisel moel, ja kuigi see teadmine võib patsiendile pakkuda mõningast psühholoogilist lohtu, ei määra see selle tema ravikuuri. Üldised seletused pakuvad meditsiinile välja uusi lähenemisi uurimistööks, mis võivad lõpuks viia uute ravimeetodite väljatöötamiseni.

Võtame näiteks rauapuudusaneemia. Raud on oluline toitainet, millest valdavat osa kasutatakse punaste vereliblede sees olevas hemoglobiinis. Pärast põletikku kättesaadava raua hulk väheneb. Tavaliselt peeti seda põletiku tagajärjeks ja raviti raualisanditega. Ent kui me arvame, et ründavad mikroorganismid (bakterid, seened, algloomad) vajavad ellujäämiseks ja paljunemiseks samuti rauda, võib sedasama rauapuudust käsitleda peremeesorganismi kaitsemehhanismina.

Suur hulk uurimusi on viimastel aastakümnetel tõepoolest näidanud, et rauapuudus on kaitsemehhanism. Optimaalse raua tase on patogeeni esinemisel ja selle puudumisel erinev. Patogeeni olemasolul ei tule raua vähenemisega võitlemine kasuks; arsti eesmärk peaks olema lasta patsiendi kehal leida uus tasakaalupunkt, kuni see uus tasakaal ei too kaasa püsivaid kahjustusi. Muide, täpselt sama loogika kehtib palaviku puhul: see on kaitsemehhanism, mis aitab

peremehel patogeeni võidelda, kuid kui reaktsioon on liiga tugev, võib see kaasa tuua püsivaid kahjustusi.

Kuidas saab evolutsioon luua kaitsemehhanisme, mis teevad kehale hoopis kahju? Esiteks erivad populatsiooni liikmed alati üksteisest. Nii nagu mõned meist on pikad ja teised lühikesed, samamoodi kerkib mõnel meist kehatemperatuur patogeeni rünnaku peale ühe või kahe kraadi võrra, teisel nelja või viie kraadi võrra. Teiseks sõltub optimaalne vastus alati keskkonnast. Spordiväljakul või võitlusareenil võib suur kasv olla eeliseks, kuid ränga toidunappuse korral saab sellest puudus. Samamoodi võib piisata temperatuuri tõusust ühe või kahe kraadi võrra võitluseks mõnede patogeenidega, kuid mitte teistega.

Kolmandaks arenevad organismid võimalikult suure paljunemisedukuse, mitte võimalikult hea tervise suunas. Valu ja kannatused, lühike eluiga ja isegi ennasthävitatav käitumine võivad kergesti välja kujuneda, kui nendega kaasneb rohkem järeltulijaid. Mõelge teismeliste poiste ja noorte meeste testosteroonipurskele. See muudab nad väga agressiivseks, võistluslikuks ja kihutab võtma näiliselt rumalaid riske (sellele eeldusele on üles ehitatud mitu telesarja). Riskid tunduvad rumalad, kuniks taipame, et traditsiooniliselt kindlustasid mehed selles vanuses oma koha ühiskonnas, seega pidid olema agressiivsete kaduvustega võistluslikud riskeerijad.

Lõpetan viimase näitega, mis illustreerib evolutsioonilise mõtlemise võimalikku panust meditsiini. Uue, üha enam toetust ja tõendeid leidva hüpoteesi kohaselt võib laia valiku vaimuhaigusi seada lineaarsesse ritta, mis algab skisofreeniast ja lõppeb autismiga. Need haigused tulenevad isalt ja emalt päritud geenide konfliktist. Õige tasakaalu korral annavad nad «normaalse» isiku. Kui aga ühe vanema geenid avalduvad teise vanema geenide arvelt, võivad välja kujuneda erinevad vaimuhaigused. Sellisel evolutsioonilisel raamistikul, mille juured on õigupoolest pärit ühiseluliste putukate (mesilaste) peal tehtud uurimustest, on inimeste vaimuhaiguste geneetilise aluse uurimisele oluline tähendus.

Evolutsioonilise meditsiini üks probleem on selles, et vaatamata Nobeli preemia komitee poolt 1974. aastal antud tõukele, tegelevad valdkonnaga endiselt vaid meditsiini vastu huvi tundvad evolutsioonibioloogid. Evolutsiooni, mis peaks bioloogias olema kõike ühendavaks põhimõtteks, õpetatakse Põhja-Ameerikas tavaliselt bioloogiahariduse kolmandal või neljandal aastal, enamik arstiteaduskondasid nõuab aga vaid üht või kaht aastat bioloogiaõpet.

Selle tulemusena omandab enamik meditsiinitudengeist hariduse, jäädes suuresti teadmatusse evolutsiooni põhimõtetest ja nende olulisusest meditsiini jaoks. Lühidalt öeldes võimaldab evolutsiooniline bioloogia haiguste sügavamalt mõistmist ja seoste leidmist, mis võib kasuks tulla nii patsiendile, arstile kui ka arstiteadlasele.

[www.georgealozano.com](http://www.georgealozano.com)





# Kliima ABC

Kliimast räägitakse viimasel ajal palju, võib tunduda isegi, et liiga palju. Kuid infomüra ja detailides nokkimises kipub teinekord kaduma suur pilt. Tarkade Klubi annab ülevaate kliimateaduse põhitõdedest ja vastab olulisematele kliimamuutustega seoses kerkivatele küsimustele.

TEKST: ARKO OLESK

## 1. Mis kliima soojenemisest me räägime? Vaadake aknast välja: talv on pikk, külm ja rekordiliselt lumerohke.

Esimene õppetund: segi ei tohi ajada ilma ja kliimat. Meie seekordse arktilise talve põhjustajaks on erakordselt tugev kõrgrõhkond põhjapooluse kohal, mis surub sealt külma õhu allapoole. Samal ajal on Arktikas endas kohati 10–15 kraadi keskmisest soojem, kuid kogetav nähtus, nn arktiline ostsillatsioon, pole kuidagi seotud kliimamuutustega.

Mida mõistame kliima all, selgitab oma kommentaaris Andres Tarand (vt lk 30–31).

## 2. Mis on peamised Maa kliimat mõjutavad tegurid?

Kõige võimsamad on kahtlemata kosmilised tegurid: Päikesekiirgus, Maa kaugus Päikesest, Maa telje kalle jms. Näiteks Maa orbiidi elliptilisus põhjustab korrapäraselt, iga mõnesaja tuhande aasta tagant jääaegu (teooria välja pakkunud serbia teadlase järgi nimetatakse neid Milankovichi tsükliteks).

Ent nende kõrval on arvukalt teisi tegureid: atmosfääri koostis, ookeanihoovuste süsteem, vastasmõju biosfääriga jt, mille seast mitmeid ei mõista teadlased veel sugugi nii hästi kui kosmilisi ega oska nende mõju täpselt modelleerida.

## 3. Mis on kasvuhooneefekt ehk kuidas atmosfääri koostis kliimat mõjutab?

1824. aastal esitas prantsuse füüsik Jean-Baptiste Joseph Fourier Pariisis Teaduste akadeemia essee, milles esitles ideed, et atmosfäär on väljaminevale ehk maapinnalt tagasi peegelduval soojuskiirgusele «läbipaistmatum» kui sisse tulevale päikesekiirgusele. 35 aastat

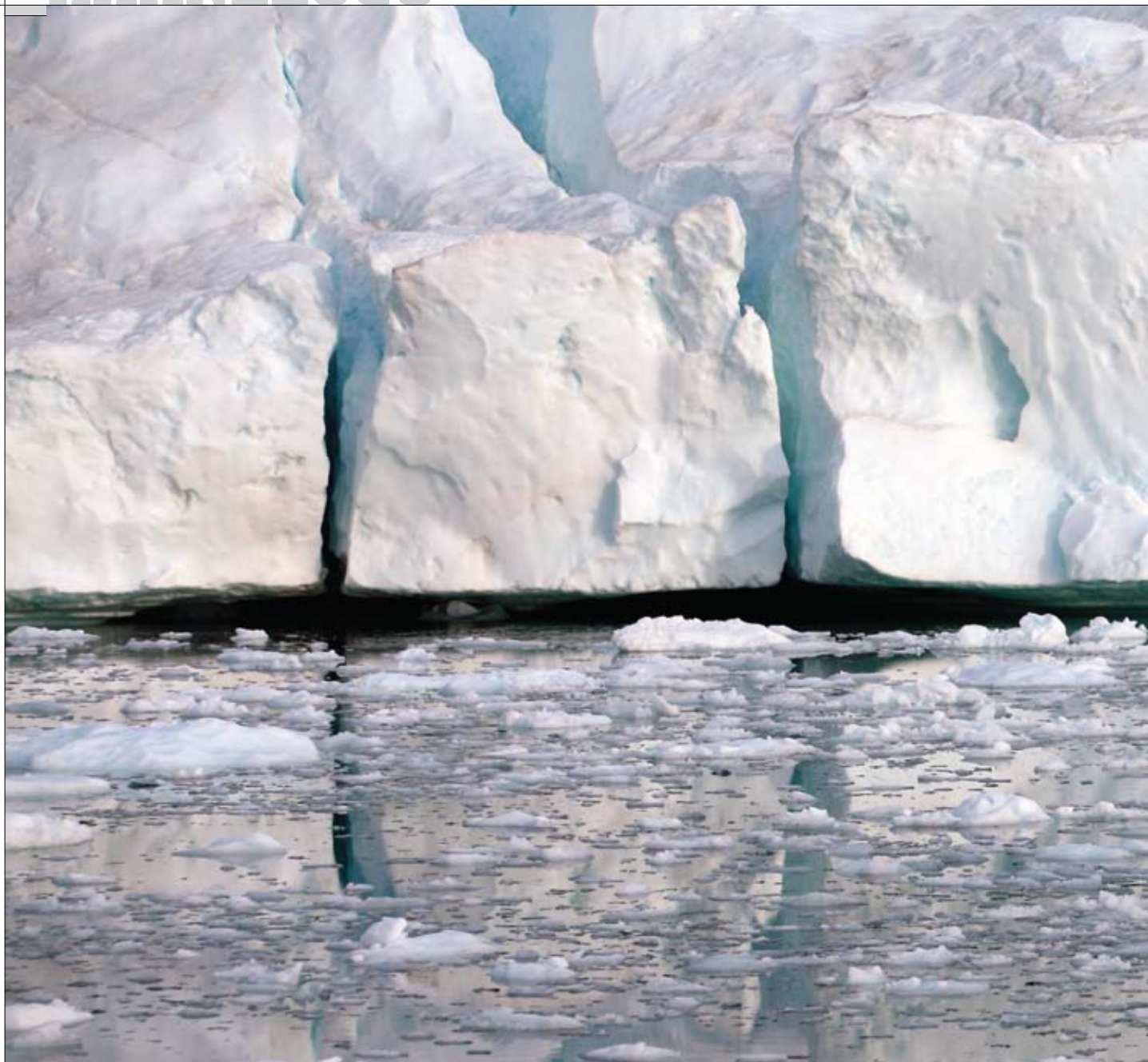
hiljem näitas Iiri teadlane John Tyndall, et selle taga on gaaside erineva lainepikkusega kiirgust neelavad omadused. Süsihappegaas neelab infrapunakiirgust lainepikkustel, millel Maa kiirgab soojust tagasi, sedasi takistades soojuse kadumist kosmosesse ja hoides seda atmosfääris. Ilma kasvuhooneefektita, mis on kui soojendav tekk ümber Maa, ei oleks meie planeedil mitmekesiseks eluks sobilikke temperatuure. Kuid liiga tugev kasvuhooneefekt, nagu naaberplaneet Veenusel, on samuti elule ebasoodne.

19. sajandi lõpus tegi tuntud Rootsi keemik Svante Arrhenius esimesed arvutused selle kohta, kui tundlik on Maa kliima muutustele atmosfääri gaasilises koostises. Ta sai tulemuseks, et süsihappegaasi kontsentratsiooni kahekordistamine või kaks korda vähendamine muudab temperatuuri maapinnal neli kuni viis kraadi Celsiuse järgi.

## 4. Kas süsihappegaas (CO<sub>2</sub>) on kõige tähtsam kasvuhoonegaas?

Ei. Atmosfääris kõige levinum kasvuhoonegaas on hoopis veeaur ning süsihappegaasist võimsamaid kasvuhoonegaase on veel mitmeid, näiteks metaan. Veeaur põhjustab umbes 60–70 protsenti Maa kasvuhooneefektist ja CO<sub>2</sub> veerandi. CO<sub>2</sub> on oluline, kuna ta kumuleerub, püsib atmosfääris kaua, sadu aastaid, ja mõjutab seeläbi kliimat globaalselt. Ta neelab tugevasti infrapunast kiirgust 10–14 mikromeetri piirkonnas. See on piirkond, kus akuspind, ookean ja maalähedane õhk kõige rohkem kiirgavad ja CO<sub>2</sub> on selle kinnipidamisel määrav. Veeaur selles piirkonnas praktiliselt ei neeldu.

CO<sub>2</sub> pole ainus, ent on tähtsaim inimtege-



vuse tagajärjel õhku paisatav kasvuhoo- negaas ja fossiilkütuste peamise põlemis- saadusena muutunud omamoodi indikaatoriks, mille läbi hinnata inimese rolli.

Veeauru (ja pilvede) globaalset toimet mõistetakse vähem, leitud on nii kliima soojenemist võimendavaid kui ka seda leevendavaid efekte.

## 5. Kui palju on atmosfääris süsihappegaasi?

Mahuliselt on Maa atmosfääris süsihappegaasi praegu 0,038 protsenti. Enamasti väljendatakse süsihappegaasi sisaldust miljondikosadena (ppm).

Süsihappegaasi sisaldust atmosfääris on mõõdetud viimased viiskümmend aastat, esimesed mõõtejaamad rajati Antarktikasse ja Havaile kustunud Mauna Loa vulkaani tippu. Mõõtmisi alustades oli näit 315 ppm. 2009. aasta keskmine oli juba 387, viimastel aastatel on kontsentratsioon tõusnud umbes 1,5–2 ppm võrra

aastas.

Jääs olevate tillukeste õhumullide analüüsimisel on olnud võimalik taastada atmosfääri ajaloolist koostist ja selle kohaselt on praegune süsihappegaasi kontsentratsioon viimase 800 000 aasta kõrgeim. Tihti võetakse praeguse loodusliku taseme iseloomustamiseks aluseks 19. sajandi keskpaiga näit (1832. aastal 284 ppm), kuna pärast seda algas tööstusrevolutsioon ehk fossiilkütuste massiline kasutamine. Seega on viimase ca 170 aastaga CO<sub>2</sub> kontsentratsioon atmosfääris tõusnud 103 ppm ehk 36 protsenti, mitu korda kiiremini kui ajaloost teadaolevate looduslike muutuste puhul.

## 6. Kui suur on inimese toodetud süsihappegaasi hulk, võrreldes looduse poolt toodetuga?

Esmapilgul tühine. CO<sub>2</sub> taseme hooajaline kõikumine, mis on nähtav ka mõõtetegraafikutelt, on umbes kolm kuni ühek-

sa ppm. CO<sub>2</sub> tase atmosfääris on kõrgeim kevadel ja madalaim sügisel – muu hulgas seetõttu, et suve jooksul tarbivad taimed fotosünteesiga süsihappegaasi, talvel kõdunedes pääseb see jälle atmosfääri. Arvestuslikult emiteerivad taimkate ja ookean aasta jooksul ligi 800 gigatonni CO<sub>2</sub>, inimese tegevuse tulemusel jõuab atmosfääri umbes 20 korda vähem. On ka teisi allikaid, kuid näiteks vulkaanide aasta keskmine panus jääb inimesele alla sajakordselt.

Kuid paiskajate kõrval on looduses ka sama võimsad süsinikuneelajad. Toimib ringlus, mille käigus süsiniku koguhulk atmosfääris olulisel määral ei muutu. Näiteks hingame kõik välja süsihappegaasi, kuid meisse jõuab see toiduga, mille saamiseks on kasvavad taimed omakorda CO<sub>2</sub> õhust sidunud. Fossiilkütusi põletades toob inimene ringluse täiendavat süsinikku. Looduslikud neelajad (ookean, taimed) võtavad sellest ära hinnanguliselt



**VARSTI JALLE ROHELINE:**  
Gröönimaa jääkilbi võimalik sulamine teeb teadlastele suurt muret.

## Maakera miljonite aastate pikkuses ajaloos on olnud nii praegusest tunduvalt kuumemaid kui külmemaid perioode.

40 protsenti, ülejäänud jääb atmosfääri ja nii on CO<sub>2</sub> kontsentratsioon atmosfääris viimased 150 aastat tõusnud. Atmosfääri lisandunud süsiniku pärinemist nimelt fossiilkütuste põletamisest tõendavad ka isotoopuuringud. Samuti on inimtegevus vähendanud neelajaid, näiteks raiunud vihmametsi.

### 7. Miks on kliima nüüd muutuma hakanud?

Kliima on alati muutunud. Maakera miljonite aastate pikkuses ajaloos on olnud nii praegusest tunduvalt kuumemaid kui külmemaid perioode. Kliima läbib loo-

duslikke tsükleid; meie teadmise kohaselt neist peksime praegu elama jäävaheajal ja kliima peaks järgmisele jääajale lähenedes aeglaselt jahenema. Ent ta hoopis soojeneb. Sellele viidatakse kui inimtekkelisele kliimamuutusele.

### 8. Kui kliima on alati muutunud, miks peame sellest praegu nii suure numbriga tegema?

Planeedi ajaloo mõttes pole tõesti midagi erilist, kui kliima läheb mõni kraad külmemaks või soojemaks. Ainult et meie oleme harjunud sellise kliimaga, nagu meil on viimased aastatuhande olnud,

ja ehitanud oma ühiskonnad üles sellest lähtudes: rajanud põllud sinna, kus neil on niisutus, ja linnad sinna, kus tundub kõige soodsam ja ohutum asukoht. Kliima muutumine võib kõik need arvestused ümber mängida ja sedasi meie ühiskonna alustalasid kõigutada.

Pealegi pole meie mureks ainult kerkiv temperatuur, probleemide rägastik on ulatuslikum. Inimesed kurnavad ja hävitavad looduslikke ökosüsteeme, nõrgestades sellega nende vastupanuvõimet kliimamuutustele. Elupaikade kadumise ja kliimamuutuste tõttu on liikide väljasuremise kiirus looduslikuga võrreldes tuhandekordne. Kõrgem CO<sub>2</sub> tase muudab ookeanid happelisemaks, tappes koralle.

### 9. Kuidas on kliima viimasel ajal muutunud?

20. sajandi jooksul kerkis maakera keskmine temperatuur 0,74 °C võrra, kus-



juures soojenemine kiirenes tunduvalt alates 1970. aastatest. Viimased 15 aastat kuuluvad peagu kõik kõige soojemate hulka mõõtmiste ajaloos (ehk alates 1850. aastast). Temperatuur on enam tõusnud põhjapoolkeral ja poolustel, täheldatud on põhjapooluse jääkatte ning enamiku liustike kahanemist. Maailmamere tase kerkis 20. sajandi jooksul keskmiselt 1,8 mm aastas, samuti sajandi lõpupoole kiirenedes.

Muutused ei puuduta ainult temperatuuri, seega on kliima soojenemise asemel täpsem rääkida kliimamuutustest (seda enam, et kliimamuutuste muutumine võib mõnele piirkonnale kaasa tuua hoopis jahedama kliima – näiteks, kui peaks seiskuma Euroopasse sooja toov Golfi hoovus). Muutunud on sademete muster: Põhja-Euroopa saab rohkem vihma, aga Vahemere ümbrus on jäänud kuivemaks. Kevad on nihkunud varasemaks. Kuigi andmed varasemate perioodide kohta on lünklikud, peavad teadlased tõenäoliseks, et suurenenud on ekstreemsete ilmasti-kunähtuste (nt tormid ja põuad) esinemise sagedus.

## 11. Kas kliimamuutused on inimese süü?

See on võtmeküsimus ja põhjustab suuri vaidlusi. Kui palju on muutuste põhjuseks looduslikud variatsioonid ja kui palju on neis inimese mõju? Arvestades meie arusaama atmosfäärifüüsikast ja süsihappegaasi rollist, on loogiline seostada suurenenud CO<sub>2</sub> taset atmosfääris nähtavate muutustega kliimas ja ökosüsteemides. Kuid ei ole üht ja ainsat kindlat tõendit, mis lubaks öelda, et viimase aja kliimamuutuste põhjustajaks on inimese poolt õhku paisatud kasvuhoonegaasid (sammoodi nagu puuduvad ühesed tõendid, et nad seda ei ole). Peamine tõend tuleb kliima modelleerimisest ja see on ainuke tõsikindel viis kontrollimaks, et jälgitava



### KOMMENTAAR



**ANDRES TARAND**  
klimatoloog

## Mõni tõsiasi Eesti kliimast

Eestis näib ringi jalutavat ning pahatihti pressi põikavat hulk muidu lugupeetud härrasmehi, kes ei vaeu meie e-riigis vaatama Vikipeediast ega ühestki entsüklopeediast mõne mõiste, millest nad palju räägivad, definitsiooni. Pean silmas kreeka keelest üleilmseks muutunud sõna kliima. Eesti keelde

on ta kohandatud kujul ilmastu, mis näib elavat edasi ainult entsüklopeediates. Seevastu sõnad ilm ja ilmastik on täies elujõus.

Definitsioone siin toomata märgime ainult, et kõik nad sisaldavad ajamäärangut, mille järgi on kliima statistiline pilt ilmadest pikema ajavahemiku või aastakümnete kohta. (Normaalse statistilise jaotuse puhul, nagu see on õhutemperatuuril, on vähim ajavahemiku pikkus 30 aastat. Sellest pikemad võivad võrreldavad perioodid olla, kuid nende pikendamine üle sajandi «söüb ära» kliima kõikumised).

Niisiis meie praegune lume- ning härmatiserohke talv ei ole kuidagi kliima, mille aknast vaatamine tühistaks ühe pauguga jutud kliima soojenemisest. Küll aga on sel talvel olnud külmapoolne ilmastik. Ja homme võib olla ilus ilm.

Viimane kõiki teadusi vabalt vallanud inimene oli Gottfried Wilhelm Leibniz, kes on aga pea kolum sajandit tagasi surnud. Ma ei arva, et ma muudaksin kuidagi nende ennast Leibniziks pidavate eesti meeste kõrget enesehinnangut, kuid mu lootus on lugejale, kes

teeb vahet hommikul esimese juhusliku vastutuli ja rahva keskmise pikkuse vahel.

Räägime siis temperatuurist, kuna soojenemine või külmenemine on kliima muutumise juttudes kesksel kohal.

Õhutemperatuuri on Eestis korralikult mõõdetud poolteist sajandit. Ligi sajandi saame juurde, kui arvesse võtta hulk huvilisi Eesti ning Liivi kubermangudes, kes vaatlesid ilma kraadiklaasi kasutades ning selle ka kirja panid. 18. sajandi keskelt kaugemale siitkandi otsesed vaatlused ei ulatu. Appi saab võtta kaudsed andmed. Nendest parim meie kandis on veekogude jäätumine ja jääminek, mis ka Hansa ajal toimus 0 °C juures, hoolimata sellest, et Celsius ei olnud sündinud ega kraadist keegi kuulnud.

Muidugi kehtib kirvereegel, et mida kaugemale ajas tagasi, seda udusemaks pilt muutub. See tuleneb asjaolust, et tõlgendamiseks vajalik lisainformatsioon muutub aina napimaks.

Nii nagu meie lähinaabrite mõõtmisedki, annavad ka Eesti pikemad vaatlusread õhu-



**TALVELIL:** Tänavusel lumerohekkel talvel on paslik meenutada, milline jaanuar oli Eestis kolme aasta eest. POSTIMEES/SCANPIX

temperatuuri muutuseks (trendiks) 19. sajandi keskelt +1,5 °C.

Aasta lõikes on soojenemine kõige suurem märtsist maini. Järgnevad talvekuud novembrist veebruarini, mis tegelikult on suurelt jaolt ka kevadkuude soojenemise baas: vähem lund talvel ei «kuluta» kevadel lume sulatamiseks soojust, vaid see läheb maapinna soojendamiseks. Suvekuude (juunist septembrini) trend on vea piirides 0. Sademete mõõtmine on olnud varem ja on senini temperatuuri mõõtmisest märksa ebatäpsem ning trendi eristamine mõõtmisviigadest raskem. Küll on aga selge viimaste aastakümnete jooksul toimunud sademete maksimumi nihkumine sügisesse ning talviste sademete osakaalu kasv. See omakorda on seotud aktiivsema tsüklonaalse tegevusega ehk siis intensiivsema võõramaise (Mehhiko lahe) soojuse transpordiga põhjalasse. Samal põhjusel on kasvanud keskmine tuule kiirus ja tõenäoliselt tormisus.

Kliima statistiline pool võimaldab keskmiste kõrval mõõta ka muutlikkust. Selle järgi

on Eesti kliima muutlikkuse võtmeks talved – ületades standardhälbe järgi suve üle kahe korra.

Sellest tulenevalt on kliimamuutuste jälgimisel pikema aja jooksul kõige olulisem rekonstrueerida talvede keskmine temperatuur, mis muidugi ei pea tähendama teiste aastaegade ignoreerimist. Siin annab Läänemeri võrreldes muu Euroopaga meile olulise eelise: ta külmub kuskil jäässe igal aastal, nii nagu teevad seda enamasti ümbritsevate maade jõed ja järvedki. Läänemere jää maksimaalse pindala alates Põhjasõjast rekonstrueeris soomlane Risto Jurva, kelle töö oli Talvesõjas küll hävimise äärel – nimelt hukkus käsikiri koos autoriga pommitamisel –, kuid õnneks leidsid mustandid töökohal.

Eesti õnneks tuli läbi korduvate pommitamiste enam-vähem tervelt välja Tallinna arhiiv, kus esimesed andmed laevade liikumisest kevadeti on pärit 14. sajandist. Ainsa sadamana Läänemerele on Tallinna reidi ning Läänemere jäätumise vahel väga hea korrelatsioon, mis tuleneb Tallinna asendist

soojenemise taga on CO<sub>2</sub>.

Mudelites modelleeritakse kõigepealt viimase saja aasta tegelikku kliimat ja selle trende eesmärgiga timmida mudeli parameetrid nii, et tegelik jälgitud kliima oleks reprodutseeritud võimalikult täpselt. Alles seejärel hakatakse varieerima parameetreid, et kontrollida nende mõju kliimale. Üheks selliseks parameetrik on ka CO<sub>2</sub>. Ja just sel teel on saadud tõendid, et kui CO<sub>2</sub> tase oleks jäänud 1850. aasta tasemele, siis jälgitavat kliimasoojenemist ei oleks aset leidnud.

Viimase paari aastakümne uurimistööd on meie arusaamist kliimasüsteemist tublisti parandanud ja aidanud paremini

## Ei ole leitud ühtegi teist seletust 20. sajandi teisel poolel kiirenenud soojenemisele.

eristada inimõju looduslikest muutustest. Seetõttu julgevad teadlased praegu öelda, et väga suure tõenäosusega (üle 90 protsendi) on praegused kliimamuutused inimese põhjustatud. Samuti ei ole leitud ühtegi teist seletust 20. sajandi teisel poolel kiirenenud soojenemisele.

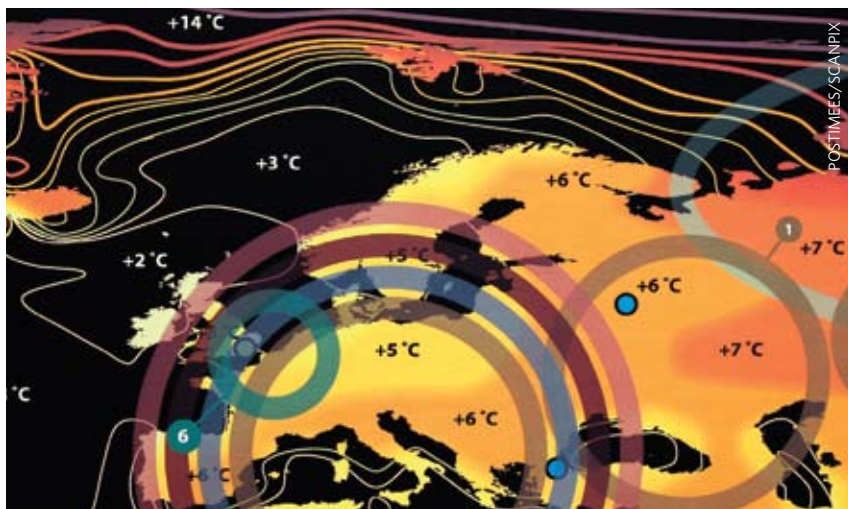
### 12. Kui suur on Päikesee aktiivsuse mõju Maa kliimale ja temperatuurile?

Oluline, kuna Maa kliimasüsteem töötab Päikeselt saabuva kiirgusenergia varal. Seoses viimase aja kliimamuutustega on kõne all olnud kaks mehhanismi: päikeseplekid ja päikesetuul. Päikeseplekide aktiivsus kõigub 11aastaste tsüklitena ja Maale jõudev kiirgusvoog erineb miini-

Soome lahe keskmise jäätumise piiril.

Loodetavasti oli see selgitus vajalik, et tekitada veidi usaldust järgnevate andmete vastu. Need andmed on küll parajasti viimases kontrollistaadiumis, kuid sel puhul käib juttu temperatuuri kümnendikkraadide korrigeerimisest. Kolmandiksajandite kaupa võttes läbisime 20. sajandi viimasel kolmandikul viiesaja aasta kõige soojemate talvede aja. Nüüd olid talved keskmiselt 2,5 °C soojemad kui kõige külmemal kolmandikul 17. sajandi alguses (mil oli nn väike jääaeg). Kevade saabumine, mida peegeldab meile jõgede jääminek, on aga samal ajal varasemaks nihkunud kolme nädala võrra.

Paneme tähele, et nagu kliimast rääkides kohane, käib juttu keskmistest. Kaks ja pool kraadi vahet meie igapäevases elus ei põhjusta midagi märkimisväärset, selle reguleerimine käib kraenööbi avamise-sulgemisega. 2,5 °C vahet kolmandiksajandi keskmistes ületab seda piiri, mida IPCC teadlased on pakkunud maakera keskmise temperatuuri hädaohu piiriks inimkonnale.



**KINGITUS:** Pilt kaardist, mille Suurbritannia suursaadik kinkis Eesti keskkonnaministrile ja mis kujutab võimalikke muutusi neljakraadise soojenemise korral.

mumi ja maksimumi ajal 0,1 protsendi võrra. Kuna pikk ja külm periood keskaja Euroopas ehk nn väike jääaeg langeb kokku Päikese erakordselt madala aktiivsuse ajaga (nn Maunderi miinimum), on neid kahte omavahel seostatud. Kui aga varasema aja puhul tunduvad Päikese aktiivsuse ja kliima mustrid tõepoolest kokku langevat, siis viimaste aastakümnete puhul see nii pole. Arvutuste põhjal võib Päikese arvele kanda veerandi viimase aja soojenemisest.

Teine esile kerkinud teooria pakub, et Päikese madala aktiivsuse ajal jõuab Maa lähikonda vähem päikesetuult, nõrgendades kaitset kosmiliste kiirte eest. Taani teadlaste teooria kohaselt hakkavad kosmilised kiired atmosfääri tungides soodustama pilvede teket, need aga jahutavad kliimat. Ehk siis, kui kosmilisi kiiri jõuab Maale vähem, on vähem ka pilvi ja kliima soojeneb. Kuid vaatlused pole seda teooriat seni kinnitanud (loe ka Tarkade Klubi, mai 2008).

### 13. Kas mineviku temperatuuriantend on ikka usaldusväärsed? Võib-olla oli vanasti sama soe, aga meie lihtsalt ei tea.

Kraadiklaasiga hakati temperatuure järjepidevalt mõõtma umbes kolmesaja aasta eest, ent loomulikult mitte kõikjal. Korralik mõõtmisjaamade võrgustik kujunes välja 20. sajandi alguseks ja mõõdunud sajandi keskpaigas lisandusid sinna ka polaaralad. Viimasel 30 aastal on andmeid kogunud ka satelliidid. Olulisemaid pikaajalise globaalse temperatuuri andmebaase on praegu maailmas kolm: Inglismaal Hadley keskuses ning USAs NASAs ja NOAA-s. Nagu on olnud näha kahest viimasest Tarkade Klubi numbrist, pole nemadki alati andmete tõlgendamisel ühel meelel ja hindavad erinevalt viimase kümnendi temperatuure Arktikas, kus on vaid mõni mõõtmisjaam.

Mõõtmiste toorandmed vajavad usaldusväärse andmerea saamiseks enamasti töötlemist, et kõrvaldada mõõtmispunk-

tide asukohast ja iseärasustest tekkivad häired. Näiteks võib uue aparatuuri kasutuselevõtt kogutud andmete täpsust mõjutada ning globaalset keskmist arvutades tuleb sellega arvestada. Ka satelliidiandmed ei klappinud alguses maapealsete mõõtmiste tulemustega, kuid selle põhjus on kliimateadlaste enamuse jaoks vastuvõetavalt ära põhjendatud ja tulemused vastavalt korreleeritud.

Minevikutemperatuuride hindamiseks on mitmeid meetodeid, näiteks jääpuursüdamike, meresetete ja puude aastarõngaste uurimine. Ka nende usaldusväärne omavahel kooskõlla viimine nõuab statistilist töötlust. Kõik see töötlemine võib muidugi kaasa tuua väiteid, et kliima soojenemine eksisteerib vaid arvutites, mitte looduses. Kasutatud meetodid on siiski laialdaselt aktsepteeritud ning reeglina avalikud.

Tohutut toorandmete hulgas on alati selliseid andmepunkte, mis näivad lõppjärel dusele vastupidist väitvat, kuid on ennatlik teha nende põhjal kaugele ulatuvaid järeldusi (loe ka Ben Goldacre'i kolumne eelmises ja üle-eelmises numbris).

### 14. Kuidas mõjutavad kliimamuutused Läänemere piirkonda ja Eestit?

Selle kohta loe lähemalt Andres Tarandi ning Kaarel Orviku ja Hannes Tõnissoni kommentaaridest.

### 15. Mida kliimamuutused tulevikus kaasa toovad?

ÜRO valitsustevahelise kliimamuutuste töörühma (IPCC) viimane raport ennustab kliimamudelitele tuginedes, et sõltuvalt sellest, kuidas jätkub kasvuhoo- negaaside emissioon, võib temperatuur selle sajandi lõpuks soojeneda 1,8–4 °C ja maailmamere tase tõusta 18–59 cm. Samas on ennustusi, mis seavad muutuste ülempiiri veel kõrgemale.

### 16. Kas mudeleid tasub uskuda?

Need on parimad hinnangud, mis meil on. Kliimamudeleid on tugevalt kritiseeritud,







kuna kliima on keeruline süsteem ja selle modelleerimisel tuleb paratamatult omajagu eeldada ja lihtsustada. Suured liikumised ja protsessid modelleeritakse dünaamiliselt, väikesed detailid aga statistiliselt.

Kõige suurem kitsaskoht mudelite juures on võimalike oluliste tagasisidemehhanismide mittetundmine. Kliimas toimib oht- ralt tagasisidemehhanisme, mis võivad muutusi nii võimendada (näiteks kui igikelta sulamisel vabaneb metaan) kui ka neid summutada (kui aurub rohkem vett ja tekib enam pilvi, kliimat jahutades). Kõiki tagasisidemehhanisme ei tunta ja paljude mõju ei osata täpselt hinnata.

Mudelite ebakindlus ei tähenda siiski seda, et me nende kasutamisest loobuma peaksime, sest nad on ainus viis hinnata

## Ebamäärasus ei tähenda ainult seda, et muutused võivad osutuda arvatust nõrgemaks.

tulevikku. Ei tohi unustada, et ebamäärasus ei tähenda ainult seda, et muutused võivad osutuda arvatust nõrgemaks. Sama hästi võivad need osutuda ka pakutust tugevamaks.

### 17. Kopenhaageni kliimakohtumisel räägiti, et temperatuuril ei tohi lubada tõusta üle 2 °C. Miks nii?

Mida rohkem kerkib süsihappegaasi tase atmosfääris ja temperatuur, seda tõenäolisemaks muutuvad äkilised ja pöördumatud muutused kliimasüsteemides. Palju on jutuks olnud, et sulava Arktika jää magevesi võib segi lüüa ookeanide hoovustesüsteemi, peatades muu hulgas Golfi hoovuse. Muutunud tuulte ja sademete muster võib mõne paiga ökosüsteemi asendada teisega jne.

See ei tähenda, et päeval, mil maake- ra keskmine temperatuur on kerkinud tööstusrevolutsiooni eelse ajaga võrreldes kahe kraadi võrra või CO<sub>2</sub> kontsentratsioon atmosfääris ületab 450 ppm, saabub katastroof. Need muutused on ennustamatud ning hinnangud, milline CO<sub>2</sub> tase või temperatuur neid käivitada võib, ongi vaid hinnangud, millel puudub konkreetne teaduslik põhjendus. Kindlate arvude väljakäimise on tinginud pigem poliitike vajadus käegakatsutavate sih- tide järele.

### 18. Kuidas mõjutavad kliimamuutused katastroofide toimumist tulevikus?

Tõenäoliselt muutuvad äärmuslikud ilmastikunähtused (näiteks tormid ja põuad) kliimamuutuste tagajärjel tugevamaks ja/või sagedasemaks. Meretaseme tõus toob kaasa rohkem üleujutusi.

**AKTIVISTID:** Kopenhaageni kliimakohtumist kasutasid paljud rohujuureliikumiste esindajad oma sõnumi edastamiseks. REUTERS/SCANPIX

Kuigi võimalikest katastroofidest rääkimine on tõhus viis inimeste tähelepanu köitmiseks, peavad ka paljud kliimateadlased sellist rõhuasetust vales. Hirmutamine võib inimestes tekitada psühholoogilise vastureaktsiooni, mis viib kas probleemi eitamise või abituse tundeni. Selle asemel soovitatakse tasakaalustatumat lähenemist, kus rõhutatakse küll riske, aga ka teaduse ebakindlust ning konkreetseid tegutsemisvõimalusi olukorra leevendamiseks.

## 19. Kus võivad tulevikus välja kujuneda piirkonnad, kus on palju katastroofe? Kuidas mõjutab see rahvastiku paiknemist ja rännet?

Teistest rohkem kipuvad kannatama need riigid, mis on juba niigi vaesed ja tulevad endaga halvasti toime. Põuad vähendavad aafriklaste võimalusi enda elatamiseks, üleujutused röövivad kodu sadadelt tuhandetelt bangladeshlastelt, mõnd

## Suuremad reostajad peaks vastavalt oma emissioonide suurusele võtma vastu kliimapõgenikke.

saareriiki ohustab tervenisti vee alla jäämine. Nende paikade elanikud püüavad kahtlemata rännata mujale paremat elu otsima – eks peamiselt ikka Euroopasse ja Ameerikasse. On isegi välja pakutud idee, et suuremad reostajad peaks vastavalt oma emissioonide suurusele võtma vastu kindla arvu nn kliimapõgenikke.

## 20. 1970. aastatel seostati pikale veninud põuaperioode troopilistes maades kliima jähnenemisega. Miks praegu seostatakse põuda troopikas hoopis kliima soojenemisega?

Pärast 1940. aastat tõepoolest Maa keskmine temperatuur paari aastakümne jooksul veidi langes ning 1970. aastatel hakkas levima jutt lähenevast uuest jääajast. Seisukoht kliima jähnenemisest polnud tollal klimatoloogide seas siiski üldlevinud. Praegu arvatakse, et temperatuurilanguse taga võisid teatud määral olla tööstuse poolt õhku paisatud aerosoolid, mis päikesekiirgust tagasi peegeldasid. Õhureostusega võitlema asudes see efekt kadus ja 1970. aastate lõpus algas kiire soojenemine.

Tänapäeval mõistame kliima toime mehhanisme paremini kui 1970. aastatel ja mitmed tolleaegsed seisukohad on täpsustunud.

## 21. Poolustel sulav jää tõstab maailmamere taset, kuid kas ekvaatoril vee aurumine ei kompenseeri seda mõningal määral? Näiteks ekvaatori kohal vesi



## aurub ja sajab hiljem kusagil mujal maismaal sademetena maha.

Aurumine ei kõrvalda vett ringlusest, ka sademed jõuavad lõpuks jälle ookeani tagasi. Sademed võivad kompenseerida, kui nad sajavad lumena liustikele ja talletuvad sinna. Teatud määral toimib see praegu Antarktikas. Maailmamere taset ei mõjuta näiteks ka Põhja-Jäämere jääkatte sulamine, kuna see heljub nagunii vee peal. Gröönimaa ja Lääne-Antarktika jääkilpide sulamine, mille pärast teadlased muret tunnevad, panustaks maailmamere tõusu aga sedavõrd, et miski ei kompenseeri seda.

## 22. Kuidas mõjutab kliima soojenemine põllumajandust?

Oleneb piirkonnast. Mõnel pool, eeldatavasti ka Eestis, pikeneb vegetatsiooniperiood ja on võimalik kasvatada uusi kultuure. Suurem süsihappegaasi sisaldus õhus peaks taimekasvu kiirendama, kuid mil määral ja mis piirini, on suuresti veel ebaselge. Samas toob soojem kliima siia ka

uusi kahjureid ja võõrliike. Mida ekvaatorile lähemal, seda rohkem põllumajandus aga kannatab, peamiselt veenappuse ja põudade käes.

## 23. Kuidas kliimamuutustega võidelda?

Õigupoolest on eksitav rääkida võitlusest kliimamuutustega, kuna kliima muutub kogu aeg ka loomulikult moel ja selle vastu pole meil mõtet võidelda. Kui oleme veendunud, et tegu on inimese põhjustatud muutustega, saame tegeleda nende põhjustega ning võimalike tagajärgede leevendamisega.

Tarkade Klubi on tutvustanud teadlaste pakutud lahendusi kliimaga manipuleerimiseks (mai ja oktoober 2009). Kõige mõttekam ja tõhusam viis on siiski vähendada emissioone nii palju kui võimalik ning planeediparandusvõtete poole pöörduda viimases hädas.

Viimasel ajal rõhutatakse, et muutustega võitlemise asemel peaksime rohkem tähelepanu pöörama sellele, kuidas saak-



**KUIVUS:** See pilt ei sümboliseeri kliimajutust hullutatud inimesi, vaid siin on näha kaua kestnud ränk Austraalia põud. AFP/SCANPIX

sime tagajärgi leevendada.

#### 24. Mida on teadlased soovitanud toimetulekuks globaalse kliimasoojenemise tagajärgedega?

Ei ole üht ja ainsat lahendust. Kliimamuutuste mõju on piirkonniti erinev ja ka lahendused on spetsiifilised, olgu selleks siis põuakindlate teraviljasortide aretamine, veekasutuse programmid Indias või uute tulvatammide rajamine Hollandis. Kõikjal maailmas tegeletakse aktiivselt keskkonnasäästlike tehnoloogiate arendamisega.

Tagajärgedega toimetulekuks on üks tõhusamaid viise siiski tegelemine põhjustega – ja nende hulka kuuluvad ka meie üldine loodust pillav eluviis ja paisuv rahaarv.

#### 25. Millised on kliima soojenemise positiivsed küljed?

Eesti kuulub kliimavõõndisse, kus soojenemine toob kaasa mõnegi meeldiva muutuse, kas või väiksemad küttearved.

## Mõnel pool, eeldatavasti ka Eestis, pikeneb vegetatsiooni-periood ja on võimalik kasvatada uusi kultuure.

Produktiivsemat põllumajandust juba mainisime, laevandus rõõmustab kindlasti Arktika laevateede jäävabaduse üle. Võib eeldada, et vähem pakaseilmu säästab ka inimesi. Kuid seda, et üldbilans oleks Eesti jaoks positiivne, tõenäoliselt siiski väita ei saa, kuna negatiivsed tagajärjed mujal maailmas avaldavad meilegi mõju.

#### 26. Mis on IPCC?

ÜRO valitsustevaheline kliimamuutuste

### SKANDAAL

#### Kas kõik on suur vandenõu?

Mullu novembris avaldas üks Vene veebileht tuhandeid e-kirju, mis pärinesid Inglismaal asuva East Anglia ülikooli kliimauuringute töörühma serveritest. Neis oli talletatud kliimateadlaste isiklik kirjavahetus kolleegidega üle ilma.

ClimateGate'i nime saanud skandaal jõudis ajaleheveergudele eelkõige väitega, nagu tõestaks kirjavahetus, et kliimaandmetega on kliima soojenemise tõestuseks manipuleeritud, seega on kogu teooria ebausaldusväärne.

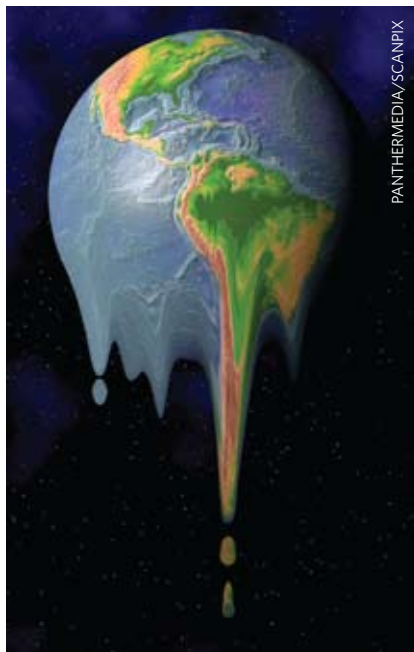
Erilist tähelepanu on pööratud töörühma juhi Phil Smithi ühele kirjale, kus ta ütleb, et on leidnud «nipi», kuidas «peita [temperatuuri] langust». Teadlaste selgituse kohaselt on need ebaõnnestunud sõnavalikuga laused kontekstist välja kistud. Kõne all oli puude aastarõngaste andmete ühtlustamine teistest allikatest pärit temperatuuriandmetega ja nipi all tuleb silmas pidada nutikat teaduslikku lahendust, mitte manipulatsiooni. Algandmeid ei muudetud, algandmed ning nende töötlemiseks kasutatud algoritm on mõlemad avalikud.

See skandaal ning hiljuti suurt tähelepanu pälvinud IPCC raportist leitud eksimused on kliimateaduse mainet tugevalt kahjustanud. Kliimateadlased ise kinnitavad, et mitte miski lekkinud e-kirjades ega paar eksimust mitmesajaleheküljelises ja tuhandeid viiteid sisaldavas raportis ei lükka ümber inimtekkelist kliima soojenemist, kuna see toetub tugevale ja laiapõhjalisele tõendite baasile.

Küll tõid e-kirjad esile mitu probleemi, mille asjus on ülikool algatanud sõltumatu uurimise. Kõige tõsisem etteheide Smithile on see, et ta üritas andmeid kliimateadlaste eest varjata, paludes kolleegide mõningaid e-kirju kustutada, et neid ei saaks avaliku teabe seaduse alusel välja nõuda. Smith on varem mitmel korral keeldunud töörühma koostavate temperatuuriandmete avalikustamisest ning on hiljuti tunnistanud, et selle varasem osa pole kõige paremini korrasstatud.

Juhtum on kliimateadlaste seas kaasa toonud üleskutse muuta oma tegevus võimalikult läbipaistvaks ja anda kriitiseerijatele võimalus kasutada algandmeid, et nad saaksid selle põhjal kliimamuutuste hüpoteesidega väelda teaduslikul pinnal, mitte avalikkuses.

töörühm (IPCC) loodi 1988. aastal ÜRO keskkonnaprogrammi ja Maailma Meteoroloogia Organisatsiooni poolt. Töörühm sai ülesandeks pakkuda tasakaalustatud teaduslikku teavet selle kohta, mis toimub maailma kliimaga. IPCC ise teadusuuringuid läbi ei vii, vaid kogub kokku avaldatud uurimistööd ja koondab need regulaarselt ülevaatlikesse raportitesse. Neid on senini ilmunud neli: 1990, 1995, 2001 ja 2007. Töörühmale teevad kaastööd tuhandet selle ala asjatundjad kogu



maailmast ja see annab aluse öelda, et raportid väljendavad teaduse konsensuslikku arusaama kliimamuutuste teemal. Raportitest leitud eksimused, mis on kogunud laia avalikkuse tähelepanu, on toonud katse üleskutseid tööühma reformimiseks ja läbipaistvuse suurendamiseks.

ÜRO allüksusena lähetatakse tema raportite kokkuvõtte peatükk valitsusvahelisele konverentsile, mis peab selle heaks kiitma, mistõttu on IPCC-le ette heidetud politiseeritust. Raportite teadusliku osa juures poliitikutel aga sõnaõigust pole.

## 27. Kas maailma teadusavalikkuse näivalt ülekaalukas konsensus inimtekkelise globaalse kliimasoojenemise asjus pole tingitud tõsiasjast, et just kõikvõimalike muude erialade teadlased peavad heaks tooniks seda oma töödes möödaminnes mainida; toimetajad aga kalduvad esile tõstma kõrvalisi, kuid päevapoliitikaga haakuvaid lõike?

Tõepoolest, kliimamuutused on teatud mõttes popp teema ja nii on selle külge haagitud kõikvõimalikke ja -võimatuid asju. Ent seda ikka tavalises ajakirjanduses, mitte teaduskirjanduses. Konsensus kliimateadlaste seas on reaalne, üks 1993–2003 avaldatud kliimamuutuste teemalisi teadusartikleid vaadeldes uuring ei leidnud ühtegi, mis poleks nõustunud IPCC järeldustega. Muidugi on ka neid teadlasi, kes neid seisukohti kritiseerivad. Kuna ajakirjandus kajastab meelsasti konflikte, pääsevad vastakad arvamused paremini esile ja jätavad mulje tegelikust võimsamast vastasleerist. Eelretsenseeritavate teadusartiklite tasandil – ja see on teadlaste endi jaoks otsustav – on skeptiline seisukoht aga väga nõrgalt esindatud. Kes tahab, näeb selles üldist vandenõu, kes tahab, kriitikute argumentide nõrkust.

## KOMMENTAAR



**HANNES TÕNISSON,**  
Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut



**KAAREL ORVIKU**  
Tallinna Ülikooli Ökoloogia Instituut

## Liivarannad on kliimamuutuste looduslik indikaator

Viimastel aastakümnetel on kogu maailmamere rannikul täheldatud nüüdisrandade loodusliku seisukorra olulist halvenemist. Eeskätt avaldub see rannapurustuste sagenemises, mis on eriti selgesti näha nõrga vastupanuvõimega liivarandadel. Analoogilist pilti näeme ka Eesti rannikul. Alates 1975. aastast on meie rannikul randlate arengus täheldatud rannaprotsesside (kulutus-kuhje-setete transport) aktiivsuse kasvu kordades. Kõige selgemini avaldub see liivarandadel, kus mitmel pool on kuhjumine asendunud kulutusega.

Millega seletada rannakeskkonna loodusliku seisundi üldist halvenemist kogu maailma ja ka Eesti rannikul? Randla areng sõltub eeskätt teda kujundava põhijõu – lainetuse – intensiivsusest. Tormilainetuse intensiivsus ja esinemissagedus omakorda on olemas tsükloonaalsest tegevusest. Rannaprotsesside intensiivsuse kasvu tulebki seetõttu siduda globaalsete muutustega Maa kliimas, mis eeskätt avaldub tsükloonaalse tegevuse aktiivsuse järsus kasvus. Viimastel aastakümnetel on meie planeedil paljudes kohtades täheldatud väga tugevate tsüklonite ja neist tingitud tormide, ning suurte uputuste sagenemist.

Eriti märgatavat mõju avaldavad tormilained randade arengule kõrge merevee ehk ajuvee taseme juures. Nende tingimuste sageda kordumine kutsub randade arengus esile muutusi, mida loodus ise pole suuteline taastama. Uuringute tulemused näitavad, et just niisugused ekstreemsed tingimused, s.o väga tugevate tormide sageda esinemine ja sellega kaasnev kõrge veeseis, ongi peamiseks rannaprotsesside aktiveerumise põhjuseks nii Eesti rannikul kui ka kogu maailmas tervikuna.

Uuringute tulemused kogu maailma randadel on näidanud, et üksikute väga tugevate tormide mõju randadele võib olla kordades suurem kui tavaliste sagedasti korduvate tormide mõju keskmise mere-



vee taseme tingimustes. Seetõttu on nende poolt põhjustatud muutused randadel püsivamad, enamasti isegi pöördumatud. Eestis esinesid sellised erakordsed tormid näiteks 1967., 1990., 2001. ja 2005. aastal.

Ulatuslikke rannapurustusi esines neil aastatel praktiliselt kogu Eesti rannikul. Eriti tugevasti kannatasid liivarannad, nagu näiteks Saaremaal Harilaiu poolsaarel Kiipsaare neemel. Seal taganes rannaastang tänu liiva ärakandele 2001. aasta tormiga kohati kuni 30 meetrit maa suunas, ning 2005. aastal samas kohas veel täiendavalt ligi 15 meetrit. Ulatuslikud rannapurustused esinesid Saaremaal Järve-Mändjala puhkerannal, Pärnus ja Valgerannas, kruusa-veeristikrandadel Sõrve poosaare tipus. Tugevad purustused esinesid samal ajavahemikul ka Ruhnu idarannikul.

Tallinnas intensiivistus liivakivipankade murutus Kakumäe poolsaare rannikul, pankade ja astangute taandumist täheldati ka mitmel pool mujal Eesti rannikul. Korduvalt on tugevate tormide tõttu kannatanud Pirita supelrand (pildil), kus iga järgmine torm võib tekitada uusi ja ulatuslikke ebasoovitavaid muutusi. See, et

**LOE LISAKS:**

- Kaarel Orviku ja Hannes Tõnisson, «Kiipsaare rannad ja tuletorn» Eesti Loodus 5/2009
- TLÜ Ökoloogia Instituudi kogumik «Kliimamuutuste mõju Eesti rannikule: ASTRA projekti uurimistulemusi» Toimetajad Are Kont ja Hannes Tõnisson

viimastel aastakümnetel on meie randadel toimunud üha enam ja sagedamini nähtavaid muutusi, on väljaspool kahtlust.

Kokkuvõtlikult võime öelda, et randade praegune areng toimub hüppeliselt. Randade intensiivseks arenguks peavad kokku langema järgmised ekstreemsed, n-ö soodsad tingimused:

- erakordselt tugevatest tuultest põhjustatud tormilainetus,
- tugevate tormituultega kaasnev ajutine väga kõrge merevee tase, mis sügistalvel langeb kokku Läänemere üldise kõrge veetasemega ning
- soojade talvede tõttu külmumata meri ja rannasetted.

Seoses ilmsete muutustega Maa kliimas on selliste nähtuste sagedus Läänemeres mitmekordistunud, mida tõestavad ka meteoroloogide vaatlused ja mõõtmised. Muutused Maa kliimas on heas kooskõlas randade loodusliku arenguga. Kui ekstreemseid perioode on tavalult tihti, toimub randade areng pideva stressi tingimustes. Randade looduslik tasakaal ei taastugi

loomulikul teel ja iga järgmine tormirünnak võib põhjustada täiendavaid muutusi. Selline nähtus on võrreldav raske väljapõdemata haiguse tüsistustega inimese organismis. Ka loodus vajab õigeaegset diagnoosi – randade loodusliku seisundi õigeaegse ja kõigealguse evolutsiooni prognoosi.

Kui realiseeruksid pessimistide prognoosid maailmamere veetaseme tõusu kohta seoses kliima soojenemisega, siis hakkab ka aeglane meretaseme tõus meie rannikut kohati ebasoovitavalt mõjutama. Kuhjumine asendub kulutusega, kulutusala laienevad ja hääbunud rannamoodustised võivad uuesti aktiveeruda.

Lugejate lohutuseks võib öelda, et enamik Eesti rannikust kerkib sellise kiirusega, mis praktiliselt kompenseerib oletatava globaalse veetaseme tõusu. Pealegi pole merevee taseme tõus võrreldav tormiaegse ajuvee kiire tõusuga, vaid piirdub millimeetritega aasta kohta. See otseselt rannaprotsesse ei mõjuta, küll aga mõjutavad jätkuvalt meie randu väga suured tormilained kõrge ajuvee tingimustes tugevate tormide ajal.

## 28. Olen lugenud, et kogu jutt kliima soojenemisest on suur jama. Mida ma uskuma peaksin?

Kliimamuutused, eelkõige see, kas neis on süüdi inimene, on muutunud teemaks, mille üle avalikkuses ringlevad tihti teineteisele risti vastukäivad argumendid. Selliste vastandlike sõnumite puhul on mõistetav, et on keeruline selgust saada, kumma poole juttu uskuda.

Kuigi arvamuste tasakaal ajakirjanduses võib näida teistsugune, on valdav osa erialateadlasi ja paljude riikide teaduste akadeemiad ühel meelel IPCC raportites väljendatuga. See ei tähenda, et need seisukohti ei tohi kritiseerida. Kriitika ja tulemustes kahtlemine on teaduse oluline osa ning viimase aja skandaalid on ka kliimateaduse sees suurendanud üles-

## Eelretsenseeritavate teadusartiklite tasandil on skeptiline seisukoht aga väga nõrgalt esindatud.

kutseid arvestada rohkem kriitikute seisukohtadega. Paraku kipuvad suur osa neist olema nn *zombie*-argumendid ehk sellised, mida kasutatakse ikka ja jälle, hoolimata sellest, kui tihti on teadus neid ümber lükanud.

## 29. Kas pole mitte kõik on üks suur äri, kaval nipp teenida raha sooja õhu müümisega?

Parima lahendusena kliimamuutuste probleemi leevendamiseks nähakse kasvuhoonegaaside emissioonide vähendamist. Kuna puudub mehhanism, mille abil kohustada riike ja ettevõtteid emissioonide vähendamisele (mis nõuab ikkagi suuri investeeringuid), siis on välja mõeldud viise, kuidas neid sellele ahvatleda. 1997. aastal vastu võetud Kyoto protokoll, mis kirjutas tööstusriikidele ette emissioonide vähendamise, vormistas ühtlasi raamistiku süsinikukaubanduse jaoks.

Selle järgi saavad riigid, kelle emissioonid jäävad alla nõutud piiri, osa oma kvoodist müüa riikidele, kelle emissioonid on liiga suured. Suurim, ja seni üks väheseid selles raamistikus toimivaid sarnaseid skeeme ettevõtete jaoks on 2005. aastal käivitunud Euroopa Liidu süsinikukaubanduse turg. Mõte on selles, et kohustus osta kvote ajendab ettevõtteid tegema investeeringuid keskkonnasäästuks. Käibel olevate kvootide hulka vähendatakse järk-järgult. Kvootide müügi eest saadud raha kasutamisele on ranged nõuded, kohustades seda investeerima uutesse keskkonnanahoidlikesse projektidesse.

Tarkade Klubi tänab Tartu Ülikooli meteoroloogia professorit Rein Rõõmu nõuannete eest ja lugejaid Kristel Jalakut, Taavi Simsonit ja Tanel Kadaid küsimuste eest.





# Sukelretked elava fossiili järele

Viimased 33 aastat on Peter A. Rona ajanud taga üht iidset tabamatut looma, sukeldudes teda otsides korduvalt rohkem kui kolme kilomeetri sügavusele Põhja-Atlandi mudasele merepõhjale ja lootes oma saaki lahti kangutada.

TEKST: WILLIAM J. BROAD, FOTOD: NEW YORK TIMES

**N**agu Moby Dicki jahtinud kapten Ahab, on temagi ikka ja jälle läbi kukkunud. Hoolimata maailma parimast süvamereuuringute varustusest, on ta alati naasnud tühjade kätega, elukas haardest välja libisenud. See loom pole mingi valge vaal. Ja Rona pole segane kapten Ahab, vaid hoopis Rutgersi ülikooli tunnustatud okeanograaf. Ja nüüd on tal õnnestunud koos tosina kolleegiga kirjutatud uue teadusartikliga tekitada intellektuaalne lainetus.

Nad on kogunud piisavalt tõendeid selle kohta, et tema teaduslik saakloom – pokkerižetoonist pisut suurem organism – kujutab endast üht maailma vanimat elavat fossiili, võib-olla kõige vanemat. *Paleodictyon nodosum*'i nime kandva looma eellased elasid juba keeruka elu tekke koidikul. Ja elukas ise, tuntud fossiilide kujul, arvati olevat 50 miljonit aastat tagasi välja surnud.

## Üks vihje teise järel

Kas pikaajaline jaht on teda muserdanud? «Ei,» vastab Rona, näidates samal ajal looma jälgi 50 miljoni aasta vanustes settekivimites. «See on teadus. See on detektiivitöö. Tuleb kokku koguda üks vihje teise järel.»

Siiski, ütleb Rona, loodab ta kunagi lõpuks ühe looma kätte saada ka elusalt. «Peaaegu tõenäoliselt,» sõnab ta, «kui

suudame sukeldumised läbi viia.» Süvamere uurimise autoriteet Ronale ei meeldi miski rohkem, kui ise end tillukesse allveelaeva suruda ja süvikusse laskuda.

Laskumine looma elupaika, mis asub rohkem kui kolme ja poole kilomeetri sügavusel, võtab üle kahe tunni. Selles maailmas valitseva keskkonna stabiilsus – seal hulgas purustav rõhk ja jääne pimedus – tähendab, et mõned sealsed kõige tuntuamad asukad on evolutsiooniliste jäänukitena elus püsinud terve igaviku, suuresti muutumatul kujul. Näiteks meriliiliad, sulgjate jäsemetega mereloomad, pärinevad rohkem kui 400 miljoni aasta tagant.

## Süvameredetektiivid

Rona on leidnud, et *P. nodosum* elutseb piiratud alal Atlandi põhjas. Tema ainus väljapaistev osa koosneb tillukestest kuuekandiliste muustrisse koondunud aukudest, see näeb kahtlaselt sarnane välja trilma-laua südamikuga. Ta on pildistanud tuhandeid kuuskante ja leidnud, et suurimates on 200–300 auku.

Rona suutmatust elukat ennast kätte saada tähendab, et kuigi teadlased on fossiilile andnud nime, vaidlevad nad ikkagi ägedalt selle üle, millega on tegu. Põhiküsimus on, kas kuuekandilised muustrid on urud või kehaosad, tühjad eluruumid või loomajäänused.

Teised «süvameredetektiivid», kes jagavad Rona lumma *P. nodosum*'i vastu, töötavad Yale'is ja Cape Codil asuvas



Woods Hole Oceanographic Institutionis, nagu ka Prantsusmaal, Kanadas ja Suurbritannias.

«Teda tõukab tagant uudishimu,» ütleb Yale'i paleontoloog Adolf Seilacher, kes võttis Ronaga eluka asjus esimest korda ühendust kolm aastakümnet tagasi. «Tõelised teadlased, looduseuurijad, on äärmiselt uudishimulikud.»

Seilacher lisab, et *P. nodosum* on väga ebatavaline loom, eriti kuna need rohked augud tema elupaiga pinnal ühinevad allpool pinnaaluste tunnelite labürindiks.

«See pole lihtsalt järjekordne kivitis, vaid näide väga keerukast elukorraldusest,» räägib ta. «See on ehitusplaan, käitumine, mis sunnib looma seda galeerisüsteemi rajama. See on eluviis, mis on vana, väga vana.»

Seilacheri sõnul pärinevad varasemad *Paleodictyon*'i vormid keeruka elu plahvatusliku leviku ajastust kambriumis umbes 500 miljoni aasta eest. Loomad elasid algul madalais vetes ja liikusid järk-järgult

## Ta kaalus võimalust, et mustrid kujutavad endast merepõhja koloniseerima asunud tulnuka jalajälgi.

süvamere pimedusse.

Rona vaimustus süvikust kaudset teed pidi. Tema esimene armastus oli kivid ja mäed. 1957. aastal sai ta Yale'ist geoloogia magistrikraadi ning läks tööle Standard Oili, otsides Ameerika edelaosast lootustandvaid leiukohti.

Kuid 1958. aasta jõulupuhkuse ajal Manhattanil perekonda külastades kohus ta rühma okeanograafide ja nende uurimislavaga, mis oli West Side'i kai ääres. New Yorki konverentsile kogunenud teadlased rääkisid uuest laiaast maailmast.

### Ilmutis filmilindil

1970. aastate alguseks, varustatuna meregeoloogia ja -geofüüsika doktorikraadiga, asus Rona sügavikku uurima USA riikliku ookeani- ja atmosfääriadministratsiooni (NOAA) heaks. Ta kasutas bagereid, kaameraid ja merepõhja kaardistavaid kajaloode. 1976. aastal komistas ta elava fossiili otsa.

Rona ja ta kolleegid pukseerisid hiiglaslikku kaamerakelku, mille vilkvalgustid süttisid iga mõne sekundi järel, valgustades merepõhja ja jäädvustades vaated suurtele 35 mm filmirullidele. Nädalaid hiljem Florida kontorisse tagasi jõudnuna hakkas Rona värskelt ilmutatud filmi uurima.

Ta pea hakkas ringi käima.

Mis augud need on? Ja mis mustri nad moodustavad?

Esmalt arvas Rona, et filmi ilmutajad



on mänginud vembu. Siis, kui suuredusklaas näitas aukude tõelisust, muutus ta paranoiliseks ja kaalus võimalust, et mustrid kujutavad endast merepõhja koloniseerima asunud tulnuka jalajälgi. Õnneks loobus ta sellest mõttest ja asus küsitlema parimaid merebiolooge, keda leidis, esmalt Floridas, siis Washingtonis Smithsonian Institutionis. Ta põrus. Kellegi polnud aimu.

1978. aastal avaldasid Rona ja kolleeg George F. Merrill artikli, mis välistas palju variante ja nimetas salapäraseid loomi «teadmata olemusega selgrootuteks».

Varsti pärast seda tuli läbimurre. Tol ajal Saksamaal Tübingeni ülikooli geoloogia ja paleontoloogia instituudis töötanud Seilacher kirjutas Ronale, et organismil on «täiuslik identsus» fossiil *P. nodosum*'iga. Tema sõnul oli seos väljaspool igasugu

kahtlust.

Oma kirjas pakkus Seilacher, et nad võiksid looma uurimisel teha koostööd. «Mulle meeldiks selles seikluses kaasa lüüa,» kirjutas ta.

Siis ei juhtunud midagi. Atlandi leiukoht oli uuringuteks liiga kaugel, liiga kallis.

### Tormijooks kuumadele allikatele

Kõik muutus 1985. aastal. Seal lähedal avastasid Rona ja ta kolleegid kuuma-veeallikate ja kummalise elu, teiste seas miljonite garneelide külluse. Äkitselt leidsid mitme maailmanurga valitsused võidu joostes vahendeid okeanograafide saatmiseks Atlandi ookeani põhjaossa nende kihavate allikate uurimiseks.

Rona elukad asusid vaid pooleteise kilomeetri kaugusel. Kõrge prioriteediga





**JALG KIVIS:** *Paleodictyon nosodum*'it tunti senimaani vaid kümnete miljonite aastate vanuste kivististe järgi.



**PÜÜTI PILDILE:** Peter Rona uurib fotofilme, millelt ta kunagi salapärase eluka leidis ja mis suunasid ta elusa fossiili jahile.

## *P. nodosum* on ebatavaline loom, kuna rohked augud tema elupaiga pinnal ühinevad allpool pinnaaluste tunnelite labürindiks.

missioonide kukil õnnestus tal oma mudast leiukohta korduvalt külastada, sukeldudes sinna 1990., 1991., 1993., 2001. ja 2003. aastal. Viimasel korral läksid nad alla Seilacheriga koos.

Koostöö tegi neist ebatöenäolised filmitähed. 2003. aastal tõi IMAX ekraanile filmi «Süvamere vulkaanid», kus näidatakse ka nende jahti elavale fossiilile.

Rona on korduvalt püüdnud kätte saada elusat isendit. Ta on kuusnurkse paiga kohale langetanud õõnsa plasttoru ja küh-

veldanud sinna merepõhjast paksu kihi muda. Kuid selle muda lähem uurimine pole näidanud midagi tähelepanuväärset – mitte mingeid kehaosi, bioloogilisi kiude, DNAD.

2003. aasta sukeldumise ajal said Rona ja Seilacher siiski kindlaid tõendeid, mis viimaks seostasid looma *P. nodosum*'iga. Allveelaev Alveni robotkäsi suunas kuusnurkse augumustri kohale vooliku, mis eemaldas veejoa abil tasapisi mudakihte. Peen operatsioon paljastas peatselt pinnaaluste tunnelite võrgustiku, samasuguse nagu fossiilil. «Minu jaoks oli see *heureka*-moment,» meenutab Rona.

Möödunud aasta mais ilmus tööruhma uus artikkel kaks korda kuus ilmuva okeanograafiaajakirja Deep-Sea Research,

Part II võrguversioonis. Trükis ilmus artikkel septembris.

Artikkel – enam kui tosin tiheda kirja, numbrite ja fotodega täidetud lehekülge – vaatleb rohkem kui kolme aastakümne jooksul kogutud tõendeid ja järeldab, et kuusnurksed vormid «on identsed» *P. nodosum*'iga, toetades seisukohta, milleni Seilacher jõudis juba ammu.

Artikkel ei otsi konsensust küsimuses, kas augud ja tunnelivõrgustik kujutavad endast elupaika või kehaosi. Seilacher,

kes toetab urgude mõtet, näeb tunneleid omalaadse farmina, kus tundmatut liiki ussid või muud organismid kasvatavad söögiks mikroorganisme.

Rona näeb auke kehaosadena, võib-olla teatud laadi kokkusurutud käsna laadset. Bioloogiliste vihjete puudumine võib tuleneda sellest, et kiskjamikroobid söövad pärast olendite surma nende jäänused ära, räägib ta.

Põhjus, miks neil pole õnnestunud elusat isendit leida, arvab ta, võib peituda tühjade elupaikade, või kehade, suures vanuses ja hulgas. Rona sõnul tähendavad piirkonna kerged setted, et värske väljanägemisega augud võivad merepõhjas vastu pidada sadu aastaid.

Kumbki mees ei anna teisele aukude tähenduse küsimuses järele – hoolimata nende rohkem kui kolm aastakümnet kestnud koostööst.

«Lahkarvamused on teaduses vajalikud,» sõnab Seilacher. «See on hea, kuna sunnib leidma uusi argumente ja rohkem argumente.»

Rona on innustunud, leidmaks uusi tõendeid ja argumente. Ta kõneleb elevusega uutest sukeldumistest *Paleodictyon*'i tintjasse maailma nagu ka võimalusest seada merepõhja üles kaamera, mis püüaks saada pildile iidset ellujääjat, kui see kasvab ja oma tumeda keskkonnaga suhestub.

«See on erakordne aken minevikku,» ütleb ta looma kohta. «Nüüd peame lahendama mõistatuse, kes ta on. Me peame ühe isendi kätte saama.»

# Terasesest töötahtega met

**Metalliprofessorist Tallinna Tehnikaülikooli mehaanikateaduskonna dekaan professor Priit Kulu võtab metalle nii töö kui hobina. Tehnikaülikoolis on ta veetnud juba pea pool sajandit.**

TEKST: ANDERO KAHA, FOTOD: KALEV LILLEORG

**M**etallitükk professor Priit Kulu käes ei pärine sugugi kosmosest, kuigi mees seda kindlameelselt väidab. Teleauditooriumil pole aga mingit põhjust professori sõnades kahelda. Professor Kulu on oma väidetes nii veenev, et temast pisut humanitaarsuunalisematel aladel töötavad kolleegid pärivad hulk aega hiljemgi, et kust mees sellised teadmised saanud on ja kuidas ta ikka millegi nii huvitava, nii kosmilisega tegeleb. See, et Viimsisse kukuvad orbitaaljaama Mir tükid, need üles korjatakse ja professor sulanud metallimassi ka televaatajaile kommenteerib, ei ole naljaasi. Nüüd, aastaid hiljem, pärast Läti sündmusi, näeme kosmilisi petuskeeme ehk veidi kergemini läbi kui toona. Aga ajal, mil kukkus Mir, ei olnud võltsmeteoriiti veel langenud. Kes veidi targem oli, võis vaadata kalendrisse ja avastada, et esimese aprilli puhul ei tasuks sõnakestki teleris kuuldust uskuda, kel aga nii palju oidu peas polnud, usub siia maani, et osa orbitaaljaamast Mir lamab kusagil Viimsis, ühes katkise eterniitkatusega majas.

## Huumorimeelega professor

Olgu meteoriitide, naljasaadete, võltskosmosejaama kukkumise ja sellesse uskumisega kuidas on, selge on see, et huumorimeelega pole Tallinna Tehnikaülikooli mehaanikateaduskonna dekaanil professor Kulul probleeme. See ei tähenda muidugi, et vajadusel ei suudaks vabariigi aastapäeva eel presidendi poolt Eesti teadusesse antud panuse eest Valgetähe IV klassi teenetemärgiga pärjatud mees tõsine olla. Olgu käsil töö mõne teaduspublikatsiooni kallal või dekaani kabineti nurgas seisva sõna «raud» sisaldavate nimedega esemete kollektiooni korramine – käeraud omale kohale, lambaraud omale, roostes püssiraud igaks juhuks kapi taha peitu – igaks tegevuseks

### CV

#### Priit Kulu

- Sündinud 13. veebruaril 1945
- Lõpetanud Põltsamaa keskkooli
- 1968. aastal lõpetas Tallinna Polütehnilise Instituudi masinaehituse tehnoloogia erialal
- Töötanud Tallinna Tehnikaülikoolis (endises TPIs) mitmetel ametikohtadel: metallide tehnoloogia kateedris assistendi, pulbermetallurgia laboratooriumi juhataja, vanemõpetaja, dotsendi ja juhatajana ning materjalitehnika instituudi juhatajana
- Praegu mehaanikateaduskonna dekaan, professor
- Kirjutanud ca 250 teadusartiklit
- Abielus, täiskasvanud poja isa
- Hobina kogub metallidega seotud vanavara ja uurib suguvõsa ajalugu



# alliprofessor Priit Kulu



on oma aeg, koht ja meeleolu. Päris loge-  
leda professor ei oskagi.

Dekaan tõstab presidendilt saadud auraha ettevaatlikult lauale. «Ma arvan, et iga inimese jaoks on sel märgil suur tähendus,» ütleb ta. «Kui vaatame kas või, kui vähe neid sel ja eelmisel aastal välja anti – neid on alla saja. Ja märgi saajate seas on riigiametnikke, teadlasi, kunstnikke, sõjaväelasi, meditsiinitöötajaid.» Professor Kulu tõdeb, et ei osanud sellist tunnustust oodata. «Ega ma palju selliseid tunnustusi pole saanud,» räägib ta. «Paar aastat tagasi sain ma Tehnikaülikooli aasta teadlase tiitli, olin Aasta teadlane 2008.»

## Teadust tuleb tunnustada

Seda, et teadus on niivõrd spetsiifiline tegevusvaldkond, et selle tegijaile ei lähe ühiskonna üldisem tunnustus korda, Kulu ei arva. Üks asi on kirjutada teadusartikleid ning raamatuid – seda tehakse vaatamata sellele, millisel moel ühiskond teadlasi tunnustab – professor Kulu ei jõua artikleid enam kokkugi lugeda, kuid oletab, et neid võib tal olla ilmunud vee-

**Professor Kulu ei jõua oma rohkem kui veerand tuhandet teadusartiklit enam kokkugi lugeda.**

rand tuhande ümber –, teine asi on aga konkreetne tunnustus auhinna näol.

Auhinnad auhindadeks. Ometi leiab professor Kulu, et tegelikkuses Eestis teadust piisavalt kõrgelt ei hinnata. Eriti kui ette võtta üks lihtsamini jälgitavaid indikaatoreid – palk. Näiteks oma ala spetsialist, teadur, teenib Eesti keskmist palka ja enamasti juba aastakümneid teadusega tegelenud vanemteadur pisut rohkem. «Viimasel kahel aastal on rahakotiraudu koomale tõmmatud,» räägib Kulu. «Õnneks palga kallale ei ole mindud.» Samas tõdeb ta, et nii nagu mujal, kehtib ka teaduses printsiip, et paremini on makstud see, kes on parem tegija. Raha ei pea teadlasteni jõudma ju vaid riigieelarve kaudu, seda on võimalik hankida ka erinevates koostööprojektides osaledes. Samas, aeganduvad teadusartiklid honorari enamasti ei too, mahukate raamatutegi eest makstakse autoreile ehk kümnendik kuu-palka.

Priit Kulu on Tehnikaülikoolis töötanud juba 42 aastat. Üht-teist on tehtud suurest patriotismist. Patriotismist oma töö, oma eriala ja ülikooli vastu. «Ma ei ole siit selle aja jooksul ära läinud,» ütleb ta. «Ära olen küll käinud, aga läinud ma ei ole.» Kui võtta juurde õppimise aeg, on äsja 65aastaseks saanud professor TPIga (nostalgiliselt kutsub Kulu oma kooli ikka veel vana, praegusest suupärasema lühendiga; ta ei pahanda ka väljendi «Rauakool» üle – on ju tema mees, kel ilmselt rauakooli suurim raudasjade kollektsioon) seotud olnud 47 aastat. Ta on läbi käinud kõik etapid, alustades 34 rubla 50 kopikat stippi saavast, õhtul õppivast ning päeval ekskavaatoritehases keevitamas käivast tudengist ning lõpetades professori- ja dekaanipõlvtega. Mõnikord viskavat dekaan rektoriga nalja – et on juba 42 aastat «tipis» töötanud ja vaevalt, et ta veel 42 aastat seal veedab. «Mõnda aega veel ikka,» lubab Kulu. Samas on ta enda sõnul hakanud hoolitsema ka selle eest, et oleks väärilist järeelkasvu.

### Metallid tööks ja hobiks

Teaduse juurde jõudis Kulu tänu oma rühmajuhendajale-õppejõule. Aastanumber algas siis ühe, üheksa ja kuuega. Pea poole sajandi jooksul on praegune professor läbi käinud kõikvõimalikud erinevad astmed: olnud assistent, juhtinud laboratooriumi, töötanud lektorina, olnud instituudi eesotsas jne. Praegu on mehe põhiametiks metalliõpetuse professor, dekaanitöö on n-ö lisaametiks. Muide, kirjutusmasin Imperial, millega praegune dekaan oma doktoritöö trükkis, seisab siiani tema rariteetse sõjaeelse mööbliga varustatud ja niiviisi igati koduseks muudetud kabinetis, kirjutusmasinate kollektsiooni servas, aukohal.

Algselt ei olnudki praegu metalli nii töö kui hobina võtval Kulul huvi niivõrd metallide kui tehnika vastu. Sünnikohas Põltsamaal veedetud aja jooksul tegeles Kulu kõige vähegi tehnilisega, alates sääreväristajatest ja lõpetades puutööga. Sügavam metallihuvi saabus 1968. aastal, mil mees läks «tippi» tööle.

Professor leiab, et mis siis, et meedias

**METALNE ELU-LUGU:** Metalliplaadil on väärilise koha saanud etapid Kulu eluloos.



on viimasel ajal kõneaineks pigem räniga seonduv ja metallid on popid vaid siis, kui neist rääkides mainitakse ka nanotehnoloogiat, tegelikkuses kasutatakse kas või terast ülimalt kõrgtehnoloogilistel viisidel. Ja uurida-arendada on siin oi-kui-palju. Kui viskame pilgu näiteks mõnele väga moodsale luksusautole, ütleme 7 seeria BMW-le või Audile, on seal professori sõnul kasutatud alumiiniumiga täidetud vahtu, mis kerele jäikuse annab, plekk-konstruktsioo-

nid on aga valmistatud kõrgtugevast terasest. Kõige selle taga on innovatsioon. Ka areng tööriistaterases on puhtalt uurimistöö tulemus.

### Kolm raudkindlat põhimõtet

Mingi siidikäpp professor ei ole – kui võimalust on, teeb ta ka ise käed õliseks metalliseks. Oma keevitaja kvalifikatsiooni pole Kulu tänaseni kaotanud ja toob seda näitena üliõpilastelegi – see, kui käe külge paned, aitab ka metallidega seotud teadust paremini mõista. Majagi ehitas teadlane endale oma kätega – Vene ajal teisiti ei saanud. Nüüd sooviks professor aga vabadel hetkedel proovida sepatööd, kui vaid selleks vajalikud vahendid niisama lihtsalt võtta oleksid.

Oma elus järgib Kulu kindlaid põhimõtteid. Esiteks: «Vaenlasi tuleb ühekaupa võtta.» Seda rõhutab professor ka oma doktorantidele – kõike ei tohi teha korraga. Korraga tuleb valida üks konk-





**AJALOOLINE:** Just selle parmpoolse, Imperiali trükimasinaga trükkis professor Kulu oma doktori-töö. Tänapäeva arvutitega harjunud inimesed ei saa arugi, mida tähendab isegi väikeste paranduste tegemiseks lehekülgede kaupa teksti ümber trükkida.

## «Vanasti oli õppimine hoopis tõsisem töö. Meil oli tudengiajal kaks malakat: üks oli stipp ja teine Vene kroonu.»

reetne ülesanne, mis lõpule viia. Teiseks, vastupidiselt tudengite ühele põhimõttele, mille kohaselt hakatakse alati õppima «homme»: «Iga asi omal ajal või natukene varem.» Kui professoril on tarvis ettekanne ette valmistada või artikkel kirjutada, üritab ta seda teha pisut varem, kui ette nähtud. Viimasele hetkele jäävast ei tule just sageli head nahka. Kolmandaks: «Üh-tegi tööd ei tohi liiaga võtta.» Näiteks kui professor Kulu on puhkepäeval enne abi-kaasat üles tõusnud ja mõne tunni laua taga kirjatöö kallal veetnud, läheb ta välja jalutama, lükkab lund või nokitseb midagi garaažis, sest tunneb, et ei või enam

kauem aega laua taga veeta.

Töötagu palju tahes, ometi ei saa Kulu öelda, et tal mõnel hetkel tegevused otsa saaks. Näiteks vabariigi aastapäeva järgsel hommikul on ta otsustanud pisut hiljem kui tavaliselt tööle tulla. See aga ei õnnestu mitte kuidagi. Tööle saabumise aeg – tavalisest vaid kaksikümmend minutit hiljem. Harjumus juba kella kaheksaks – poole üheksaks tööle ilmuda pärineb nii kaugest ajast kui 1970ndatest, mil mees töötas laboratooriumi juhatajana. Sel õhtul kestavad loengud koguni kella üheksani, ajani mil mitte-õppejõud ja mitte-üliõpilased juba päevauudiseid



**RAUD:** Kabineti nurgas seisab Priit Kulu raudasjade kollektsioon: auguraud, käer-  
raud, hobuse- ja tallaraud jne.

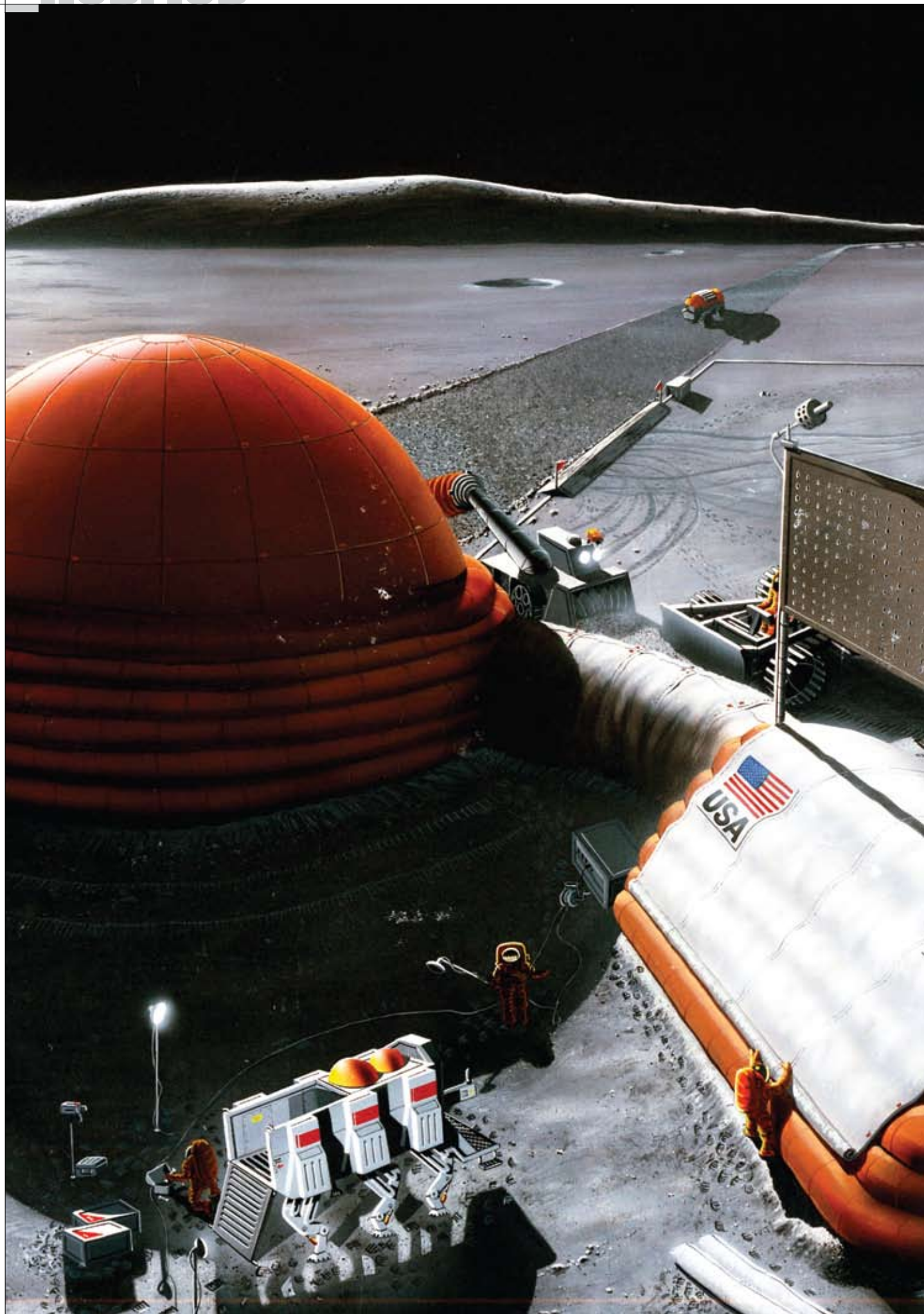
vaatama kogunevad. Tudengite ja nende õpetamise kohta viskab professor endale omase vimka: räägib, et suvel on ülikoolis mõnusalt rahulik, sest tudengeid ei ole – ja küll võiks elu rahulik olla, kui neid va tudengeid ka muul ajal poleks. Eks nii pikalt kestvad loengud kaheksatunnise töö-päeva järel ole õppejõu jaoks natuke liig, ütleb ta. Kui vahepeal üritas professor endale nädalas ühe päeva koduse kirjatöö jaoks jätta, siis nüüd dekaaniametis see niisama lihtsalt ei õnnestu.

### Vanasti oli õppimine tõsisem töö

Tänased õppurid erinevad professor Kulu sõnul neist, kes sel ajal, kui tema ülikoolis käis, pea 50 aastat tagasi, oluliselt. «Sel ajal oli õppimine tõsisem töö,» räägib ta. «Meil oli kaks malakat: üks oli stipp ja teine Vene kroonu. Nii kui õppesiooni-l kaks põrumist ette tuli, oli järgmine samm see, et nädala pärast saabus kroonukutse ja tuli kroonusse minek.» Nüüd aga ei oska mõni Tehnikaülikooli tulija professori sõnul isegi kolmnurga kõrgust arvutada, mis siis et matemaatika eksam sisseastujailt nõutud.

Kulu peab õigeks seda, mida ka president korduvalt rõhutanud – tehnikaharidust tuleb arendada, sest seda on praegu liialt vähe. Kui tahame, et majandus edasi areneks, vajame tehnikaharidust, väärt tootearendajaid ja insenere. Praegu lähed need, kes saaksid riigi raha eest tehnikaalasiid õppida, pigem oma raha eest majandust tudeerima.

Praegustele ja tulevastele tudengitele soovib dekaan Kulu eelkõige töötahet ja süstemaatilisust. Kui kõvasti tööd teha, võib ehk mõni tulevastestki tudengitest telesaates eksperdina Tallinna serva lan-genud ja ära sulanud «kosmoseaparaadi» kohta bluffida.





# Arhitektuur kosmoses

Kujutage ette, et teil tuleb ehitada elamu olukorras, kus puudub gravitatsioon, atmosfäär, ruumiline orientatsioon, loomulik valgus, heli ja tavapärase ümbritsev keskkond. Samas ohustavad teid kosmiline kiirgus, kosmoseprügi, meteoriidid jms. Selle kõigega seisab silmitsi kosmosearhitektuur.

TEKST: ERIK LEVOLL, FOTOD: NASA

**K**osmosearhitektuuri mõiste sai sisu umbes kümme aastat tagasi, kui NASA kaasas uue kosmosemooduli väljatöötamiseks arhitekti Constance Adamsi, kes seni oli projekteerinud mitu büroohoonet Berliinis ja Tokios. Koostöö tulemusena sündis originaalse lahendusega täispuhutav moodul TransHab, millest tuleb allpool juttu. Adamsi sõnul on tegelikult kogu arhitektuur kosmosearhitektuur ning maapealne ehituskunst lihtsalt üks osa sellest.

Kosmoseehitisele kehtivad maapealsete hoonetega võrreldes hoopis teised nõuded. Ehitise konstruktsioon peab taluma kiiruse äkilisi muutusi, põkkumisi ja kokkupõrkeid, summutama vibratsioone, tulema toime äärmuslike temperatuuridega.

Kasutatavad materjalid peavad kaitsma inimesi ning varustust kiirguse, kosmoseprügi ning muude keskkonnast tulenevate ohtude eest. Kõik inimasustusega struktuurid peavad olema võimelised ilma leketeta taluma sisesurveid rõhul 0,6–1 atm.

Suurimad ohuallikad on kosmiline kiirgus, mis on väga väikese väljatihedusega, kuid kõrge energiaga prootonite voog, ja võimsad päikeseloited, mis võivad tõsta kiirguse intensiivsuse surmava tasemeni. Kiirgusega arvestamine on tähtis faktor, mis mõjutab tugevalt missioonide kestvust ning kosmosealuse süsteemide eluiga.

Väga tõsist ohtu kujutavad endast asteroidid ja meteoriidid. Üha suuremaks probleemiks on saamas antropogeense päritoluga jäätmed ehk kosmoseprügi.

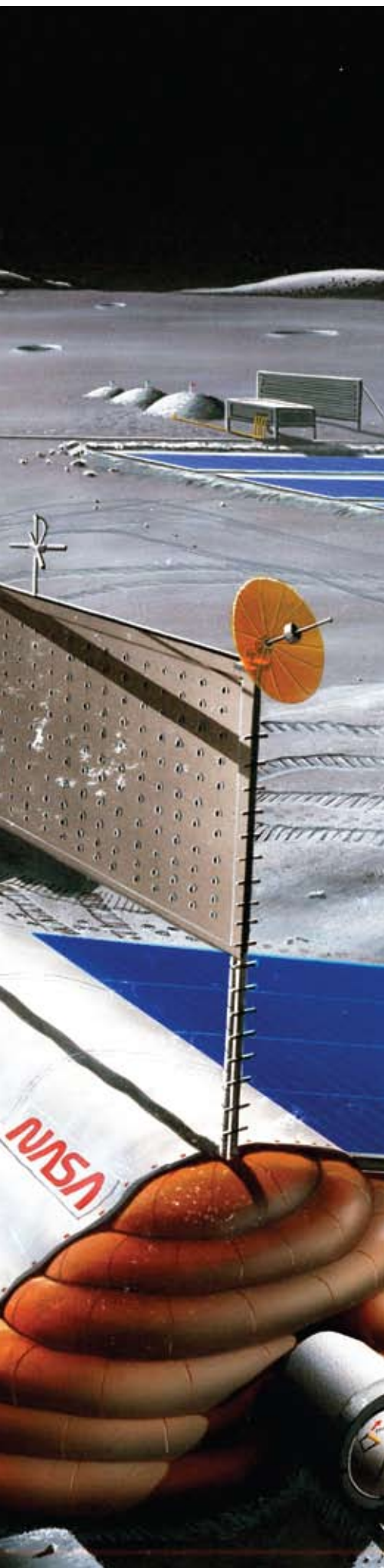
Taaliste ohtude eest saab kaitsta mitmel viisil. Näiteks rahvusvahelise kosmosejaama (ISS) USA mooduleid katab 1,3 mm paksune alumiiniumkilp, mis on paigutatud aluse kestast 10 cm väljapoole. Vene mooduli kilp koosneb kahest teineteisest eemal asuvast alumiiniumkärjest. Pealmine kärj on kaetud vaakum-termoisolatsiooni võrega, millele on kinnitatud keraamilised plaadid. Lisaks on kärgede pinnad kaetud süsinikplastist kaitsekihtidega.

Maa-lähedasel orbiidil moodustab suurema osa sealsest hõredast atmosfäärist atomaarne hapnik, mis mõjub lenuaparaadi pindmistele materjalidele erodeerivalt. Hõõrdejõud põhjustab orbiidi pidevat langemist.

## Eeskujuks said iglud

Sageli on kosmosearhitektuuri eeskujudeks mitmesugused maapealsed ekstreemsetes tingimustes püstitatavad ehitised. Näiteks eskimote iglud. Nende konstruktsioonipõhimõte on leidnud kasutamist Kuule ja Marsile rajatavate baaside projektides, kus mitu omavahel käikudega ühendatud iglu-tüüpi hoonet moodustavad ühtse kompleksi. Pealt kaetakse hooned pinnasega, mille ülesanne on kaitsta baasi kosmilise kiirguse ja meteoriidide eest.

Kosmosearhitektuur on toonud arhitektuuriterminoloogiasse uusi mõisteid. Näiteks võiks tuua kinemaatilise arhitektuuri printsiibi. Maa peal ei tuleks kõne alla mingil hetkel mõnel ehitisel omavahel vasaku ja parema tiiva ära vahetamine, ajutiselt lisakorpusse lisamine vms. Kosmoses on moodulid ühendatavad Lego-klotside põhimõttel, nende asukohtade vahetamine või uute moodulite liitmi-





ne on täiesti mõistuspärane tegevus.

Kosmosemoodulid võivad olla mitmesuguse lahendusega: konventsionaalsed, teleskoop- ja täispuhutavad moodulid või hübriidkompleksid.

Konventsionaalne ehk normaal moodul on standardne lähenemine, mida iseloomustab lihtsus. Funktsionaalsed süsteimid ja varustus on integreeritud mooduli valmistamise käigus. Primaarstruktuur peab tagama mooduli vastupidavuse. Kesta paneelide jäikuse ning kandejõu suurendamiseks kasutatakse pikivardaid, mõlemad kinnitatakse rõngasraamistiku abil. Erinevate avaste (akende, luukide, pökkumis-ava) raamid tagavad vajaliku tugevuse.

Kuigi konventsionaalne moodul leiab laialdast rakendamist, on tal teiste moodulitüüpidega võrreldes mitmeid puudusi. Põhiprobleem on see, et ruumala saab suurendada vaid teiste moodulite lisami-

## Arhitekti üks olulisemaid ülesandeid on tagada inimesele võimalikult head elutingimused.

sega, mis paratamatult toob kaasa suuri kulutusi.

Teleskoop-tüüpi moodulid võimaldavad teatud ulatuses reguleerida mooduli mahtu. Konstruktsioonilt on tegemist kahe jäiga toruga, millest üks liigub teise sees. Stardi ajal on üks sektsioon kokkulihtatud olekus, mis võimaldab olulisel määral ruumi kokku hoida.

Erinevalt täispuhutavatest moodulitest saab teleskoopmooduli ruumala suurenda vaid ühes suunas.

Mõningaid täispuhutavaid struktuure on kosmoses katsetatud, mitmed on projekteerimise ja testimise erinevates staadiumites. Täispuhutavate moodulite oodatav eelis on oluliselt odavamad transpordikulud. Mooduli ülesviimine pakitult kujul annaks saadetise ruumala osas suure kokkuhoiu.

### Konverentsiruumist vaade Maale

Täispuhutaval moodulil on nn surveseinad, mis koosnevad erinevatest kihtidest ja millest igäihel on kindel otstarve. Näiteks Constance Adamsi TransHabi sein koosneb 24 kihist, mis jagunevad nelja suuremasse rühma.

Sisemise kihi sein on kaetud tulekindla materjaliga Nomex, millel on ka kulumiskindlad omadused. Sellest väljapoole jääb täispuhutav struktuur, milles on õhk rõhu all.

Keskmine kiht tagab mooduli kuju ja struktuurse tugevuse. Põhikomponent on kevlarist punutud sõrestik.

Välimine kiht kaitseb moodulit kosmi-



lise prügi eest. Penoplastiga kaetud kaitsekiht on valmistatud keraamilisest kangast Nextelist, mida mu hulgas kasutatakse ka autode kapoti all dielektrikuna.

Kõige välimine kiht on kaetud termilise kaitsekihiga.

TransHab on projekti kohaselt kolmekorruseline. Esimesel korrusel asub konverentsisaal, mille illuminaatorist on astronautide moraalseks turgutamiseks alati paistmas Maa. Teisel korrusel on magamistoad ja kabinetid kuuele meeskonnaliikmele. Kolmandal asuvad spordisaal, arstipunkt ja vannitoad.

Esialgu oli TransHab kavandatud Marsi missiooniks, hiljem otsustati seda projekti rakendada rahvusvahelises kosmosejaamas. Mitmete probleemide, seal hulgas rahanappuse tõttu pole projekti siiani ellu viidud.

Täispuhutavast moodulist rääkides

on paslik meenutada, et sarnase konstruktsiooni esimesed ideed pärinevad 1960ndatest aastatest, kui Nõukogude Liit ja USA heitlesid Kuule jõudmise nimel. Vene teadlaste projekteeritud Kuu-jaama seinad olid samuti kavandatud oleks täidetud vahtpolüesteroolitaolise ainega.

Viimase moodulitüübi ehk hübriidkomplekside puhul on integreeritud mitmed erineva konstruktsiooniga moodulid.

Arhitekti üks olulisemaid ülesandeid nii kosmoses kui ka maa peal on tagada inimesele võimalikult head elutingimused. Eelpool oli juttu mitmetest ohtudest, millega peab avakosmoses arvestama. Omaette probleem on gravitatsiooni puudumine.

Kaaluta olekuga on seotud mitmed tervist ning üldist sooritusvõimet mõju-





#### KOSMOSEMAJA

### Rahvusvaheline kosmosejaam (ISS)

ISSi projekt sai alguse 1994. aastal ning esimene jaama moodul Zarja viidi orbiidile aastal 1998. Sellest ajast alates on kosmosejaamale liidetud USA süstikute ning Vene raketite Proton ja Sojuz abil erinevaid mooduleid. Eelmise aasta juuli seisuga koosneb jaam kümnest survestatud moodulist ja integreeritud tugisõrestikstruktuurist. Voolu saadakse kuueteistkümneme suure ja nelja väiksema päikesepaneeli abil. Kompleksi hoitakse orbiidil, mis on Maast 278 kuni 460 km kõrgusel.

## Üks pööre minutis on hästi talutav, viie pöördega harjuvad vähesed ning kümme ja enam on organismile talumatu koormus.

tavad tegurid. Nendeks on näiteks luude hõrenemine, lihaste atrofeerumine, mõju südameveresoontele ja vereloomele ning isegi meelepetted. Lahenduseks on toroidaalne ehk sõõrikukujuline pidevalt pöörlev konstruktsioon, mille ülesanne on kunstlikult tekitada gravitatsiooni efekti.

Meie senised teadmised tehisgravitatsiooni kohta on üsnagi piiratud, kuid selge on, et põhiliseks probleemiks on Coriolise jõud, mis mõjuvad inimese tasakaaluaparaadile. Sellest tulenevalt tekivad mere-

haigust meenutavad sümptomid: peapööritus, iiveldus jne. Nende jõudude mõju sõltub inimese pea asendist ringliikumise vektori tasandi suhtes.

Funktsionaalselt on toroid tsentrifuug ning tema poolt tekitatav tehisgravitatsioon on tegelikult tsentrifugaaljõud. Aluse kere tagab kehale ringliikumiseks vajaliku tsentripetaaljõu. Ehk siis tajutav gravitatsioon on vaid alusel oleva keha reageerimine talle mõjuvale tsentripetaaljõule, vastavalt Newtoni kolmandale seadusele. Erinevalt päris gravitatsioo-



### MÖTTELEND: 1980. aastatel valmis- tas NASA mitmeid Kuu-baasi kavandeid.

nist, mis tõmbab keha keskpunkti poole, on meil tegemist «pöörgravitatsiooni-  
ga», mis tõukab keha pöörlemiseljest eemale. Tehisgravitatsiooni tugevus sõltub keha kaugusest pöörlemise keskpunktist.

Inimesele mõjuvad Coriolise jõud seavad pöörlemiskiirusele teatud piirangud. Üks pööre minutis on hästi talutav, kolme pöördega võib enamik kohaneda, viie pöördega harjuvad vähesed ning kümme ja enam pööret minutis on organismile talumatu koormus.

### Pöörlemine tekitab raskusjõu

Ainus viis vajaliku tehisgravitatsiooni saavutamiseks pöörlemiskiirust kasvatamata on viia keha pöörlemisestriit kaugemale. Et hoida Coriolise jõude mõju talutaval tasemel, ei tohiks pöörlemiskiirus ületada kahte pööret minutis. Et tekitada sellise kiiruse juures tehnilist gravitatsioonijõudu 1g, peaks pöörlemisraadius olema 224 m. 1975. aastal töötati Stanfordi ülikooli juures välja 900meetrisse raadiussega toroidi mudel, mis võimaldaks püsitu kosmoses kuni 140 000 elanikule. Et tagada tehisgravitatsioon vahemikus 0,9 kuni 1g, teeb struktuur minuti jooksul ühe pöörde.

Valgustuseks oli loodud keeruline peeglite süsteem, mis kasutab valgusallikana Päikest. Sisemus on piisavalt suur loodusliku keskkonna loomiseks.

Praegu on kosmosearhitektide üks põhilisi töövaldkondi Marsi ja Kuu kosmosebaaside kavandamine ja projekteerimine.

Ameerikas ühendab kosmosearhitektuuri temaatikaga tegelevaid uurimiskeskusi ja arhitektuuribüroosid American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA) juures tegutsev Space Architecture Technical Committee (SATC). Meile lähim ja tuuntuim kosmosearhitektuuri uurimisrühm on Barbara Imhofi juhitud Liquefier Systems Group Austrias.

*Artikkel tugineb paljuski Houstoni ülikooli Sasakawa rahvusvahelise kosmosearhitektuuri keskuse (SICSA) loengumaterjalidele ja valmis Tartu Ülikooli kosmosetehnoloogia kursuse raames.*

Uues rubriigis anname nõu, kuidas säästlikumalt elada. Säästmise all peame silmas nii keskkonna, raha kui iseenda tervise säästmist. Toome sadade soovitude hulgast välja just meie ühiskonda ning kliimasse sobivad ning lükkame ümber ka levinud «rohelist» väärusaamad.

## Poodlemine

Poes käimine on küll vähenenud, aga ära ei kao see kunagi. Nüüd, mil maksuamet paljudele meist tulumaksutagastuse näol kevadise rahasüsti on teinud, tasub keskkonna säästmisele mõelda ka kaupluses käies.

### OSTA VÄHEM

See võib kõlada totra nõuandena, aga on tegelikult väga tõhus. Näiteks ära mine toidupoodi tühja kõhuga – uuringud näitavad, et siis väheneb ostukogus tunduvalt. Liigse õhinaga ostetud toidust läheks osa nagunii rikkema ja tuleks ära visata.

Impulssoste tehes mõtle hoolikalt järele, kas sul ikka on seda asja vaja. Kui poodlemisest saadav nauding on su elu lahutamatuks osaks, kaalu selle osalist asendamist näiteks teatripiletite, keha- ja hoolduse või muude teenustega.

Uut eset ostes mõtle ka selle vastupidavusele. Esmapilgul kallim toode võib odavpoe analoogist kordi kauem vastu pidada ja kokkuvõttes säästa nii raha kui ka keskkonda. Tööstuskaupade puhul räägitakse ka koguenergiast ehk energia hulgast, mis kulub ühe toote elutsükli jooksul: tootmiseks, transpordiks, kasutamiseks ja utiliseerimiseks.

### EELISTA KOHALIKKU

Ameeriklased on välja arvutanud, et neil ründab iga toiduaine enne söögilauale jõudmist maha üle 2000 kilomeetri. Mida kaugemalt toit kauplusesse veetakse, seda rohkem kulub transpordile energiat (kasutusel on lausa eraldi mõiste – toidukilomeetrid). Sestap tasuks valiku tegemisel eelistada võimalikult kodulähedasi tooteid: Eesti õun on parem kui Poola oma ja Poola õun omakorda väiksema keskkonnamõjuga kui Argentina ubinad.

Värske köögivilja puhul pole seis muidugi nii ilmnemine, sest talvise Eestis kulub tomati kasvatamiseks kindlasti rohkem kunstsoojust ja -valgust kui soojema kliimaga riikides. Mõnel juhul võib erinevus olla nii suur, et transporditud toit on keskkonnasõbralikum kui kohalik.

Toidukilomeetrite kriitikud on tähelepanu juhtinud ka sellele, et riikidevaheline transport toimub enamasti võimalikult ökonoomselt, st uute ja tihedasti kaupa täis autodega, samas kui talumees

võib ühtainsat kartulikotti turule vedada tossava uunikumiga.

### PAKENDAMINE

Liigne pakendamine raiskab nii loodusressursse kui ka raha. Eelista alati tooteid, kus pakendi osakaal on võimalikult väike. Näiteks kile- või paberikotti pakitud kuivained on etemad kui kilekotti ja pappkarpi pakitud tooted.

Võimalusel väldi ühekordeid tooteid ja pakendeid. Kuigi kaupluste kulinarialetis reeglina kodust kaasa toodud pakendeid hügieenikaalutlustel kasutada ei tohi, ei keela keegi puuviljaletis oma kilekotiga askeldada või ostetud apelsine lahtiselt ostukorvi panna.

Euroliidus moodustavad pakendid 15 protsenti kogu prügi kaalust ja kuni 30 protsenti ruumalast.

### MILLIST KOTTI VALIDA?

Kõige keskkonnasõbralikum on poes käia korduvkasutatava kotiga, olgu see siis mis materjalist tahes. Üks selline võiks autos või käekotis kogu aeg varuks olla, siis ei jää hätta ka planeerimata poeskäikudega. Riidekott tasub end ka rahalises mõttes kiiresti ära, seda saab parandada ja isegi minema visates on see biolagunev. Hea variant on ka kasutatud reklaamsiltidest või pakenditest tehtud kotid, mida mõnes kaupluses müüakse.

Kilekottide puhul eelista biolagunevaid, kuid siingi on omad konksud. Vaid vähesed biolagunevad kilekotid on tehtud kompostitavast materjalist ning isegi sel juhul tekib küsimus toiduainete kasutamise eetilisusest. Naftatootmise jääkidest tehtud biolagunevad kotid võivad küll abianete toime tavalisest kilekotist kiiremini laguneda, aga tulemuseks on ikkagi väikesed plastitükid. Teoreetiliselt saab kilekotte ka ümber töödelda, aga see on energiamahukas ja halvendab nende kvaliteeti. Hinnanguliselt jõuab maailmas igal aastal käbele läinud vähemalt



500 miljardist kilekotist taaskasutusse vaid 3 protsenti.

Kindlasti võiks ka usina kassiiri korrale kutsuda, kui ta iga ostetud toodet eraldi väiksesse kilekotti pakkima kipub.

Rohkem lugemist selle teema kohta leiad aadressilt [www.killerkott.org](http://www.killerkott.org).

### OSTA KORRAGA SUUREM KOGUS

Kui rahakott vähegi lubab, osta mitteriknevat kaupa võimalikult suures pakendis, olgu selleks siis kodukeemia, kuivained või salvrätid. Suuremat kogust korraga ostes võidavad enamasti hinnas, samuti pead harvemini poes käima.

### OTSI ÖKOMÄRGISEID

Mahepõllumajanduse ning ökomärgised garanteerivad, et toode on kasvanud või valminud loodusõbralikult. Märgi andmise otsustab spetsiaalne komisjon,



PANTHERMEDIA/SCANPIX

### EKSIARVAMUS

#### Paberkott ei ole keskkonnasõbralik

Kui on vaja ühekordne kott osta, siis tea, et paberkott pole sugugi parem lahendus kui kilekott – kuigi see laguneb looduses paremini, kulub selle valmistamiseks ja transpordiks rohkem energiat.

Samuti ei valmistata paberkotte sugugi vaid vanapaberist, nagu sageli arvatakse, ligi pool toorainest on siiski tselluloos, seega tähendavad paberkotid ka maha raiutud puid.

Arvutused näitavad, et kui kasutada mõlemat vaid ühe korra, on paberkoti kogu keskkonnamõju hoopis 1,3 korda suurem kui kilekotil.



POSTIMEES/SCANPIX

mis kontrollib, et tootja nõuetest kinni peaks. Sellised tooted on enamasti küll kallimad, aga aitavad lisaks keskkonnale säästa ka tervist ning mahetoit maitseb paljude meelest paremini. Säärsed tooted on enamasti ka keskkonnasõbralikult pakendatud ning tekitavad seega vähem jäätmeid.

#### NETIPOED - HEAD VÕI HALVAD?

Internetist ostmisel on keskkonna mõttes mitmeid eelseid. Saad valida võimalikult kodulähedase tootja, kaupu ei pea mitu korda transportima, neid ei pea poeriiuli jaoks atraktiivselt pakendama ja ära jääb ka kaupluseruumide ehitus, valgustus ja kütmine.

Teisalt võib netipoest ostmine siiski olla oluliselt suurema keskkonnamõjuga kui esmapilgul arvaks, seda eriti välismaalt ostes. Esiteks ei tea sa kunagi täpselt,

kust sinu soovitud toode teele pannakse, teiseks vajab see ikkagi mingit pakendit ning kolmandaks võib kaupade ükshaaval transportimine olla märksa kütusekulukam, eriti kui kasutada lennuposti.

#### TÖÖSTUSKAUBAD OSTA LABIMOELDULT

Suuremaid oste planeeri aegsasti ning vii end valdkonnaga kurssi, siis jäävad ära tühjad poeskäigud. Samuti mõtle hoolikalt läbi, kas sul ikka on tingimata vaja uhiuut eset. Äkki on võimalik vana remontida? Ehk on mõnel sõbral midagi üle? Võib-olla müüakse soov.ee, kuldne-bors.ee või osta.ee lehel just seda, mida sul tarvis? Tallinnas (Paide tn 7) ja Tartus (Jaamamõisa 30) asuvatest uuskasutuskeskustest võib samuti mõne sobiliku eseme leida.

Mõlemas linnas tegutsevad ka postiloendid, mille kaudu saab endale ebavaja-

likke asju ära anda või millegi huvipakkuva järele küsida: vaata [groups.yahoo.com/group/freecycle tallinn/](http://groups.yahoo.com/group/freecycle tallinn/) ja [groups.yahoo.com/group/tartufreecycle/](http://groups.yahoo.com/group/tartufreecycle/). Nende listide kaudu on omanikku vahetanud väga erinevad esemed arvutiklaviatuuridest potililledeni välja.

#### SÕIT POODI

Kui otsustad kodupoe asemel kaugemale ostukeskusesse sõita, sest postkastist leitud reklaamleht lubas seal kümme krooni madalama kilohinnaga kanafleed, mõtle järele, kas aja- ja bensiinikulu ikka kaalub loodetud kokkuhoiu üles.

Võimalusel ühenda poes käik muude liikumistega ehk käi poes siis, kui see nagoonii teele jääb, mitte ära võta ette eraldi sõitu. Kui päevakava lubab, väldi tiptunde, see aitab samuti kokku hoida nii aega kui ka ummikust seistes kuluvat autokütust.



# Inimaju teadlaste lõikelaual

TEKST: BENEDICT CAREY

**LIISTAK:** Jacopo Annese uurib viilu, mis pärineb kuulsast patsiendist Henry Molaisonist.  
UNIVERSITY OF CALIFORNIA SAN DIEGO

**Ü**hel hallil kolmapäeva pärastlõunal mullu detsembris kobardusid teadlased millegi ümber, mis näis olevat seitsmeliitrine tops külmutatud jogurtit, selle lahtise kaane kohal keerutamas kui-va jää aurud. Kui liikuvale alusele kinnitatakse ristkülikukujuline karp sellega samale tasandile paigaldatud teraslehe poole nihkus, hoidis kogu rühm hinge kinni. Tera kooris pealt pealmise kihi, rullides selle aeglubis üles nagu viilu valkjat Prosciutto sinki.

«Peaaegu kohal,» ütles keegi.

Koorus üks kiht, siis teine, ja veel üks. Ja seal see oli: esmalt roosa täpik, siis laik, siis kasvades iga viiluga nagu roosa veini plekk heledal vaibal – inimese aju. Mitte mingi tavaline aju, vaid varem kuulunud Henry Molaisonile, maailmas tuntud H. M.-ina, mäluhäirega mehele, kes osales sadades mälu-uuringutes ja suri 2008. aastal 82aastasena. (Molaison nõustus juba aastate eest, pärast nõupidamist ühe sugulasega, annetama oma aju teadusele.)

**«Elevusega on inimesed unustanud, kui oluline on endiselt ajukoe anatoomiline uurimine.»**

«Võib aru saada, miks kõik nii närvis on,» ütleb Jacopo Annese, San Diegos asuva California ülikooli (UCSD) radioloogina lektor, eemaldades kunstnikupintsli ühe viilu ja pannes selle soolalahust sisaldavale sildiga tähistatud alusele. «Mul on tunne, nagu vaataks kogu maailm üle mu õla.»

Nii oligi: tuhanded logisid sisse, et vaadata protseduuri veebiülekanne. Lahkamine märkis ühelt poolt H. M.-i tähelepanuväärse elu, teisalt selle hetke nimel tehtud aastapikkuse ettevalmistustöö kulminatsiooni. Tööd koordineeris Suzanne Corkin, Massachusettsi tehnoloogiainstituudi mälu-uurija, kes töötas Molaisoniga tema elu viimasel viiel aastakümnel.

Kuid see oli ka millegi palju suurema algus, loodavad Annese ja paljud teised teadlased. «Ajukuvamise tulek avas nii palju,» räägib Sandra Witelson, Kanadas asuva McMasteri ülikooli ajuteadlane, kes haldab pankas 125 ajuga, teiste seas Albert Einsteini omaga. «Kuid ma usun, et elevusega on inimesed unustanud, kui oluline on endiselt ajukoe anatoomiline uurimine ja see on just seda tüüpi projekt, mis võib huvi selle valdkonna vastu uuesti äratada.»

California ülikooli projekt nimega Aju-observatoorium (Brain Observatory), loodud annetatud ajude kogumiseks, püüab



luua silda mineviku ja tuleviku vahel. Aju lahkamine on sajandeid vana oskustöö ja aidanud teadlastel mõista, kus paiknevad funktsioonid, nagu keeletöötus ja nägemine, võrrelda aju hall- ja valgeainet ning rakukontsentratsiooni eri kogukondade vahel, mõista tõbede, nagu Alzheimeri ja insuldi tekitatud kahjustusi.

Siiski pole ühtset standardit, kuidas aju lahti lõigata. Mõned teadlased alustavad viilutamist tipust allapoole, paralleelselt läbi nina ja silmade jooksva tasandiga. Teised lõikavad organi mitmeks tükiks ja asuvad siis neid huvitava piirkonna juurde. Ükski meetod pole täiuslik ja mis tahes lõikumine võib teha keeruliseks, kui mitte võimatuks, nende ühenduste rekonstrueerimise, mis seovad eri ajuosade rakke ja miskil moel loovad mõtleva, tunnetava vaimu.

Võimalikult täieliku pildi saamiseks lõikab Annese ajust väga õhukesti viile – 70 mikronit paksud, paberõhukesed – umbes paralleelselt lauba tasandiga, liukudes eespoolt tahapoole. Ehk tuntuim sellise kogu aju lahkamise pioneere on dr Paul Ivan Jakoblev, kes rajas praegu Washingtonis asuva sadadest ajudest pärit lõikude kollektsiooni.

Kuid Annesel on midagi, mida Jakoblevil polnud: arenenud arvutitehnoloogia, mis jälgib iga viilu ja reprodutseerib selle digitaalselt. Ajust saab umbes 2500 viilu ja neist igaühel saadava info hulk, kui lisatud on mikroskoopilised detailid, täidab terabaidi jagu arvuti mälu mahtu. UCSD arvutid seavad praegu neid Molaisoni aju tükke kokku, loomaks, nagu Annese seda kutsus, «Google Earthi laadset otsimootorit» – esimest täielikult rekonstrueeritud, kogu aju hõlmavat atlast, mis on kättesaa-

dav igale soovijale, kes sisse logib.

«Saavutame sellise lahutusvõime, kuni rakkude tasandini, mis pole senimaani laialdaselt kättesaadav olnud,» selgitab Donna Simmons Lõuna-California ülikooli ajuehituse keskuse külalisõppejõud. Kogu aju õhuke viilutamine «annab palju paremaid võimalusi uurida rakkude seoseid, ajuühendusi endid, mille kohta on meil veel nii palju õppida».

Asjatundjad hindavad, et maailmas on umbes 50 ajupanka, paljud neist neuroloogiliste või psühhiaatriliste probleemidega patsientidel pärit organitega, ning mõned on varustatud haigusteta inimeste annetatud ajudega. «Ideaaljuhul peaks

miseks, tegi laboratoorium metallrangid, hoidmaks heljuvat aju täpselt õigel temperatuuril. Paar kraadi liiga külm ja tera hakkaks puhtalt lõikamise asemel loksuma; liiga soe ja tera võib libiseda koesse. Malmberg hoidis temperatuuri ühtlasena, pumbates pidevalt läbi rakmete –40 °C etanooli.

Pärast lõikumist ja hoiustamist, mis keetsid kokku 53 tundi, alustab Annese labor peatselt sama vaevarikka protsessiga, asetades iga viilu klaasplaadile. Labor värvib plaate kindla vahemiku tagant, et illustreerida rekonstrueeritud organi tunnusjooni. Ning ta plaanib anda plaate uurimistööks. Teised teadlased võivad

## Annese loob esimest täielikult rekonstrueeritud, kogu aju hõlmavat atlast, mis on kättesaadav igale soovijale, kes sisse logib.

igauks, kel on tehnoloogia, suutma teha oma eksemplaridega sama,» ütleb Corkin.

Tehnilised ülesanded pole siiski kergegete killast. Aju lahkamiseks ette valmistamiseks külmutas Annese selle esmalt formaldehüüdi ja sahharoosi lahuses miinus 40 kraadini. H. M.-i puhul kestis külmutamine neli tundi, mõni kraad korraga: aju, nagu enamik asju, muutub külmununa hapraks ja võib praguneda.

Molaison kaotas võime moodustada uusi mälestusi pärast operatsiooni, millega eemaldati kummagi poolkera sügavusest nälkjasuurune koetükk. See tegi selle aju hapramaks kui teised. «Pragu oleks tähendanud katastroofi,» ütleb Annese. Seda ei tulnud.

UCSD inseneri David Malmbergi abiga, kes on valmistanud varustust Antarktikas kasuta-

näidiseid küsida, kasutada omaenda värvimisemeetodeid ja analüüsida neile erilist huvi pakkuvate alade ehitust.

«Minu tehtava töö jaoks, milleks on aju eri osades eelistatult ekspresseeritud geenide uurimine, on see tohutu ressurss,» räägib Simmons.

### Tööd mitmele põlvkonnale

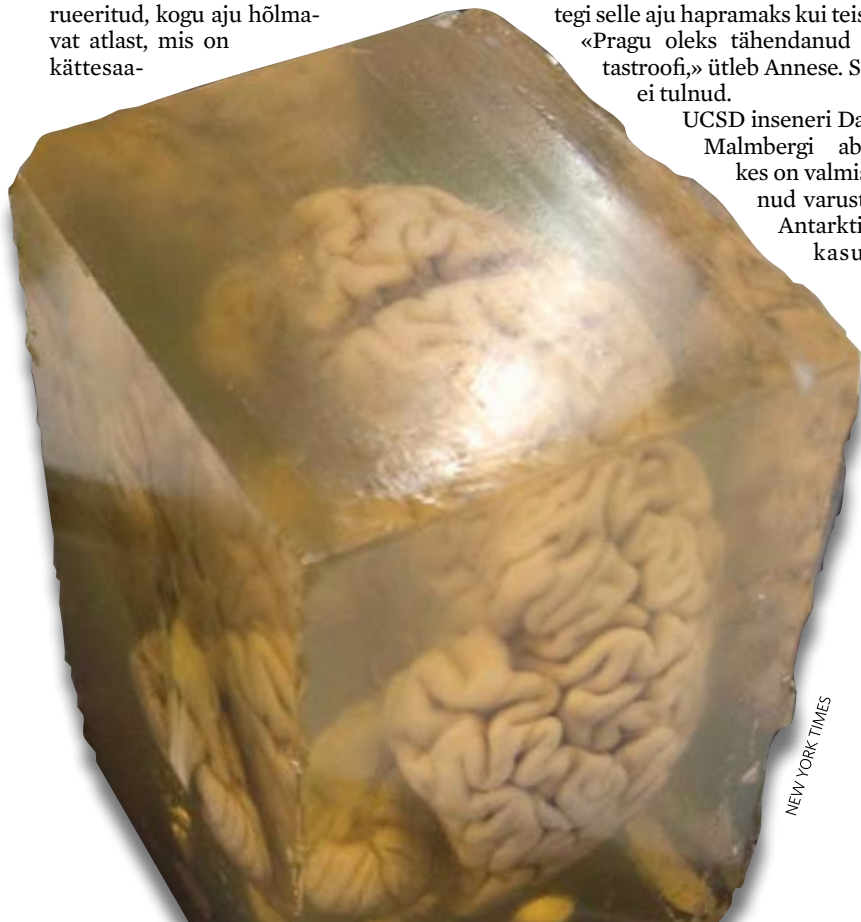
Kui kõik läheb plaani kohaselt ja aju-observatoorium saab kataloogi mitmesugustest normaalsetest ja hälvetega ajudest – ja, mis väga oluline, teised laborid hakkavad kasutama oma kogude puhul samasuguseid võtteid –, saavad aju-uurijaid andmeid, mis hoiab neid tegevuses mitme põlvkonna vältel. Omaenda tööga on Witelson leidnud huvitavaid anatoomilisi erinevusi meeste ja naiste aju vahel; Einsteini aju puhul oli kiirusagar, kuhu on koondunud ruumitaju, 15 protsenti keskmisest suurem.

«Rohkemate selliste andmetega võime teha mitmesuguseid võrdlusi,» ütleb Witelson, «näiteks võrrelda nende inimeste aju, kes on matemaatikas ülihead, nende omaga, kes nii head pole.»

«Näiteks võib võtta kellegi nagu Wayne Gretzky,» lisab ta, «kes ei teadnud mitte ainult seda, kus litter on, vaid ka seda, kuhu see jõuab – kes nägi ilmselt neljandat mõõdet, aega – ja uurida, kas tal oli mingeid erilisi anatoomilisi tunnusjooni.» (Praegu kasutab Gretzky oma aju siiski veel ise.)

Ja nii võibki Molaison, kes aitas 20. sajandi keskpaigas uuringutes osaledes käima lükata tänapäevased mälu-uuringud, sisse juhatada ka 21. sajandi uue ajastu. Seda niipea, kui Annese ja tema labor on lõpetanud kogutud ajalõikude sorteerimise.

«Sellest tööst on põnev rääkida,» ütleb Annese. «Kuid selle tegemist vaadata on sama, kui jälgida rohu kasvamist.»





# SMLE – püss nagu Šveitsi nuga

Suurbritannias väljalastud Lee Enfieldi SMLE on relv, mida kunagi võis kohata igas maailmajaos, Antarktika kaasa arvatud. Endiste Inglise kolooniate relvajõududes kasutatakse seda vintpüssi tänapäevani.

TEKST: SANDER KINGSEPP  
FOTO: REPRO

**B**uuri sõjas (1899–1902) sattusid britid esimest korda kokku vastasega, kelle relvastus oli nende omast parem. Uutel Mauseri 7 mm vintpüssidel oli suurem tulekiirus ning ka märksa parem tabamistäpsus. Inglise jalaväe põhirelvaks oli tol ajal Lee-Enfieldi vintpüssi esimene mudel MLE vahetatava salvega, mille sihik oli tehases reguleerimata jäänud, nii et hiljem tuli mitu laevatäit püsse Aafrika lahinguväljadelt Inglismaale (ja sealt uuesti tagasi) saata.

Lee-Enfieldi vintpüssi autoriks oli šoti päritoluga leitujana James Paris Lee (1831–1904), kelle loodud tulirelvad olid kuulsaks saanud nii Ameerika kodusõjas kui sellele järgnenud sõjakäikudes indiaanlaste vastu. Enfieldi relvatehases toodetud uus tüüp ühendas koguni kaks leiutist, varem mainitud vahetatava salve ja luku, mis vinnastus, kui oli eesmisese äärmisesse asendisse jõudnud. Lisaks oli see esimene Briti vintpüss, mille laskehoonas kasutati suitsuta püssirohtu (kordiiti).

## Ketiga kinnitatud

SMLE nime sai 1. jaanuaril 1904 relvastusse võetud täiustatud variant Mark I, mille puhul oli arvestatud Buuri sõja kogemusi. See lühend tähistas Lee-Enfieldi lühikese raua ja salvega varustatud vintpüssi. Võrreldes oma eelkäijaga oli uus mudel tööpoolest lühem, sest seda kavatseti kasutada nii jala- kui ratsaväes, viimasel juhul karabiini asemel. Mauserilt kopeeritud lehtterasest salv mahutas kümme padrunit. Salve võis laadida kas ühekaupa või vastava laadimisriba abil viie padrundi kaupa korraga.

Mõte salv laadimiseks püssi küljest ära võtta tundus Briti ohvitseridele algul isearanis veidrana ja kohe tekkis kahtlus, et aremad sõdurid võivad salve meelega ära visata, et saada ettekäänat eesliinilt plehku panemiseks. Et selliseid intsidente ära hoida, kinnitati esimestel seeriatel salv



ketiga püssi külge.

Mauseri ületrumpamiseks oli SMLE vinnastushoob paigutatud luku tagaosa, laskurile lähemale, nii et viimasel tuli laadimiseks vähem liigutada. Lukk ise oli laskekiiruse suurendamiseks eriti sujuva «jooksuga». Spetsiaalse väljaõppe läbi teinud sõdurid võisid teha kuni 30 sihitud lasku minutis, mis tolle aja kohta oli absoluutne rekord. Tabamistäpsust pidi suurendama üsna keeruline sihik, mille võis reguleerida 1830–3200 meetrile. SMLE esimestel seeriatel leidis ka spetsiaalne sihiku regulaator tuule kompenseerimiseks. Lisaks kuulus komplekti väga sõjaka välimusega 53sentimeetrine torketääk.

1907. aastal alustati SMLE kõige kuulsama variandi Mark III tootmist, mille konstruktsiooni oli lihtsustatud ja laskehoonana kasutati teravamata otsikuga kuule. Esimese maailmasõja alguseks oli see Briti armee põhiline tulirelv.

## Lisavarustuses okastraadilõikur

Peagi selgus, et kaevikusõjas polnud SMLE laskekiirusest kuigi palju kasu ja tema pika täägiga oli väga kerge iseenast või oma naabrit vigastada. Enne sõda harjutatud kiirrežiimil tulistades kulus nii palju laskemoona, et see laskeviis tuli lõpuks ära keelata. Uue täiendusena varustati SMLE täägiga kombineeritud okastraadilõikuriga, mille abil loodeti rünnaku ajal vastase tõketest läbi murda.

See leiutus polnud kuigi edukas, sest traadi lõikamise ajaks pidi sõdur end püsti ajama, kujutades endast ideaal-

## TEHNILISED ANDMED

### SMLE Mk. III

Kaliiber: 7,7 mm  
Mass padrunit ja täägiga: 4,41 kg  
Pikkus: 1,132 m (täägiga 1,532 m)  
Kuuli algkiirus: 744 m/s  
Laskekiirus: 15–30 lasku minutis  
Padrunite arv salves: 10  
Efektiivne laskekaugus: 400 m  
Laskekaugus: kuni 1830 m

set märklauda. Kui traadilõikuri idee oli maha maetud, lisati igale püssile komplekt kokkupandavaid nuge-kahvleid, mis kinnitati täägi tupe külge.

## 60 aastat ametlikku teenistust

Üsna varsti selgus, et kõigist jõupingutustest hoolimata ei suuda Suurbritannia tehased vajalikku arvu vintpüsse välja lasta ning lisaks tuli tellida mitu partiid USAst. See variant, mida tunti Enfieldi 1914. aasta mudeli nime all, jõudis pärast maailmasõja lõppu Venemaa kaudu ka Eestisse. Tegelikult oli 1914. aasta mudel pigem Mauser G98 kui SMLE sugulane.

Lee-Enfieldi esimene variant võeti Inglise armee relvastusse 1895. aastal ning viimane võeti relvastusest maha alles 1957. aastal. Viimast korda kasutati seda suure sõjas Afganistanis Nõukogude Liidu vägede vastu ja üks kuulus linnalegend väidab, et selle relvaga olevat mitu reaktiivlennukit alla tulistatud või soomukit puruks lastud.

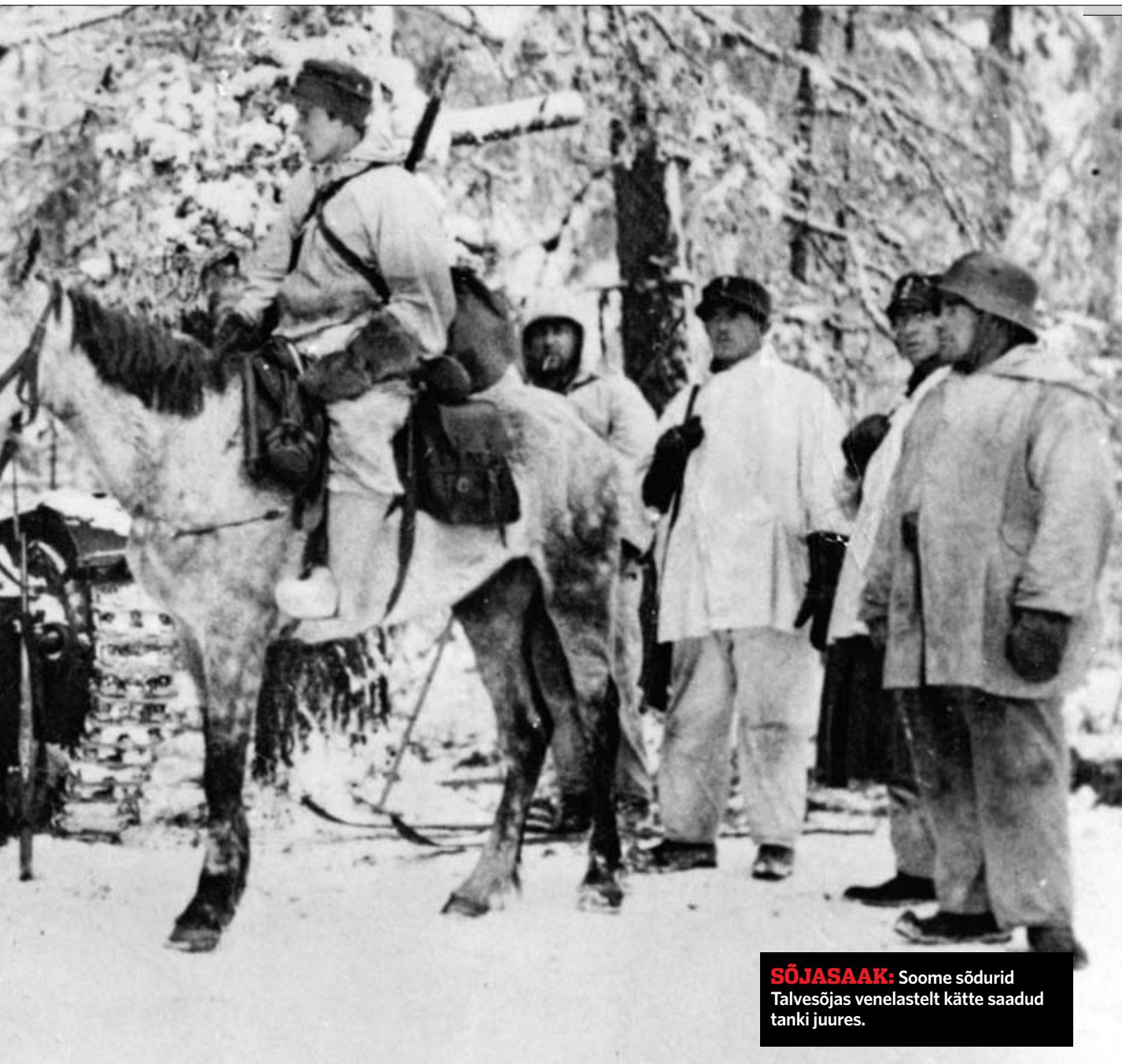


# Soome rahu, mis päästis

Ööl vastu 13. märtsi 1940 kirjutati Moskvas alla Nõukogude Liidu ja Soome vahelisele rahulepingule, mis lõpetas 105 päeva kestnud Talvesõja. Sellel 70 aastat tagasi sõlmitud lepingul oli lisaks Soomele üpris otsustav mõju ka teiste Läänemere-äärsete riikide saatusele. Eestil kadus sellega viimane võimalus vabaneda eelmisel sügisel maa-le lastud Punaarmees.

**K**ümme päeva pärast rahulepingu allakirjutamist teatas NKVD välisluure resident Tallinnas Vladimir Botškarjov kodumaale, et Eesti valitsusringkondades tekitas rahu suure segaduse. «Kitsas ringis avaldasid Laidoner ja Jürima seoses soomlaste kapituleerumisega rahulolematust ja pettumust, leides, et lootused Eesti kiireks vabanemiseks NSV Liiduga sõlmitud paktist on nüüd kadunud,» kirjutas resident.





**SÕJASAAK:** Soome sõdurid Talvesõjas venelastelt kätte saadud tanki juures.

# Rootsi ja kaotas Eesti

Kuna just hiljuti oli Moskva teinud Botškarjovile korraliku peapesu ja ähvardanud ta kõige väiksemategi tulemuste puudumise eest koju kutsuda, siis on mõistetav, miks resident üritas oma teates vihjata, nagu pärineks tema teave otse sõjavägede ülemjuhataja kindral Johan Laidoneri ja siseminister August Jürima lähikonnast.

Tõenäoliselt ei tasunud selline ärplemine siiski ära, sest kuigi tegemist oli erakordselt huvitava informatsiooniga, oli see ilma viiteta allikale üsna väärtusetu. Arvata võib, et Moskva käratas residen-

dile peale, sest järgmine kord on Botškarjov üsna rõhutatult oma informante üles lugenud. Nendest võib välja lugeda, et pigem toetus Nõukogude luuraja kuulujutubörsile.

Kuid Tallinna residentuuril olid ette näidata ka mõned korrektselt vormistatud ettekanded. Näiteks Rahvalehe ajakirjanik Anatoli Menning sõnastas pärast kolleegidega asja üle arutlemist valitsusringkondade seisukoha järgmiselt: sõja jätkumise korral oleks Eesti vältimatult sellesse kaasa tõmmatud, mis oleks andnud võimaluse Nõukogude vägedest va-

baneda.

Rahvalehe ajakirjanikele tuleb au anda, sest nende informeeritusele ja analüüsi-võimele ei saa midagi ette heita.

Saksa sõjaväeatašee abi kapten Gottfried Körner kirjutas 21. veebruaril 1940 ehk kolm nädalat enne Talvesõja lõppu ühele oma ülemusele Tallinnast erakirja, kus kinnitas, et «Eesti rahva laiad massid räägivad täiesti avalikult, et Nõukogude väeosad tuleb Eestist mida varem, seda parem välja lüüa».

Kapten Körneri hinnangul oli olukord Eesti riigi ja sõjaväe juhtkonnale juba



## LÜHIDALT

### Talvesõda kestis 105 päeva

Nõukogude Liit tungis Soomele kallale 30. novembril 1939. Enne seda oli Soome erinevalt Eestist, Lätist ja Leedust keeldunud allumast Moskva nõudmistele. Viimane tahtis Soomelt territoriaalseid järeleandmisi Karjala kannasel ja Soome lahe suudmes asuva Hanko poolsaare loovutamist sõjaväebaasiks.

Esiolgu ei saavutanud Punaarmee edu, vaid kandis raskeid kaotusi. Alles veebruaris 1940 alanud pealetungil, pärast põhjalikke ümberkorraldusi ja lisavägede toomist, suudeti Soome armee suruda Karjala kannasel Viiburi alla.

Rahuleping kirjutati Moskvast alla ööl

vastu 13. märtsi 1940. Soome pidi loovutama Karjala kannase koos Viiburi linnaga ja Laadoga järvest põhja poole jäävad alad, samuti Soome lahe saared, Salla piirkonna Põhja-Soomes ning strateegilise tähtsusega maatükikese Petsamos. Hanko poolsaar tuli 30 aastaks rendida Nõukogude Liidule sõjaväebaasiks.

Soome kaotas kümnendiku oma territooriumist, kaotatud aladelt asustati ümber 430 000 inimest, mis oli 12 protsenti riigi elanikkonnast. Soome kaotused kokku (hukkunud, kadunud, haavatud) oli alla 70 000 inimese. Nõukogude Liidu kaotused kokku olid umbes 400 000 inimest.

piinlikkust tekitav, sest tänu Punaarmee ebaedule Soomes ja kohalikes baasivägedes nähtavale korralagedusele (mida Körner nimetas delikaatselt «Nõukogude armeele omasteks puudusteks») on rahvas nn baaside lepingu sõlmimisest tekkinud šokist toibunud.

#### Lootus Kaukaasia rindele

Seepärast pidi Eesti sõjaväe juhtkond olema valmis kasutama esimest sobivat võimalust. «Minu oletuste kohaselt, mis põhinevad arvukatel kõnelustel senise peastaabi ülema ja praeguse sõjaministri kindral Reegiga, II osakonna ülema kolonel Saarseni ja arvukate teiste ohvitseride ning ka tsiviilisikutega, peavad eestlased sellist silmapilku saabunuks siis, kui Nõukogude Liit lisaks Soome sõjatandri-le peaks olema sunnitud võitlema mõnel teisel rindel – Kaukaasias,» kirjutas Saksa sõjaväeatašee abi.

Kaukaasia sõjatanner oli sel hetkel kõne all seepärast, et Bakuust tuli valdav osa Nõukogude Liidu naftatoodangust, millest Moskva liitlane Saksamaa oli üsna suures sõltuvuses. Viimasega sõdivad Suurbritannia ja Prantsusmaa otsisid erinevaid võimalusi, kuidas Saksa sõjamasinat nõrgendada, ja Talvesõda andis selleks teretulnud ajendi.

Et aga kapten Körner oli vestlustest Eesti sõjaväejuhtidega õiged järeldused teinud, seda kinnitas talle saadetud vastus. «Ka muudestki erinevatest teadetest selgub, et Balti riigid – nagu see on loomulik – otsivad võimalusi enese vabastamiseks,» seisab 29. veebruaril 1940 saadetud kirjas.

#### Poliitiline korrektsus

Küll aga nentis kapten Körneri kirjaartner, et võimalus, nagu oleks Nõukogude Liit sunnitud sõdima Kaukaasias, on sama hästi kui välistatud. Türgi ennast sõtta tõmmata ei lase, aga see, et nõrgad Prantsuse väed Süüriast või Palestiinast Bakuud ründaksid, on utopia.

Siiski ei ole põhjust arvata, nagu poleks Eesti sõjaväejuhid nendest asjaoludest

teadlikud olnud. Pigem on tõenäoline, et jutuajamistes kapten Körneriga lähtusid nad tänapäevases mõttes «poliitilisest korrektsusest».

Eesti põhiliseks lootuseks oli ikkagi Prantsusmaa ja Suurbritannia otsene sekkumine Talvesõtta, mis oleks toonud Lääne-Euroopa suurriikide mõjujõu tagasi Läänemere äärde. Tahes või tahtmata lähtus Eesti sõjaväejuhtkond võidukast

**Teiselt poolt oli võimalus teha rahu, küll väga rasketel tingimustel, kuid siiski rahu.**

Vabadussõjast, kus sellel oli olnud üsna otsustav tähtsus.

Prantsusmaa ja Suurbritanniaga sõdivale Saksamaale oli selline areng muidugi vastukarva, seetõttu on mõistetav, et Eesti sõjaväejuhid taolisele asjaolule vestlustes Berliini esindajatega just ülemäära suurt rõhku ei pannud.

#### Eesti võimalused kadusid

Tagantjärele tarkusega võib öelda, et Soome otsus Nõukogude Liiduga rahu sõlmida võttis Eestilt ära viimase lootuse rabeleda välja olukorrast, kuhu eelmisel sügisel baaside lepinguga nõustudes oli satutud.

Kui väikesed on aga ühe riigi võimalused arvestada keerulises olukorras teise riigi vajadustega, olgugi et tegemist võib olla aastakümnete jooksul kuulutatud ja ka tegelikult peetud sõprussidemetega, selgub Rootsi käitumisest neil 1940. aasta veebruari- ja märtsipäevadel.

Võimalus, et Briti ja Prantsuse väed tulevad appi, ei üks kõige kõvemaid kaarte Soome käes, kui ta Nõukogude Liiduga rahu üle läbi rääkis. Rootslaste seisuko-





**SÕJALINE JUHT:** Soome armee ülemjuhataja marssal Mannerheim mõni nädal enne Nõukogude Liidu sissetungi.



**RUSUD:** Pommitatud Vaasa.

halt oli seevastu tegemist tõsise ohuga, sest lääneliitlased oleksid pidanud kõigepealt läbima Norra ja siis nende territooriumi.

See oleks aga suure tõenäosusega käivitanud Saksamaa rünnaku, sest teel Soome oleksid lääneliitlased võtnud oma kontrolli alla Rootsi rauamaagimaardlad, millel oli Saksa sõjamajandusele eluline tähtsus. Samuti oleks Stockholm Nõukogude-vastasele rindele teel olnud britte ja prantslasi läbi lubades sattunud vastuollu Moskvaga.

#### Kiuslik Rootsi

Kõige muu kõrval tähendas see võimalust, et Rootsi ja Soome sattuvad eri leeridesse: ühelt poolt Nõukogude Liiduga sõdiv Soome ning teiselt poolt viimasele appi tulevate lääneliitlaste eest oma territooriumi kaitsev Rootsi. Teoreetiliselt võis see kaasa tuua isegi olukorra, kus rootslastel oleks tulnud Moskva liitlasena soomlastega sõdida.

Kuigi Rootsi oli seepärast eluliselt huvitatud edukatest rahuläbirääkimistest, eelistas Stockholm Berliini ja Moskva rahustamiseks avalikult keelduda Briti ja Prantsuse vägede läbilaskmisest, nõrgendades niimoodi Helsingi positsioone rahukõnelustel. Soomes üles kasvanud Saksa diplomaat Hans Metzger kirjutas oma mälestustes, et tema itaallastest sõbrad tulid sel puhul tema käest küsima, kas Rootsil on mingi ajalooline põhjus Soome peale viha kanda ja nüüd niimoodi kätte maksta.

#### Keeruline valik

Soome seisis Talvesõja lõpunädalatel tõepoolest keerulise valiku ees. Ühelt poolt oli võimalus pääseda üksiolekust ja viia sõda vastuvõetava rahuni. Suurbritannia ja Prantsusmaa sekkumine oleks liitlasteks toonud ka kolm Balti riiki ehk oleks teostunud juba 1920. aastate alguses heietatud ääri riikide ühistrinde idee.

Sõjaõnn võib aga olla heitlik ning isegi kui Norra ja Rootsi oleks lääneliitlaste vägede ilmudes nendega rohkem või vähem lärmakalt protesteerides leppinud (seda loodeti Londonis ja Pariisis), oleks Saksamaa sekkumine võinud kaasa tuua selle, et ükski Briti või Prantsuse sõdur poleks

Soome pinnale jõudnudki. Siis oleks rahu tegemine Moskvaga olnud juba väga raske, kui mitte võimatu.

Teiselt poolt oli võimalus teha rahu, küll väga rasketel tingimustel, kuid siiski rahu. Samuti jäi sel juhul endiselt tagalasse väljaspool sõda seisev Rootsi. Rahu tegemisega seotud riskid polnud aga sugugi väiksemad kui sõja jätkamise korral. Sisuliselt langes Soome sellega Nõukogude Liidu mõjusfääri ehk tema olukord ei erinenud palju Eesti, Läti ja Leedu omast.

#### Masked rahutingimused

Sellele asjaolule oldi ka Eestis varmad tähelepanu juhtima. Välisministeeriumi administratiivosakonna direktor Elmar Kirotar kirjutas oma päevikusse, et rahulepingu tingimused olid märksa raskemad kui sõja eel 1939. aasta oktoobris-novembris peetud läbirääkimistel. Ära anti mitte ainult osa, vaid kogu Karjala kannas ühes Viiburi, Käkisalme ja Sortavala linnaga, paljude tööstusettevõtete ning kogu Mannerheimi liiniga. Sügisel jutuks olnud territooriumide auväärsest vahetamisest polnud enam juttugi. Sügisel vaat et peamiseks komistuskiviks saanud Hanko poolsaar renditi ikkagi Nõukogude Liidule, seda 30 aastaks.

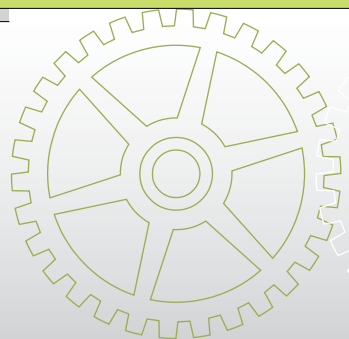
## Tõenäosus, et soomlased Balti riikide «vabatahtliku ühinemise» ära rikuivad, oli liiga suur.

«Tekkib küsimus, milleks kolm ja pool kuud laastavat sõda? 15 000 surnut, 100 000 haavatut,» kirjutas Kirotar. (Selles sajandiks on kokku loetud, et Talvesõjas hukkus veidi alla 27 000 soomlast, siia on sisse arvestatud ka surma saanud tsiviiltsükid. Kaotuste üldarvuks ehk surnuteks, kadunuteks ja haavatuteks loetakse alla 70 000 inimese.)

Vastuse sellele küsimusele sai Kirotar ja ka kõik teised kolm kuud hiljem 1940. aasta suvel, kui Nõukogude Liit okupeeris Eesti, Läti ja Leedu.

Kuigi Soome oli poliitiliselt samas seisus, ei sõandanud Moskva teda koos Balti riikidega liitma asuda. Tõenäosus, et soomlased jälle relvadega vastu hakkavad ja niimoodi ka Balti riikide «vabatahtliku ühinemise» ära rikuivad, oli liiga suur.

1940. aasta sügiseks, kui Nõukogude Liidu välisasjade rahvakomissar Vjatšeslav Molotov üritas Saksamaa juhi Adolf Hitleriga kooskõlastada uut sõda Soome vastu, olid ajad juba muutunud. Pärast Prantsusmaa alistamist ei sõltunud Berliin enam sellisel määral Moskvast, kui ta oli seda olnud Talvesõja ajal. Soome viivitusvõitlus oli olnud edukas.



# KUIDAS





# Vigurid, suusad ja füüsika

PANTHERMEDIA/SCANPIX

Kui näed esimest korda, kuidas vigursuusatajad kumeralt rambilt 50kilomeetrisel tunnikiirusel õhku sööstavad, kuuekorruselise maja kõrgusele tõusevad, seal kolm tagurpidi saltot teevad ja viis korda end ümber oma telje keerutavad, ei jää sul üle midagi muud, kui mõelda: nad on hullud.

**J**ätkad vaatlemist ning juba mõtled teist – ja lõpuks kolmandat moodi. Hakkad märkama, kuidas suusatajad sätivad hoovõtu algust vastavalt sellele, millist õhkutõusmise kiirust saavutada soovivad, ja kuidas nad harjutavad kummalisi käeliigutusi – selliseid, mille puhul oleksid nad justkui suured Barbie-nukud, kelle jäsemeid liigutavad nähtamatud käed. Freestyle-suusatajad, nagu neid sportlasi tuntakse, ei jäta ettevaatusabinõusid tähelepanuta. See, mis nad hüppe järel rohkem või vähem püstisena ning jahusarnase lume pilves maale tagasi toob, ei ole saatus. See on füüsika, lisaks muidugi ka ettevalmistus.

Vigursuusatamise hüpped, milles võetakse arvesse, kui stiilselt sportlased oma pöörded ja saltod sooritavad, on olümpiaala olnud 1994. aastast. Vancouveri olümpiamängudel Kanadas oli tegu ühega parimal teleajal näidatud aladest.

## Vormis justkui võimlejad

Vigurhüpete juured ulatuvad 1960ndatesse ja 1970ndatesse aastatesse, mil vigursuusatamine oli nende spordialaks, kes enda käekäigu osas tõeliselt hoolimatud. Tänapäevaks on vigurhüpped arenenud tõeliseks spordialaks, mis on nii mõnegi elemendi laenuks võtnud näiteks võim-

lemiselt. Kaks osa vana *hotdog*-kultuuri, üks osa võimleja Nadia Comaneci ja Isaac Newton, kes ülejäänud osi tasakaalus hoiab, nii võiks asjalood kokku võtta.

«Need jõud on üpris lihtsad,» rääkis Ameerika Ühendriikides Utah's asuva Weberi ülikooli füüsikaproffessor Adam Johnston, kui ühel hiljutisel pärastlõunal õpetamistöö juurest Ühendriikide *freestyle*-i-koondise trenni vaatama tuli. Treeningut peeti Utah' olümpiapargis, mis ehitati 2002. aasta Salt Lake City mängude jaoks.

## Hulk lihtsaid jõude

«Tema suuskadele mõjuvad rambi poolt tekitatavad jõud ning temale mõjub maa külgetõmbejõud,» ütles dr Johnston pärast seda, kui valitsev maailmameister ja olümpiakoondise liige Ryan St. Onge oli järsult hoovõturambilt alla tuisanud ja end kumerale hüpperambile jõudnuna tahapoole kallutanud, kuni tema keha oli peagu horisontaalses asendis ja 70kraadise nurga all õhku tõusnud. «See on kõik.»

Kuid sellest piisab, et tekitada kiirendusjõud, mis paneb härra St. Onge õhku tõusnuna tagurpidi kukerpallitama ja samal ajal kaares järsul nõlval paikneva maandumispaiga poole lendama. «Kui ta on õhus ja talle mõjub ainult maa kül-



getõmbejõud,» rääkis dr Johnston, «siis on võimalik leida tema raskuskese – see liigub õhus täiuslikku parabooli mööda. Füüsika seisukohalt on see ilus nähtus.»

Et kindlustada seda, et St. Ongel on piisavalt suur pöördimpulss, et ta saaks teha kolm saltot, tõstab sportlane rambile jõudes käed, muutes keha raskuskeskme asukohta, mis siiani on asunud tema puusade ümbruses. Füüsika seisukohalt suureneb pöörde inertsi ja see tähendab suuremat pöördimpulssi.

## Kehaasend muutub vajaduse korral

Sama põhimõte toimib ka teistel spordialadel, näiteks iluuisutamises. Seal kiirendab või aeglustab uisutaja pööret käsi kehale lähemale või sellest eemale liigutades. Seda nimetatakse ringliikumise säilitamiseks. Härra St. Onge, kes on 26 aastat vana ning liitus suusameeskonnaga tosin aastat tagasi, ei pruugi sellega seonduvat valemit peast teada. (Et asjad selged oleksid, siis valemi kohaselt võrdub pöördimpulss pöörde inertsi ning pöördkiiruse

**«Ma veedan ilmselt 80 protsenti ajast suusatamisele mõeldes ja 20 protsenti seda tehes.»**

korrutisega.) Ometi teab St. Onge, mis temaga hüppe ajal toimub. Näiteks toob ta juhul, kui peab end vahetult maandumisele eelneva salto ajal veel pisut pöörama, põlve veidi kõrgemale.

«Juhul kui hüpe on liialt kiire, muutume pikemaks, ja kui liialt aeglane, siis lühemaks,» selgitas St. Onge.

Hüppe ajal teeb ta seda rohkem või vähem intuiitiivselt, sest nagu teisedki tiimiliikmed, on ta kuid kuiva trenni tehes veetnud. Tehtud on suuskadeta hüppeid trampliinidel ja soojadel kuudel lumesarnasest plastist rampe mööda vette hüpatud.

Aga ajal, mil ta parasjagu õhus ei ole, pühendab St. Onge hulga aega oma töö analüüsimisele. «Ma veedan ilmselt 80 protsenti ajast suusatamisele mõeldes ja 20 protsenti seda tehes,» ütles ta.

## Ettevalmistused rambil

Ettevalmistused ei lõpe ka siis, kui sportlane juba lund kokku pressides ja hiiglaslikule lumbelõhkele rahvusvahelise suusaliidu poolt ettenähtud kuju andes valmistatud rambile endale jõudnud on. Olümpiapargis oli lumi hooaja jooksul esialgselt võrreldes tihedamaks muutunud, nii et ramp oli tavapärasest 4,1 meetrist pisut madalam. Selleks, et rambile nõutav kõrgus anda, lisati sellele lumbelõhkele.

Kuna kõik rambi nurgad St. Ongele ei sobinud, mõni oli talle meeldivast paari



kraadi võrra erinev, veetis sportlane tublisti aega mõnd rambi piirkonda hargi otsa kinnitatud metallkraabitsaga õhemaks vestes.

«Ma proovin, nii kuidas saan, igal nädalal samasuguselt rambilt hüpata,» ütles ta. Õige ramp annab hüppele hea alguse. Kui suusataja hoiab oma keha paigal, võimaldab pöördimpulss kolmekordse salto sooritamist, seejuures pööreid tegemata. Kuigi meile näib, et midagi sellist tegev sportlane on tõeline surmapõlgur, peavad hüpete eest punkte andvad kohtunikud seda kõike justkui lastemänguks. Niisiis lisavad vigurhüppajad kehapööreid, pöörlevad ümber teise, pealaest ja latallani ulatuva telje.

Oma treeninghüppe käigus lisab St. Onge nii teisele kui kolmandale saltole täispöörde.

Inglismaal asuva Loughborough' üli-

koolis spordi biomehaanikat uuriva professori Fred Yeadoni sõnul on vigurhüppajatel hulk viise, kuidas pöördliikumist tekitada. Yeadon uuris seda spordiala esmakordselt 1988. aasta taliolümpiamängudel Calgarys, kui vigurusuusatamine oli demonstratsioonialaks.

## Igat liiki pöörlemised

Lihtsaim pöörlemise vorm on kontakt-pöörlemine – õhkuõhusul hüppamine ja keha pööramine. Teiseks kasutatakse nn hulapöörlemist, mille tagamiseks liigutab sportlane puusi, justkui oleks nende ümber hularõngas. «Samamoodi hoiavad ka kassid oma keha, et maandudes jalgadele jääda,» rääkis Yeadon. «Inimesed saavad seda samuti teha. Iga väänlemisega saavutavad nad pool pööret.»

Aga selleks, et tõeliselt pöörelda, tuleb kasutada enda kallutamist. Selle käigus



2 X PANTHERMEDIA/SCANPIX



**LEND:** Vigurhüppajad ei pruugi küll füüsikaseadusi teada, ometi kasutavad neid vaistlikult enda kasuks ära.



NYT

**MEISTERLIKKUS:** Suvisel ajal teevad vigurhüppajad kõvasti kuiva trenni, et talvel igati vormis olla.



NYT

**OLÜMPIAAREEN:** Vancouveri olümpia eel tegi USA koondis trenni Salt Lake City olümpiapargis. Just seda rampi kraapis St. Onge endale sobivaks.

## «Lennata läbi õhu sada kilomeetrit tunnis tundub lihtsalt tobedana,» räägib St. Onge tavapära- stest suusahüpetest.

suunatakse osa kukerpallitamise energiast pöörlemisele ümber pead ja jalataldu ühendava telje.

Sportlased liigutavad oma käsi üles ja alla, edasi ja tagasi ning see kallutab keha ühele küljele. Mida suurem on kalle, seda kiirem pöörlemine ning seda suurem osa impulsist kantakse üle ümber teise telje liikumiseks.

Tavaliselt kasutab vigursuusataja kõiki kolme pöörlemisviisi – kas korraga või siis igaüht eraldi, erineval ajal. Näiteks St. Onge teeb mõnikord enne maandu-

mist pool hulapööret, et pöörlemist enne maandumist aeglustada. Keerulisemate kombinatsioonide sooritamiseks kasutab ta kõiki kolme meetodit juba õhkuotõusul.

«Alustad liigutusi ja muudad need nii väikesteks ja efektiivseteks, samal ajal tugevateks, kui võimalik,» ütles ta. «Nii saad võimalikult vähe liikudes ära teha võimalikult palju tööd.»

Pöörlemine võib muuta raskeks pilgu maandumisalal hoidmise. Maanduda tuleb ju ilma end liiga taha või – mis veelgi hullem – ette kallutamata.

### Hullud suusahüppajad

«Tähtis on valida see üks koht,» rääkis St. Onge, «ja olla kindel, et just see on paik, kuhu sa maandud.» Perfektsed maandumised on küll harvad, aga samas tuleb harva ette ka kukkumisi.

«Meie võime päeva jooksul igal hüppel kukkuda ja ikka mitte valu tunda,» ütles ta. Seevastu pruugib St. Onge sõnul «tavalistes» suusahüpetes sportlasel vaid korra kukkuda ning seda on tunda kogu ülejäänud aasta.

Põhjuseks on kiirus. Tema pole iial olnud huvitatud suusahüpete proovimisest, sest seal võib sportlaste kiirus ulatuda koguni saja kilomeetrini tunnis. «See hirmutab mind,» ütles ta. «Lennata läbi õhu sada kilomeetrit tunnis tundub lihtsalt tobedana.»

© The New York Times News Service



# Tulevikuautode vooluallikaks on kere

Inglismaal Londonis asuva Imperial College'i teadlased loodavad, et tulevikus asendab elektriautode kogukaid akusid märksa moodsam lahendus – voolu hakkab talletama osa autokerest.

**E**lektri- ja hübriidautode suurimaks probleemiks on vooluallikad. Seni ei ole suudetud valmistada unistuste akut, sellist, mis oleks kerge, vastupidav ja suudaks säilitada vaid elektri jõul pikkade vahemaade läbimiseks vajaliku hulga voolu. Inglismaa ülikooli teadlased loodavad, et on jõudnud üheni võimalikest lahendustest – voolu tuleb säilitama panna auto kere.

## Kere säilitab energiat

Et uurida, kas ja kuidas on selline mõte teostatav, on ülikooli teadlased asunud tegema koostööd Rootsi autotootja Volvo ja Euroopa Liiduga. Käivitatud on üle 60 miljoni krooni maksev projekt arendamiseks edasi Imperialis juba loodud ja patenteeritud prototüüpmaterjali. Projekti eesmärgiks on luua tõeline autoehitajate unistuste materjal, selline, mis oleks piisavalt kerge ja vastupidav, et sobida autokere ehitamiseks, ning suudaks samas säilitada piisava hulga energiat, et käitada elektrimootoreid.

## Akuta mobiiltelefonid

Teadlased loodavad, et lisaks autodele saavad vajaliku vooluhulga oma korpusesse talletada ka mitmed praegu akusid kasutavad elektroonikaseadmed. «Usume, et tulevikuautole annavad tänu sellele uuele materjalile energiat tema katus, mootorikate ja isegi ukсед,» ütleb Dr Emile Greenhalgh Imperial College'i aeronautika teaduskonnast. «Isegi auto satelliitnavigatsiooniseadmed võiksid vajaliku voolu talletada oma korpuses. Sellega materjali kasutusvõimalused aga ei lõpe. Kuna kogukat akut ei ole enam tarvis, on võimalik, et tulevikus saab kasutada

krediitkaardipakuseid mobiiltelefonide või oma korpust vooluallikana kasutama vaid sülearvuteid, mida pole seetõttu tarvis nii tihti laadida. Oleme projektiga alles esimeses faasis ja käia on veel pikk tee, aga usume, et meie komposiitmaterjal on palju lubav.»

Projekti esimeses faasis plaanitakse uuendada materjali katsetada auto pakiruumis. Komposiitmaterjalist valmistatakse varuratta koht ning kinnitatakse see testimiseks mõnele Volvo prototüübile. Teadlased usuvad, et see võib vähendada elektrimootorite käitamiseks vajalike akude arvu ja kahandada auto kaalu kuni 15 protsenti. Uus materjal on valmistatud süsinikkiust ja polümeerkummist ning suudab voolu talletada ning vabastada kiiremini kui praegu kasutusel olevad akud. Akude laadimine ja nende tühjaks laadimine võtab vähem aega kui praegu.

Esialgsete plaanide kohaselt saab uut materjali kasutama tulevikuautosid laadida vooluvõrgust. Samuti uuritakse, kuidas saaks kasutada uudse voolualli-

**JOONIS**

## Akudeta elektriautod

Inglismaal arendatakse materjali, mis lubab elektriautodes akude asemel energiat salvestama panna mõned autokere osad.



ka laadimiseks pidurdamisel vabanevat energiat.

## Nanotehnoloogiline abimees

Olemasoleva materjali energiamahutavuse suurendamiseks plaanivad teadlased kasutada nanotehnoloogiat. Materjali pinnale tahetakse kasvatada nanotorusid, et pindala oleks suurem. See peaks hästi mõjuma ka materjali mehaanilistele omadustele, seda tugevdades.

Millal uued autod tänavaile liikuma hakkavad, ei ole veel teada. Küll aga on selge, et elektrisõidukite nõrgima koha, akude probleemiga, tegeletakse.





Uuest materjalist plaanitakse valmistada auto mootorikate, katus, varuratta koht ning ukсед. Tehnoloogiat loodetakse kasutada nii elektri- kui hübriidautode puhul.



Laadimiseks ühendatakse elektriauto vooluvõrku, nagu mitmed praegused elektrisõidukid. Akudeta auto laadimine on kiirem kui praeguste akudega varustatud sõidukite laadimine.



Prototüüpmaterjal, millest tulevikus energiat säilitatakse, koosneb süsinikkiust ja polümeer-kummist.

Märkus: Fotol kujutatud elektriauto on illustratiivse tähendusega.



JOONIS

## Virtuaalne lahkamine

Kompuutertomograafia on laialdaselt kasutusel kõikjal maailmas. tänu Rootsi teadlastele valmis aga puuetundliku ekraaniga lahkamislaud, mis lubab läbi viia virtuaalseid lahkamisi.

# Kuidas töötab virtuaalne lahkamislaud?

Tänu kaasaegsele tehnoloogiale saavad lahkamisarstid, kes praegu peavad tegema rasket ja tava-inimeses õõvastust tekitavat tööd, tulevikus hulga toiminguid ära teha inimkeha vaid arvutis «lahti lõigates».

**L**ahkaja kummardab laua kohale, vajutab puuetundlikule ekraanile ning eemaldab virtuaalse noaga hukkuu kehalt mõne kihi. Kuna tegu on autoõnnetusega, keskendub ta hukkuu luustikule. Kõigepealt märkab lahkaja võimalikku surmapõhjust, milleks on murdunud kael. Luustikku edasi uurides näeb arst ka hulka teisi vigastusi: katkist lõualuud, seljavigastusi, vigastusi vasakul sääre- ja pindluul jne. Kokku võtab selle hukkuu täielik kompuutertomograafiline ülevõtte enda alla 1,7 gigabaiti arvuti kettaruumi, jätab aga arsti käed kummikinnasteta ning lubab paljugi ära teha ilma selleta, et surnukehale oleks vaja noaga kallale minna.

Leidub kultuure, kus kadunekese lahkamine ei ole aksepteeritud. Aga ka seal, kus lahkamine on tavaks, ei ole see sugugi lihtne töö. Rootsi Norrköpingi teadlaste loodud virtuaalne lahkamislaud lubab lahkunuid uurida ilma surnukeha reaalselt lahti lõikamata. Lisaks aitab uus tehnika avastada nii mõndagi, mis tavapärase lahkamise korral oleks raskesti leitav. Juba praegu kasutatakse peale tavapä-

rased lahkamise mõnikord kompuutertomograafiat – seda saadud andmete kontrollimiseks, täpsustamiseks ning dokumenteerimiseks. Rootslased aga usuvad, et see ei ole tomograafia kogu võimalik kasutusvaldkond – võimalik, et tulevikus võib virtuaalne lahkamine paljudel juhtudel reaalse täielikult asendada. Kindlasti on uuest lauast kasu arstidel, kes alles ametit õpivad.

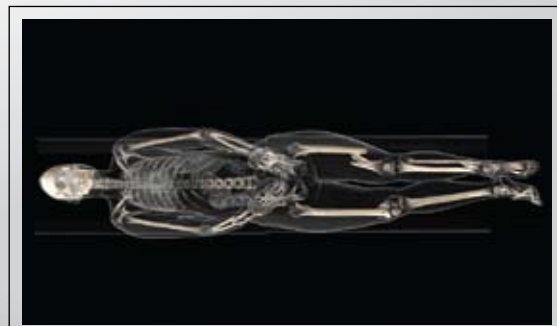
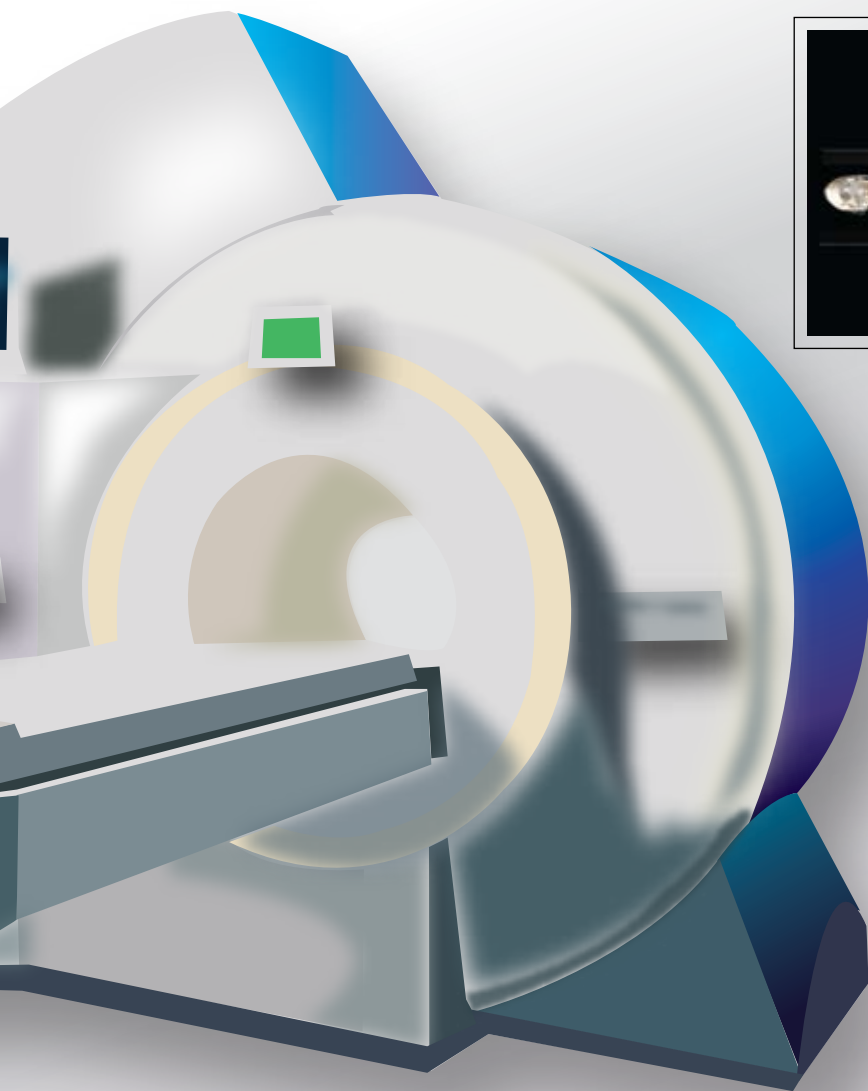
Samuti ei ole mingit põhjust, miks ei võiks laual kuvada elusatest inimestest tehtud kolmemõõtmelisi ülevõtteid. Juba praegu kasutavad paljude riikide, sealhulgas Eesti arstid kompuutertomograafiat igapäevaselt. Nii on nende kasutuses kolmemõõtmelised kujutised patsientidest või nende kehaosadest.

Virtuaalne lahkamislaud, mida elusate inimeste uurimisel oleks ilmselt paslikum diagnoosi panemise lauaks nimetada, võiks arstide tööd mõnevõrra lihtsustada. See puuetundlik laud annaks parema võimaluse salvestatud kolmemõõtmelisi kujutisi vaadata, nii et hiireklikke asendaksid reaalsed näpuvajutused ja virtuaalsed noalõiked.

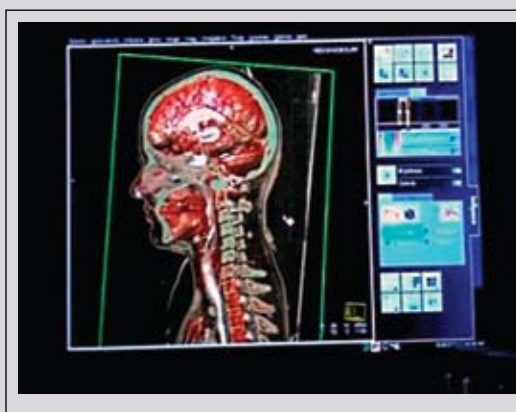
1. Surnukehast tehakse kompuutertomograafiat kasutades ülevõtte. Protsess kestab ligikaudu 20 sekundit.



3. Lahkaja kasutab laua puuetundlikku ekraani, «eemaldades» vajadusel kehalt kihte jõudmaks siseorganite ning luustikuni, suumides sisse ja välja, vaadates luude ning organite ristlõikeid jne. Oskaja kasutaja ning lihtsa diagnoosi korral saab surmapõhjuste välja selgitada juba veerandtunni jooksul. Pilt kuvatakse Full HD resolutsiooniga. Selleks kasutatakse tavalist, arvutimänguritelegi tuttavat graafikakaarti NVIDIA GTX 295.



2. Kuna erinevad koed ning ained on erineva koostisega ja tomograaf «näeb» neid erinevalt, saab inimkehast luua kolmemõõtmelise kujutise. Seejuures on nähtavad nii pehmed koed, luud, inimkehas leiduvad gaasid, võõrkehad jne.



4. Kui tomograafiga tehtud kujutis on arvutis olemas, siis saab seda kasutada mitmesugustel eesmärkidel, sealhulgas tõendusmaterjalina kohtus.

# Q REVÜÜT

## KULTUUR

### Multifilmide telgitagused GENIAALSUSE JA TÄIELIKU KIRJAOSKAMATUSE VAHEL: EESTI ANIMATSIIONI LUGU

Chris J. Robinson

276 lk

295 krooni

Asjalik ülevaade Eesti animafilmist välismaalase sule läbi. Põhjalikus teoses on juttu nii tuntumatest tegijatest kui ka Eesti animafilmi ideoloogiast läbi aegade. Igati põnev lugemine, mis paneb multifilme hoopis sügavama pilguga vaatama.



## ILUKIRJANDUS

### Pisut teistmoodi vampiiriraamat TÕBI

Guillermo del Toro, Chuck

Hogan

379 lk

275 krooni

Nauditav vampiirilugu, kus peategelased ei ole mitte romantilised kannatajad, nagu vampiire viimasel ajal kujutama kiputakse, vaid jõhkrad ja kiiresti paljunevad vereimejad. Mõlemad autorid on meisterlikud loojutustajad, nii et pettumata ei pea ka skeptilisem lugeja.



## FILOSOOFIA

### Tarkuse kursus KONG FUZI TARKUS

Lin Yutang

224 lk

225 krooni

Ülevaade konfutsianismi looja elust ja tema õpetusest.

Sobib lugemiseks isegi filosoofiapölglikele inimesele, kuna annab aimu ka Hiina kommetest ja kultuurist.



## KULTUUR

### Õpeta endale ajalugu KREEKA MÜÜDID I

Robert Graves

488 lk

299 krooni

Enam kui poolsada aastat vana teos on endiselt üks hinnatumaid oma valdkonnas, pakkudes detailirohke kommenteeritud kirjelduse Kreeka jumalatest ja kangelastest.



# Üks peatükk päevas

### ÜKS ÕUN PÄEVAS. MÜÜDID, EKSIARVAMUSED JA TÕDE TOIDU KOHTA

Joseph Schwarcz

365 lk

249 krooni

McGilli ülikooli professor lahkab teoses toiduga seotud levinud müüte ning jagab soovitusi tervisliku menüü koostamiseks. Teaduse populariseerimine on keemikuharidusega «dr Joe», nagu teda tuntakse, igapäevatoõ ja ta on selle eest ka portsu auhindu saanud, nii et tema pädevuses pole põhjust kahelda.

Raamat on hästi struktureeritud ning ülevaatlilik, lugemisel hakkab liigne liigendatus aga häirima, sest terviku moodustumise asemel tekib tunne, nagu loeks üksikuid ajaleheartikleid (ilmselt ongi just need raamatu aluseks olnud). Paljuski aitab sellele kaasa kehv toimetajatöö, sest üks ja sama väide kordub peatükist pea-





tükki, kuni omandab vastupidise mõju – lugejal saab kõrini, et tema aega raisatakse, ja ta võtab kriitilisema hoiaku ka kõige muu suhtes, mida autor väidab.

Teoses on juttu kümnetest katsetest, ent neist räägitakse üksnes kui Kanada või Soome või Briti uuringutest, harvemal juhul mainitakse ka professori nime, aga terve raamatu kohta pole ainsatki korralikku allikaviidet. See seab teose taas ühele pulgale ajaleheartiklitega, kust pärit müütide vastu ta ometi justkui sõdida lubab. Kalambuurdid on tabloidi tasemel ning muidugi tekib küsimus, miks üht teise eelistama peaks.

Lühikesed peatükid aitavad kindlasti kaasa raamatu loetavusele, aga järjest algusest lõpuni minnes muutub jutt kiiresti pisut igavaks, sest tegelikult saab sõnum selgeks juba esimeste peatükkide järel: sööge mitmekesist toitu, milles palju puu- ja juurvilju ning täisteratooteid. Ja seda me teadsime ju tegelikult juba ammu.

Küll aga on teosest tolku silmaringi avardamisel. Nii mõneski peatükis selgitatakse lahti mõne toidulisandi päritolu, viidatakse põnevatele seostele ja tutvustatakse uuringute üldist metoodikat. Sedalaadi infot maksab raamatust ammutada küll, toidutarkuste osas võid aga üsna kindel olla, et midagi väga uut sa siit teada ei saa – liha, suhkur ja rasv olid suures koguses kahjulikud nii enne lugemist kui ka pärast seda.

## LASTELE

### Tuumaklassika AATOMIKU LOOD

Vladimir Beekman

85 lk

175 krooni

«Päeval paistab päike / öösel kumab kuu / olen ise väike / kuid mu jõud on suur». Kunagise kultusraamatu kordustrukk on nauditav lugemine ning annab lisaks hea ülevaate tuumaenergia võimalustest ja ohtudest.



## KULTUUR

### Kus hinge kosutada?

#### PÜHADE JA VAIMSETE PAIKADE ATLAS

David Douglas

176 lk

249 krooni

Ülevaade kohtadest, millele inimesed aastasade jooksul mingit väge on omistanud. Kas need on pelgalt müüdid või võib mõnes paigas end tõepoolest kuidagi teistmoodi tunda? Raamat uuribki inimeste, maastike ning usu vahelisi seoseid.



## AJALUGU

### Veel üks kiirkursus

#### 1001 PÄEVA, MIS MUUTSID MAAILMA

Peter Furtado

438 lk

419 krooni

Raamatutäis sündmusi, mis on autori arvates maailma ajalugu oluliselt mõjutanud. Siit leiab nii väga tuntud asju kui ka selliseid sündmusi, millest sa ilmselt kuulnudki pole. Tekstid on lühikesed, pilte palju ning raamat nii raske, et lugemiseks vajad lauda.



## ILUKIRJANDUS

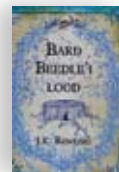
### Jutte Potteri ainetel BARD BEEDLE' LOOD

Joanne Kathleen Rowling

119 lk

149 krooni

Väärtuslik jutulisa kõikidele Harry Potteri fännidele. Teose on illustreerinud J. K. Rowling ise, muinasjutte joonealused märkused aga «kirjutas» professor Albus Dumbledore.





## TARCADE KLUBI TEADUSKOHVIK



### «Mis selle kliimaga siis on?»

16. märtsil Tallinnas

Seekordne Tarkade Klubi kaanelugu annab vastuseid kliimamuutustega seotud küsimustele, kuid nõnda keeruka ja mitmetahulise teema puhul on palju, mis ajakirjaveergudele ei mahtunud. Kui on soov saada suuremat selgust, oled oodatud meie teaduskohvikusse, kus vestleme neil teemadel klimatoloogi ja endise poliitiku Andres Tarandiga ning atmosfäärifüüsiku Rein Rõõmuga.

Teaduskohvik ootab huvilisi teispäeval, 16. märtsil kell 18 galeriikohvikus aadressiga Toompuiestee 35 (rohelistes klaasidega büroohoone Schnelli pargi vastas). Osavõtt on prii. Info ja varasemate kohvikuürituste salvestised leiad meie kodulehelt [www.t-klubi.ee](http://www.t-klubi.ee)

## NÄITUS

### Eestiga seotud teadlaste nimed maailmakaardil

[unite.ut.ee/teadus](http://unite.ut.ee/teadus)

19. sajandil ja 20. sajandi algul osalesid paljud Eestiga seotud teadlased Peterburi TA ekspeditsioonidel, mis suunatud polaaralade ning Siberi avastamiseks ja uurimiseks. Heaks tavaks kujunes, et geograafilisi objekte nimetati oma eeskujude või kindlat piirkonda esimesena uurinud teadlase järgi – näiteks Middendorffi mägi või Tolli neem. On nimetusi, mis vajunud unustuse hõlma, kuid siiski leidub ka tänastel maakaartidel mitmeid objekte, mis kannavad Eestiga seotud teadlaste nimesid. Digitaalselt kaardilt leiab 188 geograafilist objekti, mis nimetatud 58 Eestiga seotud teadlase või maadeuurija nime järgi. Kõik kaardil nimetatud objektid on kajastatud vanadel kaartidel, reiskirjades või muudes märkmetes.

## MESS

### Antiigimess

3. ja 4. aprillil Lillepaviljonis

Näha-osta saab kõike, mis vana: maale, ikoone, münte, mööblit, raamatuid, militaarvarustust jpm. Kel vaja midagi korda teha, leiab messilt ka restauraatorid.

## FILM



## NÄITUS

### Puuaastaring

17. aprillini Eesti Rahva Muuseumis Tartus

TÜ Viljandi kultuuriakadeemia rahvusliku ehituse eriala tudengite korraldatud näituse saab näha Eesti meistrite loomingu: minisauna, haabjat, kaevurakkeid jm. 2010. aasta on muide kuulutatud puutöö aastaks.

## FILM

### Variator

19. märtsist CC Plazas Polanski uusim film kirjanikust, kes võtab vastu tööpakkumise Briti endise peaministri memuaaride kirjutamiseks. Aegamööda aga hakkab lahti rulluma saladuste laviin ja kirjanikule saab selgeks, et ajalugu kirjutavad need, kel õnnestub ellu jääda.



REPRO

### Kontsert

26. märtsist Artises

Lustakas komöödia majahoidjana töötavast endisest dirigendist, kes juhuslikult leitud faksi ajendil otsustab Suure Teatri orkestri asemel oma pundiga Pariisi sõita. Värvikad karakterid, mõnusat kultuuridevahelist nalja ja palju head muusikat.

### DVD

#### Ehe ja hea eepos TANTSIB KOOS HUNTIDEGA

Kevin Costneri palju Oscareid võitnud ülipikk film valge mehe ja indiaanlaste suhetest 19. sajandi teises pooles. Üllatustevaene, aga meisterlikult jutustatud lugu, mis liigutab küll.



#### Jabur, aga koomiline KADUNUD MAA

Paralleeluniversumite vahel reise võimaldava masina leiutanud arrogantne teadlane satub koos kaaslastega mitmesse jaburatesse sekeldustesse. Hea näide komöödiast, mis on nii halb, et muutub suisa nauditavaks.



#### Kas me sellist tulevikku tahtsime? SURROGAADID

Emotsioonitu Bruce Willis kehastab peategelast maailmas, kus inimesed kodus lesides oma robotkehasid juhivad. Siis aga põhjustab muidu kuritegude ta maailmas ühe roboti surm ka peremehe surma ja Willis asub maailma päästma.



#### Sisutühi multifilm

9

Kõrgtehnoloogilised kaltsunukud võitlevad kurjade masinate vastu maailmas, kus inimesed on üksteist juba hävitanud. Multifilmi visuaalse poolega on küll kõvasti vaeva nähtud, aga sisu on täiesti mõttetu.



#### Surmavalt ootuspärane LÖPP-PUNKT 4

Mitut filmi te teate, mille neljas osa vaatamist kannataks? Napilt surmast pääsenud noored üritavad vikatimeest tüssata, aga võite ise arvata, kes võidab.



### NÄITUS

#### 52 üllatust ja ideed

Aasta lõpuni Tallinnas Kultuuripealinna ideekonkursile laekunud tööd saavad nüüd nädala kaupa teoks. Vaata kodulehelt 52.ee täpsemalt, mis parasjagu käimas ja mis tulemas on. Ootuspäraste ja isegi pisut igavate ettevõtmiste seast leiab õnneks ka piisavalt palju uuenduslikku ja põnevat.

### NÄITUS

#### Koolnud ja koolkonnad

31. märtsini Tartu linnamuuseumis Näitusel on väljas Raiste kalme kaevamistelt möödunud saja aasta jooksul välja tulnud leidude valimik koos erinevate tõlgendustega.

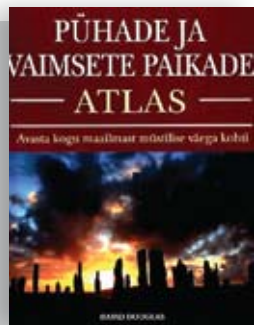
Vaataja ülesandeks jääb otsustada, millist neist ta kõige tõepärasemaks või meeldivamaks peab.



Sain väljakutse .....  
Seal on gaasileke, mis vajab jahutamist.

★	Lause osa ehk VASTUS	Filmi- arvuti ... 9000	Püha ... tuled	Räni
▶	Peipsi siig	▶	▶	▶
▶	Puändiga lugu			
▶	Olukord õues			Karumustikas
▶	Rooma 1000.	Vene jõgi Klooster Harju mk	▶	▶
▶	Eesti Pank	▶	Ehk Vee või info tilkumine	▶
▶	Talvine aksessuaar		▶	
▶	Ilmakaar			
▶	Ingl mehenimi			
▶	Füüsika, matemaatika ja taantjärele tarkus			
▶	Käest kätte käiv asi			
▶	Lohk rabas			
▶	Fosfor			
▶	Golfi-termin			
▶	Väike-laps			
▶	Teeskluseta			
▶	Tänav lüh			
▶	Spoorid			
▶	Kreeka maakond Kitsamaks minema			
▶	Euroopa Liit	Valgu koostisosa Jaapani multikad		Hapnik Tasapinnaline
▶	Rike		...koolon Arvuline ülekaal	Naturaal-logaritm ... laskma
▶	Kümme ingl.k		Laevakalle Poiss	Vereimeja Klaar
▶	Korteri sissejuhatuse		Viha tundmast lakkama Vastsed	
▶	Piano	Inspireerija Male-õpetaja		Abinõu Objekt
▶	Magamishäiretega			Ehitustööline Lauamäng
▶	Liikluseeskiri	Aktiivne Meeter		Närvirakkude tugikude Milli-
▶	Korea perenimi		Kiiritusmootur	
				10x10 m
				Esimene täht Id est

RISTSÕNA: ARKO OLESK, FOTO: POSTIMEES/SCANPIX



## Sõnad läksid risti

Eelmise numbri ristsõna õige vastus oli «... minust skalpelliga». Võitjaks valis fortuuna Risto, kellega võtame ühendust. Tema auhind on raamat «Märgid ja sümbolid».

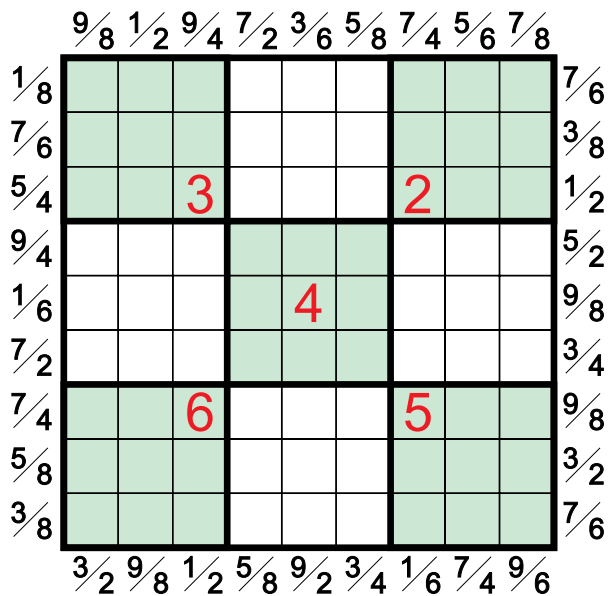
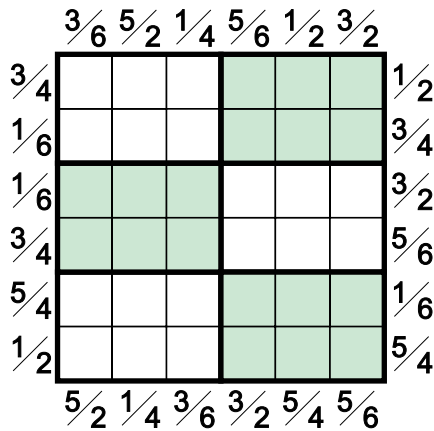
Selle numbri ristsõna vastuseid ootame 29. märtsiks kas e-posti aadressil [vastus@t-klubi.ee](mailto:vastus@t-klubi.ee) või postiaadressil Tarkade Klubi, OÜ Presshouse, Liimi 1, Tallinn 10621. Õigesti vastajate vahel loosime välja David Douglase raamatu «Pühade ja vaimsete paikade atlas».





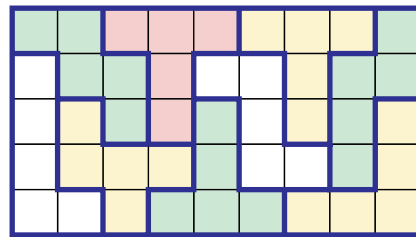
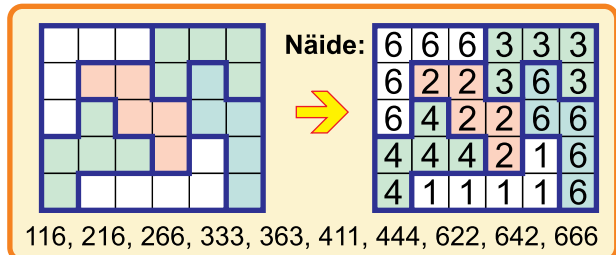
## Esimeste sudoku

Paigutage numbrid 1-6 või 1-9 ruudustikku nii, et üheski reas, veerus ega erivärvilises tükis ei asuks korduvaid numbreid. Numbrid väljaspool ruudustikku näitavad vastavast suunast vaadatuna esimest nähtavat paaritut ja esimest nähtavat paarisarvu.

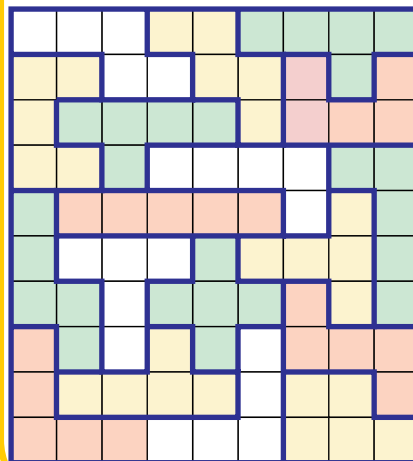


## Paiguta arvud

Paigutage etteantud numbrid ruudustiku ridadesse nii, et igas erivärvilises pentominotükis asuksid ainult ühesugused numbrid. Arvud ei tohi omavahel kattuda.



111, 116, 133, 143, 221, 321, 422, 444, 446, 462, 466, 622, 643, 662, 621



111, 116, 117, 138, 166, 188, 222, 226, 276, 334, 338, 344, 355, 438, 444, 473, 525, 555, 555, 666, 669, 777, 777, 799, 822, 834, 888, 992, 994, 999

Eelmise numbrilüesannete lahendused

2	5	3	4	1	6
6	1	4	3	5	2
1	3	2	6	4	5
5	4	6	2	3	1
3	6	1	5	2	4
4	2	5	1	6	3

8	7	1	9	6	3	4	5	2
3	4	8	2	5	1	7	9	6
5	6	9	8	2	4	3	7	1
2	9	7	1	4	6	8	3	5
6	5	2	7	3	9	1	8	4
1	3	5	6	8	7	2	4	9
7	2	4	3	1	5	9	6	8
9	1	6	4	7	8	5	2	3
4	8	3	5	9	2	6	1	7

EESTI RAHVA RISTONAD

# RISTIK

$7 + 2 + 6 = 3 \times 5 = 5 - 4 + 1$   
 $4 - 2 + 3 = 5 + 1$   
 $4 \times 2 + 3 = 5 + 1$

## Uus ja uskumatu

### NALJU



### Kassiseadused

#### Kassi inertiseadus

Puhkeasendis kass püsib selles asendis, v.a juhul, kui talle avaldavad mõju välised tegurid, nt kassitoidu purgi avamine.

#### Kassi liikumise seadus

Kass liigub sirgjooneliselt, v.a juhul, kui suuna muutmiseks on väga hea põhjus.

#### Kassi magnetismi esimene seadus

Riideesemed tõmbavad ligi kassikarvu proportsionaalselt riide tumedusega.

#### Kassi magnetismi teine seadus

Elektritekk tõmbab kassi ligi valguse kiirusele lähedase kiirusega.

#### Kassi termodünaamikaseadus

Soojus liigub soojemalt kehalt külmemale, v.a kassi puhul, kui kogu soojus liigub kassi suunas.

#### Kassi magamise seadus

Kõik kassid peavad magama koos inimestega, asendis, mis on võimalikult mugav kassile ja võimalikult ebamugav inimesele.

#### Kassi venivuse esimene seadus

Kass venitab end proportsionaalselt äsja tehtud uinaku pikkusega.

#### Kassi venivuse teine seadus

Kassi keha venib täpselt nii palju, kui on tarvis laua pealt mõne huvitava eseme kätte saamiseks.

#### Kassi takistusseadus

Kass peab lamama põrandal sellises asendis, mis takistaks võimalikult palju inimjalga liikumist.

#### Kasti täituvusseadus

Kõik kastid ja kotid ruumis täituvad kassiga esimesel võimalusel.

#### Mööbli asendamise seadus

Kassi soov mööblit kraapida on otseses seoses mööbli maksumusega.

### Rasvased ekraanid



Iga puutetundliku ekraaniga telefoni kasutaja teab (ja kurdab), et kindaga ei saa oma lemmiklelu kasutada. Kui aga Lõuna-Korea viineritootja CJ Corporationi läbimüük hiljuti kasvas, olid selles süüdi töölependelad, sest miniwiiner juhhib elektrit sarnaselt inimsõrmele ja võimaldab seega ka kindas käega iPhone'i kasutada. Hiljem saab aga «puutepliatsi» lihtsalt nahka panna.

### Häkker, ole moodne!



Arvutientusiastid on juba aastaid saanud nautida kõikvõimalikke USB-toitel vidinaid, alates tassisoojendajast kuni tolmuimejani. Nüüd saab teemakohaselt täiendada ka oma garderoobi ja osta sinna vana-dest trükkplaatidest tehtud trussikud. Emiko Oye loodud püksid kannavad nime Population Control 2.0. Huvitav, miks?

### Kes on minu voodikeses maganud?

Kui reisisaatjad ja teised sotsiaalsed töökohad teile veidrad tunduvad, siis hotelliketi Holiday Inn hiljutine algatus kõlab suisa uskumatult. Nimelt pakuvad nad nüüd lisatasu eest voodisoojendajat, mis tähendab seda, et mõni hotellitöötaja

paneb pidžaama selga ja vedeleb teie linade vahel, kuni voodi on kehasoe.

### Sajandi avastus

Teadus on ütlemata põnev ja uusi jalustrabavaid avastusi tehakse vaat et iga päev. Ulsteri ülikooli hiljutine pressiteade räägib sellest, et sealsed teadlased on professor Barbara Livingstone'i juhtimisel maha saanud esimese omalaadse uurimistöega, mis leidis seosed toiduportsjonite suuruse ning toidust saadud energia ja kehakaalu vahel. Teisisõnu said uurijad teada, et palju söömine teeb paksuks.

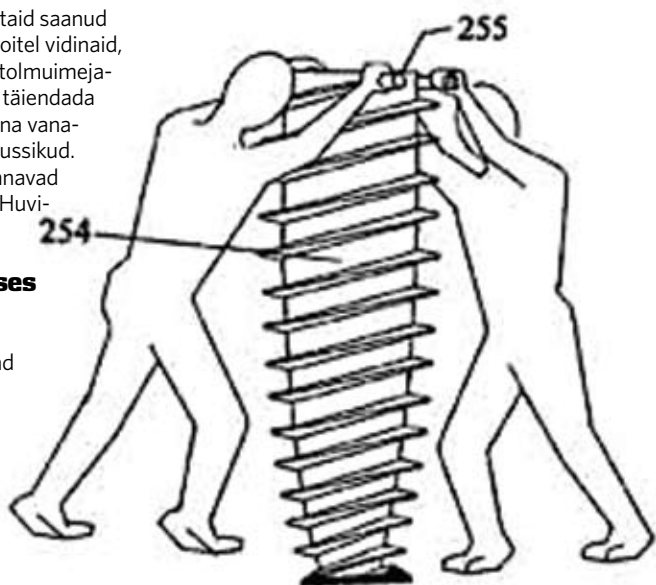
### Kellele šokolaadi?



Kui hiljuti kirjutasime mänguasjast, mis simuleeris õllepurgi avamist koos vastava heliga, siis nüüd on sarnane toode olemas ka karsklastele ja magusasõpradele. Tülluke võtmehoidja meenutab šokolaaditahvlit ja selle küljest saab lõputult tükke murda. Muidugi teeb lelu ka loomutruud häält.

### Kruvikirst

Mõnel pool on maapind nii hinnas, et otsitakse võimalusi ka surnuaedade pealt kokku hoida. California leiutaja Donald Scruggs esitas hiljuti patenditaotluse kirstule, mille saab püstloodis maa sisse kruvida. Pehmemas pinnases piisab kahest mehest (hauakruvivijast?), kõvemates kohtades saab kasutada ka masina jõudu. Kirst on kavandatud läbipaistvast plastist, nii et keerlevana maa alla vajuvat kadunukest saab ka näha.





# TARKADE KLUBI



**Järgmises numbris:**  
**Teenekas kosmoseveteran Hubble**



Drive your way



**blue drive**

## Uus Hyundai i30 Blue Drive™ nüüd Eestis

Sinu vajadustele mõeldes on Hyundai tulnud välja autoga, mille kütusekulu on senisest kuni 7% väiksem ja CO<sub>2</sub> heitmete kogus kuni 15% madalam. Uus Hyundai i30 Blue Drive™ on varustatud ISG-tehnoloogiaga, mis seiskab mootori kui käigukang on neutraalasendis ja käivitab taas kui käik sisse lülitada.

Tule tutvuma ökonomise ja keskkonnasäästliku pereautoga – Blue Drive™ mudelivalikust leiad nii i30 5-ukselise luukpära kui ka universaalkerega i30cw.



# HYUNDAI i30

**i30 5D Blue Drive™ 1,4 ISG hind alates 189 900 kr.**

CO<sub>2</sub> heitmed 135 g/km, keskmise kütusekulu 5.7 l/100 km

**i30 CW Blue Drive™ 1,4 ISG hind alates 205 900 kr.**

CO<sub>2</sub> heitmed 139 g/km, keskmise kütusekulu 5.8 l/100 km



**5 aastat garantiid  
+ 24 h Hyundai abi**

**HYUNDAI** [www.hyundai.ee](http://www.hyundai.ee)

**AMSERV**

Amserv/Tallinn, Tallinna tee 14, Tallinn, tel. 620 0940;

Amserv/Põhja, Tallinna raud 89a, Põhja, tel. 446 5736;

UAB Amserv Yana, Ringtee 22, Tartu, tel. 730 0678; Hyundai müüja

Järva, Halvora 18, tel. 335 9740; [www.amserv.ee](http://www.amserv.ee)

**TÕPRAUTO**

Yaporta müüja/ Tallinn, Sõpruse pst. 18b, tel. 667 6671;

Yalta, Kesklinna 28, tel. 762 4677; Kesklinna, Kõrvaldama aad. 9a, tel. 462 4334;

Võru, Suur-Kõnnu 88, tel. 444 8888; Hõvuse, Tallinna raud. 78, tel. 672 4070;

Rakvere, Mäeva 23c, tel. 327 0882; Narva, Keskna 40g, tel. 368 8888;

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