

NOBELIGA PÄRJATUD: TELOMEERID, RIBOSOOMID, VALGUSKAABLID

# horisont



INIMENE

LOODUS

UNIVERSUM

www.horisont.ee

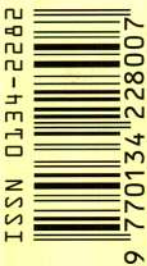
6/2009 november • Hind 39.50

## UIGUURID

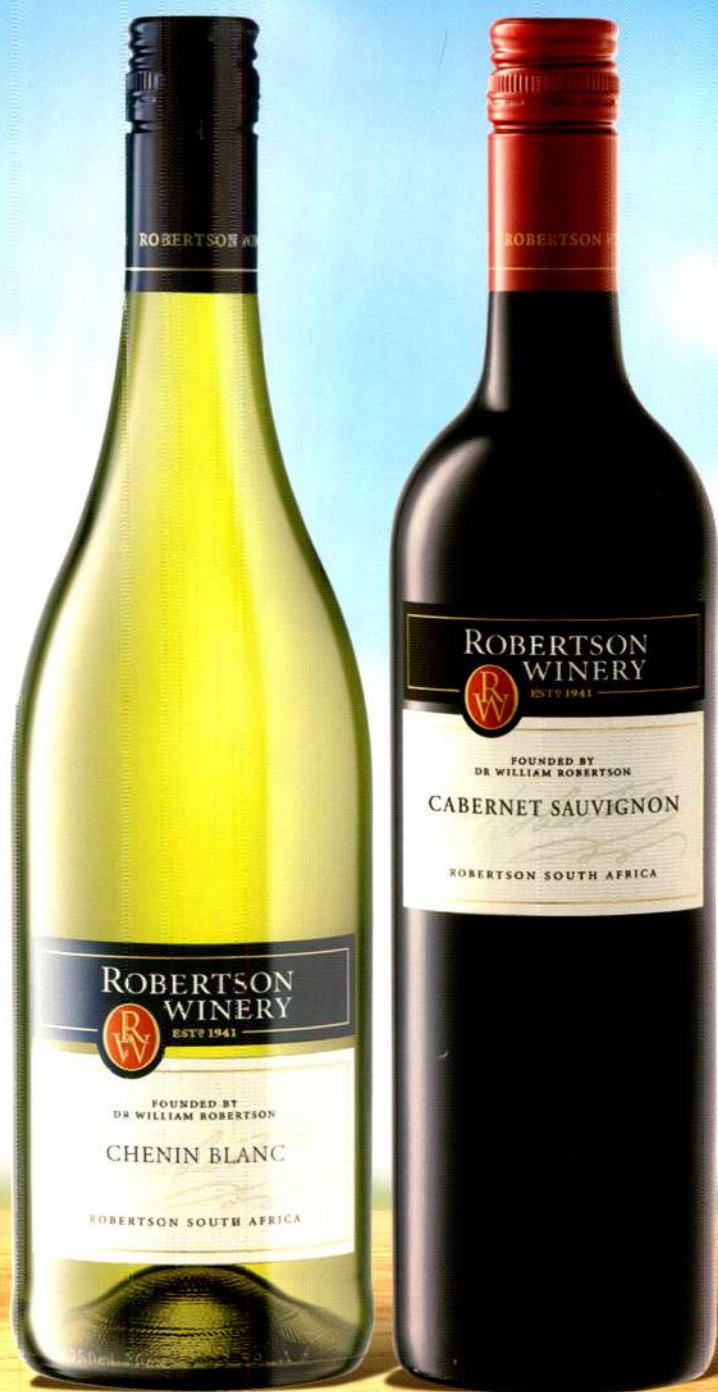
Hiina surve all: rahutu 2009

Sodiaagil  
rändajad

Taevakaardiga  
õue tähti otsima!



Patagoonia metsik võlu



**ROBERTSON**  
**WINERY**  
ESTD 1941

**Aega ei ole, kui aega ei võta.**

## SELLES NUMBRIS

Andrus Mölder

### Uyghuristan.

#### Maa Aasia südames 8

Uiguuristan kannab ametlikult nime Xinjiaangi Uiguuri autonoomne piirkond. Hiina keskvõimu rõhumismetodid seal on osaliselt samad, mida meie kogesime Moskva surve all.

Toomas Tiivel

### Guinnessi õllest

#### Guinnessi rekorditeni 21

Tänapäeval juuakse maailmas aastas ligikaudu kaks miljardit pinti Guinnessi õlut. „Guinness World Records“ on maailma kõikide aegade kõige enam müüdnud registreeritud raamatuseeria. Kas neid ka miski ühendab?

Hendrik Relve

#### Patagoonia rohtla avaruses 24

Esimene mulje Patagoonia rohtlast on troostitu. Ent see mulje on petlik.

Vello Mäss

#### Lippude lehvides mere põhja.

#### Hundijaht meresügavuses 36

Möödnud suvel sai allveelaevade otsingul veel üks lehekülg Lääne-mere sõjaajaloos vigade paranduse.

## NOBELI AUHINNAD 2009

Henn Käämbre

#### Infoajastu teerajajad 38

Füüsikanobel: tunnustus valguse valitsejaile kiudude kaudu valgusides ja pooljuht-kujutisetajuri CCD leiutamise eest.

Kalle Kipper, Jaanus Remme

#### Ribosoomi struktuur ja funktsioon 40

Keemianobel: tunnustus elusorganismides valke sünteesiva organelli ribosoomi molekulaarse struktuuri kindlaks määramise eest.

Ülo Maiväli

#### Telomeerid ja surelikkuse bioloogia 42

Meditsiininel: tunnustus telomeeride ja telomeraasi uurimise eest.



26

## UUDISTA UNIVERSUMIT

Alar Puss

#### Tähtkujud ja sodiaagimärgid 26

Tähtkujude järgi on astronoomidel taevas hea orienteeruda ning tähti, galaktikaid ja muid objekte üles leida.

Toomas Aas

#### Taevakaart 32

Mis on Eesti taevas nähtav novembri-, detsembri- ja jaanuari-öhtutel?

Tõnu Tuvikene

#### Kuud kui planeedid 45

Jupiteril on 63 kaaslast. Tutvume nelja suuremaga.

## HORISONT KÜSIB

#### Üksainus küsimus 6

#### aatomikihipaksusest tulevikuainest

Vastab Tartu Ülikooli Füüsika Instituudi vanemteadur Harry Alles.

#### Intervjuu 16

#### Kõik algas Väandrast

Rein Veskimäe intervjuu Tartu Ülikooli emeriitprofessori akadeemik Ülo Lumistega.

#### Mina & teadus 35

Kuidas on teadus mõjutanud minu elu  
Mõtiskleb ajakirjanik Priit Hõbemägi.

## SIIT- JA SEALPOOLT HORISONTI

Kilokalorid pakenditel – kas info on petlik? 3

Nanomaailma sisemine ilu 4

Marsil paljandus jää 5

Kahekordse valliga löögibassein Merkuuril 7

Tunnustus Eesti fotograafidele 7

## OLÜMPIAAD

Ahto Truu

#### Eesti võistkonnas esimene tütarlaps 50

Rahvusvahelised informaatika-olümpiaadid.

Oleg Košik

#### Vanim olümpiaad – viiskümmend 51

Rahvusvaheline matemaatika-olümpiaad.

## PRAKTILIST

#### Lugesin üht raamatut 48

Indrek Rohtmets  
Vaimust ja ajast teaduseloos

#### Elektropol 53

Veljo Sinivee  
Vana kell

#### Enigma 54

Tõnu Tõnso  
Võrdused tähtviisnurkadega

#### Ristsõna 55

#### Robotex 2009: tulemas on vutilahing 56



8

# Riigikesksest ja riigiülesest

„Meie teadmised maailmast on äärmiselt riikidekesksed,“ kirjutas Andrus Mölder Horisondis 1999. aastal, kui alustas sarja riigita rahvastest. Toona keskendus ta eeskätt Euroopa riigita rahvastele ja probleemidele, mille olemasolu vanas heas Euroopas pole just liigselt teadvustatud veel tänagi. Sedamööda, kuidas maailmas on (taas)lahvatanud mõni (rahvus)konflikt, on käsitlemist leidnud rahvaste geograafia laienenud, jõudes

Tšetšeeniasse, Acehisse, Afganistani, Osseetiasse. Arvestades 2009. aasta ärevaid sündmusi, kirjutab Andrus Mölder seekord Hiina surve all elavatest uiguuridest.

Kas möödunud kümne aastaga ka midagi muutunud on? Kas üleüldise globaliseerumise taustal on maailma riigikesksus vähenenud? Tundub, et mitte eriti. Riiklus on jätkuvalt oluline, selle mõõtmine aga komplitseeritud ja politiseeritud. Olgu näiteks kas või end 2008. aastal iseseisvaks kuulutanud Kosovo, mida tunnustab küll üle 60 riigi, aga mis ikkagi nagu seda „päris“ riigi mõõtu välja ei anna ega kuulu ka ÜROsse. Või siis Taiwan ehk Hiina vabariik, mille koht ÜROs läks 1971. aastal Hiina rahvavabariigile – sellele samale, mille poliitika Uiguuristanis seekord kõne all. Taiwanit tunnustab mitteametlikult jätkuvalt enamik maailma riike, ent ametlikult üksnes paarikümne ringis. Ei saa eitada – Hiinal on mõjuvõimu. Tiibetit poleks siinkohal vist vaja meenutada. Teisalt sellised paigad maailmas nagu Mägi-Karabahhia, Abhaasia, Lõuna-Osseetia, Transdnestria, Põhja-Küpros, Palestiina – igaüks oma probleemide puntraga, mille keskmes (oma)riiklus(ed) ja rahvus(ed). ÜRO liikmeskond on kümne aastaga kasvanud küll seitsme võrra, ent see ei tähenda, et riigita rahvaid nüüd seitsme võrra vähem oleks. Liituja on ju olnud ka näiteks Šveits, mille suveräänsus on olnud üleüldse üks kindlamaid asju maailma ajaloos. Päril uus riik pole ka 2002. aastal üldise tunnustuse saanud Ida-Timor, mis kuulutas end iseseisvaks tegelikult juba 1975. Seni viimasena, 2006. aastal ÜRO liikmeks võetud Montenegrogi on minevikus iseseisvust nautinud. Niisiis on jätkuvalt õiged Andrus Möldri kümme aastat tagasi kirjutatud sõnad: „... enamikul maailma rahvastel ei ole omariiklust ka praegu või pole seda kunagi olnudki.“

Üks riik, mis iseseisvate „klubis“ kindlalt kanda kinnitatud, on Rootsi. Lisaks on Rootsi niisugune riik, mis igal aastal vähemalt korra ja veel koguni positiivses võtmes riigiülest tähelepanu pälvib – seda siis, kui antakse teada järjekordsed nobelistid. Vaevalt meenub kellelegi eriti, et sada aastat tagasi pidasid paljud Alfred Nobeli viimast tahet ebapatriootlikuks ning leidsid, et Nobeli auhinnad peaksid minema üksnes rootslastele. Lisaks määras Alfred Nobel rahupreemiat haldama norralased. Miks ta nii toimis, ega seda täpselt teatagi. Norra Nobeli komitee on pakkunud põhjuseks Norra teistsugused militaarsed tavad kui Rootsis. Veel on arvatud, et Alfred Nobelile imponeeris Norra parlamendi aktiivne osalemine Parlamentidevahelise Liidu töös 19. sajandi lõpul ja püüdlused konfliktide rahumeelse lahendamise poole. Aga võib-olla mängis ka siin oma osa ikkagi riigikesksus? Igal juhul oli ajal, mil Alfred Nobel elas, tegutses, testamendi koostas ja esimesed auhinnadki välja anti, Rootsi kuningas ühtlasi Norra riigipea.

Täna järjekordsetest nobelistidest lugedes võime küll üksnes rõõmustada kosmopoliit Alfred Nobeli ja tema testamenditaitjate valikute üle, sest kui tänapäeval üldse miski, siis küllap just Nobeli (teadus)auhinnad on midagi niisugust, mis tõepoolest on au sees kõikjal maailmas – riikidest, piiridest ja rahvastest sõltumata.

Nagu ehk ka Nobeli auhindadest pikemagi ajalooa Guinnessi õlu ja mõnevõrra nooremad Guinnessi rekordid.

Ja muidugi on oma olemuselt riigiülene inimese huvi tähistava vastu, nagu on olnud ka Rahvusvaheline Astronoomia Aasta 2009. Viimase lõpetamiseks soovitame võtta Horisondi taevakaardi ja minna igapäevaeliselt sügistaevast vaatlema!

*Kärt Jänes-Kapp*

ESIKAANEL: Uiguurid. FOTO: CORBIS / SCANPIX

horisont

INIMENE ■ LOODUS ■ UNIVERSUM  
 www.horisont.ee

Ilmub aastast 1967. 6 numbrit aastas.

- Toimetus: Endla 3, Tallinn 10122 / tel 610 4107 / faks 610 4109 / e-post: horisont@horisont.ee
- Peatoimetaja, sotsiaal- ja humanitaarteadused: Kärt Jänes-Kapp, kart@horisont.ee
- Reaalteadused: Rein Veskimäe, rein@horisont.ee
- Keeletoimetaja: Signe Siim, signe@loodusajakiri.ee
- Kujundus: Kersti Tormis
- Infograafika: Kaarel Tamre ja Toomas Pääsuke

- Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri, Endla 3, Tallinn 10122 / e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee
- Vastutav väljaandja: Indrek Rohtmets, indrek@horisont.ee
- Reklaamijuht: Elo Algma, 610 4106, reklaam@loodusajakiri.ee

Ajakiri ilmub Keskkonnainvesteeringute Keskuse toetusel  
 Autoriõigus, MTÜ Loodusajakiri, Horisont, 2009  
 Trükitud trükikojas Kroonpress

# Kilokalorid pakenditel – kas info on petlik?

Poest toitu ostes on teadlikumal tarbijal võimalik pakendilt lugeda, mida üks või teine toode sisaldab või kui palju energiat annab. Viimasel ajal on Eestis palju räägitud transrasvadest, aga maailmas on tõstatatud teisigi küsimusi. Näiteks ei peegeldavat praegune pakendimärgistus 21. sajandi alguse teaduse seisukohti ega näitavat õigesti, kui palju energiat meie keha toidust tegelikult ammutab. Leiburi tootearendusjuht TIINA RÜHKA sõnul reguleerib toidu märgistamist Eestis valitsuse määrus ja Tervise Arengu Instituudi toitumiseksperdi TAGLI PITSI sõnul ei ole kõnealused kõrvalekalded siiski märkimisväärsed.

Maailmas täna käibiv toiduenergia arvestamise viis pärineb 19. sajandi lõpust. Selle töötas välja Ameerika keemik Wilbur Olin Atwater (1844–1907), kes arvutas mitmesuguste toitude energiasisalduse, põletades neid ja mõõtes, kui palju vabaneb soojusenergiat. Ta arvutas ka, kui suur osa sellest energiast kasutamata jääb, lähtudes seda tehase mehaaniliselt seedimata jäänud toidust väljaheites ning keemilistele protsessidele kulunud energiast, mille tuletas uriinis sisalduvatest ainevahetusjääkidest. Tulemusi üksteisest lahutades leidiski Atwater, kui suure osa toidus sisalduvast energiast organism ära kasutab: ühest grammist süsivesikuist ja valkudest ammutab organism keskmiselt 4 kilokalorit ja rasvadest 9 kilokalorit energiat. Umbes niisugusel viisil ongi toidu energiasisaldust tänase päevani arvatud.

Mitmed viimase aja uurimused, millest suvel tegi kokkuvõtte ka *New Scientist*, on aga kesken- dunud asjaolule, et seedimine on keerukas ja mitmepalgeline protsess, mille eripära omalt poolt mõjutab märgatavalt, kui suure hulga energiat organism toidust tegelikult omastab. On väga oluline, kui palju sisaldab toit näiteks kiudaineid või valke või kuidas see on valmistatud. Näiteks kiudained on nii mehaaniliselt kui keemiliselt raskemini lagundatavad kui ülejäänud süsivesikud. Lisaks on kiudainete seedimisse kaasatud teatud mikroobid, kes ise tarbivad osa toidus sisalduvast energiast. Inime-

sele jääb üksnes ülejääk. Kiudainetest ammutatav energiasisaldus on seetõttu isegi veerandi võrra väiksem kui pakub käibiv arvestus: 2 kcal asemel 1,5 kcal grammi kohta.

Leuveni üliloolis tehtud katsed omakorda ilmestavad, kuidas mõjutab toidust saadava energia hulka toidu valmistamise viis: näiteks keedetud munast omastab inimene 90 protsenti, toorest munast üksnes 51 protsenti. Ühest ja samast lihalõigust omastab organism enam energiat, kui see on täiesti läbiküpsenud, ja vähem, kui liha on poollüps.

Neid ja paljusid muid aspekte pakenditel toodud info hetkel ei arvesta. Pole ju ka midagi hullu, kui näiteks tarvitatud kohuke annab mõned kilokalorid vähem kui pakil kirjas. See on isegi tore. Ent olukord on keerukam, kui tarbija hakkab valima ja tahab langetada teadliku otsuse. Näiteks olukorras, kus kahtleb, kas võtta kohvi kõrvale šokolaadikook, mille energiasisalduseks antakse 250 kcal, või müslibatoon, mille kirjas 300 kcal. Kes otsustab seepeale kerge südamega koogi kasuks, on tegelikkuses eksiteel. Et šokolaadikook on valmistatud rafineeritud suhkrust ja püülist, saab organism koogist energia kätte kerge vaevaga. Samal ajal teatakse juba aastakümneid, et jämedamast jahust suudab organism omandada üksnes 30 protsenti. Nii et kui müslibatoonis ka sisaldub rohkem energiat, kulub ka müslibatooni seedimiseks rohkem energiat.



Toodete toiteväärtuse leidmiseks kasutab näiteks AS Leibur nii arvutuslikke kui ka laboratoorseid meetodeid.

Erinevail hinnanguil võib erinevus pakendile märgitud energiasisalduse ja tegelikkuse vahel olla 2–25 protsenti. Niisiis ei pruugi lahknevus alati olla just märkimisväärne, ometi võib sellest elu jooksul koguneda mõnigi lisakil. Täna ülekaalulisusele kalduvas maailmas oleks niisuguste nüansside arvestamine seega oluline. Tunnistades probleemi olemust, leiavad palju asjatundjad siiski, et toiduainete märgistuse muutmine pole esialgu veel põhjendatud. Senine arvestus annab siiski ettekujutuse toidu energiasisaldusest ning uue süsteemi juurutamisele peaks eelnema veel hulk uuringuid. Teiseks on tarbija olemasoleva süsteemiga harjunud ning muutused põhjustaksid segadust, mõjutamata seejuures oluliselt rahvatervist. Samasugusele järeltulele jõudis ka mõni aasta tagasi asja arutanud ÜRO Toitlus- ja Põllumajandusorganisatsioon.

**Kommenteerib Tervise Arengu Instituudi toitumiseksperdi TAGLI PITSI:** „On tõesti tõi, et kiudained annavad vähem energiat kui teised süsivesikud. Tegelikult on ka süsivesikute 4 kcal grammi kohta kokkuleppeline väärtus, sest erinevad süsivesikud annavad veidi erinevalt energiat. Lisaks sõltub energia ja toitainete omastatavus suuresti ka iga inimese organismi eripärasest.“

Kahjuks ei oska ma kommenteerida, mil moel on tootjad oma pakendile saanud sinna märgitud toote energiasisalduse: laborianalüüsi või retsepti põhjal arvutamise teel. Selle kohta tasuks uurida mõnelt teraviljatoodete tootjalt, näiteks leibadesaia valmistajalt, kelle toodete kiudainete sisaldus on suhteliselt suur.

Tegelikkuses aga ei ole toidu kiudainetest saadav energia märkimisväärne. Inimesed peaksid päevas saama vähemalt 25 grammi kiudaineid ja tihti ei saadagi nii palju. Kui nüüd oletada, et pakenditel on kasutatud 1,5–2 kcal asemel koefitsienti 4 kcal, siis teeb see päeva jooksul umbes 50 kcal eksimust.“

**Kommenteerib AS Leiburi tootearendusjuht TIINA RÜHKA:** „Toidu märgistamist reguleerib Eestis valitsuse määrus, millest lähtub oma toodete toiteväärtuste arvutamisel ja pakendile märkimisel ka turuliider Leibur. Määruse viimane versioon jõustus tänavu juulist, Leibur alustas oma toodete pakendite märgistuse ajakohastamist aga tegelikult juba märtsis. Suurim muudatus ongi puudutanud just kiudainete toiteväärtust: kui varem arvestati meil ühe grammi kiudainete toiteväärtuseks 0 kcal, siis uue määruse järgi on selleks nüüd 2 kcal. Muude süsivesikute, valkude ja rasva toiteväärtuse arvutamisel lähtub valitsuse määrus ja sellest tulevalt ka Leibur tõepoolest maailmas praegu üldiselt käibivatest numbritest – ühe grammi toiteväärtuseks arvestatakse valkude ja süsivesikute puhul 4 ning rasvade puhul 9 kcal.“

Toodete toiteväärtuse leidmiseks kasutab Leibur ühelt poolt kalkuleerimist, mille aluseks on toorainete sertifikaatidel olevad toiteväärtused. Teiseks tellime Veterinaar- ja Toidulaboratooriumist ning Helsingi ülikooli vastavast laborist analüüse. Analüüsid on olulisel ni enese kontrolliks kui ka tarnijate sertifikaatidel olevate andmete õigsuse järelkontrolliks.“

• Horisont

# Nanomaailma sisemine ilu

Oktoobri esimesel päeval avati Tartu Ülikooli Füüsika Instituudis pidulikult unikaalne ja väga kallis, 13 miljonit krooni maksev seade – skaneeriv elektronioonmikroskoop Helios NanoLab 600. Uue seadme võimalustest nanomaailma uurimisel annab ülevaate Eesti Nanotehnoloogiate Arenduskeskuse juhataja ILMAR KINK.

Elektronmikroskoobid on olnud teadlaste käsutuses juba üle 70 aasta ning nende panust mikro- ja nanostruktuuride uurimisse on raske üle hinnata. Materjali pinda on elektronmikroskoopia abil lihtne vaadelda, aga alati on jäänud varju selle sisemine struktuur. Läbivalgustavate elektronmikroskoopidega (ingl *transmission electron microscope*) on muidugi võimalik seda vaadelda, aga objekti ettevalmistus on sel juhul aeganõudev ja keeruline ning tulemus ebatäpne. Samas on sisestruktuuri väljaselgitamine oluline, sest suur osa materjale on kihilise ehitusega ning nende ristlõike uurimine annab oluliselt rohkem infot kui pinna sondeerimine.

Ülihead võimalust mingi materjali sisemusse kaeda pakub skaneeriv elektronioonmikroskoop (ingl *focussed ion beam-scanning electron microscope*, FIB-SEM). Seadmes kasutatakse kaht laetud osakeste kiirt, elektronide ja tavaliselt galliumioonide voogu. Need juhatakse ülitäpselt uuritava aine pinna ühte ja samasse punkti ning kasutatakse ära nende sobivad omadused vastavalt sellele, millist operatsiooni parajasti on vaja teha.

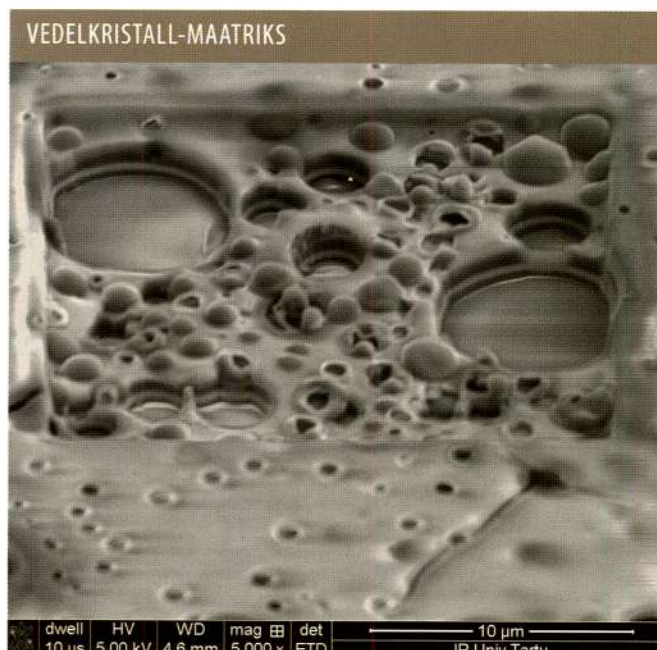
Niisugune kombineerimine laiendab oluliselt eeskätt sisemiste struktuuride uurimise, samuti uute pinnastruktuuride tekitamise ja nendega manipuleerimise võimalusi. Elektronid annavad uuritavast objektist kujutise, samal ajal kui ioonidega söövitatakse pinda või sadestatakse sinna väikeste gaasikoguste abil soovitud materjale. Seda kõike saab

teha väga täpselt: pildi lahutuseks on 1–2 miljondikku millimeetrit ehk 1 nanomeeter, struktuuride täpsus sõltuvalt aineist on aga kuni mõnikümmed nanomeetrit.

Midagi revolutsioonilist elektronioonmikroskoobis iseenesest ei ole, aga uus kvaliteet (ja kvantiteet) tekib just sünergiast ehk olemasolevate meetodite kavalast kombineerimisest. Arvatavasti seisneb seadme suurim väärtus just võimaluses teha mikroskoopilisi ristlõikeid väga täpselt kõige huvitavamatest materjale iseloomustavatest kohtadest.

Põhimõtteliselt viiksid ka traditsioonilised meetodid piisava statistika korral sihile, aga keeruka objekti puhul oleks see kindlasti ülimalt raske. Kui Nõukogude-aegsest paneelmajast annab kümnekond juhuslikku ristlõiget juba päris hea ettekujutuse, siis katsuge näiteks KUMUst samamoodi mingitki pilti saada, eriti veel, kui te ei tea, millisest kohast ristlõige on tehtud. Palju tõhusam ja tõenäoliselt edukam meetod on valida karakterseid kohad ja teha sealt ristlõiked. Kahjuks – või tegelikult siiski õnneks! – on suurem osa mikromaailmast rohkem KUMU kui paneelmaja.

On meeldiv nentida, et Eesti mikro- ja nanomaailma uurijad on nüüd saanud endale elektronioonmikroskoobi. Nimelt on Euroopa Liidu struktuuritoetuste kaasabil Tartu Ülikoolis arendatava materjaliteaduse ja -tehnoloogia infrastruktuuri kaasajastamise programmi raames soetatud tippasemel ja Baltikumis unikaalne FIB-



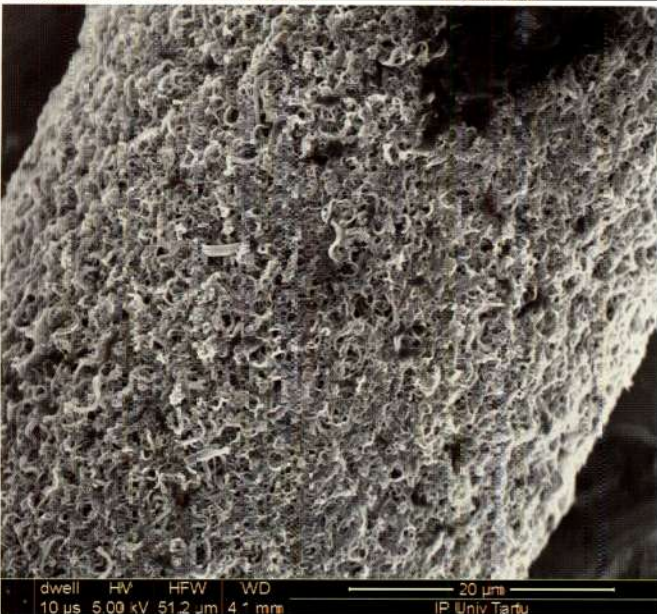
Tartu Ülikooli Füüsika Instituuti paigaldatud skaneeriva elektronioonmikroskoobiga söövitatud vedelkristall-maatriks. Joonisel on näha, et maatriksi sisemuses varieerub tilkade suurus ja kuju suurtes piirides. See omakorda mõjutab materjali elektro-optilisi omadusi. Katseobjektid: Martin Timusk, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut.

SEM seade Helios NanoLab 600 (FEI, USA) ehk siis rahvapärasmalt skaneeriv elektronioonmikroskoop. Materjaliteadlaste, füüsikute ja keemikute kõrval plaanivad uut seadet oma uurimistöös kasutada ka paljud teised uurimisgrupid, eeskätt Tartu Ülikooli loodus- ja tehnoloogiaeaduskonnast, Tallinna Tehnikaülikoolist, Eesti Nanotehnoloogiate Arenduskeskusest ja mujalt. Eriti tervitavat on, et seadme võimalustega on püüdnud end kurssi viia mitmed ettevõtted. Peabki rõhutama, et seade on väga universaalne ja sobib ühtviisi nii tippasemel teadustöökui ka ettevõtluse tarbeks tehtavateks rakendusuringuteks. Tartu Ülikooli Füüsika Instituuti üles seatud elektronioonmikroskoop leiabki kasutamist enam-vähem võrdselt mõlemal suunal. Seadmest on abi nii esialgu tehnoloogiast veel väga kaugel oleva grafeeni uurimisel (vt rubriiki „Üksainus“)

kui ka palju „elulismate“ päikesepatareide ja kütuseelementide valdkonnas.

Eesti Nanotehnoloogiate Arenduskeskus (NanoTAK) saab nüüd niisiis ka ettevõtlusele olulistes tehnoloogiauringutes kasutada maailmas tasemel uurimisaparatuuri. Näiteks arendatakse keskuses elektro-optiliste klaaside tehnoloogiaid. Materjal koosneb teatud maatriksis (kasutame sool-geel materjale, aga sobivad ka mõned polümeerid jm) kapseldatud vedelkristalli tilkadest, milles olevad molekulid muudavad elektrivälja mõjul oma orientatsiooni ja efektiivset murdumisnäitajat. Klaasi pinnale kantava maatriks-vedelkristall kile otstarve sõltub lisaks valitud materjalidele väga palju ka tilkade suurusest, kujust ja ruumilisest jaotusest, mis omakorda on sõltuvalt valmistamisparameetritest. Tegemist on keerulise kombinatsiooniga

## SÜSINIK-NANOTORU FIIBRID



Dielektroforeesimeetodil valmistatud süsinik-nanotoru fiibrid. Fotod illustreerivad, kuidas erineva struktuuriga fiibreid on võimalik valmistada, varieerides lähtematerjali ja valmistamisparameetreid. Struktuurist sõltuvalt on fiibritel ka väga erinevad omadused ja võimalikud kasutusvaldkonnad.

Katseobjektid: Margo Plaado, Tartu Ülikooli Füüsika Instituut.

kümnetest parameetritest, mistõttu „musta kasti“ strateegia ehk uurimine, kuidas konkreetne sisendparameeter mõjutab lõpptulemust, on ülimalt ebaefektiivne, kalline ja pruugi viia maksimaalse tulemuseni. Antud projektis uuritakse elektronioonmikroskoobiga tilkade parameetreid ning lisaks ka tilga vahetus läheduses oleva maatriksi keemilist kompositsiooni, et

teha kindlaks, millises ulatuses tungivad vedelkristalli osakesed maatriksisse. Viimane on oluline, sest mõjutab valguskiire murdumist piirpinnal ehk kile funktsionaalsust.

Praegu on ettevõtjad huvitatud sellise kile kandmisest mitmesuguste klaastoodete, näiteks dekoratiivklaaside, peeglite, aga ka akn klaasi pinnale, mida seejärel saab nupuvajutusega läbipaistvaks

või läbipaistmatuks muuta. Pikemas plaanis on aga mitmete teistegi tarbimisvõimaluste uurimine.

Süsinik-nanotorude suurepärastest omadustest on palju juttu olnud. Need on tugevad, vastavalt vajadusele metallilised, pooljuhid või isolatorid, ning keemiliselt suhteliselt inertsed, aga siiski muudatavad vajadustele sobivalt. Nanotehnoloogiarenduskeskuse üks eesmärk on tuua mõned neist nanomaailmast makromaailma – näiteks välja töötada tehnoloogia süsinik-nanotorudest fiibrile valmistamiseks. Arusaadavalt sõltuvad fiibri omadused suuresti sellest, kuidas on nanotorud fiibri sisemuses omavahel seotud. Siinkohal on jällegi palju abi elektronioonmikroskoobist.

Illustratsioonidel on kaks „ekstreemset“ näidet nanotorufiibrile, mis palja silmaga ja optilises mikroskoobis näevad välja täiesti ühtmoodi. Samas võib juhtuda, et rakendust leitakse mõlemale. „Siledad“ fiibrid on tugevad, nende tõmbetugevus ulatub terase tugevuseni, ja arvatavalt on võimalik seda veel kuni kaks suurusjärku parandada. Nanotehnoloogiarenduskeskuses proovitakse tehnoloogiat rakendada tekstiilimaailmas. „Krässus“ fiibritel on aga väga väike tihedus ja suur eripind. Neid püütakse rakendada teatavates uut tüüpi biosensorites.

Skaneeriva elektronioonmikroskoobi kasutuselevõtt on suur samm edasi nanoteaduse ja -tehnoloogia arengus ning avab lugematul arvul uusi võimalusi paljudes valdkondades. Veelgi üldisemalt rääkides arendatakse nii Tartus kui ka Tallinnas mitmeid huvitavaid nanouuringutega seotud infrastruktuuri projekte, nagu näiteks Tartu Ülikooli Füüsika Instituudi uus juurdeehitus koos NanoLabiga. Viimase valmides võib julgelt öelda, et teadus- ja arendustegevuseks on loodud väga head tingimused ning edasine on juba teadlaste kätes. •

## Marsil paljandus jää

**NASA automaatjaam Mars Reconnaissance Orbiter tuvastas külmunud vee Marsi pinnase all keskmistel laiuskraadidel. Vaatlustulemused saadi orbiidilt, vaadeldes värskest tekkinud meteoriidikraatreid.**

Orbitaaljaama tööd jälgivad teadlased leidsid, et hele jää paljastub viies uues kraatris. Heledad laigud tumenesid esialgsetele vaatlustele järgnevatel nädalatel, sest värskest paljandunud jää sublimeerus hõredasse Marsi atmosfääri. Ühe kraatri valge laik osutus aga piisavaks, et teha orbiidilt spektromeetria vaatlusi ja saada kinnitus – tegemist on tõesti külmunud veega.

Avastus näitab, et Marsi pinnase all on veejääd ka poolel maal põhjapoolusest ekvaatorini, st madalamatel laiuskraadidel, kui seni arvatud. Uurimisgruppi kuulunud Shane Byrne Arizona Ülikoolist on arvanud, et see jää on relikt palju niiskemast kliimast, mis oli Marsil võimalik üksnes mõned tuhandet aastat tagasi.

Tavaliselt edastatakse nädala jooksul Maale üle 200 foto Marsi pinnast kogupindalaga, mis on võrreldav näiteks Californiaga. Teadlased uurivad igat üksikut kujutist, leides vahel tumedaid laike – tolmu- ja moodsustunud väikesed kraatreid. Varasemate fotodega võrdlemisel tehakse kindlaks, kas moodustised on värsked.

Paljandunud jää viib mõttele, et oleks 1970. aastatel Marsil töötanud Viking 2 maandur kaevanud 10 cm võrra sügavamale augu, oleks see võinud juba siis Marsi pinnalt jää avastada.

• [nasa.gov](http://nasa.gov) põhjal Jüri Ivask



6meetiline kraater 18. oktoobril 2008 ja 14. jaanuaril 2009. Vaadeldav on valge laigu kahanemine, kui jää haihtub Marsi hõredasse atmosfääri.

# aatomikihipaksusest tulevikuainest

## Mis on grafeen ja milline on Tartu Ülikooli Füüsika Instituudi teadlaste osa selle materjali uurimisel?

Hüpoteetilise materjalina oli grafeeni – vaid ühe aatomikihi paksust süsinikaatomite võrgustikku – 2004. aastaks teoreetiliselt uuritud rohkem kui pool sajandit. Ometi rabas teadusmaailma suur üllatus, kui Manchesteri ülikooli füüsikud eesotsas Andre Geimi ja Konstantin Novoseloviga publitseerisid teadusajakirjas *Science* oma uurimistöö tulemused (Novoselov et al., *Electric Field Effect in Atomically Thin Carbon Films*, 306, 666–669). Nimelt õnnestus neil tavalise kleeplindiga grafiidist üha õhemaid ja õhemaid kihte tõmmata ning jõuda üheainsa aatomikihi ehk siis grafeeni eraldamisele. Saadud grafeeninäidised olid tibatillukesed. Nende pindala oli võrreldav juuksekarva ristlõikega. Samas on grafeenikihi paksus ligi 200 000 korda väiksem juuksekarva läbimõõdust. Lisaks olid saadud grafeeninäidised, mida teatud mõõndusega võiks nimetada kahemõõtmelisteks kristallideks, väga väheste defektidega, keemiliselt inertsed ja käitused üliheade elektrijuhtidena.

Grafeeni „toodab” tõenäoliselt iga hariliku pliitsiga kirjutaja. Manchesteri teadlaste geniaalsus seisnes vähemasti osaliselt selles, et nad siirdasid grafeenitükikesed ränialustele, mis olid kaetud sobiva paksusega (võis olla ka õnnelik juhus!) ränidioksiidiga. Interferentsefekt tõttu oli selle pinnal vaid mõnekümnekordse suurenemisega optilise mikroskoobi all nähtav isegi üksainus aatomikiht.

Füüsikateooriate järgi ei saa rangelt kahemõõtmelised kristallid olla stabiilsed. Hetkearusaama järgi „väldib” grafeen füüsikaseadustega vastuollu minekut „kortsus” olemissa: uuringute põhjal ei ole grafeen rangelt tasapinnaline, vaid kergelt laineline, kusjuures nende lainete kõrgus on palju väiksem kui 1 nanomeeter ehk 0,000 001 millimeetrit.

Manchesteri ülikooli teadlaste tulemused käivitasid tõelise „grafeenipalaviku”, mille põhjustasid esmajoones suured lootused rakendada grafeeni tuleviku nanoelektronikas. Nimelt leiti juba kõige esimestes katsetes, et laengukandjate, elektronide ja aukude, liikuvus on grafeenis väga suur, ületades ligi suurusjärgu võrra tänapäeva mikroelektronikas laialdaselt kasutusel oleva räni vastava näitaja. Seega võimaldaks grafeeni kasutuselevõtt tulevikus põhimõtteliselt kiiremaid arvuteid.

Siinkohal tuleb kindlasti märkida, et grafeeni kohest kasutuselevõttu näiteks väljatransistorites piirab üks grafeeni fundamentaalne omadus. Nimelt ei saa, erinevalt elektronika-tööstuses kasutatavatest pooljuhtidest, näiteks ränist, grafeeni elektrijuhtivust väga lihtsalt „välja lülitada”. See omakorda aga ei tähenda, et grafeeni ei võiks edukalt kasutada näiteks mobiiltelefonides, mis kasutavad raadiosagedusel põhinevaid analoogseadmeid, kus digitaalsete (sees-väljas) olekute asemel eristatakse signaale nende tugevuse järgi.

Teine oluline põhjus, mis on seni piiranud grafeeni rakendusi elektronikas, on seotud selle materjali valmistamisega. Nimelt ei ole grafeeninäidiste isoleerimine kleeplindil abil

kindlasti sobiv grafeeni tööstuslikuks tootmiseks. Seepärast on viimastel aastatel väga aktiivselt uuritud võimalusi, kuidas valmistada grafeenilehti, mille pindala on ruutsentimeetrite suurune ja mis omadustelt ei jääks alla kleeplindil abil grafiidist eraldatud näidistele. Just sellel suunal on Andre Geimi hinnangul tehtud viimastel aastatel ehk kõige suuremaid edusamme. Näiteks on ränikarbiidi (SiC) termitelisel töötlemisel saadud makroskoopilisi heakvaliteedilisi grafeenilehti, millest on standardsete meetoditega valmistatud väljatransistoreid. Nende laengukandjate liikuvus ületab aga selgelt ränil põhinevate nn MOSFET-tüüpi (ingl *metal-oxidesemiconductor-field effect-transistor* ehk metall-oksiid-pooljuht väljatransistor) transistorite vastava näitaja. Lisaks on suudetud küllalt kõrgekvaliteedilisi grafeenilehti valmistada keemilise aursadestamise teel.

Grafeeni elektrilisi omadusi on seni uuritud peaaugalt katmata grafeenikihtidega, kas oksüdeeritud ränist või siis ränikarbiidist alustel. Samas on grafeenil põhinevate nanoelektroniliste seadmete valmistamiseks vaja kindlasti leida viis, kuidas grafeeni keemiliselt inertne pind katta üliõhukese, ideaalis vaid mõne nanomeetri paksuse isolaatorkihiga. Just selle probleemi lahendamisse on oma panuse andnud ka Tartu Ülikooli Füüsika Instituudi materjaliteadlased. Nimelt sünteesiti siinses, professor Jaan Aariku juhitud kiletehnoloogia laboris Helsingi Tehnikaülikooli Külmalaboris valmistatud grafeeninäidiste pinnale vaid mõnekümne nanomeetri paksusi hafniumoksiidist isolaatorkihte, kasutades aatomkihtsadestust. Seda meetodit on arendatud Füüsika Instituudis juba rohkem kui 20 aastat ja selles valdkonnas on Tartu materjaliteadlaste töörühm üks maailma tuntumaid. Nii-moodi töödeldud grafeenistruktuure on uuritud nii doktor Ilmo Sildose kui ka professor Väino Sammelselja töörühmas ning saadud tulemused on võimaldanud Tartu materjaliteadlastel luua kontakte teiste, sealhulgas Euroopa juhtivate grafeeniuurimistühmadega. ●

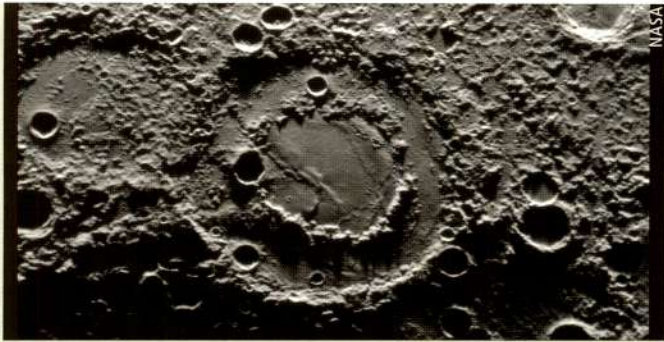


LAURI KULPSOO

Vastas Tartu Ülikooli Füüsika Instituudi vanemteadur, Eesti Teadusfondi Mobilitas-projekti „Grafeenil põhinevate nanostruktuuride valmistamine, töötlemine ja karakteriseerimine” juht

**HARRY ALLES**





## Kahekordse valliga löögibassein Merkuuril

Juuresolevat fotot vaadates kerkib kohe küsimus – mis tekitas kahe valliga löögibasseini teise, sisemise ringvalli. Päris kindlalt ei oska seda öelda keegi. Ebahariliku moodustise läbimõõt on 160 kilomeetrit ning fotole jäi see automaatselt kosmosejaama MESSENGER möödalennul Päikesesüsteemi kõige sisemisest planeedist 29. septembril.

Kahe- ja mitmekordse valliga löögibasseinid on küll haruldased, ent neid on sattunud ka Marsist, Veenusest, Maast ja Kuust tehtud fotodele. Merkuuril endal on mitu „kaksikut“: hiigelsuur Calorise bassein, Rembrandti bassein ja Raditladi bassein.

Enamiku suuri tsirkulaarseid moodustisi planeetidel ja nende kaaslastel on algselt põhjustanud tugevajõuline kokkupõrge üksiku asteroidi- või komeedi-fragmendiga. On siiski ülimalt ebatõenäoline, et teine kokkupõrge toimiks täpselt esimese keskpunktis. Seetõttu arvatakse, et topeltringi teke on seotud kokkupõrkele järgneva laava-vooluga löögikraatri sisemuses.

Võimalik, et sisemine ringvall tekib kokkupõrkel sulanud ja voolama hakanud pinnasematerjalist. Fotol nähtava topeltringvalli niisugust tekkemehhanismi näib tõendavat asjaolu, et löögibasseini keskosa on palju siledama pinnaga kui ringvallidevaheline ala.

Kosmosejaama MESSENGER septembrikuine möödalend Merkuurist oli juba kolmas ja peaks andma jaamale gravitatsioonilise impulsi asumaks 2011. aastal Merkuuri orbiidile. Möödalennul pildistati niisuguseid Merkuuri piirkondi, millest varem pildid puudusid. Nüüd on planeedist fotodele jäädvustatud juba üle 90 protsendi.

• [nasa.gov](http://nasa.gov) põhjal Jüri Ivask

## Tunnustus Eesti fotograafidele

Oktoober tõi loodus- ja teadusfotograafia vallas kaks tähelepanuväärset uudist. Tallinna Tehnikaülikooli geenitehnoloogia instituudi vanemteadur Heiti Paves võitis mikrofotovõistluse *Nikon Small World*. Eesti Maaülikooli professor ning MTÜ Loodusajakiri nõukogu esimees, loodusfotograaf Urmas Tartes aga Londoni Loodusloomuseumi ja ajakirja *BBC Wildlife* loodusfotovõistluse kategoorias „Loomad oma elukeskkonnas“.

Mõlemad on väärikad ja pikkade traditsioonidega fotovõistlused: *Wildlife* korraldatakse aastast 1964, Nikoni mikrofotovõistlust aastast 1974. Mõlema võistluse osalejate arv ulatub tuhandetesse.

Heiti Pavesi konfokaalse mikroskoobiga tehtud fotol on tänapäeval paljudes geeniuuringutes kasutatava hariliku müürlooga tolmuks. Urmas Tartes on aga tabanud lumekirbu helbel kõndimas. •

### VAATA VEEL

■ *Wildlife* veebigeri: <http://www.nhm.ac.uk/visit-us/whats-on/temporary-exhibitions/wpy/online-gallery.dol>

■ *Nikon Small World* võitjad alates aastast 1977: <http://www.nikonsmallworld.com/gallery>

## HORISONT KIRJUTAS

40  
aastat  
tagasi

HORISONT 12/1969, LK 58–60

Hans Treimann kirjutas loos „Saku õlu =“ järgmist:

„Paljude sotsialismimaade õllepudeli siltidel, samuti Ostankino, Riia ja teiste õlletehaste toodangu siltidel võib näha numbreid 12°, 18°, 23°... Paljud arvavad, et see märgib alkoholisisaldust.

Siiski mitte, alkoholi pole neil midagi ühist. Need on niinimetatud Ballingi kraadid, mis näitavad õlle algvirde tihedust, st suhkrule ümberarvestatud ekstraktiivainete protsenti virdes.

Alkoholi protsendid ja Ballingi kraadid õllesortidel on aga vastavalt järgmised: „Žiguli“ – 2,8 ja 11; „Moskva“ – 3,5 ja 13; „Ukraina“ – 3,2 ja 13; „Saku“ – 4,3 ja 17; „Porter“ – 5 ja 20.

Ehkki alkoholi protsent võib mõne sordi juures olla küllaltki soliidne, väidavad spetsialistid, et õige joomise korral ei muuda õlu kedagi alkohoolikuks.“

30  
aastat  
tagasi

HORISONT 12/1979, LK 11–13

Biooloogiakandidaat Ain Heinaru kirjutas DNA sünniloost

140 aastat tagasi artiklis „Nendeta poleks elu“.

„... Vana jõeäärset lossi ei peeta keemialaboratooriumi tarvis kuigi sobivaks kohaks. Ometi töötas noor boikeemik Friedrich

Miescher sada kümme aastat tagasi Saksamaal Tübingenis Neckari jõe kaldal just muistses lossis, pealegi üsna pimedas ja räpases ruumis.

Miescheri uurimuse teema näis veelgi ebaõnnestunum kui töökoht. Ta analüüsis naabruses asuvast haiglast hangitud mäda! Miks? Sest selles sisaldub suurel hulgal vere valgeliblesid, neist aga õnnestus kergesti rakutuumi eraldada. Tuumadest sai ta kätte aine, mida nimetas nukleiiniks.

Hiljem eraldas ta sama aine Reini jõe lõhe seemnerakkudest. 1889. aastal hakkas F. Miescheri õpilane Robert Altmann nukleiini nukleiinhappeks nimetama. /.../

Nukleiini kohta käivale artiklile, mille Miescher avaldas, ei pööratud erilist tähelepanu. /.../

Ajaloo ironiana kõlab tõik, et F. Miescher avastas nukleiinhapped raku tuumadest ajal, kus rakutuumade määrava osa pärilikkuses oli juba selge. Siiski ei leidunud teadlast, kes oleks nukleiinhappeid ja pärilikkust seostada osanud. /.../

Nukleiinhapete kui geneetilise informatsiooni kandjate rolli tõestasid 1944. aastal New Yorgi Rockefelleri Instituudi kolm teadlast – Oswald Avery, Colin MacLeod ja Maclyn McCarty.“

20  
aastat  
tagasi

HORISONT 12/1989, LK 19

Tõnu Viigi kirjutisest „Mõtteid teadusest ja IMEst“ loeme olukor-  
rast teaduse rahastamises. Mis on muutunud?

„Üks on muidugi kohe selge, teadusega saab tegeleda siis ja ainult siis, kui keegi selle kinni maksab. Mõnikord ostab

teadlane ise end vabaks tegelema teadusega – müües oma mõtte vilju, kui muidugi ostja leidub. See sõltub teadusharust, kuid ega neid ostjaid just aia ääres ei vedele.

Seega siis sõltub teadlase võimalus end tõestada põhiliselt sellest, kas ja kui suure tüki on riik nõus ühispirukast talle lõikama. Siiani käis see asi Moskva kaudu nagu kellavärk. Kindlaksmääratud ajal saabusid kindlaksmääratud summad Eesti valitsusse, kes neid kindlaksmääratud viisil jaotas. Nüüd on proovitud aru saada, kuidas see kindlaksmääramine käis, aga võta näpust. Levib arvamusi, et seda pole põhimõtteliselt võimalik mõista.

Eesti on seadnud endale kindla eesmärgi ennast ise üleval pidada, võttes kellelt tahes võimaluse öelda, et me kellegi armust siin Läänemere ääres elame. Uudishimu, mure ja ebakindlusega ootavad paljud teadus-  
inimesed, kas järgmisel aastal saab oma mängu edasi mängida, või peab midagi tõsisemat ette võtma. Ja mis see võiks olla, kui midagi peale mängu öieti ei oskagi? /.../

Ka teadlastele peab raha andma, samuti nagu põllumeestele, kalureile või kaevureile. Erinevus viimatinimetatuist on selles, et teadlase töö ei anna nii kiiresti materiaalselt kasu, kui üldse annab. Ometi annab ta tulu – ta toodab kultuuri.“

ANDRUS MÖLDER

# UYGHURISTAN

## MAA AASIA SÜDAMES

CORBIS / SCANPIX



CORBIS / SCANPIX

Hiina loodeosas rohkem kui 1,8 miljonil ruutkilomeetril elab 8,9 miljonit uiguuri. Uiguuridel pole oma riiki ja viimasel aastal on nende tulevikuväljavaated oluliselt halvenenud. Uiguuride kodumaa on väheviljakas kõrbete, poolkõrbete, kuivsteppide ja mägede ala, kus asub ka kuuluis Taklimakani kõrb – üks elutumaid kõrbeid üldse.



**U**iguuride endi jaoks on nende kodumaa Uyghuristan või Uyghuriye. Tulenevalt uiguuride omakeelsest nimest võiks piirkonda eesti keeles nimetada Uiguuristaniks. Seni oleme uiguuride asuala kutsunud peamiselt Ida-Turkestaniks või Uiguuriaks – viimane sobib samuti, sest on lähedane ühele uiguurikeelsele variandile.

Ametlikult on see ala Xinjiangi Uiguuri autonoomne piirkond. Tegelikult puudub uiguuridel igasugune autonoomia, veelgi hullem – uiguure pole lastud ei piirkonna administratiiv- ega parteijuhtkonda. Isegi suuremate ettevõtete juhid on peaaegu eranditult hiinlased.

### Rahvas: põliselanikud ja immigrandid

Uiguuristanis elab käesoleval ajal ametlikult 8,9 miljonit uiguuri ja piirkonna rahvaarv läheneb 20 miljonile. Elanikest üle 7,5 miljoni on pärast 1949. aastat sisse rännanud hiinlastest kolonistid või nende järglased: 1948. aastal elas Uiguuristanis vähem kui 300 000 hiinlast, nüüd üle 9 miljoni. Lisaks Hiina rahvavabariigile elab uiguure rohkemaarvuliselt Kasahstanis – sealsest 350 000 uiguurist on üle 80 protsendi suutnud säilitada uiguuri keele esimese keelena.

Hiina keskvoimu süstemaatilise migratsioonipoliitika tulemusena kasvab hiinlaste osakaal Uiguuristanis pidevalt. Suurde enamusse on uiguurid jäänud veel üksnes Edela-Uiguuristanis ehk aladel, mis piirnevad Kõrgõzstani, Tadžikistani ja Pakistaniga. Uiguuristani pealinnas, piirkonna keskosas asuvas Ürümchis (uiguuri Ürümchi) on uiguure juba praegu alla viiendiku.

Lisaks uiguuridele ja hiinlastele (valdavalt hanid ja islamiusulised hueid) elab Uiguuristanis, peamiselt ida- ja põhjaosas, rohkemaarvuliselt veel ka kasahhe (1,2 miljonit), kirgiise (180 000) ja mongoleid (160 000).

### Loodus: kõrbed ja mäed

Uiguuristani looduslikud olud on karmid. Maa lääneosas laiub 270 000 ruutkilomeetrine Taklimakani liivakõrb. Kõrbe idaosas küündib liivadüünide kõrgus kohati 150 meetrini, lääneosas aga „üksnes“ 25 meetrini. Tugevad liivatormid on väga sagedased. Kuigi Taklimakani põhiosa jääb 40 põhjalaiusest lõuna poole, langeb talvel temperatuur aegajalt alla 20 miinuskraadi, suvised päevatemperatuurid seevastu tõusevad 50 plusskraadini. Sademed jäävad aastast alla 50 mm, millega Taklimakan on



Kunagine Uiguuristan hõlmas 1,82 miljonit ruutkilomeetrit, täna on Uiguuristani pindala 1,66 miljonit ruutkilomeetrit.

Aasia kõige kuivem piirkond. Taklimakani elusloodus on väga vaene – seal võib kohata antiloope, jäneseid, kõrberotte, mõningaid hiirlasi ja hüpiklasi. Inimasustus on hõre, kuid oaaesides siiski olemas. Isegi uiguuride ajalooliselt tähtis keskus Kaxgar (ka Kashi, 350 000 elanikku) asub Taklimakani lääneosa oaaes Kaxgari jõe kallastel.

Taklimakanist idas asub peaaegu sama sademetevaene Kumtagi kõrb, mis kiirelt laieneb. Taklimakanist kirdesse jääb Kuruktagi kõrb ja Uiguuristani põhjaosas asub veel Gurbantünggüti kõrb. Kokku hõlmavad kõrbed üle kolmandiku Uiguuristanist.

Taklimakani kõrbest põhjas ja läänes kõrgub Tianshani mäestik (uiguuri Tengri Tagh). Seal asub Kõrgõzstani ja Uiguuristani piiril 7439 meetrine Džengišhi mägi (uiguuri Tömür, ka Galibiyat Qokkisi; Eestis rohkem tuntud kui Pobeda). Tianshani kirdepiiril paikneb pealinn Ürümqi, mis on ühtlasi meredest kaugeim (2500 km) suurlinn maailmas. Uiguuristani jääb ka kogu Euraasia merest kaugeim paik: Gurbantünggüti kõrbe punkt,



Uiguuri tüdrukud rahvariieetes.

mille koordinaadid on 46°16'8" põhjalaiust ja 86°40'2" idapikkust, asub lähimast mererannikust 2648 km kaugusel.

Taklimakanist lõunasse jääb Kunluni mäestik (uiguuri Kuinlun), mille kõrgeim punkt, Kunluni ja Pamiiri piirialal asuv Kongur (uiguuri Konurtag, 7719 meetrit üle merepinna) asub Uiguuristani territooriumil.

Uiguuristani madalaim punkt paikneb piirkonna kirdepoolses keskosas Turpani nõos ja jääb 154 meetrit alla poole merepinda. Piirkonna maastikku iseloomustab ilmekalt asjaolu, et Turpani nõo madalaimast osast vaid 150 kilomeetri kaugusel ulatuvad kõrgused enam kui 5 kilomeetrit üle merepinna. Kogu Uiguuristani kõrgeim paik on aga K2 (8611 meetrit üle merepinna), mis on ühtlasi kõrguselt teine punkt maailmas. See mäetipp asub Uiguuristani ja Baltistani (piirkond Pakistanis) piiril; mäele lähim inimasustus ei ole aga siiski mitte uiguuride, vaid Tiibeti rahvaste hulka kuuluvate baltide oma.

### Majandus: põld ja nafta

Uiguuride põhilised tegevusalad on seotud põllumajandusega – nisu-, puuvilja-, viinamarja-, juurvilja-, puuvilla- ja lambakasvatusega. Ajalooliselt on tähtsal kohal olnud ka vaibakudumine. Uiguuristanis tervikuna on tähtsaimad nafta- ja naftakeemiatööstus, mis annavad piirkonna tuludest 60 protsenti. Samas on naftatööstus valdkond, millest uiguure püütakse eemal hoida.

Arvatakse, et Uiguuristanis leidub lisaks naftale ka mitmete muude maavarade olulisi leiukohti. Niisiis omab piirkond Hiina jaoks ses osas olulist potentsiaali. Paraku on maavarade rikkus uiguuridele pigem õnnetuse kui õnne allikas, sest hoolimatu kaevandamine saastab loodust, ei tõsta reaalselt uiguuride elatustaset ning kiirendab hiinlaste immigratsiooni. Samalaadsed probleemid on paljudel Venemaa Siberiosa põlisrahvastel, kes on nende maal leiduvatest rikkalikest maavaraleiukohtadest enamasti vaid kahju saanud.



PetroChina puurtornid Uiguuristanis juulis 2008: nafta- ja naftakeemiatööstus annavad piirkonna tuludest 60 protsenti, kuid uiguuridele on nende maapõuevaradest pigem kahju kui kasu.



Lambakasvatus on uiguuride põline elatuse allikas: uiguuri poiss lambakasvatajate laadal Kaxgaris augustis 2009.

## Keel: palju dialekte

Uiguuri keel kuulub altai keelkonna turgi keelte idarühma. Lähim tuntud sugulaskeel on usbeki keel, kuigi usbekid ja uiguurid ei ela kõrvuti. Uiguuri keele dialektide erinevused on kohati väga suured, nii et mõned uurijad eristavad uiguuride seas mitmeid rahvusi. Uiguuri keele ametlikult kasutatav versioon põhineb Ürümqi dialektil. Paljud eakad uiguurid ei oska peale uiguuri keele ühtegi teist keelt, noorematel on Hiina keelepoliitika tõttu esikohal hiina keel.

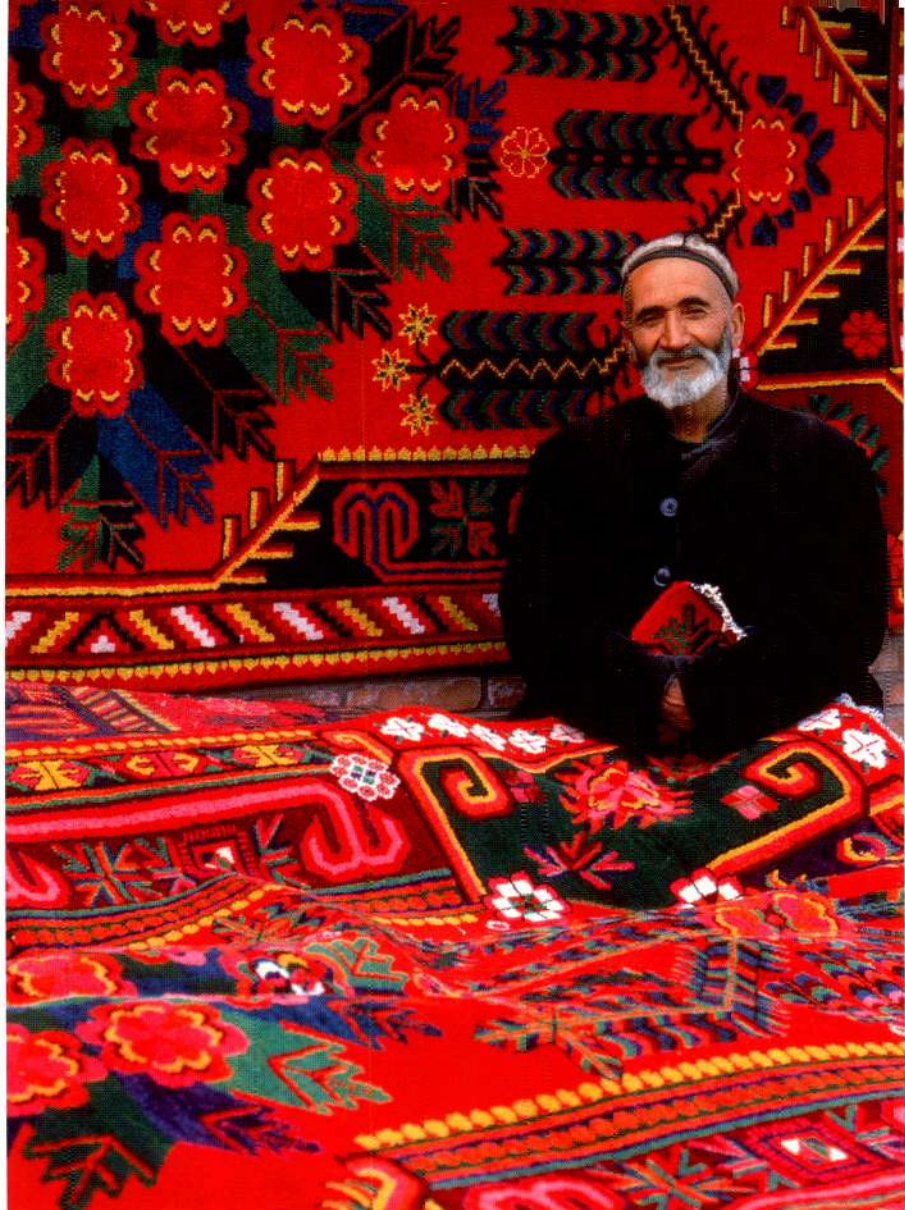
Uiguuri keeles on valdavalt turgi keelele omane sõnavara, kuid sarnaselt usbeki keelele palju laene pärsia keelest. Uiguuri keel on nii lähedane vanale usbeki keelele, et mõned lingvistid arvavad, et usbeki ja uiguuri keel on tegelikult üks ja sama keel, kus erinevused esinevad peaaugaltikult hilisemate laenude näol. Samas on ka usbeki keel ise aja jooksul poliitilistel põhjustel jagunenud kaheks – põhjausbeki keeleks, mida räägitakse endise NSV Liidu aladel ja mis jaguneb omakorda mitmeks dialektiks, ning lõunausbeki keeleks, mida räägitakse Afganistanis. Uiguuri keele uuemad laened pärinevad muidugi valdavalt hiina keelest.

Uiguurid on üks viiest ametlikust suurest rahvusest Hiinas. Uiguuri keel on ametlikult Uiguuristani ametikeel, kuigi tegelikkuses kasutatakse seda ametitasandil tühisel määral ja sellele tehakse järjest enam takistusi.

Uiguuristanis saab siiski veel näha uiguurikeelseid telesaateid, töötavad mitmed uiguurikeelsed raadiojaamad, ilmub üle 80 ajalehe ja ajakirja. Kuigi uiguurikeelsed, levitavad ametlikud meediakanalid paraku peaaugaltikult Hiina propagandat. Uiguuri keele või laiemalt kultuuri tutvustamiseks või arendamiseks ei tee uiguurikeelne riiklik massimeedia sisuliselt midagi.

Väljaspool Hiinat levitatavatest uiguurikeelsetest meediakanalistest on tähtsaim Raadio Vaba Aasia, mis edastab peaaugaltikult uudiseid.

**Uiguuri tsivilisatsioon mõjutas kogu piirkonda peaaegu tuhat aastat, kuni mandžud uiguuride alad vallutasid.**



CORBIS / SCANPIX

Uiguuri vaibakaupmees – vaibakudumine oli minevikus uiguuride tähtis elatusala.

## Kiri: kolme tähestiku neli variatsiooni

Uiguurid on kasutanud mitmeid kirjasüsteeme. 6. ja 7. sajandil käibis nn orkuni kiri, mis oli vanade turkide kirja üks vorm. Hiljem löid uiguurid oma vertikaalkirja, kus tähemärgid olid küll põhiliselt üle võetud varasemast kirjast, ent algne horisontaalkiri ise oli pööratud 90 kraadi vasakule. Sellist kirja kasutasid paljud turgi rahvad, aga ka mongolid ja mandžud mitu sajandit. Uiguuride loodud kiri võeti 13. sajandil ametlikult kasutusele isegi Tšingis-khaani riigis.

10. sajandist on uiguurid kasutanud ka araabia kirja, kuigi üldiselt levis see alles 16. sajandil. 1969 viis Hiina valitsus uiguurid sunniviisiliselt üle ladina tähestikule, ent aastail 1983–1987 taas araabia tähestikule. Seejuures lisati tähestikku mitmeid uiguuri keelele olulisi tähemärke.

Endise Nõukogude Liidu aladel kirjutavad uiguurid kirillitsas. Türgis ja uiguurikeelsetel veebikülgedel kasutatakse valdavalt ladina tähestikku, kuid Türgi ortograafia reegleid. Seega on uiguuri kirjakeeles vähemal või rohkemal moel kasutusel kolme tähestiku neli variatsiooni.

2000. ja 2001. aastal peeti Xinjiaangi ülikoolis mitu konverentsi, et välja töötada uiguuri keelele sobiv unifikseeritud ladina tähestik. Seda siiski mitte araabia tähestikust loobumiseks, vaid araabia ning ladina tähestiku ühtse vastavuse loomiseks.

## Usk: sunniidid, šamaanid, budistid

Usutunnistuselt on uiguurid nüüdisajal valdavalt sunnimoslemid. Osa nende esivanemaist võtsid islami vastu juba 934. aastal – esimesena Kesk-Aasias. Samas on uiguuride seas levinud šamanism ja osa

## Hiina varjus: tsivilisatsioon ja kultuur

Uiguurid muutusid paikseks varem kui enamik teisi türgi rahvaid – juba 2. sajandist eKr pärineb teateid uiguuride maaharimisest. Ka nimetust „uiguur“ on Hiina Hani dünastia kroonikas mainitud 2. sajandil eKr. Vana-Kreeka ja Pärsia allikad pidasid uiguuride asuala idapiiriks Huanghe ehk Kollase jõe läänepoolse nn kaare läänekallast, läänepiiriks Ida-Turkestani ja põhjapiiriks Mongoolia põhjapoolseid steppe. Võrreldes praegusega elasid uiguurid tollal rohkem ida ja põhja pool.

2. sajandist eKr kuni 7. sajandi pKr mängisid uiguuride esivanemad olulist rolli mitmetes Kesk-Aasia impeeriumides. 7. sajandi lõpuaastatel võtsid uiguurid koos teiste türgi rahvaste ja tiibetlastega osa Hiina invasiooni peatamisest Kesk-Aasia põhja- ja kirdeosas. 744. aastal rajasid uiguurid oma riigi pealinnaga Karakorumis, mida uiguurid nimetasid Karabalgasunik. See tänapäeva Põhja-Mongoolias asuv linn oli 13. sajandil lühikest aega ka Mongoolia impeeriumi pealinn. Linna lasi rajada uiguuri khaaniriigi esimene khaan Khutluk Bilge Kül. 8. sajandi keskel, oma hiilgeajal, ulatus uiguuri riik põhjas Jenissei jõe ja Baikali järveni, edelas tänapäeva Kirde-Indiani, loodes peaaegu tänapäeva Astanani ja idas Mandžuuriani.

Samal ajal kui uiguurid tugevenesid, elasid hiinlased üle ajutist langust. Nii polegi ime, et 751. aastal said hiinlased Talasi jõe ääres araablastelt, tiibetlastelt ja uiguuridelt rängalt lüüa. Järgnevate kaotuste järel nõustusid hiinlased maksma uiguuridele iga-aastast andamist siidi näol. Samas kaitsesid uiguurid Hiinat loodes teiste rahvaste vallutuste eest.

8. sajandil hakkas uiguuride jõud ja prestiiž naaberrahvaste seas vähenema. Sagenesid riigisisises ülestõus ning teravnes vastasseis põhjas elanud kirgiisidega ja lõunas elanud tiibetlastega. 840 vallutasid kirgiisid uiguuride pealinna ja selle ümbruse, uiguurid aga emigreerusid kolme suurema rühmana lõunasse ja edelasse Kollase jõe läänekaldale ja mitmele poole Tianshani piirkonda. Laiali rännanud uiguuridel kujunes mitu riiki.

- Ganzhou uiguuride riik eksisteeris tänapäeva Hiina Gansu provintsi territooriumil, mis asub Uiguuristanis idas ja Sise-Mongoolias lõunas. Riik hävis 1228. aastal ega olnud kunagi eriti võimas, ometigi hiinlased tunnustasid seda. Tänapäeval elab mõnisada tuhat Ganzhou uiguuride järglast Gansu provintsis – neid nimetatakse kollasteks uiguurideks või juguurideks ja nad on peaaegjalikult budistid (lamaistid).

- Tianshani idaossa rännanud uiguurid rajasid tänapäeva Uiguuristani idaosas Karakhoja riigi. Ka seda riiki hiinlased tunnustasid. Karakhoja uiguurid võtsid vastu budismi.

- Tianshani lääneosas rajasid uiguurid Karakhanide riigi pealinnaga Kaxgaris. See linn asub tänapäeva Uiguuristani äärmises edelaosas. 934. aastal võtsid Karakhanide uiguurid vastu islami.

1397 islamiriik ja budistlik riik ühendati. Ühtse Uiguuristani iseseisvus püsis 1759. aastani, kui selle vallutasid mandžud, kes olid sajand varem hõivanud Hiina alad. Mandžude võim püsis Uiguuristanis 1862. aastani, kuigi uiguurid tõusid vallutajate vastu üles üle 40 korra. Järjekordse ülestõusuga 1863. aastal suudeti mandžude võim kukutada ja 1864 taastati iseseisvus. Rajatud riiki tunnustasid muu hulgas Osmanite impeerium, Suurbritannia ja Venemaa. Samas pelgas Suurbritannia, et venelased ühendavad Uiguuristani oma impeeriumiga ning keelitas mandžusid uuesti Uiguuristani vallutama. Seejuures andis Suurbritannia invasiooni korraldamiseks mandžudele isegi raha.

1876 alustasidki mandžud Uiguuristani uut hõivamist, andes piirkonnale ka uue nime – Xinjiang ehk „uus territoorium“. Mandžu impeeriumi osaks sai Uiguuristan taas 1884. Vallutuste käigus tapeti üle miljoni Uiguuristani elaniku. Aastatel 1871–1881 oli praeguse Uiguuristani kesk-idaosa Venemaa valduses.

1911 lõppes Hiinas mandžude ajastu ja rajati vabariik. Iseseisvuda soovisid ka uiguurid. Kuna hiinlased olid vastu, puhkes Uiguuristanis taas mitu ülestõusu. Kahel korral, 1933 novembrist 1934. aastani ja aastail 1943–1949 oli ülestõus nii edukas, et uiguurid löid iseseisva riigi.

- Esimene Ida-Turkestani Vabariik ehk Uiguuristani Vabariik (mõlemad nimed olid kasutusel) loodi Uiguuristani lõunaosas. Selle konstitutsioonid olid kesksed islami traditsioonid, kuid suurt rõhku pandi ka majanduslikele,

hariduslikele ja sotsiaalsetele reformidele. Esimesel korral aitas uiguuride iseseisvust hävitada Nõukogude Liit, sest Stalin kartis, et iseseisvusmeeleolud võivad üle kanduda Nõukogude Kesk-Aasiasse. Seetõttu saatis Stalin ülestõusu maha suruma nii maa- kui ka õhuväed.

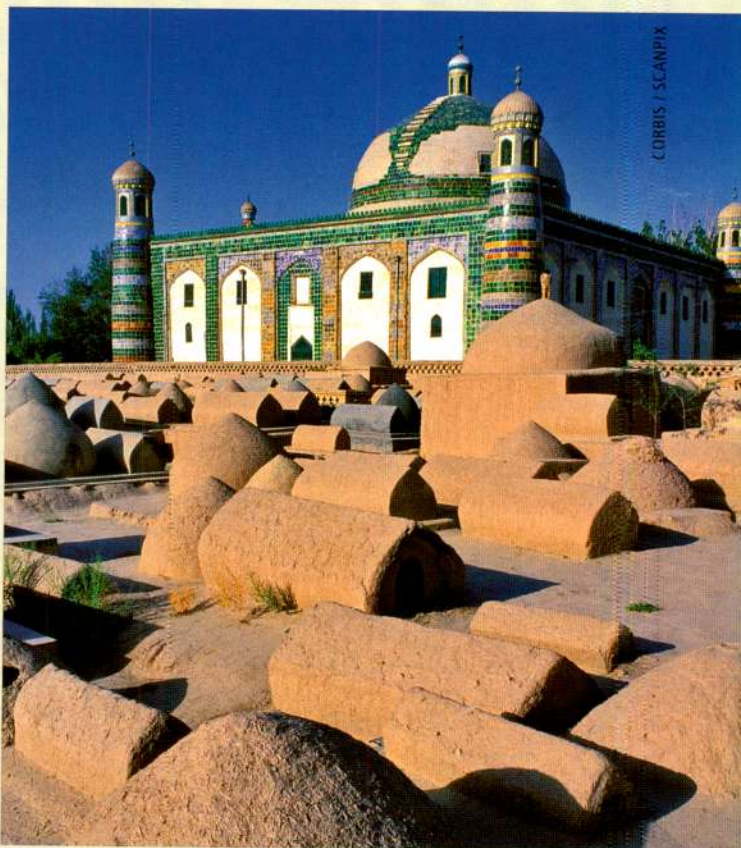
- Teine Ida-Turkestani riik loodi aga hoopis NSV Liidu toel. Viimane püüdis niiviisi säilitada teatavat kontrolli piirkonna üle. NSV Liidu kokkulepped Hiina kommunistidega andsid Hiinale võimaluse 1949. aastal piirkond taas oma kontrolli alla saada. Enne seda olid aga NSV Liidu õhuruumis toimunud lennuõnnetuses justkui juhuslikult hukkunud Ida-Turkestani juhid.

1949 Hiinas toimunud kommunistliku riigipöörde tulemusena muutusid uiguurid Hiina rahvavabariigi alamateks, kusjuures Mao Zedong lubas uiguuridele ulatuslikku autonoomiat. Tegelikuses ei olnud tal kavaski uiguuridele mingit autonoomiat anda. Tüüpilise kommunistliku „ilusale vaele“ eesmärk oli keelitada uiguure kommunistide tegevusele kaasa aitama.

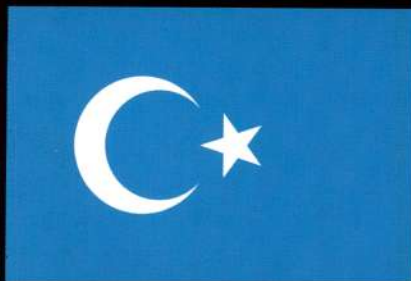
Uiguurid olid sajandeid üks piirkonna kõige enam arenenud rahvas. Hiina oli küll samuti võimas ja arenenud, kuid uiguurid suutsid pakkuda konkurentsi ka hiinlastele. Näiteks kirjutas 10. sajandi lõpus Karakhoja riigis tegutsenud Hiina saadik oma mälestustes sellest, kuidas teda üllatas uiguuride arengutase – mitte üksnes ehitised, vaid ka käsitöö, eriti hõbeda ja kulla töötlemine. Hiina kõrgelt arenenud kirjandust, muusikat ja maalikunsti mõjutas sajandite jooksul tugevalt just uiguuri kultuur. Oli ka vastupidiseid mõjutusi: uiguurid kasutasid edukalt 6. sajandil Hiinas leiutatud trükikunsti tehnikat. Ja seda palju sajandeid enne, kui Gutenberg Euroopas trükikunsti avastas.

Uiguuri kõrgetasemeline meditsiin ületas kohati aga isegi laialt tuntud Hiina meditsiini. Näiteks nõelravi ei ole vaatamata laialt levinud arvamusele leiutatud mitte Hiinas, vaid hoopis Kesk-Aasias. Just uiguurid täiustasid nõelravi kui ravimeetodit nii oluliselt, et sellest kujunes omaette raviteadus.

Uiguuri tsivilisatsioon mõjutas kogu piirkonda peaaegu tuhat aastat, kuni mandžud uiguuride ala vallutasid. ●



17. sajandil Kaxgaris valitsenud islamiusulise Afaq Khoja mausoleum. Afaq Khoja ei olnud küll rahvuselt uiguur, vaid arvatavasti usbekk. Samas on ta islamiusuliste uiguuride jaoks oluline isik, sest osa uiguuride arvates olid tema esivanemad suguluses prohvet Muhammadiga.



Uiguuri rahvuslipp on valge poolkuu ja valge viisnurk helesinisel taustal. Uiguuride lipu eeskujuks on olnud Türgi lipp, kus samsugused valged kujundid on punasel taustal. Aastail 1933–1934 oli uiguuridel kasutusel iseseisva uiguuri riigi lipuna. Käesoleval ajal on see Hiinas rangelt keelatud. Avalikult kasutatavad lippu peaaegselt uiguuri pagulased Põhja-Ameerikas ja Euroopas.

SCANPIX



Hiina relvajõud 4. septembril 2009 Uiguuristani pealinnas Ürümqis.

järgib hoopis budistlikke traditsioone. Budismiga on uiguurid kokku puutunud peaaegu 2000 aastat.

### Probleem: rahva genotsiid

Hiina rahvabariigi genotsiid uiguuride vastu on kestnud 1949. aastast, aga teravnenud eriti viimasel viieteistkümnend aastal. Uiguuride põhjuseks või otsitud põhjustel vahistamine, peksmine, piinamine ja tapmine on massiline. Ainuüksi juulis 1990 arreteeriti Uiguuristanis üle 7900 rahvusliku aktivisti. Veebruaris 1997 aga tappis Hiina rahvavabastusarmee Uiguuristanis Ghuljas üle 100 rahvuslikult meelestatud demonstrandit (ametlikult oli hukkunuid 9), mitu tuhat meeleavaldajat vahistati. Vangilaagrisse saadetakse uiguure tühisemategi rahvuslike või islami ilmingute eest.

Hiina keskvoimu poliitika selge eesmärk on muuta Uiguuristan piirkonnaks, kus uiguurid on marginaalse tähtsusega. Selleks kasutatakse mitmesuguseid diskrimineerimisvõtteid.

Noori uiguuri naisi steriliseeritakse massiliselt. Arstiabi saamine isegi linnades on uiguuride jaoks problemaatiline – valdav osa arstidest ei ole uiguurid ega saa aru uiguuri keelest; paljud hiina arstid ei võta uiguure aga üldse vastu. ÜRO Peaassamblee inimõiguste komisjoni andmetel oli näiteks 2005. aastal väikelaste suremus Uiguuristanis 200/1000 (!), Hiinas tervikuna alla 25/1000. HI-viirusesse nakatunuid on Uiguuristanis ametlikel andmetel ligi 60 000, tõenäoliselt aga oluliselt rohkem. Võrreldes muude Hiina piirkondadega on Uiguuristanis HI-viirusesse nakatumus kordades kõrgem – piirkonnas elab alla 1,5 protsenti

Hiina rahvastikust, kuid üle 10 protsenti HIV kandjatest.

Uiguuristani hiinlaste seas on tööpuudus väike, kuid tööealistest uiguuridest on töötud hinnanguliselt 30–40 protsenti. Isegi mitmete tavaliste ametikohtadele uiguure tööle lihtsalt ei võeta. Vaatamata uiguuride kõrgele töötusele saabub Uiguuristani pidevalt immigrante. Hiina ametliku uudisteagentuuri Xinhua News Agency andmetel tuli ainuüksi jaanuaris-veebruaris 2004 Uiguuristani üle 600 000 (!) hiinlasest töötötsija. Enamik piirkonnas loodavatest töökohtadest on reserveeritud väljastpoolt Uiguuristani pärit tööjõule. Hiina ametliku, 2004. aastal avaldatud statistika kohaselt ületas Uiguuristani hiinlaste keskmine sissetulek piirkonna uiguuride keskmist 3,6 korda. Tegelikuses on vahe ilmselt veelgi suurem.

14–25aastasi uiguuri naisi viiakse massiliselt väevõimuga Uiguuristanist minema, enamasti Ida-Hiinasse. Ametlikult põhjendatakse sellist tegevust, sisuliselt küüditamist, töö võimaldamisega. Tegelikuses on eesmärk vähendada uiguuride sündimust (ära viiakse sünnitusikka jõudvad ja sünnitusealised naised) ning lootust, et uiguurlannad abieluvad hiinlastega ega pöördu Uiguuristani tagasi.

### Probleem: kultuuri genotsiid

Rahvuslike ühendusi pole uiguuridel Hiinas lubatud luua. Islami usuühingud on keelatud, sest need levitavat separatistlikke meeleolusid. Human Rights Watchi andmetel on Hiina võimud 2007. aasta suvest järsult piiranud uiguuride võimalust külastada islamiusuliste püha-

paika Mekat – selline õigus antakse nüüd vaid väikesearvulisele igati kontrollitud delegatsioonile. Uiguuridel on keelatud tähistada isegi traditsioonilist uusaastat Newruzi, 1997. aastast on keelatud ka traditsiooniline kultuurifestival Meshrep. Hiina võimude arvates süvendab rahvusliku kultuuri festival uiguuride seas natsionalismi ja separatismi ilminguid. Hiina jõhker kultuuripoliitika ületab kohati isegi stalinismi saavutusi. Tuletagem meelde, et stalinlikul ajal ei keelatud Eestis aastail 1947 ja 1950 laulupidu, mis ju olemuselt on eestlaste kultuurifestival – veelgi enam, näiteks 1947. aasta laulupeol ei kõlanud ühtegi venekeelset laulu.

Uiguuri kultuuri hävitamise näiteks on ka ajaloolise Kaxgari vanalinna lammutamine suures ulatuses 2009. aastal. Ametlikult on väidetud, et tegemist on 220 000 uiguuri päästmisega elamiskõlbatutest majadest. Tegelikuses ei ole ametivõimud püüdnudki uiguuri arhitektuuripärandit säilitada. Selle asemel võetakse hoonete seisundit ettekaändeks tuues uiguuridelt jõuga jälle tükike nende iidsest kultuurist.

Uiguuri keeles on veel võimalik saada alg- ja keskkaridust, kuid uiguurikeelse hariduse kättesaadavust piiratakse järjest. Varem uiguurikeelsena tegutsenud koolid ühendatakse hiinakeelsete koolidega ja muudetakse järk-järgult üksnes hiinakeelseteks. ÜRO Peaassamblee inimõiguste komisjoni 2006. aasta juunis vastu võetud resolutsiooni 60/251 kohaselt on ligikaudu 70 protsenti Uiguuristani koolidest hiinakeelsed; 60 protsenti täiskasvanud uiguuridest arvatakse olevat kirjaoskamatud; väga vähe



Rebiya Kadeeri toetajad 8. augustil 2009 Melbourne'i raekoja ees meelt avaldamas.



Rebiya Kadeeri 1. septembril 2009. aastal kõnelemas uiguuride toetuseks Euroopa pealinnas Brüsselis.

on kõrgharidusega uiguure ja neilgi on ülimalt keeruline erialast tööd leida. Viimastel aastatel on taaskäivitunud uiguuri ajalugu ja kultuuri tõeselt kajastavate raamatute ja teiste trükiste põletamine võimuesindajate korraldusel.

Hiina keskvõimu rõhumismeedodid on osaliselt samad, mida meie kogesime Moskva all – industrialiseerimise, majanduse arendamise ja elatustaseme tõstmise sildi all rajatakse tööstusettevõtteid, kuhu suunatakse tööle mitte ainult hiinlastest spetsialistid, vaid ka lihttöölised. Ja seda vaatamata asjaolule, et piirkonnas valitseb suur tööpuudus.

Pideva immigratsiooni tulemusena muutub järjest tõsisemaks probleemiks puhta vee nappus. Uiguuristani paljudes piirkondades elab käesoleval ajal rohkem inimesi kui loodusressursid suudavad taluda. Seetõttu tungib mitmel pool peale kõrb.

### Lop Nur: Hiina tuumapolügoon

Uiguuristanis tehti Hiina tuumakatsetusi. Piirkonna kaguosas paikneb Lop Nuri tuumapolügoon, kus aastatel 1964–1996 viidi läbi 45 tuumakatsetust. Katsetuste tõttu suri või sai kannatada üle 100 000 kohaliku elaniku. Ametlikult ei ole Hiina katsetuste tõttu surma saanud inimesi võtnud.

### 2009: surve kasvab

Viimasel aastal on uiguuride tulevikuväljavaated oluliselt halvenenud. 2002. aasta hilissuvel kuulutas USA mitmed uiguuri organisatsioonid terroristlikuks, täites niiviisi Hiina kauaaegse nõudmise

ja andes sellega Hiina keskvõimule sisuliselt vabad käed laiaulatuslike sõjaliste operatsioonide alustamiseks Uiguuristanis. USA sammu põhjus ei olnud mitte vimm uiguuri iseseisvuslaste vastu, vaid vajadus teha Hiinaga senisest rohkem koostööd nn maailmaasjadega. Koostöö eeldusena nõudis Hiina USAlt mitmete sammude astumist, muu hulgas uiguuri iseseisvuslaste tegevuse piiramist.

Varem põgenesid uiguuri rahvuslikud aktivistid Kasahstani. Alates 1996. aastast teeb Kasahstan aga Hiinaga aktiivselt koostööd ja on palju uiguuri teistimõtlejaid Hiinale välja andnud.

2001. aasta sügisest on Hiina püüdnud maailmale väita, et uiguurid on seotud rahvusvahelise terrorismiga. Niiviisi ei püüta elimineerida mitte üksnes rahvuslikke aktiviste, vaid kleepida halvustav silt külge kogu rahvale. Eesmärk on saavutada maailma massiteabevahendite ja laiemalt maailma üldsuse halvustav suhtumine uiguuridesse ning panna maailma heaks kiitma Hiina uiguuridevastaseid repressioone.

Uiguuride protestiaktioonid, ka kõige rahumeelsemad, on Hiinas täielikult keelatud. 2009. aasta suvel toimunud uiguuride protestid (peasjalikult, kuid mitte ainult Ürümqis) olid otseselt ajendatud uiguuri rahvusest tööliste tapmisest ühes tööstusettevõttes. Rahutuste laiem põhjus seisnes aga selles, et paljude uiguuride jaoks on diskrimineerimine muutunud sõna otseses mõttes väljakannatamatuks. Protestide ajal toimunud ja protestide mahasurumisest pole detailset erapooletut infot. Hiina

ametivõimud levitasid sündmuste kohta oma, järjekordselt kõiges uiguure süüdistavat propagandat. Välisajakirjanikke, kelle hulka rangelt limiteeriti, hoidsid Hiina ametiisikud igati sündmustest eemal või lubasid neil liikuda üksnes seal, kus kannatajateks paistsid olevat hiinlased. Näiteks lubati välisajakirjanikke suhelda hiinlastest kannatanutega, kuid kategooriliselt oli keelatud suhelda uiguuridest kannatanutega. Õiglase info liikumise takistamiseks katkestas Hiina ajutiselt mitmel pool Uiguuristanis mobiilside, samuti ligipääsu internetile. Kokku hukkus rahunutest ja nende mahasurumise käigus 197 (Hiina ametivõimude andmetel) kuni mitu tuhat inimest (mõnede uiguuri organisatsioonide andmetel). Vigastatud oli vähemalt 1680, teistel andmetel mitu tuhat; arreteeriti üle 1500 inimese, teistel andmetel koguni üle 4000.

### Uiguuri maailmakongress

Uiguuride peamine organisatsioon maailmaareenil on Uiguuri Maailmakongress (*World Uyghur Congress*, WUC). Organisatsioon loodi 2004. aastal Saksamaal Münchenis, kui ühinesid Ida-Turkestani Rahvuskongress ja Maailma Noorte Uiguuride Maailmakongress.

Organisatsiooni peamine eesmärk on kaitsta uiguuride rahumeelset, mittevägivaldset ja demokraatlikku õigust mõjutada Uiguuristani poliitilist tulevikku. Maailmakongress esindab uiguure ka Esindamata Rahvaste Organisatsioonis (*Unrepresented Nations and Peoples Organization*, UNPO).



Uiguuri Maailmakongress deklareerib mittevägivaldset ja rahumeelset vastuseisu Hiina rahvavabariigi okupatsioonile (selline on organisatsiooni ametlikult kasutatav termin) Uiguuristanis. Organisatsioon soovib, et Hiina võimud järgiksid rahvusvaheliselt aktsepteeritud inimõiguste standardit, nagu see on kirja pandud inimõiguste ülddeklaratsioonis. Samuti soovib Maailmakongress Hiina võimudelt demokraatliku pluralismi aktsepteerimist ning totalitaarse ja riiklikule terrorismile rajatud poliitika lõpetamist Uiguuristanis.

### Kadeer: rahupremia nominent

Maailmakongressi esimesel peassambleel 2004. aastal valiti organisatsiooni juhiks Erkin Aliptekin, kes muu hulgas on olnud ka Esindamata Rahvaste Organisatsiooni peasekretär. Teisel peassambleel novembris 2006 valiti presidendiks Rebiya Kadeer (uiguuri Rabiye Qadir), kes on ka laiemalt uiguuride rahvusliku liikumise juht ja n-ö vaimne ema. Ta on ka Uiguuri Inimõiguste ja Demokraatia Fondi ning Uiguuri Ameerika Assotsiatsiooni asutaja. Kadeer on võitnud maineka Rafto auhinna (inimõiguste alane auhind, loodud Norra inimõigusaktivist Thorolf Rafto mälestuseks 1986) ja olnud 2005., 2006., 2007. ja 2008. aastal Nobeli rahupremia nominent. Oma uiguuride

õigusi kaitsva tegevuse pärast on ta viis aastat istunud Hiina vanglates. Mitmed tema lapsed on Hiinas (poliitilistel põhjustel, kuigi isoleerimise ettekäänded on olnud teistsugused) vanglas või kodusarestis.

8. augustil näidati Melbourne'is toimunud filmifestivalil dokumentaalfilmi „Armastuse kümme tingimust“ („Ten Conditions of Love“), mis räägib Rebiya Kadeeri võitlusest uiguuride õiguste eest. Hiina esitas filmi näitamise eel protesti, nõudis filmi eemaldamist festivali programmist ja võttis festivalilt tagasi neli oma filmi. Hiina häkkerid ründasid aga festivali kodulehekülge, asendades selle sisu Hiina rahvavabariigi lippude ja Kadeeri kohta käivate eba-tsensuursete väljenditega. Samasuguseid reaktsioone on viimasel aastal saanud tunda ka mitmed teised meediakanalid, kus Kadeerist või uiguuride olukorrast on püütud levitada tõest infot.

Uiguuride tulevik tundub olevat üpris tume. Peamine põhjus on asjaolu, et riigid ei taha tülli minna maailma ühe võimsama riigi Hiinaga. Hiina suhtes välja näidatud reaktsioonides püütakse igati arvestada, et sisuliselt juba homme on Hiina maailma võimsaim riik. Kui Hiina majandus kasvab samamoodi nagu viimastel aastatel, st USA omast

kiiremini, muutub Hiina sisemajanduse kogutoodang ostupariteedi alusel juba 2017.–2018. aastal suuremaks kui Ameerika Ühendriikidel. Pole siis ime, et Hiina jõhkrate inimõiguste rikkumiste ees – mitte ainult Uiguuristanis või Tiibetis, vaid laiemalt – paneb enamik maailma poliitikuid silma päris või peaaegu päris kinni. Näiteks 2009. aasta suvel Uiguuristanis toimunud meeleavalduste karmi mahasurumise suhtes on maailma poliitikud olnud enam kui vaoshoitud. Suuremate riikide poliitikutest võrdles vaid Türgi peaminister Recep Tayyip Erdoğan toimunud genotsiidiga ning Türgi kaubandus- ja tööstusminister Nihat Ergün kutsus boikoteerima Hiina kaupu.

Paraku arvestab enamik maailma inimesi igapäevaselt käitudes alati iidset kõnekäändu härjast ja Jupiterist. ●

### AUTORIST

ANDRUS MÖLDER (1970) on lõpetanud 1992 Tallinna Tehnikaülikooli Majandusteaduskonna tootmise ökonomika ja juhtimise erialal ning tegeleb igapäevaselt peaaesjalikult finantside juhtimise ja finantskoolitusega. Huvi väikerahvaste, viimastel aastatel eeskätt riigita rahvaste vastu on ta tundnud 12. eluaastast saadik. Kirjutanud Horisondis mitmetest riigita rahvastest, tutvustanud neid ja nende probleeme alates 2004. aasta suvest ka Vikerraadios, kus on salvestanud seni 50 saadet 48 rahvast.



# ÖKOMESS

ELUKVALITEET 2009

**27.-29. november**  
Tartu Näitused messikeskuses

#### Mess on avatud:

Reedel,	27 novembril	kell 11.00-18.00
Laupäeval,	28 novembril	kell 10.00- 18.00
Pühapäeval,	29 novembril	kell 10.00- 16.00

### Messil käsitletavat teemad:

- \* Mahetoit, mahepõllumajandus
- \* Taastuvenergia, alternatiivsed energiaallikad, biokütused
- \* Jäätmeäritlus, taas- ja korduvkasutus
- \* Mõistlik energiatarbimine
- \* Loodussõbralikud tehnoloogiad, materjalid ja seadmed
- \* Ökoloogilised ehitustehnoloogiad planeerimisest viimistluseni
- \* Ökoturism
- \* Tervislik eluviis

[www.tartunaitused.ee/okomess](http://www.tartunaitused.ee/okomess)





# Kõik algas



LAURI KULPSOO

# Vändrast

Aastakümnete jooksul on ÜLO LUMISTE Tartu ülikoolis geomeetria ja algebrat õpetanud, uurijana oma jälje matemaatikavaramusse jätnud ning mõjutanud Eesti matemaatikaelu nii ülikooli kateedrijuhatajana, Eesti Matemaatika Seltsi asutajana kui ka selle esimese presidendina. Kuidas maapoisist matemaatikust akadeemik sai, seda uuris teadusajakirjanik Rein Veskimäe.

## Olete üks oma suguvõsa vabatalupojast esiisa järeltulija. Teate üldse suhteliselt palju oma esivanematest?

Olen sündinud Vändras, emapoolselt Pärmanntite suguvõsas. Legendi kohaselt algas see suguvõsa esiisast, kes päästis mõisniku karu käest, kaotas võitluses skalbi, sai pärisorjusest vabaks, vabamehena metsavahi koha ja perenimeks Bärmann (Karumees). Isa poolt pärinenud Lundenite suguvõsast. Selle nime sai Kirna mõisa alla kuulunud Vissuvere külas sündinud ning sealt Saarnakõrve kaudu 1832. aastal Järva- ja Saaremaa lähistele siirdunud talupoeg Mihkel ja tema pere 1835. aastal. Minu isa, 1901. aastal sündinud Gori Lunden, on Mihkli pojapojapoeg.

Pärast üleajateenistust Eesti sõjaväe pioneerpataljonis sai isa tööle Vändra postkontori liinimontöörina, abiellus Milla Pärmaniga ning neil sündisid lapsed Ülo ja Aita.

Kooli läksin 1936. aastal Tamsalus, kus isa oli postkontori ülem. Samal aastal muudeti perekonnanimi Lumisteks. Isa kaotas sõjakeerises 1941. Ema siirdus seejärel Paidest meie sünnikohta Vändrasse oma vanemate juurde.

## Pole vist tavaline ega ka juhus, et Teist matemaatik sai?

Keskkooli lõpetasin 1947. aastal Vändras. Ärevad ajad olid toonud Vändrasse mitmeid tublisid õpetajaid, teiste seas matemaatikaõpetajaks tehnikaülikooli haridusega Eino Pillikse. Et ta oli olnud Saksa okupatsiooni ajal raadioreporter, sellal *Landessender Reval, Turgel und Dorpat* koosseisus, tuli ta Nõukogude korra taastumisel repressioonide kartuses Vändrasse.

Kuigi varasemad õpetamise kogemused puudusid, oli ta väga võimekas töös õpilastega. Pillikse tegi mulle selgeks, et uute püsivate tõdedeni võib jõuda matemaatikas ka puhta mõtlemise teel. See mind võluski, samuti tema isiklik eeskujud; pealegi kujunes temast meie perekonna sõber. Pärast keskkooli lõpetamist polnud mul kahtlustki edasise teeotsa leidmisel. Sel „punasel ajal“ valisin ideoloogivaba matemaatika ja saatsin Tartu (sellal Riiklikku) Ülikooli sellekohase avalduse. Kuldmedaliga lõpetanuna sain sisse eksamiteta; sügisel jäi ainult sõita kitsa- ja laiarööpmelise rongiga Tartusse, asuda elama Tiigi

intrisse ja minna esimesteks loenguteks Toomele tähetorni kõrvalhoonesse.

Muide, ka Pillikse läks samal aastal Tartusse oma vanematekoju, kuid juba järgmisel aastal ootas teda Siberi tee, millest Vändra oli teda ajutiselt päästnud.

## Vändra oli seegi koht, kus klarneti ja saksofoni pihku võtsite ning neid puhuma hakkasite. Kuidas see juhtus?

Meie suguvõsal on olnud täita oluline roll Vändra muusikaelus. Emapoolne vanaisa, rätsepmeister Johan Pärmann, asutas Vändras esimese puhkpilli-orkestri.

Minu kooliajal olid selle juhataja ja mitu pillimeest meie sugulased. Et vajati ka noori pillimehi, sai minustki klarnetimängija. Saksa ajal tuli Vändrasse emapoolse vanaema sugulane Voldemar Peerni (algselt Beeren), kes kutsus kokku kergemuusika orkestri, kus ta ise mängis altsaksofoni. Minust tegi ta tenorsaksofoni mängija. Nende orkestritega osalesin mitmel huvipakkuval üritusel: puhkpilliorkestriga 1947. aasta üldlaulupeol Tallinnas (sinna sõitsime, muide, puugaasikutega autol!), ja kergemuusikaorkestriga rahvapidudel Eesti Laskurkorpuse kojureisil Kuramaalt läbi Pärnumaa pärast sõja lõppu.

Ka kooli laulu- ja muusikaõpetajatel on olnud oluline koht minu kujunemisel. Esimene neist oli tuntud helilooja Mihkel Lüdigi, kes vanaduspõlves elas Vändras, kuhu ta on kiriku kõrvale ka maetud. Lüdigi armastas tunde teha saalis klaveri taga, eriti muusikaõpetuse tunde, mil ta rääkis heliloojatest ja muusikavooludest, illustreerides juttu klaveril mängides. Ta oli siis juba vana mees. Imestama pani, kuidas Lüdigi oma pooleldi konksus sõrmedega suutis veel hiilgavalt mängida, hiilgavalt muidugi meie arvates. Kui ta jutuga hoogu läks, kukkusid hambaproteesid sageli klaveri peale, ent ta ei lasknud end sellest eriti häirida.

Lüdigi järel, juba punaste ajal, tuli Vändrasse muusikaõpetajaks omaaegne tuntuim tromboonivirtuoos Tiit Karis. Tema lisas Vändra kultuuriellu uusi värve. Karis on, muide, koos Voldemar Peerniga ära märgitud ka Valter Ojakäärü raamatus Eesti levi-muusika ajaloost. Vändras mängis Karis Peerni



LAURI KULPSOO

● ÜLO LUMISTE on sündinud 30. juunil 1929 Vändras metsavahist vabatalupoja järeltulijana. Lõpetanud kuldmedaliga Vändra Keskkooli 1947 ja matemaatikuna *cum laude* Tartu Ülikooli 1952. Nüüdisaegse matemaatika juurde viis teda ülikooli professor Gunnar Kangro, kes suunas noormehe õppima Moskvasse. 1959 kaitses Moskva ülikoolis kandidaadiväitekirja ja 1968 Kaasani ülikoolis doktoritöö. 1962. aastast Tartu Ülikooli dotsent, aastail 1969–1989 professor ning algebra ja geomeetria kateedri juhataja, 1974–1980 matemaatikateaduskonna dekaan. 1987. aastal asutas Ülo Lumiste Eesti Matemaatika Seltsi. 1990–1994 oli Euroopa Matemaatika Seltsi Nõukogu liige; osales selle asutamiskoosolekul Varssavi lähedal 1990 ja Esimesel Euroopa Matemaatika Kongressil Pariisis 1992.

1993 valiti Ülo Lumiste Eesti Teaduste Akadeemia akadeemikuks. See au ei saa osaks isegi igale tippteadlasele, vaid eeldab erilist panust teaduse edendamisse, õpetamisse, propageerimisse, kogu ühiskonna teadvuse suurendamisse. Intervjuustki ilmneb, et see mees väärib kõiki oma tiitleid ja kutseid, mida on lisandunud veel pärast akadeemikuks saamistki.

Aastast 1995 on Ülo Lumiste Matemaatika Ajaloo Rahvusvahelise Komisjoni liige. Sarja „Teaduse ajaloo lehekülgi Eestist“ algataja ja toimetaja. Mitmete õpikute ja monograafiade autor. Ülo Lumiste on Ameerika Matemaatika Seltsi tegevliige, Tallinna Ülikooli audoktor, Teadusajaloo ja Teadusfilosoofia Eesti Ühenduse auliige ning Tartu Ülikooli Raefondi preemia laureaat.

1999 anti Ülo Lumistele Eesti Vabariigi teaduspreemia ja Eesti Vabariigi Valgetähe III klassi teenetemärk.

orkestris trombooni ehk pasaunet, nagu ta ise mõnikord nimetas, ja esines sageli hiilgavalt ka solistina.

Muusikaõpetajana innustas Tiit Karis meid, nelja lõpuklassi poissi, moodustama meeskvartetit. Mitme uudse laulu harmoneerimisel palus aga Mihkel Lüdigi abi. Nii olen koos kvartetikaaslastega harjutanud isegi Lüdigi Vändra kodus.

### Kui nüüd takkajärele mõelda, oleks Teist võinud saada hoopis muusik?

Muusika on siiski jäänud mulle ainult üheks meeldivaks ja väga armastatud harrastuseks. Ülikoolis jäi pillimäng kõrvale, polnud võtta pillegi, sest endale neid muretseda polnud võimalik. Küll aga jätkas ülikooliaastail trompetimängu minust hulga noorem onupoeg Mihkel Pärnoja (eestistatud Pärmann), kes tuli keemiat õppima ja kellest sai pärast Eesti taasiseisvumist mõneks ajaks majandusminister.

Pühendusin täielikult matemaatikale, harrastades selle kõrval laulmist üliõpilaste Akadeemilises Meeskooris maestro Richard Ritsingu juhatusel. Selles kooris jätkasin ka pärast ülikooli lõpetamist 1952. aastal, kui jäin tööle ülikooli õppejõuna. 1957. aastal osalesin kooriga Ülemaailmsel Noorsoo Festivalil Moskvast ja käisime Siberi matkal. Pärast laulsin vilistlaskooris, Eesti Meestelaulu Seltsi Tartu meeskooris Alo Ritsingu juhatusel kuni millenniumi vahetuseni. Võtsin osa kõigist sellal peetud laulu pidudest.

### Ometi kujunes Teist tunnustatud matemaatik. Miks just geomeetria kõige enam köitis?

Võrreldes teiste erialade tudengitega vedas matemaatika-loodusteaduskonna matemaatikatudengitel kõige rohkem, sest kõik õppejõud olid jäänud Eestisse, samal ajal kui teiste erialade omad olid valdavalt emigreerunud. Eakam neist, professor Jaan Sarv (1877–1954), oli 1931. aastal kaitsnud Tartus doktoriväitekirja teemal „Geomeetria alused“. Tema juhendas seminari Lobatševski planimeetria mudelist ja tutvustas oma ideed: käsitleda üht selle mudelit kui ääretut tasast välja ringikujulise silmapiiriga ning kahte ääretult kaugenevat rööpsirget, näiteks raudtee rööpapaari, kui silmapiiril lõikuvaid. Mind tudengina haaras see idee sedavõrd, et kirjutasin sel teemal ühe oma auhinnatöö, mis leidis ka tunnustamist. Kui kaks aastat pärast ülikooli lõpetamist Jaan Sarv meie hulgast lahkus, nähti minus tema töö jätkajat. Selles suunas hakkaski elu kulgema.

### Geomeetria on koolis kõik õppinud, mille poolest Teie kitsam huvi- ja saavutusterohke ala diferentsiaalgeomeetria näol rohkem köidab? Kus tegelikult elus seda vaja läheb, kas või kaudselt?

Õppeplaanilist ainet „Geomeetria alused“ õpetas meile külalisena NSV Liidu riikliku preemia laureaat Leningradi ülikoolist Aleksandr Aleksandrov, kelle kui oma endise kolleegi kutsus pärast Jaan Sarve pensionile jäämist Tartusse ülikooli rektor Fjodor Klement. Paraku ei jõudnud Aleksandrov loengukurust lõpulegi viia, kui ta kutsuti tagasi Leningradi, kus oli äsja valitud ülikooli rektoriks. Kuigi side temaga katkes, avanes mul uus võimalus minna Moskva ülikooli, kus tuli valida kateeder, mille juures õpetust saada.

## Diferentsiaalgeomeetria läheneb vaja eeskätt kõverjoonte, -pindade ja -ruumide (näiteks Riemanni ruumi) uurimisel.

Geomeetria alal oli seal vaid diferentsiaalgeomeetria kateeder, mida juhatas professor Sergei Finikov ning kus töötasid professor German Laptev ja noor Anatoli Vassiljev. Kuulasin nende loenguid ja professor Pjotr Raševski kursust Riemanni geomeetria. Sooritasin edukalt eksamid, mis läksid hiljem arvesse kui teaduskandidaadi miinimumi eksamid. Sellega sai juba Väandras kolmes viimases klassis Eestisse põgenenud aadlipere esindaja õpetaja Natalja Beljavskaja juhatusel ja hiljem ülikoolis õpitud vene keel kõva praktika.

1956. aasta veebruaris suunati mind uuesti Moskvasse sama kateedri juurde aspirantuuri, kus mind juhendas professor Anatoli Vassiljev.

Järgnes pingeline mõtetegevus väitekirja lõpuleviimisel Tartus Väike-Tähe korteris pisipoegade lalina saatel: olin 1952 abiellunud stomatoloog Silvia Plinkiga, 1955 sündis esimene poeg Rein ja paar aastat hiljem Jüri. 1958. aastal kaitsesin Moskvas väitekirja, 1960 edutati mind ülikooli dotsendiks ning 1962 algebra ja geomeetria kateedri juhatajaks.

Sellega õppejõukarjäär ei lõppenud, vaid algas. Kaks õppeaastat, 1963/64 ja 1964/65, olin doktorant Moskva ülikoolis ikka selle sama diferentsiaalgeomeetria kateedri juures. 1968 kaitsesin doktoriväitekirja Kaasani ülikoolis, 1970 sain professorikutse.

Diferentsiaalgeomeetria läheneb vaja eeskätt kõverjoonte, -pindade ja -ruumide (näiteks Riemanni ruumi) uurimisel, kus selleta hakkama ei saa. Einsteini üldrelatiivsusteooria järgi on ka aegruum kõver Riemanni ruum, seetõttu vajab diferentsiaalgeomeetria ka teoreetiline füüsika. Minu edasises teadustöös oligi üks suund seotud rakendustega kalibratsiooniteoorias, mis seotud elementaarosakeste füüsikaga ning millele panid aluse USA füüsikud, Nobeli preemia laureaadid Steven Weinberg, Abdus Salam ja Sheldon Glashow.

### Millega olete hilisemas teadustöös tunnustust võitnud?

Ühe oma armeenlasest aspirandi Vano Mirzojaniga astusime 1990. aastatel rajale, mille oli avanud Belgia noor teadlane Johan Deprez, nimelt semiparalleelsete alammuutkondade uurimisele. Need on eriomadustega pindade mitmemõõtmelised üldistused. Niisuguste pindade uurimine viis mind kontakti algul Belgia ja hiljem ka teiste maade juhtivate geomeetria eriteadlastega. Senine venekeelne publitseerimine asendus ingliskeelsega; muidugi aitas siin ka Eesti iseseisvumine. Tulid esinemised teaduskonverentsidel Lääne-Euroopas, ka plenaarettekanded. Minult telliti ülevaade „Alammuutkonnad paralleelse fundamentaalvormiga“ („*Submanifolds with Parallel Fundamental Form*“) koguteosesse „Diferentsiaalgeomeetria käsiraamat“ („*Handbook of Differential Geometry*“), mis ilmus Elsevier Science B. V. kirjastuselt 2000. aastal. Rohkem kui 15 aastat väldanud uurimus tipnes monograafiaga „Semiparalleelsed alammuutkonnad ruumivormides“ („*Semiparallel Submanifolds in Space Forms*“), mille avaldamine Springeri kirjastuses võttis küll aega, aga sai sel aastal lõpuks teoks.



ERAKOGU

INTERVJU

Kui monograafiaga said asjad ühele poole, pöördusin vahelduseks ühe oma noorpõlve teema juurde. Geomeetria aluste loengute pidamine Tartus langes muidugi minu õlgadele. Toetusin siin ka Jaan Sarve doktoritöö originaalsele käsitlusele, mida olid täiustanud Jüri Nuut ja Arnold Tudeberg (eestistatud nimega Humal). Avaldasin loengumaterjalid 1964. aastal ülikooli rotaprintil õppevahendina „Geomeetria alused I“, mis äratas tähelepanu ka üleliiduliselt, kuigi oli eestikeelne. Vahepeal oli selles valdkonnas toimunud silmapaistev areng, kuigi mitte otseselt selle õppevahendi temaatikas. Aastatel 2005–2007 avaldasin, nüüd Eesti TA toimetistes, kolm ingliskeelset artiklit, milles selgitasin uute käsitluste seoseid minu 1964. aasta materjalidega. Ulatuslikuma kokkuvõttena koostasid monograafia „Geomeetria alused tuginevalt vahelsusele ja lipp-liikumistele“ („*Foundations of Geometry based on betweenness and flag-movements*“), mis ilmus 2009. aastal ülikooli õppejõu Mati Abeli toimetamisel ja Eesti Matemaatika Seltsi kirjastamisel. Minu 80. juubelisünnipäeva üritused algasidki selle monograafia esitlusega 19. juulil.

Abikaasa Silviaga 56. pulma-aastapäeval.

### Olete koostanud mitmeid õpikuid, uurinud ja populariseerinud teaduse ajalugu ning täitnud olulisi ühiskondlikke kohustusi, seda ka rahvusvahelises ulatuses.

Kui Tartu ülikooli õppejõu ajaloolase Richard Kleisi algatusel hakati koostama eestikeelseid originaalseid kõrgkooliõpikuid, lülitusin minagi sellesse protsessi. Esimesena ilmus 1963. aastal Eesti Riikliku Kirjastuse avaldatud „Diferentsiaalgeomeetria“ õpik, milles rakendasin pinnateoorias ka ühte uutset meetodit. Sellest ilmus 1987. aastal teine, täiendatud trükk, kus leidsid käsitlemist veel mitteeukleidilised geomeetriad, samuti n-mõõtmeline Riemanni geomeetria ning tensorväljad, mis on vajalikud teoreetilises füüsikas. Samal aastal avaldasin õppevahendid „Topoloogia“ ja „Eritüüpi topoloogilised ruumid“.

Vahepeal, 1973. aastal, ilmus ulatuslik õpik „Analüütiline geomeetria“, mille koostasid koos kolleeg Karl Arivaga. Käsitlus selles tugineb vektorite lineaaralgebra aksiomaatikale ja vektori pöörde aksiomidele. See annab uudse lähenemise geomeetria

## Einsteini üldrelatiivsusteooria järgi on ka aegruum kõver Riemanni ruum.

alustele, nii kooligeomeetria osas kui ka projektiivses geomeetrias kuni Saksa matemaatiku Felix Kleini Erlangeni programmi.

Matemaatika ajalugu kuulus pikka aega üleliidulisse kohustuslikku õppeplaani. Kui olin Moskvas 1956. aastal kuulunud Isabella Bašmakova sellealast huvitavat kursust, langes minu osaks lugeda sama ainet ka Tartus. Ühtlasi tekitas see huvi matemaatika ja üldse teadusajaloo vastu Tartu ülikoolis ja Eestis. Looduseuurijate Seltsi juures organiseerisin loodusteaduste ajaloo komisjoni, mis kutsus 1960. aasta mais kokku sellekohase konverentsi. Seal esinesid ka Moskva ja Leningradi matemaatikud, teiste hulgas eestlane Jaan Depman Neevalinnast. Ettekannete laiendatud tekstid koos illustratsioonidega said tuumikuks 1968 kirjastuses Valgus ilmunud raamatule „Teaduste ajaloo lehekülgi Eestist I”. Selles sarjas ilmus hiljem 13 köidet. Viimane neist, mis avaldati 2002 Eesti Teaduste Akadeemia kirjastuse väljaandena, oli pühendatud Riias sündinud ja Tartus õppinud baltisaksa keemiku Nobeli preemia laureaadi Wilhelm Ostwaldi 150. sünniaastapäevale. Sarja kaks esimest raamatut ilmusid minu toimetamisel. Esimeses neist avaldasin peale eelõeldu veel oma uurimuse matemaatikast Eestis 17. ja 18. sajandil. See täiendas minu ülevaate „Lehekülgi matemaatika ajaloost Eestis” esimest osa, mis avaldati ülikooli sarja „Matemaatika ja kaasaeg” neljas esimeses väljaandes aastatel 1963–1964. Põhjalikumalt uurisin Saksa professori, 18.–19. sajandil elanud Martin Bartelsi saavutusi kõverate teoorias, millega täiendasin ka matemaatika ülemaailmset ajalugu, sest täielik käsitlus ilmus mul 1997 inglise keeles ajakirjas *Historia Mathematica* (Matemaatika ajalugu). Pinnateooria klassiku, Tartu ülikooli kauaaegse professori, Saksa päritolu Ferdinand Mindingu tegevust käsitlesin venekeelses monograafias, mis ilmus nelja autori koostöona kirjastuse Nauka väljaandena 1970. aastal.

Suurimat tähelepanu on ilmutatud ühe uurimuse vastu Tartu Rootsi-aegse ülikooli teaduseajaloo, mille tegime koos ajaloo professor Helmut Piirimäega ja avaldasime esmakordselt eesti keeles 1981. aastal „Tartu ülikooli ajaloo küsimustes”. Selles tutvustasime Academia Gustavo-Carolina professorit Sven Dimbergi kui Newtoni teooria üht varaseimat propageerijat 1690. aastail. Hiljem ilmus uurimus veel vene, inglise ja rootsi keeles, viimases Rootsi matemaatikute Jaak Peetre ja Staffan Rodhe tõlgitud ning kommentaaridega varustatult. Koos Jaak Peetrega, kes on rahvuselt eestlane ja emigreerus 1944. aastal koos perekonnaga Rootsi, olen toimetanud veel ingliskeelse raamatu Eestist pärit matemaatiku Edgar Krahi 100. sünniaastapäevaks. Selles on minult kolm peatükki, üks koos kolleeg professor Enn Tammega. Raamatu kaaskirjastajana on märgitud Eesti Matemaatika Selts, mis (taas)asutati 1987. aastal minu algatusel; olin ka selle esimese esimees kuni aastani 1993. Just siis valiti mind ka Eesti Teaduste Akadeemia akadeemikuks.

**Õeldakse, et käbi ei kuku kännust kaugemale. Teie poegadest siiski matemaatikuid ei saanud: Jüri Lumiste on Vanemuises tuntud näitleja ja lavastaja, samuti kõva laulumees, vanemat poega Rein Lumistet teavad väga hästi need Tartu, Pärnu ja Tallinna haiglate patsiendid, kes on tema kirurginaoalt läbi käinud.**

Nii see on. Kuid järgmise põlvkonna osas võib see käbi-jutt ometi õigeks osutuda. Reinu kolmest pojast on Imre Tallinna Tehnikaülikooli haridusega tuntud Tartu IT-spetsialist. Järgmine, Kaur, on Tartu Ülikooli magistrant matemaatilise statistika alal. Noorim, Ando, lõpetas äsja bakalaauruseõppe Eesti Maaülikoolis geomaatika alal. Jüri kolm poega on veel liiga noored, et arvata, kelleks nemad võivad sirguda.

**Mitmed ülikooli õppejõud ja tuntud teadlased on võtnud osa Uno Sahva võimlemisrühma tegevusest. Mille poolest see nii kõitevi?**

Loodetavasti võib saada küllalt ammendava vastuse tuntud keelemehe Eduard Väari koostatud ja toimetatud raamatust „UNO SAHVA, spordi- ja rahvamees” (Tartu, 2005). Minu isiklik huvi kehakultuuri vastu sai alguse koolipoisi-ajast Tamsalu suusaradadel ja uut innustust Väandras Vene aadliperekonnast pärit võimlemisõpetaja Nikolai Menšikovi riistvõimlemise tundides. Ka ülikoolis tegelesin harastusvõimlemisega Uno Sahva juhendamisel ja noore õppejõuna sai minust tema võimlemisrühma liige. Eriti paelusid rühma talvised suusaväljasõidud Otepää-Kääriku ümbrusse. Nendest kasvas välja mõte muretseda Kääriku lähedale maja, kus saaks ööbida. See realiseerus 1963. aastal endise popsikoha Mustametsa ostmisega ja selle hilisema kujundamisega Mustametsa sporditareks: ehitati uus saun ja maja juurdeehitusena „kapiitlisaal”. Selle kõige seostuvad ühtlasi unustamatud suusamälestused.

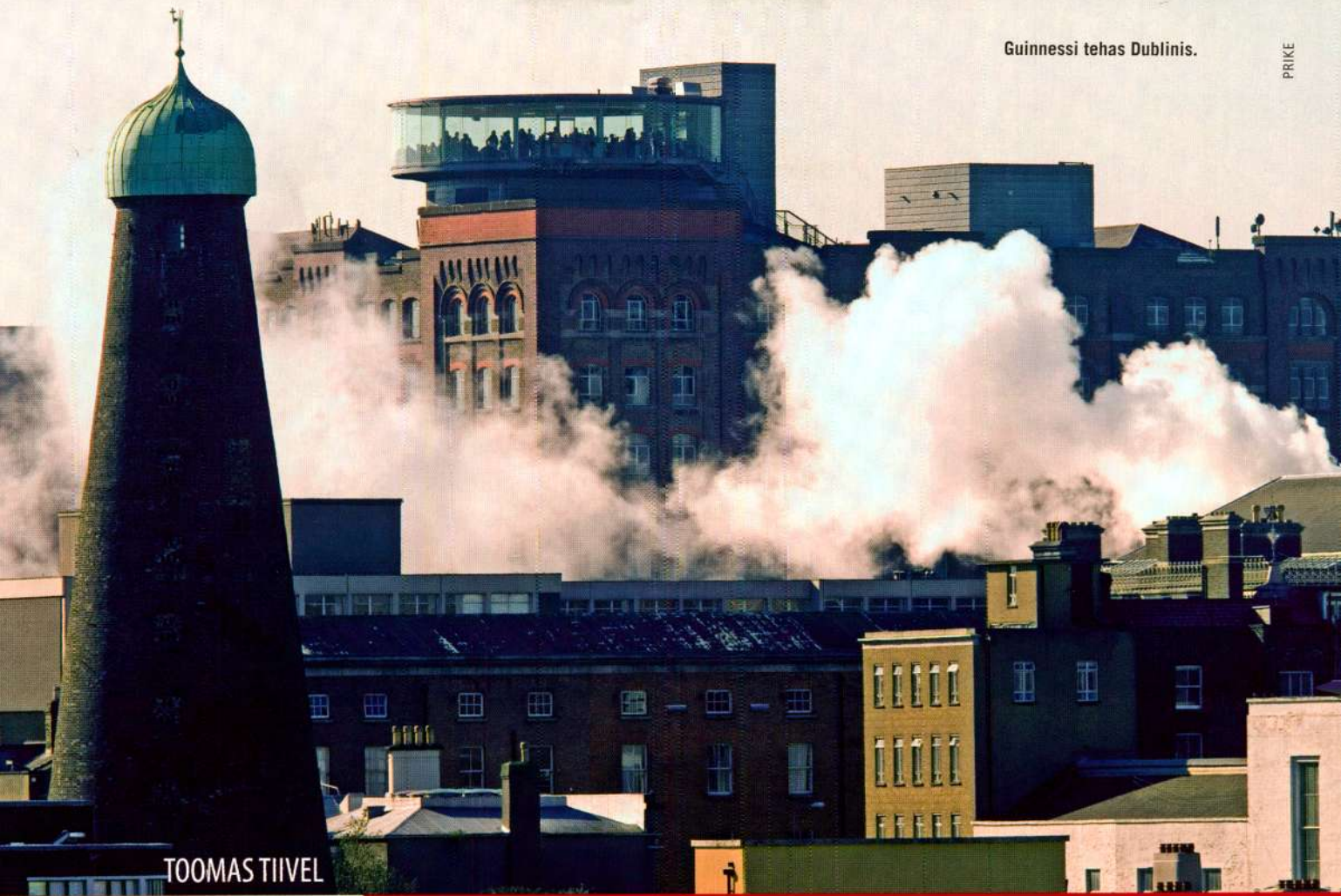
Samuti sain sealt rohkesti ehituskogemusi. Kui pärast 1967. aasta hiigeltormi pakuti odavat ehitusmaterjali, tekkis mul mõte rajada perele suvekodu Ahja lähedale, kus Kärša kiriku vastas oli saada sobiv koht. Nüüd ongi seal mu oma kätega püstitatud suvemaja.

**Maa ja loodus on jäänud Teie ellu tänaseni.**

Noorusaja suurimad looduselamused on seotud karjapoisiajaga mitmel suvel Väandra lähedal Kurgja kandis Oriküla metsavahi peres. Läbi sealsete metsade läks Carl Robert Jakobson kuulsat Sakala teed pidi Kurgja talust Viljandisse Sakalat toimetama. Sellal möödusid kõik minu suvepäevad ürgmetsas lehma karjatades ja looduse saladustest osa saades. Maatöoga tutvusin Saksa ajal, olles sulasepoiss Väandra lähedal Esula talus. Selle kõige aitasin ema pere ülalpidamisel. Ühel suvel töötasin ka Tootsi turbariikivabrikus. Üliõpilas- ja hilisemas aegagi kuulusid muidugi igasügisel põllutöö-nädalad.

Õppejõuna meenuvad elamused Uno Sahva organiseeritud suusamatkadelt, mis kulgesid mitte tavalisi teid pidi, vaid kompassi järgi valdavalt läbi puutumatu looduse isegi Taga-Karpaatias. Tutvus kolleegiga, innuka mägimatkajaga Valgevenest, viis ühe suvisel matkani Kaukaasias Elbruse lähistel, millest kutsusin osa võtma ka Uno Sahva. See pakkus täiesti uusi loodusetunnetusi, millest olen eespool mainitud raamatus kirjutanud artikli „Unoga mägimatkadel”. Järgnes katse vallutada Kazbek, tookord ilma Unota.

Kodumaal on unustamatuid muljeid pakkunud ujumine paljudes looduslikes veekogudes. Nüüd, aastate möödudes, kui tekkisid probleemid vasaku jala liikumisvabadusega, on püsima jäänud vaid lühijalutuskäigud suvekodu ümbruse metsades. ●



TOOMAS TIIVEL

## GUINNESSI ÕLLEST GUINNESSI REKORDITENI

**24. septembril 2009 tähistas iirikeelne ja -meelne maailm Arthuri päeva, mis oli pühendatud Guinnessi õlle 250. aastapäevale. 9. novembril tähistatakse viiendat korda rahvusvahelist Guinnessi rekordite päeva.**

Irimaa ja õlu on seotud iseenesestmõistetavalt. Sama enesestmõistetavalt samastub iiri õlu paljude õllesõprade jaoks just Guinnessiga. Kuigi Guinness on kuulsaim, leidub rohelisel saarel siiski kümneid ja kümneid teisi õllesidki.

### Maailmavallutaja teekond

Tänavu on aga põhjust rääkida just Guinnessist: 2009. aastal täitub 250 aastat päevast, mil Leixlipi linnakeses õlut tootnud Arthur Guinness rentis Dublinis 9000 aastaks maatüki, millel asus St. James Gate'i õlletehas, ning hakkas seal tootma kuiva stout'i, mis tänaseks on maailma kuulsaim.

Guinnessi perekonna kuulsusriikas lugu algabki Arthuriga, kes kasutas oskuslikult ära päranduseks saadud 100 naela ning kujundas tõelise õlleimpeeriumi. Algas oli muidugi riskantne, sest Briti saartel oli selleks ajaks õlut toodetud väidetavalt juba üle 3000 aasta – ilmselt igas väikseimaski külas ja linnas. Aga tänu järjekindlusele ja õnnele saatis Arthur Guinnessi ettevõtmist edu. Igatahes aastal 1815, kui toimus Waterloo lahing, soovisid mitmed haavatud Briti ohvitserid just pinti Guinnessit. Ja nad kutsusid seda mitte lihtsalt õlleks, vaid nimepidi.

Arthuri poegadele, kellest mitmed said aadlitiitli, jäi isa, vanaisa ja vana-

vanaisa loodu hoidmine ja edasiarendamine. Siis juba Iveaghi krahvid, jätkasid nad tööd perefirma ning osalesid aktiivselt nii Dublini kui ka kogu Iirimaa poliitilises, äri-, kiriku- ja hariduselus. Viimane neist, 1932. aastal sündinud Arthur Francis Benjamin Guinness, kolmas Iveaghi krahv, viis Guinnessi maailmavallutuse lõpule: tema ajal avati uued tehased Nigeerias, Jamaical, Kamerunis ja mujal. Maakera sai kaetud. Müüginumbrid tõusid enneolematult kõrgele.

Kolmanda Iveaghi krahvi surmaga aastal 1992 lõppes Guinnessi perekonna otsene seotus firmaga. Aga Guinness jäi Guinnessiks.



Arthur Guinness,  
24. september 1725 – 23. jaanuar 1803.

Tänapäeval juuakse maailmas iga päev 10 miljonit pinti Guinnessi õlut.

### Mehed teavad, mida teevad

Guinnessit toodetakse tänapäeval 50 riigis ja müüakse enam kui 150. Mis teeb selle väikese maa suure rahva kuulsaks ölle nii eriliseks? Põhikomponentides, milleks on vesi, oder, humalad ja pärm, pole midagi üllatavat. Saladus peitub ilmselt traditsioonides ja selles, mida õppinud mehed nende komponentidega oskavad peale hakata. Küllap teavadki mitmeid olulisi nippe vaid Guinnessi tegijad. Levinud on jutt, et teatavas staadiumis lisatakse Guinnessile kalade ujupõitest valmistatud liimjat ainet. Räägitakse muudki. Hea asjata peavadki kaasas käima legendid.

Algselt porteristiilis õlu pruulimise üks eripära oli Iirimaa kasvatatud röstitud odra lisamine. See röst annab Guinnessi õllele iseloomuliku, veidi purpuse punaka värvi ning erilise maitse. Vesi, mis tuleb Wicklow mägedest, on Guinnessi tegemisel sama oluline kui kuulsal iiri viski valmistamiselgi – algkomponendid on ju samad. Humalate ja eriti kiivalt valvunud Guinnessi pärmide lisamisel on oluline ära tabada õiged kogused ja õige hetk. Guinnessile iseloomulik paks vaht tekib aga sellest, et õlle sisse segatakse lämmastikku. See võimaldab ka säilitamist suurema rõhu all kui tavalise õlle puhul.

Guinnessi klaasis võib väikeseid õhumulle jälgida nii tõusmas kui laskumas. Viimased on pörganud mingi takistuse, enamasti klaasi seina vastu, ja liiguvad pörke tulemusel allapoole. Nähtavad on need mullid tänu õlle tumepunasele värvusele. Neid mulle

### MIS ON MIS ?

**PORTER** on tumepruun või must pinnakääritusmeetodil valmistatud õlu, mis on tehtud tugevalt röstitud linnastega ja tasakaalukalt kääritatud humalaga. Kujunes välja 18. sajandil Londonis ja oli algselt populaarne laevalastijate hulgas (ingl *porter* – lastija, pakikandja).

**STOUT** on tumepruun kuni must pinnakääritusõlu. Erinevalt porterist kasutatakse *stout'i* pruulimisel röstitud linnastamata otra. Ajalooliselt seostatakse Londoniga, humalasemaid ja kuivemaid sorte Dublini ning Corkiga.

võib mõnes iiri pubis vaatama jäädagi.

Loomulikult on kahe ja poole sajandiga muutunud nii margid kui arenenud tehnoloogia. Esimese maailmasõja ajal suudeti Iirimaa erinevalt teistest Briti saartest säilitada linnaste röstimine. *Plain porteri* tegemine lõpetati 1970. aastatel. Praegu on levinuimad margid värskendav, mahe ja kreemine *Guinness Draught* (4,1%) ning kompleksne, humalane, mörkja maitsega *Guinness Extra Stout* (tuntud ka kui *Guinness Original*; 4,3%) oma tammisena tunduva püsiva kuivusega. Viimane on kindlasti üks maailma klassikalise õlle tipp. Kui Iirimaa juuakse enam kreemisemat vaadiõlut, siis mujal maailmas on levinud samad margid pudelisse villituna ning ka 7,5% *Foreign Extra Stout*.

### Tipus on oma reeglid

Tänapäeval juuakse maailmas iga päev 10 miljonit pinti Guinnessi õlut. See teeb aastas ligikaudu kaks miljardit pinti. Iirimaa on iga teine joodud õlu Guinness. Klassikalisel viisil täidetud klaas tuleb tegijate soovitusel täita 119,53 sekundiga ning selle temperatuur peab *Draught Guinnessi* puhul olema 6 kraadi ning *Extra Cold Guinnessi* puhul 5,3 kraadi. Vaht peab kuplina klaasi katma ja vilunud baarmenid oskavad sellele joonistada ristikulehe – Iirimaa sümboli. Vaht peab kandma pennist münti. Sel juhul on Guinness õige ja õigesti klaasi valatud. Varasematel aastatel ja eriti Iirimaa lasti vaadist klaasi algul kolm neljandikku vanemat Guinnessit, millel lasti seista, ning vahetult enne pruulimist lisati teisest



Guinnessi reklaam Londonis Piccadillyl.





SCANPIX / AP PHOTO

4. oktoobril 2008 süüdati Ameerika Ühendriikides Cumberlandis 23 000 kõrvitsalatarnat. Senist rekordit, milleks oli 30 128 põlevat kõrvitsalatarnat, siiski ületada ei õnnestunud.

vaadist värskemata ja vahusemata, mis löi kogu klaasi sisu segamini ning andis asjatundjate meelest õllele nii küpsuse kui ka värskuse.

### Rekordite rada

Mis on aga kõigel sellest seost kuulsa Guinnessi rekorditega? Oli 4. mai 1951, kui tollane Guinnessi pruulikoja juht Sir Hugh Beaver osales jahil, mida peeti lirimaal Wexfordi krahvkonnas Slaney jõe ääres North Slobis. Jahijärgsel peol hakati vaidlema, kes on kiireim jahilind Euroopas – kas rüüt või rabapüü. Samal õhtul Castlebridge House'is jõudis Sir Hugh järeldusele, et olemasolevate raamatute alusel ei ole võimalik tõestada, et kiireim on ikkagi rüüt. Sir Hugh taipas, et kõikjal lirimaa ja Suurbritannia pubides vaieldakse viski- või õlleklaasi taga istudes tohutu hulga samasuguste küsimuste üle, kuid usaldusväärset allikat, kus rekordid fikseeritud, ei ole. Vajadus taolise raamatu järele oli ilmselge.

Beaveri idee sai teoks, kui Guinnessi firma töötaja Christopher Chataway soovitas teostajateks kaksikutest üliõpilased Norris ja Ross McWhirteri Londonist. Viimased saidki ülesande panna

## Ühendriikides on Guinnessi rekordite kogu raamatukogudest kõige sagedamini varastatav raamat.

1954. aasta augustiks kokku esimene *The Guinness Book of Records*. Guinness *World Records Ltd* asutati 1954 Guinnessi õllefirma juurde. Esimest rekordite raamatut trükiti tuhat eksemplari. Järgmisel aastal samal ajal ilmunud 1971leheküljelisest raamatust sai juba bestseller. Eksemplaride arv sajakordistus. Kujunes tava, et raamat ilmub alati jõuludeks. Edu tagas kindlasti ka asjaolu, et nii Norris kui ka Ross McWhirteril oli entsüklopeediline mälu.

Tekstile orienteeritud raamatust on aastatega saanud rikkalikult illustreeritud mahukas andmebaas. Et registreerida uus Guinnessi rekord, tuleb sisse anda taotlus. Seal esitatud fakti või teostust kontrollitakse ja rekord registreeritakse kindlate reeglite alusel. Eetilistel ja muudel põhjustel ei registreerita mis tahes rekordeid – näiteks pole rekordit „kõige raskem kodukass“, sest kassiomanikud kippusid vaeseid loomi lõhki söötma.

Aastast 2000 on rekordite kogu nimi *Guinness World Records*. Sisaldab see aga endiselt rahvusvaheliselt tunnustatud maailmarekordeid, olgu tegu inimsaavutuste või looduse ekstreemsustega. Igal aastal üllitav raamat hoiab ka ise üht rekordit – see on maailma kõikide aegade kõige enam müüdnud registreeritud raamatuseeria. Ühendriikides on see raamatukogudest kõige sagedamini varastatav raamat. ●

### AUTORIST

TOOMAS TIIVEL (1952) on bioloog ja diplomaat. Lõpetanud 1975 Tartu Ülikooli zooloogina, töötanud TA Eksperimentaalbioloogia Instituudis ning Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudis teadurina, Tallinna Pedagoogikaukoolis bioloogia-professorina. Bioloogiakandidaat, uurinud putukate rakusiseste sümbiontide ultrastruktuuri. Olnud Eesti suursaadik Lätis ja Rootsis. 2002. aastast Euroopa Teaduste ja Kunstide Akadeemia liige. Eesti Loodusuurijate Seltsi asepresident. Eesti Viskiklubi president. Kirjutanud raamatud „Viskimaailma teejuht“ (2007) ja „Viinad & peenemad napsid“ (2009).



# Patagoonia rohtla avaruses

Patagoonia tuuline ja lage rohtla laiub rohkem kui 1500kilomeetrisel alal Lõuna-Ameerika parasvöötmes mandri lõunatipuni välja. Selles näiliselt kõledas ja elu-vaeses avaruses leidub põnevat elu.



FOTOD: HENDRIK RELVE

Guanakod Patagoonia rohtlas Andide eelmäestiku juures.

Lendame Buenos Airesest lõuna poole. Kiikan lennuki tiibade all laiuvat ruudulist malelauda. Nelinurgad seal all on mitu kilomeetrit laiad põllud, kus viljeldakse maisi, nisu ja muid põllutaimi. Enne valge inimese tulekut laius neil laudsiledail tasandikel pampa – lopsakas lähistroopiline rohtla. Nüüd on piirkonnast saanud Argentina viljaait, kust kogutakse enamik riigi põllutoodangust.

## Troostitus ja tuulises tühjuses

500 kilomeetri pärast maastik muutub. Silme ees levib üksluine maastik, kus

valitsevad luitunud rohelised ja pruunid toonid. Põlde enam pole ja kui maad üldse millekski kasutatakse, siis lamaste karjatamiseks. Kui tuhatkonna kilomeetri kaugusel Buenos Airesest viimaks maandume, tervitab meid tüüpiline Patagoonia maastik. Lennuväli asub seitsme kilomeetri kaugusel Trelew linnakesest.

Esimene asi, mida kogen, on Patagoonia tuul. See on kuiv ja tolmune. Tuul saadab meid kogu mitmenädalase reisi vältel. Mõni päev on tuul nii raevukas, et sellele saab nõjatuda nagu õhupadjale. Kallutad end kõhedustundest jagu saades sirgelt ja

täies pikkuses ettepoole, aga pikali ei kuku. Seisad kui imeväel, hõljudes metsiku tuule käes, mis keha üleni vabisema paneb. Miks Patagoonia rohtlate tuul nii võimukaks paisub, on lihtsalt seletatav – tasastel puudeta avarustel pole tuulele sadade kilomeetrite ulatuses ühtegi takistust.

On parajasti november, Argentina suve algus. Purukuiv pinnas ja taimede kiratsev välimus annavad tunnistust, et ümbrus on vihmavaene. Patagoonia rohtla ongi veevaene, mõned selle lääneosad suisa kõrbelised. Tasandik, mida Valdese kaitsealal



Patagonia maarad.

näeme, on kaetud üksikute haraliste põõsastega, millest kõrgemad ulatuvad vaeu rinnuni. Rohttaimed on valdavalt hõredalt kasvavad kõrrelised. Esimene mulje Patagonia rohtlast on troostitu – silmapiirini ulatuvad vihma järele janunevad tasandikud näivad igavad ja eluvaesed.

### Suurjalgade maad

Pärast paaritunnist sõitu läbi enam-vähem inimasustuseeta rohtla jõuame Puerto Pyramidese külakese kohal Atlandi ookeani rannikule. Sammun rannakaljude viimse piirini. Otse jalge ees on mitmekümne-meetrine järsak. Selle all purunevad vahutavad ookeanilained vastu rannakive. Minu taga laiub rohtla kohtunud lagedus ja ees ookeani sinetav üksluisus. Mõlemad maastikud paistavad ühtviisi tühjana, samas oma piiritus avaruses suurejoonelise ja koguni ülevana.

Seistes turgatab pähe, et samasuguse elamuse pidi Patagonia rannik jätma ka esimestele eurooplastest maadeavastajatele, kes siin seilasid. Ligi nelja ja poole sajandiga pole nende randade ilme tegelikult põrmugi muutunud. Siis, 1520. aastal, purjetas siit lõuna poole esimene ümbermaailmasõitja Fernão de Magalhães. Lootuses leida väina, mis ühendaks Atlandi ja Vaikset ookeani, käskis ta hoolikalt uurida ja kirjeldada iga lahesoppi. Ta pidi liikuma vaevaliselt veel palju kuid lõuna suunas, enne kui leidiski väina, mis praegu kannab ta nime. Nagu kirjutab Stefan Zweig raamatus „Magalhães, mees ja tema kangelasegu“, oldi nädalaid kestnud vaatluste järel merel ja maal jõutud arvamusele, et sinne maismaa on tühi nii loomadest kui inimestest. Aga ühel päeval nähti künkal seisvas jahmatavalt pikakasvulist meest. „See mees oli nii suur, et me ulatusime talle parajasti vööni,“ kirjutab oma päevikus Magalhãesi lähemaid abilisi Antonio Pigafetta. Kahtlemata on võrdlus liialdatud. Praegu teame, et see esimene inimene kuulus tehueltsé rahva hulka.

Tegin Patagonia reisi eel endale tehueltséde kohta üht-teist selgeks. Nüüdseks on sest endisest võimsast indiaanirahvast alles jäänud vaid käputäis. Nad pole üleloomulikult pikad, nagu kinnitasid esimesed neid näinud eurooplased. Kuid keskmise pikkusega veidi üle 180 sentimeetri on nad tõepoolest silmatorkavalt sihvakad. Magalhãesi reisikaaslastele jätsid vist erakordse mulje ka hiigelmehed jalad. Oletatavasti just jalgade järgi pandi kogu rahvale, keda mees esindas, nimeks patagaod ehk suurjalad. Selle järgi sai omakorda nime Patagonia tühermaa, kus rahvas elab. Eesti keeles võiks Patagonia niisiis tähendada suurjalgade maad.

### Rohtla iseäralikud linnud ja neljajalgseid

Valdese poolsaare kaitseala paikneb Patagonia rohtla põhjapiiril. Nii Valdese poolsaarel kui järgnevatel päevadel Argentina rohtlas sadu kilomeetreid läbides kogeme, et esialgne mulje elutühjusest on petlik.

Tervelt 180 linnuliigi seas, keda Patagonia rohtlais põhimõtteliselt kohata võiks, on kasvult vägevaim nandu. Näeme teda Valdese kaitsealal põõsaste vahel siblimas juba teisel päeval. Kasvult Aafrika sugulasest jaanalinnust pisem, on ta ikkagi kuni poolteist meetrit kõrge ja kaalub kuni 40 kilo. Ühel täiskasvanud nandul avastame ka pojad. Loendame neid binokliga uurides kokku 14. Teame, et poegadega on kindlasti isalind. Isanandu on linnuriigis superisa näidis. Ta ehitab pesa ja haudub emalindude munetud pojad välja ihuüksinda. Viimaks kasvatab ta nad täiskasvanukski täiesti üksinda. Ei ole harvad juhtumid, kui isanandu lastepere ulatub 30 või veel enama järglaseni.

Neljajalgsetest tekitab veidraid seoseid patagonia maarade paar. Need on ema ja isa, kes valvavad maa sisse kaevatud urgu peitunud lapsi. Üks neist, kes parajasti istub, meenutab hiiglakasvulist

küülikut, teine, kes seisab, jällegi kääbuskasvulist metskitse. Edaspidisel vaatlusel täheldame, et kui maara rahulikult liigub, astub ta tippides nagu jalutav hirv või metskits. Kuid ärevuses hakkab liikuma hüpeldes justkui küülik. Veider olend näib metskitse ja küüliku fantastilise ristandina. Aga loodusteaduslikult pole ta sugulane kummalegi, patagonia maara lähim sugulane on hoopis merisiga.

### Kogukaim loom on guanako

Esmakordselt kohtame neid loomi Valdese kaitsealal, hiljem ohtramalt Andide lähistel. Guanako sarnaneb mõne sarvedeta hirveliigiga, kel imelikult väljaveninud kael. Loomateadlased kinnitavad, et guanako on siiski pigem kaameli kui hirve sugulane. Temast on indiaanlased aastatuhandete eest aretanud ka Lõuna-Ameerika olulise kodu- ja ainsa veolooma – laama.

Graatsilised guanakod liiguvad tihti karjades. Enamasti koosneb kari ühest isasloomast ja kümnekonnast emasest, kel omakorda kaaslasteks pojad. Vahele moo-dustavad karju ainult noored isased ehk poissmehed.

Kord näeme meelde jäävat juhtumit. Haaremis on ilmselgelt puhkenud skandaal. Isasloom ehk karja juht jookseb lähima emase juurde, kuid too, selle asemel, et kallist kaasat rõmsalt tervitada, tõmbab kõrva lidusse. Kui isane niisugusest selgest viha ja põlguse märguandest välja ei tee ja veelgi lähemale astub, sülgab emane isase suunas laias kaares vägeva lāraka. Nii nagu kaamelgi, oskab guanako vajadusel sülitada väga tabavalt ja mõjuvalt. Seepeale tormab ista järgmise haaremiliikme juurde ning stseen kordub taas. Põhjusi, miks guanakoperes tüli vallandunud, võib vaid aimata. Võib-olla leiavad haaremi naised, et nende isand on valinud lähenemiseks täiesti vale aja. Võib-olla kaitsevad nad sobimatu lähenemiskatse eest hoopis alaealisi tütreid, kes vaguralt ema kõrval seisavad. Igal juhul on seik ühtaegu kentsakas ja mõtlempanev.

Guanako on Patagonia rohtla kogukaim loomaliik. Võiks arvata, et rohtlas pole võimalik tõusta väärikamale positsioonile kui selle loomaliigi karja haaremi-isand. Paraku on loodus, aga eriti peresuhted täis mõistatusi. Võib juhtuda, et isegi omameelest tähtsaim ja uhkeim koosluse liige ei pääse vale käitumise korral üksmeelsest täissülitamisest. ●

### AUTORIST

**HENDRIK RELVE (1948)** on rännu- ja kirjamees. Lõpetanud 1971 Eesti Põllumajanduse Akadeemia metsanduse ja 1989 Tartu Ülikooli ajakirjanduse erialal. Ajakirja Eesti Mets peatoimetaja. Raadio-saate „Kuula rändajat“ autor. Patagonia rohtlas käinud 2008. aastal.



Lehekülg Hollandi-Saksa astronoomi  
Andreas Cellariuse 1660. aastal  
Amsterdamis trükitud täheatlastest  
*Harmonia Macrocosmica*.  
FOTO: CORBIS / SCAMPPIX

ALAR PUSS

# Tähtkujuud ja sodiaagimärgid

**Enamik inimesi tunneb äratundmisrõõmu, kuuldes kahteteistkümmet nime, mille loetelu kulgeb enamasti järjekorras Jäär, Sõnn, Kaksikud, Vähk, Lõvi, Neitsi, Kaalud, Skorpion, Ambur, Kaljukits, Veevalaja, Kalad. Ühe nime juures kuulutab mõnigi rõõmsalt: „See olen mina!” Või siis: „See on minu tähtkuju!” Kaheksakümne kaheksa ametliku tähtkuju hulgast leiame tõesti ka tosin nimetatut. Samas on äratundmisrõõm umbes sama suur, kui on juttu Suurest Vankrist. Vahva tähtkuju nagu iga teinegi, aga miks ei tule enamikul pähe mõte „Mina olen Suur Vanker!”?**

**J**älgides kaheteistkümmet tähtkuju-ga seonduvaid kommentaare, võib märgata, et neid tähtkujusid nimetatakse ka sodiaagimärkideks. On neil mingi vahe? Mis erinevus, kui üldse, eksisteerib kaheteistkümmet eriti tuntud tähtkuju ja ülejäänute vahel? Selguse saamiseks vaatame ajas tagasi.

### Väga vana harjumus

Võib kindlalt väita, et kogu oma eksistentsi jooksul on inimene vahetevahel vaadanud ka taevasse. Kui tänapäeva tehnoloogiaga seonduvad lennukid, satelliidid, raketid ja muu säärane välja arvata, on pilt sarnanenud nüüdisaegsega: pilvitul päeval paistis Päike, öösel tähed ja Kuu, mille välisilme muutus ja mis oli mõnikord vaadeldav isegi päeval. Kogu „seltskond” liikus raudse järjekindlusega ümber ühe taevapunkti idast läände. Kui kõrgel see punkt paiknes, olenes vaatlaja asukohast.

Tähtede erinev heledus ja ebaühtlane paigutus ärgitas inimese fantaasiat: ta hakkas heledamate tähtede vahele mõttelisi jooni vedama, et leida taevast inimesi, loomi ja esemeid, mis tuttavad igapäevaelust ja muistendeist. Kuna rahvaste elatusalad ja ettekujutus maailmast olid erinevad, nähti taevaski erinevaid tähtkujusid ja anti neile erinevaid nimesid, kuigi tähed olid ühed ja samad. Oma tähtkujud olid ka muistsetel eestlastel. Muidugi tuleb arvestada, et erinevatel geograafilistel laiustel paistab ka reaalne tähistaevas välja isemoodi.

Veel täheldati, et perioodiliselt muutub Päikese maksimaalne kõrgus taevas

ja seetõttu ka päeva pikkus. Öötaevast jälgides võis kergesti märgata Kuu asukoha nihkumist tähtede taustal ööst öösse, samuti Kuu maksimaalse kõrguse muutlikkust.

Lisaks märgati öötaevas veel midagi. Ligi 3000 tähest, mida taevavõlvil tähele pandi, käitus viis iseäralikult. Osaledes küll taeva idast läände pöörlemises, muutsid need nädalate ja kuude jooksul oma asendit teiste tähtede taustal, mistõttu teisesenesid ka tähtkujude harjumuspärased kontuurid. Neid hakati nimetama rändavateks tähtedeks ehk planeetideks.

Kokku oli liikuvaid objekte taevas seitse. Ilmselt on just sellest alguse saanud nädalane ajavahemik, mis koosneb seitsmest päevast.

Öötaeva pöörlemist, pimenemist ja valgenemist pikemalt jälgides selgus, et mõni täht on vaadeldav kas hommikuses või õhtuses tähena ning et teatud ajavahemike järel tähistaevas õhtused ja hommikused asendid korduvad. Päikese kõrguse muutusi uurides järeldati, et tähed on olemas päevalgi ning ka Päike liigub tähistaevas taustal.

Pandi tähele, et Päike, Kuu ja viis rändavat tähte muudavad asukohta tähtede taustal mööda üht ja sama kitsast teed. Mida pidi inimene arvama? Päike andis soojust ja valgust ning oli igal juhul võimas taevakeha. Kuu valgustas maad öösiti. Ometi hoidis „miski” neid mõlemaid tähistaevas kitsastes raamides – järelikult pidi see „miski” olema tugevam kui Päike, Kuu ja viis planeeti kokku. Maakera ekvatoriaalpiirkonnas ja selle lähedal oli see

riba mingil määral ka otseselt vaadeldav, paistes eha- või koiduvalguse kustudes muu taevaga võrreldes pisut heledam. Tänapäeval tuntakse seda nõrka helendust sodiaagivalgusena.

Piirkond, kus „miski” planeete kinni hoidis, omandas tasapisi nimetuse sodiaak ehk loomaring. Arvatavasti sellespärast, et tähtkujud selle piires olid enamasti seotud mingite loomadega. Need ongi meie 12 liigkuulsat tähtkuju. Enamik nende nimetusi pärineb mitme tuhande aasta tagusest Mesopotamiast, kust need kultuuri levides vana-kreeklasteni jõudsid.

### Ametlik taevas

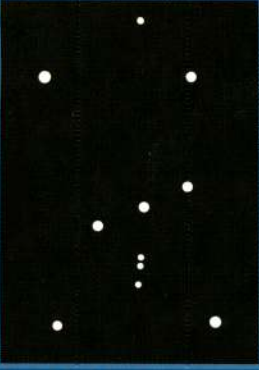
Iseenesest pole ühegi rahva mütoloogia halvem ega parem kui mõne teise oma. Kuid juhtunud on nii, et just kreeklaste fantaasia järgi on astronoomid kokku pannud ametlikud tähtkujud. Kõige lõunapoolsemad tähtkujud muidugi Kreekaast vaadatuna ei paista, kuna maakera jääb ette. Seetõttu on lõunataeva tähtkujud oma ametlikud nimed saanud hiljem. Mitmed neist on pannud otseselt astronoomid, sakslane Johann Bayer, prantslane Louis de la Caile ja teised.

Kokku on nn ametlikus taevas 88 tähtkuju, rahvusvaheliselt on kokku lepitud ka nende pindalad – kokkulepitud piirjooned, mis iseenesest omavad teatud juhuslikkuse elementi. Tähtkujude järgi on astronoomidel taevas hea orienteeruda ning tähti, galaktikaid, udukogusid ja muid objekte üles leida. Samamoodi nagu on hõlpus leida maakaardilt jõgesid, järvi ja mägesid, teades, millises maailmajaos need asuvad.

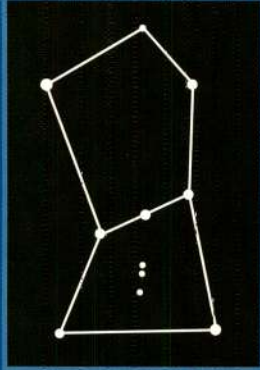
12 tähtkuju 88st on üldtuntuks saanud sellepärast, et rändavad taevakehad liiguvad selle tosin piirides. Reaalses taevas jääb Skorpioni ja Amburi vahele veel Maokandja tähtkuju, kus Päike paikneb detsembri esimesel poolel, samuti külastavad seda Kuu ja planeedid. Põhjus, miks Maokandja kohta ei ole koostatud ega koostata praegugi

**Kuna rahvaste elatusalad ja ettekujutus maailmast olid erinevad, nähti taevaski erinevaid tähtkujusid ja anti neile erinevaid nimesid, kuigi tähed olid ühed ja samad.**

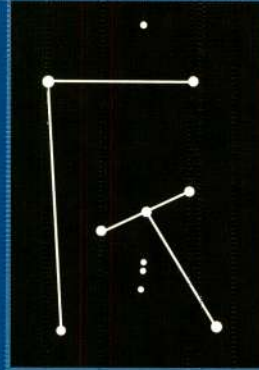
## TÄHTKUJUDE MOODUSTAMINE



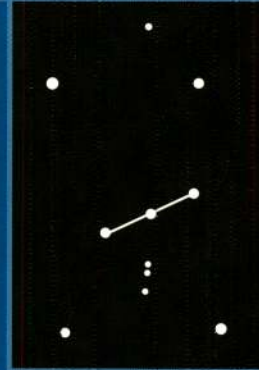
Tähed, mida inimene on antud juhul kasutatud.



Orion vanade kreeklaste mütoloogias.

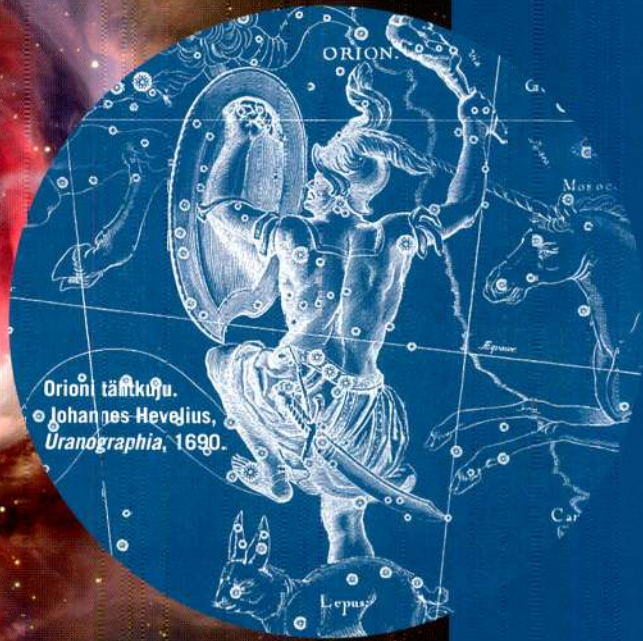


Muistsete eestlaste Koot ja Reha.



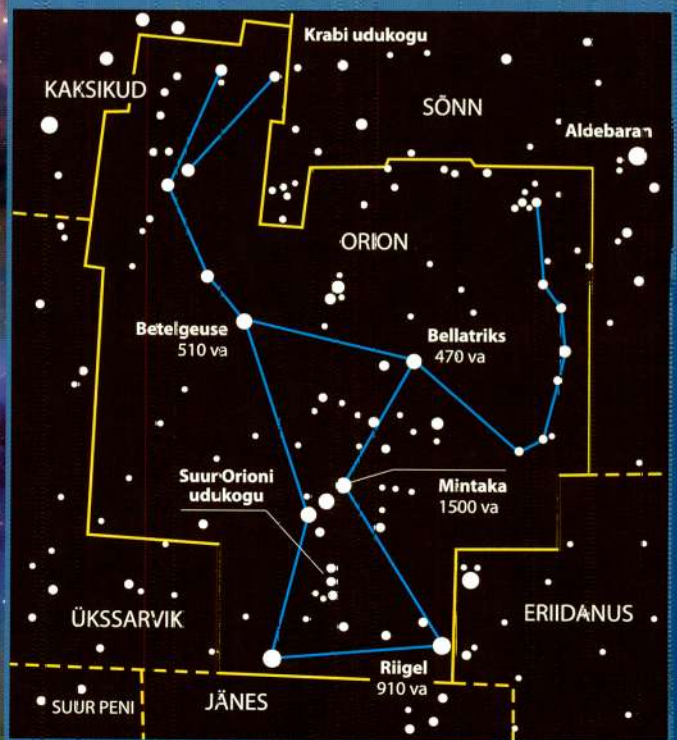
Uued Sauatähed eestlaste mütoloogias.

CORBIS / SCANPIX



Orioni tähtkuju.  
Johannes Hevelius,  
Uranographia, 1690.

## ORIONI TÄHTKUJU PINNALA JA TÄHTEDE KAUGUS VALGUSAASATES



Suur Orioni udukogu M42  
Orioni tähtkujus:  
kaugus umbes 1750 valgusaastat,  
läbimõõt 30 valgusaastat  
ja mass 10 000 Päikese massi.

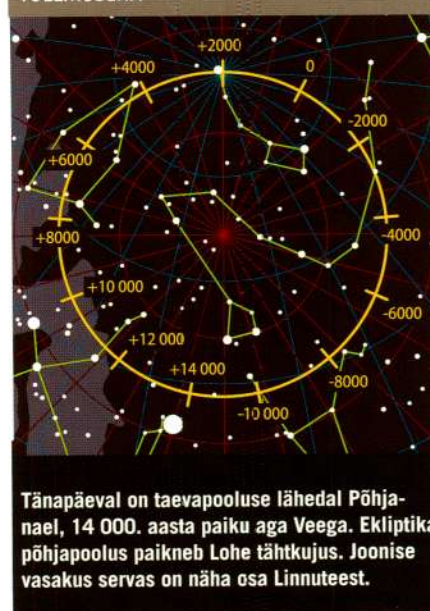
## TAEVAEKVAATORI JA EKLIPTIKA TASAPINNAD



## LUNISOLAARNE PRETSESSIOON



## TAEVAPOOLUSE NIHKUMINE TÄHISTAEGA TAUSTAL LUNISOLAARSE PRETSESSIOONI TULEMUSENA



Tänapäeval on taevapooluse lähedal Põhjanaan, 14 000. aasta paiku aga Veega. Ekliptika põhjapoolus paikneb Lohe tähtkujus. Joonise vasakus servas on näha osa Linnuteest.

lises plaanis märkamatu, kuid aastatuhandete jooksul toimub siiski oluline tähistaeva pöördumine ehk ümberorienteerumine. Praegu on Maa ekvaatori ja ekliptika vaheline nurk 23 kraadi ja 26 kaareminutit.

Astroloogid kasutavad seniajani 20. sajandi liri astroloogi Cyril Fagani sõnasutatud ja juuripidi antiikaega ulatuvat sodiaagimärkide süsteemi, kus igale märgile vastab taevas samanimeline tähtkuju. Pretsessiooninähtuse tõttu on aga Päikese asukoht tähtede taustal nihkunud. Näiteks kevadisel pööripäeval on see tänaseks liikunud Jäära tähtkujust Kalade tähtkujusse. Või suvise pööripäeva momendil, kui sodiaagimärkide süsteemi järgi peaks Päike siirduma Vähi sodiaagimärki (antiikajal oli Päike vastavalt ka Vähi tähtkujusse jõudmas), on nüüdisajal Päike alles Sõnni tähtkujus. Kaksikute tähtkujusse kokkulepitud piiridesse jõuab Päike paar tundi hiljem. Niisiis – kuna sodiaagimärkide enimkasutatav koordinaadistik tugineb jätkuvalt Faganile, on sodiaagimärgid ja taevas vaadeldavad tähtkujud tänapäeval keskmiselt ühe tähtkujusse võrra nihkes. Keskmiselt sellepärast, et praegused tähtkujude pindalad erinevad mõnevõrra varasematest ning arvestada tuleb ju ka Maokandjaga.

Kiirus, millega tähtkujude ja sodiaagimärkide koordinaatide erinevus kasvab, on umbes üks kaarekraad iga 71,5 aastaga. Ring saab niisiis täis 25 700 aastaga. Selle ajaga jõuab näiteks ka Põhjanaan tagasi praegusesse asendisse, asudes uuesti ligikaudu Maa põhjapooluse kohale. Tõsi, mitte päris täpselt, sest on veel muidki muutlikkusi. Näiteks tuleb mängu veel teine – planetaarne pretsessioon, mille tagajärjel kõigub pika aja jooksul väikestes piirides Maa ekvaatori kalle ekliptika suhtes.

Praegused 88 ametlikku tähtkujusse lepitati kokku 1922. aastal, tähtkujude koos mõtteliste piiridega kinnitas Rahvusvaheline Astronoomia Liit 1930. aastal. Tähtkujude piirid tuginevad küll veidi varasemale seisule aastal 1875, kuna siis defineeris ameeriklane Benjamin Gould need lõunataevas. Tähtkujude mõttelised piirjooned kulgevad piki kahte ekvaatorilist taevakoordinaati: otsetõusu ja käänet. Aga siingi peab arvestama pretsessiooniefekti, mis taevapunktide koordinaate muudab.

Kui defineerida taevakoordinaadistik ekliptika tasandist lähtuvalt, nimetatakse koordinaate ekliptilisteks. Võttes aluseks taevaequaatori tasapinna, on tegu ekvaatorilise koordinaadistikuga.

Koordinaadistikke, mida kasutatakse, on teisigi, kuid loomulikult on need omavahel ranges vastavuses ning neid on alati võimalik üksteiseks teisendada.

Taevakehade ekliptiline laiuskraad pretsessiooni tagajärjel ei muutu, ekliptilised pikkuskoordinaadid aga muutuvad ühtlases tempos. Kui minna üle ekvaatorilistele koordinaatidele, siis muudab pretsessioon ajapikku nii otsetõusu kui ka käänet, sest taevaequaatori ja ekliptika tasandid asetsevad umbes 23,5kraadise nurga all. Tulemuseks on tõsiasi, et tähtkujude piirid ei kulge praegu enam täpselt piki ekvaatorilisi samakoordinaatjooni nagu 1875. aastal, mil need kokku lepitati. Sajakonna aastaga tekkinud muutus pole siiski mainimiseväärne, nii et tähtkujude piire võib endiselt joonistada piki otsetõusu ja kääneid, seejuures suurt viga tegemata.

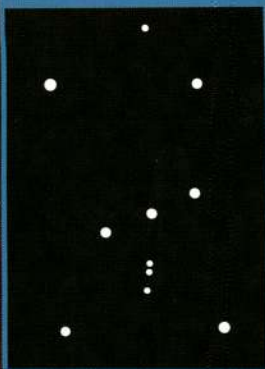
Mainime veel, et otsetõusu ja kääne muutuvad erineval määral, olenevalt taevaskera punktist, mida vaadata. Näiteks talvise ja suvise päikeseseisaku punktides ja nende ümbruses muutub ajapikku ainult otsetõusu, sest neis piirkondades on ekliptika ja taevaequaator vaadeldavad paralleelsetena.

## Kaugel või lähedal, näiv või tegelik

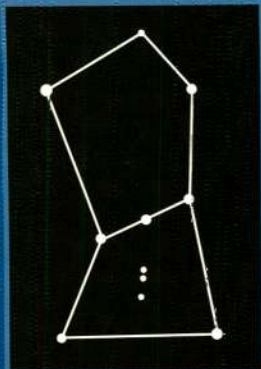
Kasulik on teada, et tegelik taevafäär, mille taustal näib vaatlejale, et kõik tähed asuvad ühekaugusel, on vaid vaatleja subjektiivne tõlgendus. Siinkohal üks praktiline katse: kui tekib soov kujutada ette, et mingid maapealsed esemed paiknevad ühekaugusel, sulgege üks silm. Siis paistab pilt „tasapinnalisem“ kui vaadates kahe silmaga, mis tekitab ruumilise pildi. Tähistaevas aga on kõik objektid vaatlejast väga kaugel. Ning kuigi need kaugused on realselt väga erinevad, on need kõik tohutult suuremad kui maapealsed vahemaad. Seetõttu jääb ka kahe silmaga vaadates mulje, nagu oleksid tähed, Kuu ja Päike taevafäärile „naelutatud“.

Tähtede erinev näiv heledus kujuneb kahe füüsikalise efekti koosmõjul. Esiteks, kuna tähed paiknevad Maast eri kaugustel, paistavad kaugemal olevad tähed tuhmimad (taevakeha heledus väheneb pöördvõrdeliselt taevakeha ja Maa vahelise kauguse ruuduga). Teisalt on aga tähed oma olemuselt üpris erineva heledusega. Viimane efekt on ehk isegi domineerivam. Nii et öötaevas siravad tähed ei pruugi olla ning enamasti ei olegi Maale ja Päikese-

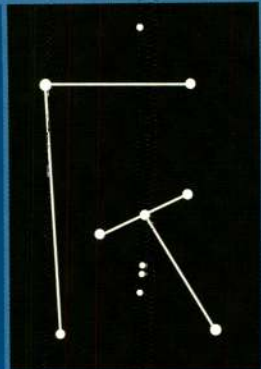
## TÄHTKUJUDE MOODUSTAMINE



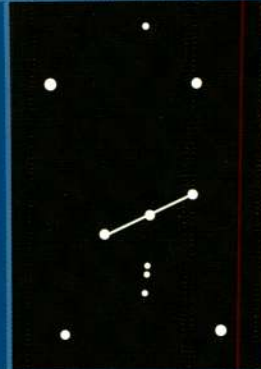
Tähed, mida inimene on antud juhul kasutatud.



Orion vanade kreeklaste mütoloogias.

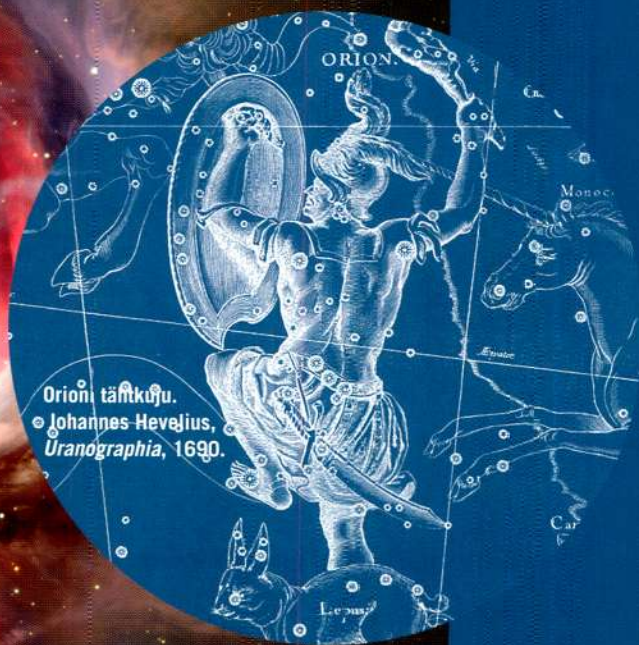


Muistsete eestlaste Koot ja Reha.



Uued Sauatähed eestlaste mütoloogias.

CORBIS / SCANPIX



## ORIONI TÄHTKUJU PINDALA JA TÄHTEDE KAUGUS VALGUSAASTATES



Suur Orioni udukogu M42  
Orioni tähtkujus:  
kaugus umbes 1750 valgusaastat,  
läbimõõt 30 valgusaastat  
ja mass 10 000 Päikese massi.



## Tähegrupid, mida taevas tähtkujudena tuntakse, on ikka needsamad, mis kunagi nime on saanud.

le lähimad naabertähed, vaid tähed, mis omavad suhteliselt suurt kiirgusvõimsust.

Asjaolu, et tähtkujude kontuurid ei muutu aasta jooksul, mil Maa teeb maailmaruumis tiiru ümber Päikese, on taas põhjustatud sellest, et kõik teised tähed on võrreldes Päikesega Maast väga-väga kaugel.

### Kumba eelistada?

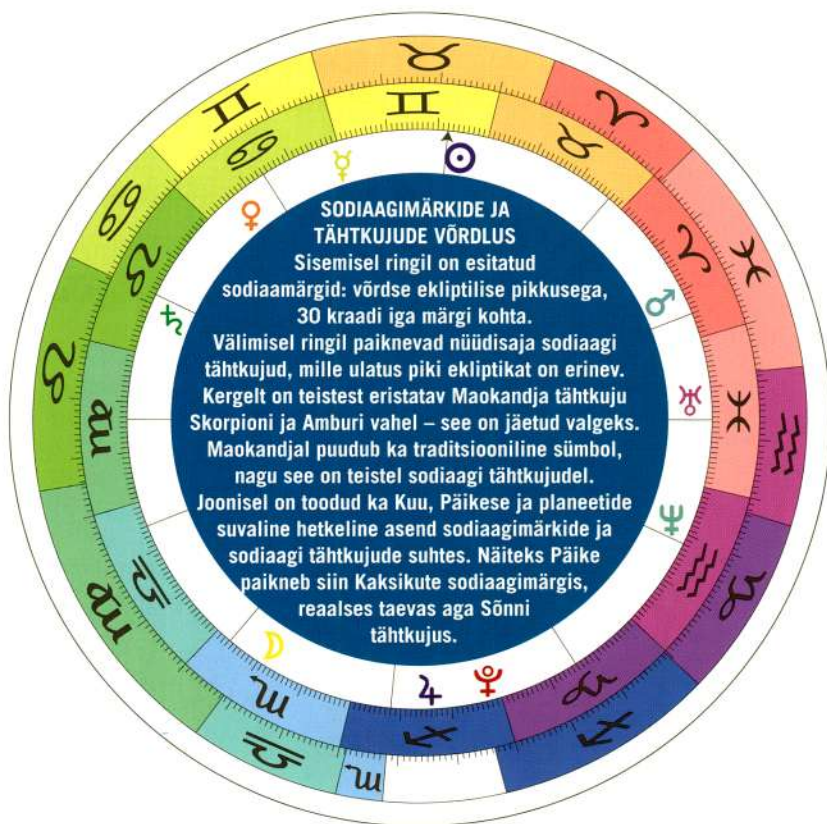
Ikkagi võib püsida küsimus, kummast on rohkem „kasu“, kas tähtkujudest või sodiaagimärkidest. Nagu juttu oli – nii ühed kui teised on kokkuleppelised moodustised, reaalses kosmoses puuduvad okastraataiad või valvurid, kes piiridel passe kontrollivad.

Algselt oligi tähtkujude ja sodiaagimärkide puhul tegemist ühe ja sama nähtusega – tähtede rühmitamisega, mille käivitas inimeste fantaasia. Teatud fantaasiad on aga kujunenud omaette tõekspidamisteks. Astroloogid kipuvad aja jooksul pöördunud taevafääri osi kutsuma nimedega, milleks põhjuse andnud tähed näivad kombinatsioonid ise asuvad praegu juba teises kohas. Nii ongi tekkinud sodiaagimärgid. Järelikult on tähtkujud ehk selles mõttes sisukamad, et tähegrupid, mida taevas tähtkujudena tuntakse, on ikka needsamad, mis kunagi nime on saanud.

Kui tuua näide igapäevaelust, siis olles kokku leppinud, et pika sabaga näriline, kes kõikjale auke uuristab ja mööda seinääri sibab, on hiir, ning koheva kasukaga näuguv olend, kes hiiri püüab, on kass, siis nähes kassi, saame aru, et see on kass, mitte hiir. See variant oleks tähtkujude analoog – kassi nimetame ikka kassiks ja hiirt hiireks. Sodiasimärkide analoogi põhjal peaksime kassi kohta „hiir“ ütleva, sest kass on hiirt taga ajades jõudnud kohta, kus hiir viibis mõni hetk tagasi, olles vaatlusmomendiks juba kuhugi mujale, kas või kapi taha või urgu lipsanud.

### Maailm on mitmekesisem

Käsitatud sodiasimärkide ja tähtkujude süsteemid ei ole siiski ainsad, mis



on välja mõeldud. Tuntakse ka näiteks sideerilist sodiasimärgi, mis on levinud Indias. Sideerilises sodiasimärgisüsteemis lastakse Fagani defineeritud kevadpunktis tähistavaaega kaasa pretsesseeruda, kuigi see kaasaliikuv kevadpunkt pole enam õige kevadpunkt, sest nüüdisajal ei ole Päike selle punkti taustal taevas olles enam Maa ekvaatori kohal, nagu eespool juttu oli. Sideerilise sodiasimärgisüsteemi „plussiks“ oleks küll omakorda, et see järgib umbkaudu praeguseid tähtkujusid.

Veel võiks mainida Hiina kalendrist tuntud loomaringi, kus aastad (draakon, tiiger, rott jne) järgnevad üksteisele 12 aastaste tsüklikena. Selle mütoologia kujunemisel on olnud suur osa planeedil Jupiter, mis umbes 12 aastaga teeb ekliptika taustal täisringi.

### Horoskoobist

Kuidas aga suhtuda lugudesse, mida horoskoobi nime all tuntakse? Objektivistset põhjust, miks horoskoopi uskuda, ei ole mitte kusagil välja pakutud. Inimene kipub olema seda tüüpi olemus, kes usub seda, mida uskuda tahab. On korraldatud palju katseid, mis kinnitavad, et horoskoobid on üksnes psühholoogiline mäng. Horoskoobid pakuvad hulganisti elulähedasi sündmusi või arenguid ning on loogiline, et

mingi, kas või väike osa sellest ka realiseerub. Inimene aga üldistab enamasti kiirelt, et horoskoop kuulutas tõe. Ka selles osas, mis tõe ei olnud.

Ning kuidas saaks horoskoobindus olla sisukas, kui tähed ja planeedid tuuakse horoskoobilugudesse sisse vaid lähtudes aspektist, mis suunast need millalgi paistavad. Mõni astroloog toob veel mängu asteroidid, mõni püüab täiesti ebakorrektsel moel sisse tuua korrektselt kontrollimata füüsikakatseid ja formuleerimata teooriaandmeid.

Loomulikult mõjutab tähistavaaega inimesi – kas või vahva vaatepildina selge ilma puhul. Ja kui siis inimesega manipuleerivad isikud oma lugusid pajatades astronoomide taevamehaanika arvutuste taustal tarka nägu teevad, ongi astroloogiale kerge kandepind tekkima.

Jääb igaühe enda otsustada, kas ja mida ta uskuda tahab. ●

### AUTORIST

ALAR PUSS (1972) on lõpetanud Saaremaa Ühiskooli füüsika-keemiateaduskonna füüsikuna 1995. Tartu Observatooriumi teadur, astronoomiamagister. Peamiseks uurimisvaldkonnaks on külmast ja kuumast komponendist koosnevate vastastikmõjuvate kaksiktähtede füüsika.



- ✦ Galaktika
- ✦ Hajusparv
- ✦ Udukogu
- Kuu
- Marss
- Jupiter
- Sodiaagi tähtkuju

Lõuna

Kagu

Ida

Põhi

Kiire

Horisont

Kevadpunkt

Taevaekvaator

Jäär

Kalad

Kõrvarurk

Persseus

Kassiopeia

Kefeus

Vaike Vanke

Suur Vanke

Vaikelõvi

Vaik

Veomees

Orion

Sein

Jänes

Erildenus

Vaal

Pegasus

Sisalik

Lohe

Põhjakraon

Karjane

Jahipenid

Linnutee

Vaike Pant

Üksasarvik

M35

M36

M37

M38

M39

M40

M41

M42

M43

M44

M45

M46

M47

M48

M49

M50

M51

M52

M53

M54

M55

# TAEVAKAART

## Millal vaadelda?

Taevakaart on arvatud Eesti geograafilise keskpunkti ehk Vändra jaoks 12. detsembriks kella 21 õhtul.

Muudel kuupäevadel kasutage järgnevat tabelit, kus on antud ligikaudsed kellaajad, millal tähtede asend kaardil vastab tähis-taevale:

7. novembril	kell 23.20
14. novembril	kell 22.50
21. novembril	kell 22.20
28. novembril	kell 22.00
5. detsembril	kell 21.30
12. detsembril	kell 21.00
19. detsembril	kell 20.30
26. detsembril	kell 20.00
2. jaanuaril	kell 19.40
9. jaanuaril	kell 19.10
16. jaanuaril	kell 18.40
23. jaanuaril	kell 18.10

Kui vaatluskoht asub Vändrast ida- või lääne-pool, arvestage väikese ajalise parandusega (liitke parandus eespool toodud kellaegadele):

Asukoht	Parandus minutites
Narva	-15
Jõhvi, Kallaste, Kiviõli, Kohtla-Järve, Mustvee, Sindi, Võru	-10
Antsla, Elva, Jõgeva, Kunda, Otepää, Põltsamaa, Rakvere, Tapa, Tartu, Tõrva, Valga	-5
Keila, Mõisaküla, Paide, Pärnu, Suure-Jaani, Tallinn, Türi, Viljandi	0
Haapsalu, Paldiski	+5
Kärdla, Kuressaare	+10

## Kuidas valida vaatluspaika?

Vaatluseks sobib koht, kus on võimalikult vähe häirivat valgust, nagu tänavalaternad, majade aknad. Häirida võib ka kuuvalgus, eriti täiskuu ajal. Kõige paremad vaatlustingimused on muidugi maal.

Horisondilähedaste (madalamal kui 10–15 kraadi üle horisondi) taevakehade vaatlemine on raskendatud seoses suure valguse neeldumisega atmosfääris ja hajunud maapealse valgustuse tõttu.

## Kuidas taevakaarti kasutada?

Et nähtav tähistaevas langeks kokku kaardiga, pöörake kaarti nii, et ilmakaar, kuhu poole vaatate, oleks kaardil suunatud alla. Näiteks läände vaadates pöörake kaarti nii, et kaardi serva kirjutatud sõna „Lääs” oleks allpool.

## Mida on võimalik vaadelda?

Selge taeva, terava silma ning kõrvalise vaigustusega on võimalik palja silmaga seniidis näha kuni 6. tähesuuruse tähti. Kaardil on kujutatud tähed kuni 5. tähesuuruseni, mida tavaliste vaatlustingimuste korral veel palja silmaga näeb.

Tähtede heledus on kaardil võrdeline täheketta pindalaga.

## Värvus ja koordinaadistik

Täheketta värvus kaardil vastab musta keha värvusele, kui seda kuumutada tähe pinnatemperatuurini. Tegelikult võib tähe värvus oluliselt erineda tänu erinevate aatomite ja molekulide neeldumis- ja kiirgusjoontele tähe spektris.

Kaardile on kantud ekvaatoriline koordinaadistik, mis sarnaneb geograafilise koordinaadistikuga, sest mõlemad kasutavad üht ja sama tasandit ning pooluseid. Maa ekvaatori projektsiooni taevafäärile nimetatakse taevaekvaatoriks. Samamoodi kujutab geograafiliste pooluste projektsioon taevafäärile endast vastavalt põhja- ja lõunataevapoolust.

Ekvaatorilises süsteemis kannab laiuskraadile vastav nurk nimetust kääne. See mõõdab nurka taevakeha ja taevaekvaatori vahel. Käänet mõõdetakse kraadides. Taevaekvaatoril on kääne 0°, taeva põhjapoolusel 90°.

Pikkuskraadile vastavat nurka nimetatakse otsetõusuks. See mõõdab taevakeha nurkkaugust kevadpunktist (kevadpunkti märk). Erinevalt pikkuskraadist mõõdetakse otsetõusu enamasti tundides (0h–24h)

Tähe heleduse ja kaardil kujutatud täheketta suuruse vaheline sõltumus



Täheketta värvus



### LOE VEEL

www.horizont.ee: rubriigid „Planeedivaatleja” (2007) ja „Observatoorium” (2008, 2009). Viimases jagab astronoomiaühenduse Ridamus liige Jüri Ivask näpunäiteid Kuu ja süvataeva objektide vaatlemiseks.

### AUTORIST

**TODMAS AAS** (1949) töötab Tallinna Tehnikaülikooli Füüsika-instituudis ja tegeleb Tallinna Tähetornis. Üks perioodiliselt ilmuva Tallinna Tähetorni Kuukalendri tegijaid. Koos Peep Kalviga koostas 2000. aastal „Eesti taevaatlase”.



- Taevaekvaator
- - - Ekliptika
- ◆ Kevadpunkt

## Taevakaardi sisujuht ehk mida saab selle kaardi abil vaadelda sügiseses Eesti taevas

### 39 tähtkuju ▶

### Muud taevaobjektid ▼

#### ● HAJUSPARVED

- M39 Luige tähtkujus
- M35 ja NGC 2158 Kaksikute tähtkujus
- Kaksikhajusparv  $h\chi$  (NGC 869 ja NGC 884) Perseuse tähtkujus
- Plejaadid (Taeva Söel) M45 Sõnni tähtkujus
- Hüaadid (Vana Söel) Sõnni tähtkujus

#### ● UDUKOGUD

- Suur Orioni udukogu M42 Orioni tähtkujus

#### ● PLANEEDID (asend muutub)

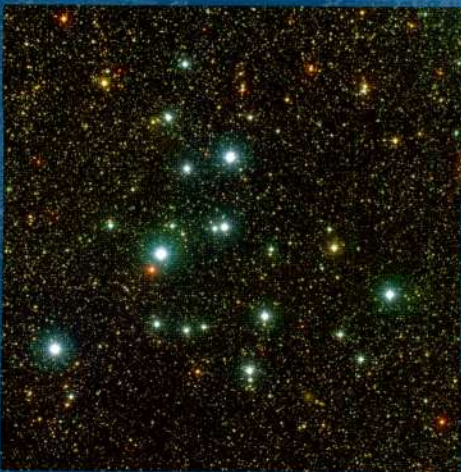
- Jupiter Veevalaja tähtkujus
- Marss Vähi ja Lõvide tähtkujus

#### ● MAA KAASLANE (muudab asendit ja faase)

- Kuu Jäära ja Kalade tähtkujus



Perseuse tähtkujus vaadeldav kaksikhajusparv  $h\chi$  (NGC 869 ja NGC 884) on piisavalt hele, et olla kergesti märgatav palja silmaga, kuigi asub samuti Linnutee taustal. Need hajusparved on ligikaudu 19 miljoni aasta vanused, parvede omavaheline kaugus on mõnisada valgusaastat ja kaugus meist 6800 valgusaastat. Eesti rahvaastronoomias tuntud Kadri Söela nime all.



Luige tähtkujus vaadeldav hajusparv M39. M39 kaugus on 800 valgusaastat ja vanus 200–300 miljonit aastat. M39 on näha ka palja silmaga, peab ainult teadma, kuhu Luige tähtkujus Linnutee udukogude rägastikus vaadata.

## EESTI SÜGISTAEVAS VAADELDAVAD TÄHTKUJUD

Tähtkuju	Lühend	Ladinakeelne nimi	Heledamad tähed
Andromeeda	And	<i>Andromeda</i>	$\alpha, \beta, \gamma$ And – Alpheratz, Mirach, Almaak
Delfiin	Del	<i>Delphinus</i>	
Eriidanus	Eri	<i>Eridanus</i>	$\beta$ Eri – Cursa
Herkules	Her	<i>Hercules</i>	$\alpha, \beta$ Her – Rasalghethi, Komephoros
Hobu	Equ	<i>Equuleus</i>	
Hüdra	Hya	<i>Hydra</i>	
Ilves	Lyn	<i>Lynx</i>	
Jahipenid	CVn	<i>Canes Venatici</i>	
Jänes	Lep	<i>Lepus</i>	$\alpha$ Lep – Arneb
Jäär	Ari	<i>Aries</i>	$\alpha, \beta$ Ari – Hamal, Sharatan
Kaelkirjak	Cam	<i>Camelopardalis</i>	
Kaksikud	Gem	<i>Gemini</i>	$\alpha, \beta$ Gem – Kastor, Polluks
Kalad	Psc	<i>Pisces</i>	
Karjane	Boo	<i>Bootes</i>	
Kassiopeia	Cas	<i>Cassiopeia</i>	$\alpha, \beta, \delta$ Cas – Schedar, Caph, Ruchbah
Kefeus	Cep	<i>Cepheus</i>	$\alpha$ Cep – Alderamin
Kolmnurk	Tri	<i>Triangulum</i>	
Kotkas	Aql	<i>Aquila</i>	$\alpha, \gamma$ Aql – Altair, Tarazed
Lohe	Dra	<i>Draco</i>	$\alpha, \gamma$ Dra – Rastaban, Etamin
Luik	Cyg	<i>Cygnus</i>	$\alpha, \gamma, \epsilon$ Cyg – Deeneb, Sadr, Gienah Cygni
Lövi	Leo	<i>Leo</i>	
Lüüra	Lyr	<i>Lyra</i>	$\alpha$ Lyr – Veega
Nool	Sge	<i>Sagitta</i>	
Orion	Ori	<i>Orion</i>	$\alpha, \beta, \gamma$ Ori – Betelgeuse, Riigel, Bellatriks
Pegasus	Peg	<i>Pegasus</i>	$\alpha, \beta, \epsilon$ Peg – Markab, Scheat, Enif
Perseus	Per	<i>Perseus</i>	$\alpha, \beta$ Per – Mirphak, Algol
Põhjakroon	CrB	<i>Corona Borealis</i>	
Rebane	Vul	<i>Vulpecula</i>	
Sisalik	Lac	<i>Lacerta</i>	
Suur Vanker	UMa	<i>Ursa Major</i>	$\alpha, \beta, \zeta$ UMa – Dubhe, Merak, Miitsar
Sõnn	Tau	<i>Taurus</i>	$\alpha, \beta$ Tau – Aldebaran, El Nath
Vaal	Cet	<i>Cetus</i>	$\alpha, \beta$ Cet – Menkar, Diphda
Veevalaja	Aqr	<i>Aquarius</i>	
Veomees	Aur	<i>Auriga</i>	$\alpha, \beta$ Aur – Kapella, Menkalinan
Vähk	Cnc	<i>Cancer</i>	
Väike Lövi	LMi	<i>Leo Minor</i>	
Väike Peni	CMi	<i>Canis Minor</i>	$\alpha$ CMi – Prooküon
Väike Vanker	UMi	<i>Ursa Minor</i>	$\alpha, \beta$ UMi – Põhjanel (Polaris), Kocab
Ükssarvik	Mon	<i>Monoceros</i>	

FOTOD: NASA



Sõnni tähtkujus vaadeldav hajusparv Plejaadid ehk Seitse öde ehk Taeva Söel ehk M45 on Messier' kataloogi silmapaistvaim objekt. Asub Maale suhteliselt lähedal, mistõttu on 6–7 (teravale silmale enamgi) heledamat tähte vaadeldavad tähtkujulaadse kobarana, mida algaja vaatleja võib isegi Väikese Vankriga segi ajada. Plejaadidesse kuulub umbes 500 tähte, kaugus 410 valgusaastat, vanus 20 miljonit aastat. Kogu täheparv paikneb keeruka ehitusega gaasudukogus.



RAIGO PAJULA

## PRIIT HÖBEMÄGI ajakirjanik

Teadus hakkas minu elu mõjutama niipea, kui hakkasin ümbritsevast maailmast aru saama. Teadus tuli minu ellu isa kaudu. Minu isa Aleksei Hõbemägi on masinaehitaja. Ta astus 1947. aastal Tallinna Polütehnilisse Instituuti. Kolmandal kursusel heideti ta välja, kuna tuli ilmsiks, et ta oli olnud mobiliseeritud Saksa sõjaväkke. Ta jätkas õpinguid Leningradi industriaalinstituudis ning lõpetas selle kiitusega 1956. aastal. Mina sündisin 1957. aastal. Isa jätkas õpinguid Leningradi mehaanika instituudi aspirantuuris ja kaitses kümme aastat hiljem kandidaadivälitekirja. Töötas kausi Pirita tee instituudis (Tallinna Elektrotehnika Tehase Teadusliku Uurimise Instituut), kus juhtis masinaehituse osakonda. Viimased 16 aastat on ta Eesti Masinatööstuse Liidu arendusdirektor.

Minu, Nõmme poisikese jaoks kõhastus isa teadus mitmetes asjades, millel oli erinev kaal ja väärtus, mõned neist olid väga emotsionaalsed ja mõned üsna praktilised.

Kõige märgilisema tähendusega oli see, et isa istus kirjutuslaua taga ja töötas. Tema laua taga oli käepidemetega kirjutuslauatool. Mõnikord ronisin tema se ja taga toolile ja seisin seal, hoides kätega kinni laiast painutatud seljatoest. Ükskord läksid käed lahti, kukkusin toolilt selili põrandale ja lõin pea katki. Verd tuli palju ja kukkas on mul siiani arm.

Isa suur pruun kirjutuslaud Kruusa tänava poolse toa akna all oli kaetud millimeeterpaberile ja kalkale joonestatud joonistega. Laual olid alati silindrikujulised rasked metallist jurakad, millest mõned täpselt üksteise sisse sobisid (hiljem sain teada, et need olid templid, stantsid, matriisid ja puansoonid), venekeelsed rotaprintimaterjalid, joonlaud, nõe teravaks teritatud pliatsid, mida isa skalpelliga viimistles.

Laual oli ka mustast puust pliatsihoidja ja tavaline Rahva Hääl kalender, millel olid suured rasvased kuupäevanumbrid. Kuid isa joonis igale leheküljele pliatsiga ruudustiku, ja nii jäi iga ruudu sisse vaid üks number. Iga numbri juurde oli ta midagi korrekse joonestajakäekirjaga kirjutanud. Kui päev oli möödas, kriipsutas isa ruudu korralikult tihedate diagonaaljoontega äbi.

Mäletan, et isa jäi pea igal õhtul oma laua taha tööle. Võib-olla ei jäänud ka, aga nii mäletan mina. Leiutasin väikese sõnamängu ja hakkasin talle „Head ööd!“ asemel hoopis „Head tööd!“ soovima. Pidasin seda ise üsna vaimukaks ja elin selle üle uhke.

Minu voodi kõrval seisvas kolme üksega raamatukapis seisid keskmise klaasi taga isa venekeelsed raamatud. Need olid tumesiniste ja mustade kaantega masinaehituselased teosed. Kuni ma veel kirillitsat ei tundnud, imestasid veidraid vene d-sid ning ja-sid, püüdes nende korduvuses eri raamatute selgadel tagajärjetult mingit süsteemi luua.

Isa õppimine aspirantuuris tähendas ka seda, et isa oli pikki aegu kodust ära Leningradis. Ei mäleta, kui pikad need äraolekud just olid, kuid need on mulle meelde jäänud. Elasin siis Tallinnas Vabaduse puisteel Hõimu peatuse lähedal eramajas. Millegipärast olid elutoas pimenduskardinaid – pakust mustast paberist ruudod, mis ööseks alla lasti. Talvel pakasega külmus aknaklaas ära ja klaasi alumisse serva tekkis jääkiht. Võib-olla olid ruudod kuidagi head pakase vastu?

Mäletan, kuidas ma õhtuti isa Leningradist koju ootasin. Vist ei olnud need saabumise päevad päris täpselt kindlaks määratud ja telefoni meil kodus ei olnud. See tähendab, et telefoniparaat meil küll oli, kuid see seisis riidekapis. Mõnikord keerutasin selle kõrisevat ketast, ehkki majas telefoniühendust ei olnud.

Kui kuulsin Pääsküla poole suunduva autobussi nr 18 müüvat, siis ootasin veidi ja läksin akna juurde. Kui isa oli bussi peal, siis pidi ta teisel pool teed varsti kollaste tänavalampide valguses nähtavale ilmuma. Tõstsin paksu musta paberrullo serva üles ja piilusin igatsedes tänavale. Aga kedagi ei tulnud, tänav oli tühi ja kõle. Mulle ei meenu, et kordagi oleksin isa tabanud koju tulemas.

Teaduse ja praktika seos sai mulle selgeks hiljem, kui isa tutvustas minule instituudi töökodasid. Need olid suured metallitöökodad, kus paukusid pressid, lõigati metalli, freesiti, puuriti ja keevitati. Sellel teadusel oli tulise raua ja kuumat õli lõhn juures. Mulle meeldis see osa isa teadusest palju rohkem kui teaduse pliatsipool ja venekeelsed raamatud. Mõnikord, kui mul olid suuremast peast juba vaja millegi kallal nokitseda, sain töökojas töötada. Töökoja onud olid alati väga lahedad ja rõõmsameelsed ning aitasid poisikesel rauajuppi kruustangide vahele kinnitada. Sain viilida ja saagida. Kui suuremaks kasvasin ja lühikest aega ise samas teadusinstituudis töötasin, kasutasin instituudi uhkust – 2000tonnise survejõuga pressi – roosteabast terasest traadijuppide lapikuks pressimiseks. Traatidest sai keerata tüdrukutele käevõrusid, mis olid parajasti moes.

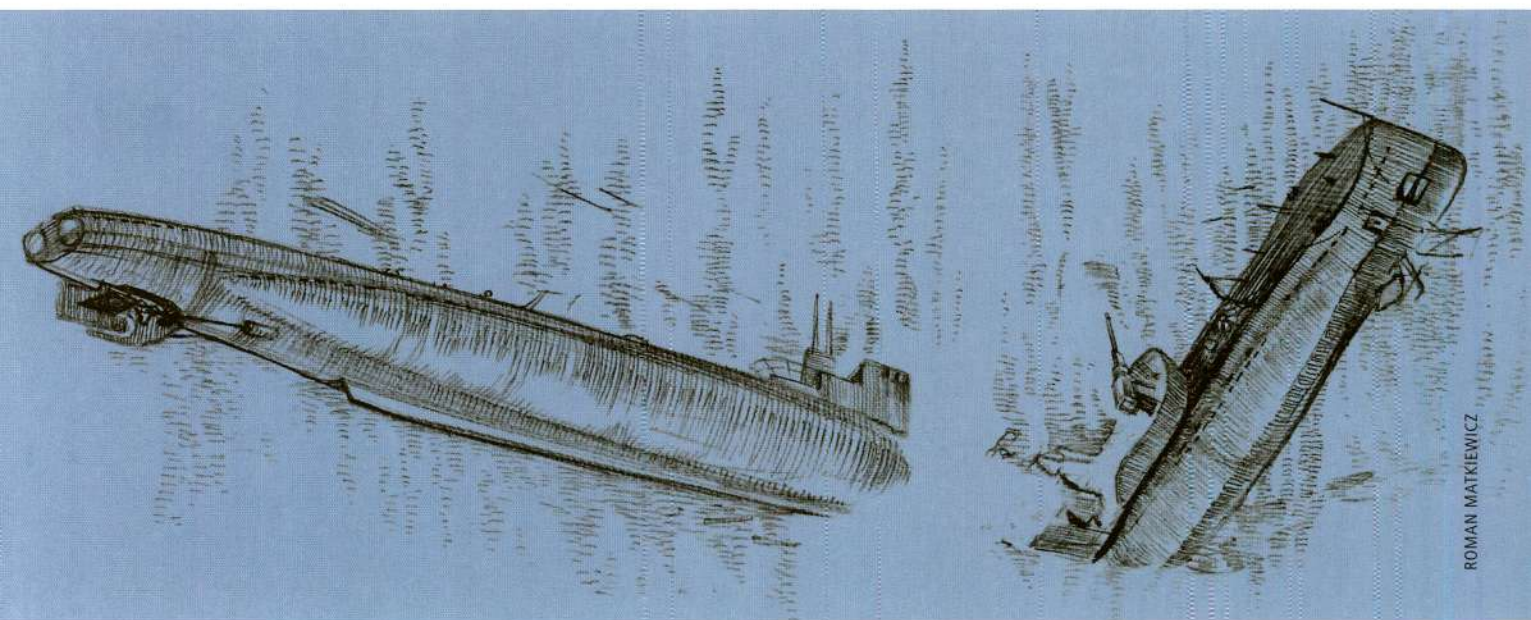
Kokkuvõttes jäi isa teadusest mulle külge ainult käsitöö osa. Millal minusse tekkis armastus raua vastu, seda ei oska ma öelda. Aga see võis alata mehaanikust vanaisa Johannese tööriista-sahtlist, mis oli raske nagu pomm, täis metallist tööriistu.

Kuumat raua ja tulise õli lõhn, raudtööriistad, kruustangid ja alasi; raudtüki vilimine, saagimine, puurimine, sepistamine, pinnimine; õlist tumedaks tõmbunud töökoja betoonpõrandad, käiad, külma ja kuumat õhu segunemine, sädemete lõhn – ja isegi roostes rauajurakad – see kõik meeldib mulle väga. Mulle tundub, et ma saan kuidagi rauast aru. Nii moodi ongi vist minu isa teadus mõjutanud minu elu. ●

## LIPPUDE LEHVIDES MERE PÕHJA

# Hundijaht meresügavuses

Meresõdade ajaloos on allveelaevad ikka erilist tähelepanu pälvinud. Küllap on üks põhjus tolle sõjalaeva-tüübiga seonduv salapära, ohtlikkus ja tegevuse varjatus nii omade kui võõraste pilkude eest. Pruugib vaid sukelduva laeva komandotornil vee alla vajuda, kui pealtnägijate hinge poeb ebamugavustunne – kuhu suundub see röövkalakujuline hall terassigar, täis väljaõppinud mehi, kelle valduses hüdrofonid, periskoopid, sonarid ja surmatoovad relvad. Kes teab, mis neile pähe tuleb?

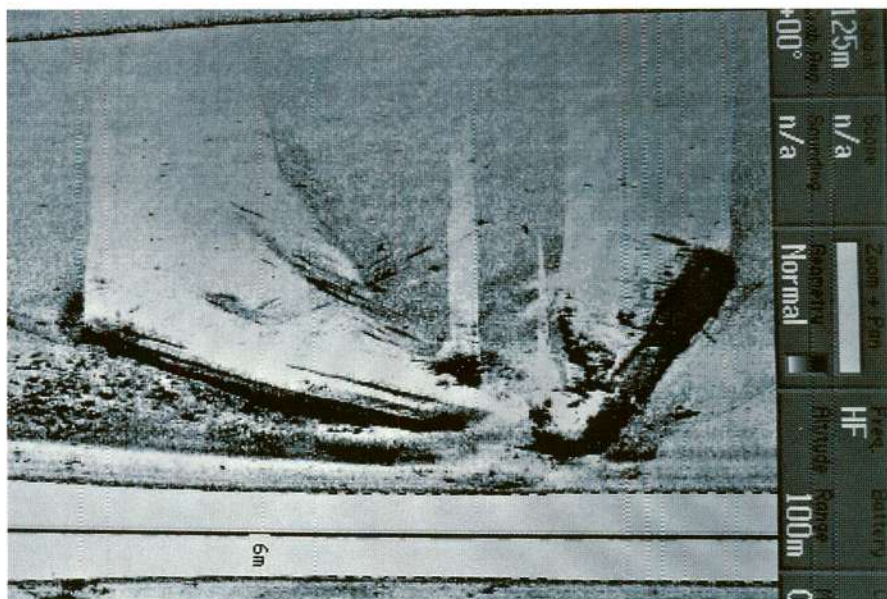


ROMAN MATKIEWICZ

Nii mõnegi reisilaeva või rahumeelse kaubalaeva reelingule nõjatav inimene on hirmust tardunud, silmates merepinnal alusele järgneva tundmatu allveelaeva periskoopi. Seda on viimasel sajal aastal tulnud ette kõikidel meredel ja kaugelki alati pole kohtunud laevad rahumeelselt oma teed läinud. Sageli on niisugusele kohtumisele järgnenud plahvatuste mürin, taevani kerkiavad vee- ja suitsusambad ning meresügavusse vajuvate inimeste võitlus elu eest. Hall terassigar on varjunud aga sügavusse ning allveelaevnike kõrvu on jõudnud üksnes torpeedoplahvatuste lajatused ja iseloomulik, verd tarretama panev müra, mida tekitab põhja vajuv laev.

### Igavene võitlus

Vaieldamatult on niisugune kiskjalik meresõja pidamise viis kutsunud esile selle laevatüübi vastase võitluse, mis meenutab



MEREMUUSEUM

Allveelaeva L-2 vrakk sonari kujutisena ja ülal rekonstruktsioon samast laevast mere põhjas.

hundijahti kõigi käepäraste vahenditega. Tänapäeval jälgivad allveelaevade liikumist luuresatelliidid, nende jälgi otsivad ookeanidel eriotstarbelised laevad. Allveelaevade avastamiseks heidetakse lennukeilt ja helikoptereilt merre raadiopoisid, rajatakse rannikuile ja meresaares hüdrafonide süsteeme, kuulatakse pealt ja analüüsitakse iga sügavustest kostvat krõpsu ja nii edasi ja nii edasi.

Viimase maailmasõja päevil ei olnud see võitlus veel nii kõrgtehnoloogilisele tasemele jõudnud kui tänapäeval. Ent allveelaevade liikumisteledele rajati miinitõkkeid, vähemaid või suuremaid merealasid piirati miilidepikkuste, pinnalt põhjani ulatuvate terastrossist punutud võrkudega, veeteedel patrullisid süvaveepommidega valvelaevad ning veteväljade kohal pommiennukid.

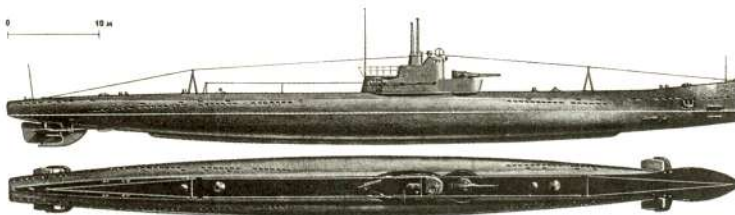
Teine maailmasõda algas Nõukogude Liidu jaoks 22. juunil 1941. aastal. Sel päeval küündis Punalaevastiku allveelaevade koguarv sõjaajaloolaste arvepidamise kohaselt 218 aluseni. Sõja lõpuks oli see maailma arvukaim allveelaevastik kaotanud 108 alust, neist 45 Läänemerele.

Allveelaeva vraki leidmist on alati peetud tähelepanu vääriks sündmuseks, laevade hukkumise põhjusi on analüüsitud ja jäänused võimaluse korral üles tõstetud.

## Läänemere leiud

Allveelaevu on avastanud ka Eesti Meremuuseumi vrakiuurijad. Eriti rikkalik oli uurimislaeva Mare saak 2009. aasta hiliskevadel. Maikuu keskpaiku leiti ja tunti ära Esimese maailmasõja aegne allveelaev Jednorog, millest oli juttu Horisoni eelmises, juulikuu numbris. Juunis, vahetult enne jaanipäeva, lisandus sellele veel kaks allveelaeva viimase maailmasõja päevilt. Kõikide nende, suures sügavuses leivate submariinide vrakke uuriti pingsalt laeva sonariga ja püüti tõega vastavusse viia nende hukkumise lugu.

Enne jaanipäeva leitud Teise maailmasõja aegse L (Leninets) klassi II seeria allveelaeva kiil pandi maha Leningradis 1929. aastal. Algselt oli ehitatava laeva nimeks Marksist, kuid varsti pärast vetelaskmist 21. mail 1931 nimetati alus ümber ja see kandis kuni 1934. aasta 15. septembrini nime Stalinist. Selleks kuupäevaks jõuti selgusele, et allveelaevadele kõrgete parteitegelaste nimesid andes oli astunud libedale pinnale, sest mõnedki eilsed ustavad kaasvõitlejad osutusid rahva vaenlasteks. Nimedest loobuti päevapealt ja allveelaevad pidid leppima vaid parda numbriga. Nii saigi Leninetsist L-1, Stalinistist L-2, Frunzenetsist L-3, Garibaldist L-4 ja nii edasi. Uusi allveelaevu projekteeriti ja ehitati tervete seeriatena, kuni alanud sõda nende ridu halastamatult hävenda-  
vama asus.



L-2 allveelaeva kül- ja pealtvaade.

Miiniveeskajana ehitatud L-klassi allveelaev oli 78 meetrit pikk ja 7 meetrit lai ning selle maksimaalne sukeldumissügavus oli 90 meetrit. Allveelaeva meeskonda kuulus 53 meremeest. Lisaks tekil asuvale 100 mm suurtükile kuulusid laeva relvasusse 533 mm torpeedod 6 võõriaparaadis ja 2 miiniveeskamise toru laeva ahtris, kummaski 10 meremiini.

## Õnnetus Juminda miiniväljal

13. novembril 1941. aastal väljus Suur- saarelt Hanko mereväebaasi suunas Nõukogude sõjalaevade konvoi, L-2 teiste hulgas. Tee viis risti läbi Juminda miiniväljade ja õnnetus ei lasknud end kaua oodata.

14. novembri öösel hakkasid kostma vägevad plahvatused ning laevastik hakkas katastroofilise kiirusega kokku kuivama. Mõne tunniga läks põhja kuus laeva: kaks suurt eskaadrimiiniristlejat, üks miinitraaler, üks allveelaevahävitage ja kaks allveelaeva – L-2 ja M-98. Viimane neist on kadunud tänini, L-2 jäi aga Mare sonari kiirte ette 22. juunil 2009.

Nõukogude sõjaajaloolased on teinud tublit tööd. Sel hävinguõöl juhtunu, ka miiniplahvatuste hetked, on dokumenteeritud minuti täpsusega (!) ning kõigi laevade tegevus ja hukkumise käik üksikasjalikult lahti seletatud. Tänapäevased mereuurinud on aga halastamatud. L-2 leiti mitte prognoositud Saksa miinitõkkelt D46, vaid hoopis 22 kilomeetrit (!) ida pool asunud tõkkelt D10, kus see sõjaajaloolaste hinnangul mitte kuidagi olla ei tohiks. Ilmselt on ajaloouurijad lasknud fantaasial võimust võtta ja pannud kirja asju, mille päevavalgele tulekut neil aegadel mitte kuidagi karta ei osatud. Sonari kujutistelt vraki purustusi vaadeldes selgub, et nii allveelaeva huku kui vigastuste kirjeldus on laest võetud. Tõele võib vastata vaid hukkunud allveelaevnike arv. Meeskonnaliikmetest pääsenud kokku kolm, ülejäänud 50 meremehe põrmud puhkavad keskelt pooleks murdunud allveelaeva sisemuses tänini.

## Vigade parandus

Päev enne L-2 leidmist uuris Mare teisegi Nõukogude allveelaeva, Štša-317 jäänuseid. Ligikaudne teave selle merehundi hukkumise asjaolude kohta oli olemas ja viieks tükiks purunenud allveelaeva ei olnud raske leida. Submariini viimane lahinguretk ning selle traagiline lõpp on aga õpetlik sellegipoolest.

Nimelt viibis Štša-317 oma viimasel retkel Rootsi merealal 1942. aasta juunis – juulis. Esimese laeva, Saksa kaubaariku

Argo uputas Štša-317 Stockholmi paralleelil 16. juunil. Samal päeval ründas allveelaev torpeedoga ka Rootsi kaubalaeva Ulla, kuid ei tabanud.

Teise laeva, Taani kaubaaluse Orion uputas Štša-317 Gotlandi loode pool 19. juunil. Kolmanda, Rootsi kaubalaeva Ada Gorthon lasi Štša-317 põhja lääne pool Gotlandi saart 22. juunil. Neljanda laeva, Saksa auriku Otto Cords uputas Štša-317 Rootsi ranniku kaguosas, Karlskrona lähisel 8. juulil.

Siis asus torpeedode tagavara ammandanud allveelaev koduteele Soome lahte, Kroonlinna mereväebaasi. Viimane raadioside baasiga peeti allveelaeva möödumisel Ölandi lõunatipust 10. juuli öösel kell 02.30, mil komandör raporteeris viie laeva uputamist.

Järgmine, tõsi küll kaudne kontakt koduteel oleva allveelaevaga saadi 14. juulil, mil Štša-317 üritas vee all läbida Naisaare ja Porkkala vahel üle Soome lahe tõmmatud terasvõrku. Sinna takerdunud allveelaeva rappimist panid tähele Saksa valvekaatrid, mis külalist süvaveepommidega kostitasid. Štša-317 pääses küll lahti ning jätkas teekonda ida suunas, kuid vigastatud laevakerest tõusis vee peale diislikütuse vikerkaareväriline rida, mis allveelaeva teekonda tähistas. Viisteist meremiili enne Vaindloo saart tabas allveelaeva hukk.

Sõjaajaloolaste andmeil hävitasid saagiretkelt naasva merehundi koos 40 allveelaevnikuga Soome miiniveeskaja Ruotsinsalmi ja valvelaev VMS-6. Ilmselt ei ole 98 meetri sügavusel puhkava allveelaeva viimased hetked siiski veel lõplikult selged. Ainult ülalt langevad süvaveepommid ei oleks suutnud submariini viieks tükiks hakkida. Arvatavalt pidi kas otse laeva all või selle kõrval toimuma mingi väga tugev plahvatus. Sündmuskohta elektronkaardile märkides selgus üllatusena, et Štša-317 hukukoht asub Saksa miinitõkke D27 vahetus läheduses. Näib, et selles peitubki mõistatuse võti ja et veel ühel Läänemere sõjaajaloo leheküljel on vead parandatud. On teadmata, kui palju mõistatusi on järke ootamas. ●

## AUTORIST

VELLO MÄSS (1940) on Eesti Meremuuseumi teadur, allveearheoloog, Horisoni põlisautor. Tema osavõtul on mere sügavusest pinnale toodud kaks laevavrakki, avastatud ja uuritud aga kümneid. Kirjutanud üle 170 populaar-teadusliku artikli ja mitu mere-teemalist raamatut, viimati 2006. aastal „Laevahukulood“. Mare kaptenina juhtis läinud suvel allveelaevade otsingut Läänemerele.



HENN KÄÄMBRE

# INFOAJASTU TEERAJAJAD

**Nobeli füüsikapreemia said tänava kolm füüsikut panuse eest infotehnoloogilisse revolutsiooni: hiinlasest Briti-USA füüsik Charles Kuen Kao optiliste kaablite arendamisel ning kaks tema kolleegi, Kanada-USA füüsik Willard Sterling Boyle ja USA füüsik George Elwood Smith sensoritüübi CCD leiutamisel.**

**N**agu mõnelgi eelmisel aastal, läks Nobeli füüsikapreemia jagamisele, seekord kolme leiduri vahel. Kao sai kümne miljoni Rootsi kroonise preemiast poole „teerajavate saavutuste eest valgussides kiudude kaudu“, ülejäänud pool läks Boyle'ile ja Smithile kahe peale „pooljuhtkujutisetajuri – CCD leiutamise eest“.

Kõik kolm on nüüdseks eakad mehed, juba aastaid pensionärid, kaheksakümne viiele läheneva Boyle'i sünniaasta koguni 1924. Tuleb järjekordselt märkida, et autasu anti tublisti lahknedes Alfred Nobeli testamendi kirjatähest. Tema määras, et autasu antaks „noorteadlasele, kes on preemia saamisele eelnenud aastal teinud kõige tähelepanuvääri vama avastuse või leiutise“. Kuid ega ta saanudki ette näha, et mõne avastuse/leiutise tõeline väärtus selgub alles aastate, vahel kümnendite möödudes. Ja noorteadlaste ergutamise asemel on nobelistide valikul ammugi mindud teaduse ja tehnika tippude auhindamise teed. Kuid eks ole nüüdisajal noorteadlaste tunnustamiseks muidki autasusid. Ka tänavuste laureaate leiutised on tehtud siis, kui nad olid veel viljakaimas eas.

## Valgu juustorusse

Niisiis, eakas hiinlane sai nobelistiks valgusjuhtmete idee pakkumise eest. Mis on elektrijuhe, seda teavad või vähemalt aimavad kõik. Aga valgusjuhe?

Valgusallikast, küünlast või elektripirnist levib valgus ümbrusse ühtmoodi kõigis suundades. Hoopis teine lugu on kitsa, lahkematult leviva laserikiirega. Kui pool sajandit tagasi ilmusid laserid, kerkisid kohe suured lootused nende kasutamiseks sides, teabelevis. See oli lausa üks tõukejõud nende loomiseks. Ja miks ka mitte. Mida suurem on infot kandvate lainete võnkesagedus (siis ka lühem laine), seda kiirem edastus ja seda rohkem saab teavet ühe ja sama ajaga edasi kanda.

Esialgu katsetati vabas õhus leviva laserikiirega. Paraku rikkus vihm, udu ja õhuvirvendusedki kõik. Kiir hägustus ja vajus laiali. Nõnda tekkiski 1966. aastal Kao ja tema noorel töökaaslasel George A. Hockhamil idee kiir torusse sulgeda. Esialgu katsetati alumiiniumtorudega. Ei kõlvanud, lekkisid liiga palju veeauru. Tekkis mõte panna kiir levima klaasis. Pikas, painduvas klaaskiuis. Nõnda, nagu elektrijuhe on ümbritsetud isolatsiooniga, on ka valgusjuhe kahekihiline: sees tihedamast, suurema murdumisnäitajaga klaasist kiud, selle

FOTOD: SCANPIX



**CHARLES KUEN KAO** on sündinud 1933 Shanghais, 1948 siirdus koos vanematega Hongkongi. Kaitsnud 1965 *PhD* väitekirja elektrotehnika alal Londoni ülikoolis. Töötanud Londoni Imperial kolledžis ja mitmel pool USA-s, 1987–1996 tegutses Hiina Hongkongi ülikooli asekanstlerina. Praegu elab Hongkongis.



**WILLARD STERLING BOYLE** on sündinud 1924. aastal Kanadas Amherstis. 1960 kaitses Montrealis asuvas McGilli ülikoolis doktori kraadi. Oli USA-s Belli laboris osakonnajuhataja. 1960. aastail osales USA astronautide Kuu-lende ettevalmistavas hiidmeeskonnas. Oli hea purjetaja, seilates mitmel merematkadel ka koos George Smithiga. Praegu elab Kanadas.



**GEORGE ELWOOD SMITH** on sündinud 1930. aastal USA-s White Plainsis. 1959 kaitses Chicago ülikoolis doktoriväitekirja, mille tekst võttis ruumi vaid kolm lehekülge. Oli USA-s Belli laboris osakonnajuhataja, suunates uurimisteguvust seoses laserite ja pooljuhtseadmetega. Pärast pensionile jäämist 1986 purjetas koos abikaasaga ümber maailma.

ümber väiksema murdumisnäitajaga klaaskest. Kiir levib selles otsekui hüpakutega: põrgates vastu optiliselt hõredamat kesta küllalt lauge nurga all, peegeldub see kiusse tagasi, ja nõnda sammhaaval muudkui edasi. Selgus, et küllalt laia haardega valgusside saamiseks tuli kiud tõmmata erakordselt puhtast klaasist. Ameerika klaasifirma Corning haistis kohe laia tööpõldu ja nõuetekohased klaaskiud saadigi.



## VALGUSJUHE



Tänapäeval katab maakera tihe valguskaablite võrk. Kõikide kasutusel olevate valgusjuhtmete kogupikkust hinnatakse miljardile kilomeetrile. Sellega saaks käia 25 000 korda ümber maakera. Nagu elektrijuhtmedki, on valgusjuhtmed ühendatud paljusooneliseks kaabliks. Üksikku läbimõõt on umbes kümme mikromeetrit, mitu korda peenem juuksekarvast. Kui kasutate internetti või saadate e-sõnumit, kulgeb see mööda valgusjuhet. Seegi kirjatükk läheb valguskandjat mööda toimetusse. Kui näete maantee ääres kollaseks värvitud torust kolmveerandmeetrisel posti, siis teadke: need tähistavad maasse kaevatud valguskaabli trassi, infoajastu tuiksoont. Valgusside oleks mõeldamatu valgusjuhtmeteta.

## Elektronid ruutpesiti

Senine tavapärane fotoaparaat, milles kujutis salvestatakse hõbekloriid- või hõbebromiidemulsiooniga kaetud filmile ning tehakse nähtavaks ilmutamisel ja jäädvustatakse kinnitamisel, on ajalukku vajumas. Tänapäeval asendab seda digikaamera, aga liikuva pildid filmitakse videokaamera abil. Nende kõikide põhiosaks on margisuurune tajur, ränikiip – CCD-matriks (ingl *charge coupled device*).



Kodukärbe *Musca domestica* „portree”. Kahel pool pead on hästi näha tuhandeid üksikelementidest koosnev liitsilm.

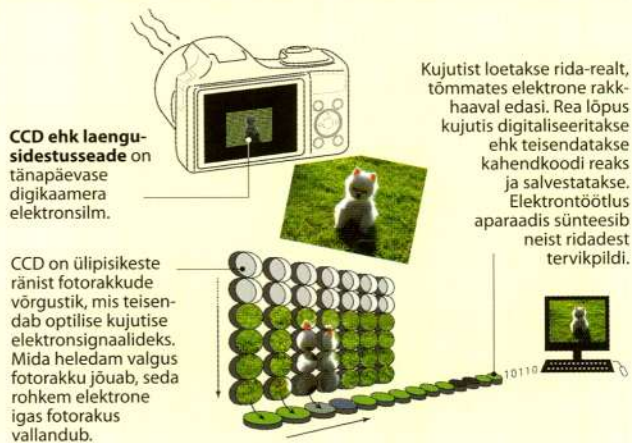
Kärbe liitsilm skaneeriva elektronmikroskoobi all 450 korda suurendatuna.

Olemuselt sarnaneb CCD-matriks putuka liitsilmaga, tegelikkuses on CCD imepisikeste fotorakkude korrapärane võrgustik. Säritamisel vallanduvad igas fotorakus elektronid, seda enam, mida heledam on valgus kujutise tasandil. Kujutist loetakse, andes iga fotoraku kohal olevale kullast mikroelektroodile positiivne, elektrone tõmbav pinge. Loetakse rida-realt, tõmmates elektrone rakkhaaval edasi (laengusidestus!). Rea lõpus kujutis digitaliseeritakse, millest nimetus digikaamera, ehk teiste sõnadega teisendatakse kahendkoodi reaks 11100111101 ... ja salvestatakse. Elektrontöötlus aparatis sünteesib neist ridadest tervikpildi. Seda saab üle kanda

arvutisse ja printeri abil paberile trükkida või salvestada kompaktkettale, CDle. Keerukam, kuid põhimõtteliselt sarnane mikroseedmestik on kasutusel videokaameras. Seda rida-realt lugemist võiks võrrelda ka veepangede edasiandmisega mööda inimrivi, kui kaugemale jäävast kaevust on vaja kähku vett edasi toimetada. Pangedeks on fotorakud, veeks fotoelektronid.

CCDst kujutluse saamiseks võib mõelda ka suurele plastist või papist munarestile. Puistame igasse resti pessa näiteks erineva hulga piprateri. Eks niigi saa tekitada mingit visandlikku kujutist. Resti pesad modelleerivad fotorakke, terad – fotoelektrone.

## DIGIKAAMERA ELEKTRONSILM



Allikas: nobelprize.org

Maailmas valmistatakse ja müüakse aastas miljoneid digiting videokaamerasid. Nendel mikroelektronika seadistel põhinevad ka nüüdisaegsed televisiooni saatekaamerad. CCD-tajuri oluline eelis fotofilmiga võrreldes onajakordselt suurem valgustundlikkus, seepärast saabki digikaameraga pildistada märksa hämaramas kui tavakaameraga. Pealegi sõltub kujutis särituse heledusest lineaarselt, võrdeliselt, tavafilmil on see sõltuvus keerukam, logaritmiline. Värvikujutis saadakse, kattes CCD-tajur värvklaaside mosaiigiga (Bayeri filter, leiutaja järgi).

CCDd leiavad kasutust kaugelt laiemalt kui vaid laiatarbeta kaupades. Nende abil tehakse nähtavaks ja uuritakse mere-sügavusi, arstid vaatlevad nende kaudu kehaõõnt ja seal toimuvat. Spektreid ei pildistata enam fotoplaadile, vaid CCDle. Pole vist enam ühtki suuremat tähetorni, mille teleskoopidel puuduks CCD-kaamera. Lisagem, et ka Eesti teadlased kasutavad uurimistöös nii valgusjuhtmeid kui ka CCDsid.

Ega asjata ole tänavusi nobeliste meedias tituleeritud valguse valitsejateks. ●

## AUTORIST

HENN KÄÄMBRE (1935) on lõpetanud Tartu Ülikooli füüsikuna 1957 ja töötanud samast aastast Tartu Ülikooli Füüsika Instituudis mitmel ametikohtadel, praegu vanemteadur. Füüsika-matemaatikadoktor. Agar teaduse populariseerija ja Horisondi põlisautor. Paljude raamatute, sealhulgas „Laseriraamatu” autor, aga ka tunnustatud tõlkija. Üks eestikeelse füüsikaterminoloogia loojaid ja oskussõnastiku autoreid.



KALLE KIPPER, JAANUS REMME

# RIBOSOOMI STRUKTUUR JA FUNKTSIOON

**Nobeli keemiapreemia pälvisid tänavu Venkatraman Ramakrishnan, Thomas Steitz ja Ada Yonath aastakümnete pikkuse töö eest elusorganismides valke sünteesiva organelli ribosoomi molekulaarse struktuuri kindlaks määramisel. Sellel kümnendil on see juba kuues kord, kui Nobeli keemiaauhind saadakse bioloogialaste tööde eest.**

**F**riedrich Engels on „Looduse dialektikas“ kirjutanud, et elu kujutab endast valkkehade eksisteerimise vormi. Selle väitega saab ainult nõustuda – elu meile tuntud kujul ei oleks valkudeta võimalik.

Valgud – kümnetest ja sadadest aminohapetest koosnevad pikad spagetitaolised molekulid – on sõna otseses mõttes väikesed töökad keemikud meie rakkudes. Nad osalevad nii toitainete lagundamises ja energia tootmises kui närviimpulsi ülekandel ja geneetilise materjali paljundamisel, st kõigis elu avaldustes. Valkude koostisosadeks on aminohapped, mida elusorganismides on 20 tüüpi. Valkude kokkupanemine nendest 20 aminohappest ongi ribosoomi ülesanne. Selle, millises järjekorras üks või teine aminohape valgumolekuli lülitatakse, määrab algselt ära lämmastikaluste järjestus organismi päriliku info kandjas desoksüribonukleiinhappes (DNA). See info esmalt n-õ kirjutatakse ümber (transkribeeritakse) lämmastikaluste järjestuseks DNAST veidi teistsugust sorti nukleiinhappes, milleks on ribonukleiinhape ehk RNA. Protsessi viib läbi RNA polümeraasiks nimetatav valgumolekul, mille struktuuri määramise eest sai 2006. aasta Nobeli keemiapreemia professor Arthur Kornberg. RNA polümeraasi sünteesitud RNA molekul ehk nn informatsiooniline ehk messenger RNA liigub ribosoomi, mis lintmaki kombel RNA nukleotiidide järjestust lugedes aminohappeid kasvasse valgumolekuli lülitab.

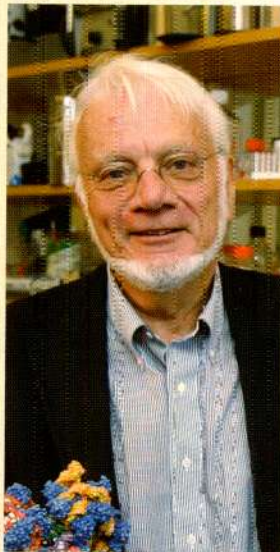
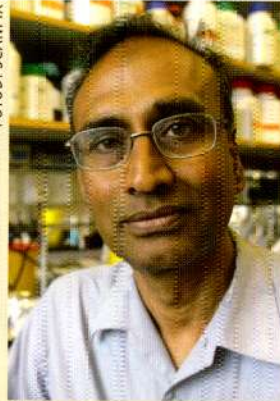
## Ribosoom on ribosüüm

Ribosoom on kahest eri suurusega alaühikust koosnev molekulaarne kompleks, mille molekulmass on võrdne 2,6 miljoni vesinikuaatomi massiga. Ribosoom koosneb 3 ribonukleiinhappe ja enam kui 50 valgumolekulist, kusjuures ribosoomi ülesehitus on üsna ühesugune väga erinevates organismides alates kuumaveallikates elavatest bakteritest ja lõpetades inimesega.

Aminohapete lülitamine valgumolekuli toimub ribosoomi suure alaüksuse kindlas piirkonnas, nn peptidüültransferraases tsentris. See on koht, kus moodustub aminohappeid koos hoidev peptiidside. Pikka aega arvati, et seda protsessi viivad läbi ribosoomi koosseisus olevad valgud. Ent kui tänaste laureaate töö tulemusena selle kümnendi alguses selgus ribosoomi molekulaarne struktuur, ilmnes, et peptidüültransferraase tsentri läheduses valgud hoopiski puuduvad ning seetõttu katalüüsib peptiidside teket ribosoomi RNA-komponent.

Asjaolu, et ka ribonukleiinhape suudab sarnaselt valkudele keemilisi reaktsioone läbi viia, on teada juba kolmkümmend aastat. 1989. aastal said RNA katalüütilise aktiivsuse

FOTOD: SCANPIX



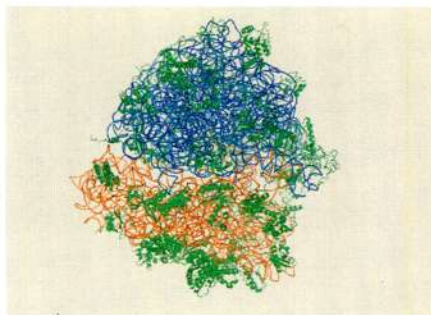
**VENKATRAMAN RAMAKRISHNAN** on sündinud 1952. aastal Indias Chidambaramis. Alustas ülikooliõpinguid Indias ja jätkas USAs, kus omandas filosoofiadoktori kraadi füüsikas. Siirdus füüsikast bioloogiasse, asudes Yale'i ülikoolis uurima ribosoomi. Uuris ribosoomivalkude struktuuri ja jõudis lõpuks ribosoomi väiksema alaühiku struktuuri lahendamiseni 3 ongströmi tasemel, mis võimaldab eristada enamikku aatomeid. Ta lahendas probleemi, kuidas ribosoom teeb kindlaks geneetilise koodi. Praegu töötab meditsiiniuuringu nõukogu (MRC) struktuuribioloogia laboris Cambridge'is.

**THOMAS ARTHUR STEITZ** oleks võinud Nobeli preemia saada ka varasemate saavutuste eest biomolekulide struktuuri uurimise alal. Sündis USAs Milwaukeees 1940. aastal. Omandas filosoofiadoktori kraadi biokeemia alal 1966 Harvardi ülikoolis. Tema järjekindel töö on viinud geneetilise informatsiooni ülekandel osalevate ensüümide atomaarse struktuuri lahendamiseni ja võimaldanud kirjeldada molekulaarseid mehhanisme, mille abil kantakse pärilik informatsioon DNALT üle RNAle ja sealt valkudele. Tal on olulisi teeneid kristallograafia meetodite arendamisel. 2000. aastal avaldas artikli ribosoomi suurema alaühiku struktuurist 3 ongströmi tasemel. Ribosoomi suurem alaühik vastutab peptiidside sünteesi eest aminohapete vahel.

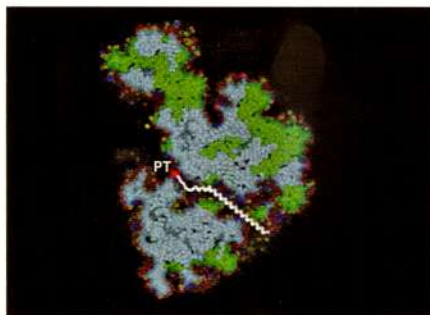
**ADA E. YONATH** sündis 1939 Iisraelis Jeruusalemmas ja omandas filosoofiadoktori kraadi 1968 Weizmanni instituudis kristallograafia alal. Pani aluse ribosoomide kristalliseerimisele. Tema tööd erinevate bakterite ribosoomide struktuuri alal võimaldavad paremini mõista ribosoomide funktsioneerimist.

avastamise eest Nobeli keemiaauhinna ameeriklased Thomas Cech ja Sidney Altman. Keemilisi reaktsioone katalüüsivaid ribonukleiinhappe molekule on hakatud nimetama ribosüümideks analoogia põhjal ensüümidega, mis keemiliselt koostiselt on valgud. Nii on ka ribosoom ribosüüm.

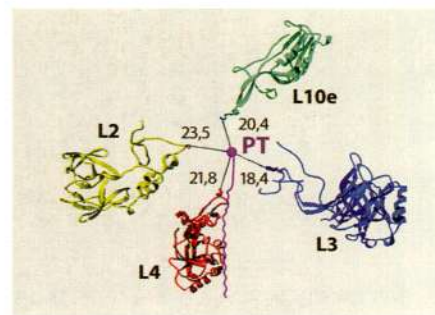
Ribosoomi RNA katalüüsivõime on täiendavaks argumentiks nn RNA-maailma teooria poolt. Selle teooria järgi valke



Soolebakteri *Escherichia coli* ribosoom 3,5ongströmlise lahutusvõime juures. Rohelisega on tähistatud ribosoomi valgud, oranžiga väikese alaiühiku RNA ja sinisega suure alaiühiku RNA.



Sünteesitava valgumolekuli (valge) liikumine läbi ribosoomi suures alaiühikus paikneva nn peptiidi tunneli. PT tähistab peptidüültransferaasit tsentrit, kus toimub aminohappeid siduva peptiidsideme teke.



Peptidüültransferaasile tsentrile kõige lähemal paiknevad valgud. Numbrid tähistavad valgumolekulide kaugusi ongströmites ( $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$ ) peptidüültransferaasest tsentrist. Võrdluseks: ühe süsinik-süsiniksideme (-C - C-) pikkus on 1,5 ongströmit.

elu väga varases arengujärgus polnudki ning kogu primitiivset ainevahetust ja päriliku info ülekannet põlvkonnast põlvkonda katalüüsivad ribonukleiinhappe molekulid. Mingil hetkel hakkas RNA abil toimuma ka aminohapete kondenseerumine erinevateks peptiidideks, millest evolutsiooni käigus selekteerusid keemiliste reaktsioonide katalüüsivõimet omavad peptiidid. Et aminohapped ja neist moodustunud peptiidid/valgud on RNAGA võrreldes tunduvalt paremad katalüsaatorid, läks eluprotsessides jäme ots pikkamisi valkude kätte ja RNA-katalüsaatorite tööpõld on tänapäeval üsna piiratud. Erandiks on siin ribosoom ise. Koosnedes nii nukleiinhappest kui valkudest, on ta sobiv vahemees nukleiinhapete ja valkude maailma vahel.

### Asi oli röntgenkristallstruktuuranalüüs

Nagu öeldud, oli tänaste laureaate suurimaks teeneks ribosoomi molekulaarse struktuuri kindlaks tegemine. Võib ette kujutada, et sadu tuhandeid aatomeid sisaldava molekuli puhul pole see ülesanne kergete killast. Põhiline abivahend oli siin keerulise nimega füüsikaline tehnika – röntgenkristallstruktuuranalüüs.

Röntgenkristallograafia põhineb asjaolul, et ruumis korrapäraselt paiknevatelt kristallvõre aatomitelt hajudes (diffrageerudes) muutub väga lühikese lainepikkusega ( $\lambda = 10^{-11} - 10^{-9} \text{ m}$ ) valguskiirte (röntgenkiired) tee kindlal viisil ja tundlikul ekraanil joonistavad need valguskiired kindla mustriga nn difraktsioonipildi. Selle difraktsioonipildi analüüs võimaldab kindlaks määrata aatomite ruumilise paigutuse kristallis.

Nagu ütleb meetodi nimigi, on molekulide struktuuri määramiseks röntgenkristallograafia abil eeltingimuseks see, et uuritavad molekulid moodustaksid ruumis rangelt korrapärase struktuuri ehk kristalli. Suurte biomolekulide korral, nagu seda on valgud ja valk-nukleiinhappe kompleksid, on röntgenkristallograafias esimene suur raskus juba kvaliteetsete kristallide saamine. Ribosoomi puhul kulds teadlastel selleks aastakümneid. Üks pioneere ribosoomide kristalliseerimise valdkonnas oligi üks tänane laureaat – Ada Yonath. Tema ja ta kolleegide pingutuste tulemusena õnnestus 1990. aastate alguseks saada piisavalt kvaliteetseid ribosoomi kristalle. Koos muude tehniliste uuendustega, nagu võimsate sünkrotronkiirguse allikate kasutuselevõtt, kristallide külmutamine madalatele temperatuuridele ja täiustatud andmeanalüüsi meetodid, õnnestus Thomas Steitzi tööühel 1999. aastal konstrueerida esimene, keskmine lahutusvõimega (7,8 ongströmit) kristallstruktuuril põhinev ribosoomi mudel.

Järgneval kümnel aastal on ribosoomi kristallstruktuuride määramise täpsus üha kasvanud ja ribosoomi struktuur on määratud kompleksis mitmesuguste teiste molekulidega, kaasa arvatud antibiootikumid. Oluline osa sellest tööst on tehtud Thomas Steitzi laboris Yale'i ülikoolis ja Venkatraman Ramakrishnani laboris Cambridge'i ülikoolis Inglismaal.

Üks põhjus, miks ribosoomide struktuuri nii intensiivselt uuritakse, on asjaolu, et ligi pooled meditsiinis kasutatavatest antibiootikumidest päršivad ühel või teisel moel ribosoomi tööd ja takistavad seetõttu raku jaoks eluolulist valgusünteesi. Kuigi üldjoontes on nii inimeste kui bakterite ribosoomi struktuur sarnane, eksisteerib ka hulk väikseid erinevusi. Nendel erinevustel põhinebki antibiootikumide kasutamine bakterite valgusünteesi pärssimiseks. Erinevad antibiootikumid päršivad erinevaid valgusünteesi etappe ja seonduvad ribosoomi eri osadega. Näiteks paromomütsiin ja kanamütsiin (turustatud nimede *Humatin* ja *Kantrex* all) seonduvad ribosoomi kahe alaüksuse vahelisse piirkonda ja sunnivad ribosoomi lülitama sünteesitava vaku valesid aminohappeid. Seetõttu kaotavad need valgud oma bioloogilise funktsiooni ning muutuvad rakule toksiliseks. Teised antibiootikumid, näiteks erütromütsiin (turustatud nime *Erythroped* all), takistavad valguahela kasvamist ribosoomis, sulgedes kasvava valgumolekuli tee ribosoomist välja. Sõltumata toimemehhanismist peavad antibiootikumid olema selektiivsed ja pärssima ainult bakterite, mitte meie enda valgusünteesi.

Ribosoomi struktuuri analüüs on oluliselt suurendanud teadmisi selle kohta, millised ribosoomi osad on olulised antibiootikumide toimes ning milline on ühe või teise antibiootikumi toime keemiline mehhanism. See teadmine on omakorda oluline keemikutele, kes uusi antibiootikume disainivad. Ja vajadus uut tüüpi antibiootikumide järele kasvab tänu bakterite suurenevale antibiootikumiresistentsusele, mille tõttu senised antibiootikumid muutuvad batsillide vastu üha hambutumaks. ●

### AUTORITEST

**JAANUS REMME** (1953) on molekulaarbioloog, *PhD*, Tartu Ülikooli Molekulaar- ja rakubioloogia instituudi professor. Teadustöö põhisuunad: valgu biosüntees, ribosoomide biogenees, RNA bioloogia, struktuur ja funktsioonid.

**KALLE KIPPER** (1981) on Tartu Ülikooli Molekulaar- ja rakubioloogia instituudi doktorant. Täiendanud end Uppsala Ülikooli Biomeditsiini keskuses biokeemias. Teadustöö põhisuunad: bio- ja keskkonnateadused, näiteks biotehnoloogia, molekulaarbioloogia, rakubioloogia, biofüüsika.



ÜLO MAIVÄLI

# TELOMEERID JA SURELIKKUSE BIOLOOGIA

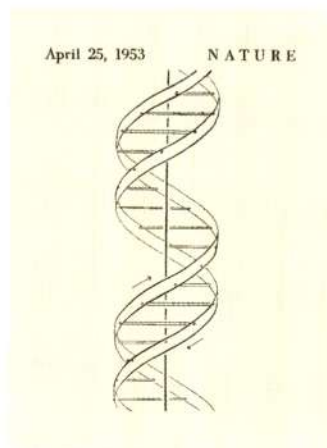
Nobeli meditsiinipremia võitsid tänavu Elizabeth Blackburn, Carol Greider ja Jack Szostak Nobeli komiteele tüüpiliselt elegantse sõnastuses „selle eest, kuidas telomeerid kaitsevad kromosoomi ning telomeraasi ensüümi eest”. Selle otsusega ületab naistealaste osa meditsiinipremia laureaatide seas esmakordselt vapustava viie protsendi piiri.

Nobelini viinud avastuste tegemise ajal oli Carol Greider 24aastane eluröömumust pakatav doktorant Elizabeth Blackburni laboris. Blackburn ja Szostak olid oma põhjapanevate avastuste avaldamisel 30aastased. Kõik kolm hilisemat laureaati olid 1980. aastatel, mil tänavune auhind suures osas välja teeniti, veel noored ja väga aktiivsed teadlased, kelle tegevus tollasest molekulaargeneetika peavoolest veidi kõrvale jäi.

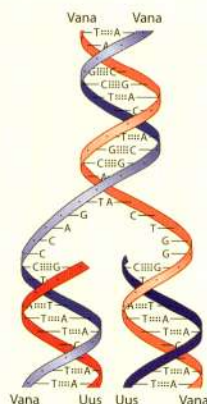
Selleks et mõista, kuidas said Tasmaanias sündinud Blackburnist, Londonist pärit Szostakist ja ameeriklasest Greiderist teadusmaailma tähed, tuleb minna tagasi algusesse.

## Nullpunktist ja haruldasest juhusest

Molekulaarbioloogia kui teaduse null-aastaks võib pidada aastat 1953, kui James Watson ja Francis Crick avaldasid esimese bioloogilise makromolekuli, desoksüribonukleiinhappe ehk DNA kolmemõõtmelise struktuuri. DNA on kahest vastassuunalisest ahelast koosnev kaksikheeliks, kus suhkur-fosfaat selgroog paikneb väljaspool ja neli lämmastikalust moodustavad seespool spetsiifilisi paare. Kuna mõlemad võimalikud aluspaarid on võrdse laiusega, on ka kaksikheeliks ühtlase läbimõõduga. Ahelate suunalisus tähendab lihtsalt, et „esimene” ja „tagumine” ots, mida DNA puhul kutsutakse vastavalt 5' ja 3' otsteks, on erineva keemilise struktuuriga. Teadusajakirjas *Nature* avaldatud üheleheküljelise artikli



James Watsoni ja Francis Cricki DNA struktuuri mudel – ilmselt kuulsaim skeem teaduse ajaloos.



James Watsoni ja Francis Cricki mudelist tulenev DNA kopeerimise skeem.

FOTOD: SCANPIX



ELIZABETH HELEN BLACKBURN on sündinud 1948 Hobartis Tasmaanias. Õppinud Melbourne'i, Cambridge'i ja Yale'i ülikoolis. Praegu töötab California ülikoolis San Franciscos. Saanud tänavu telomeeride ja telomeraasi uurimise eest koos Carol W. Greideriga juba ka Paul Ehrlichi ja Ludwig Darmstaedteri auhinna, millega 1952. aastast tunnustatakse väljapaistvaid uuringuid meditsiini vallas. Valiti 2001. aastal USA presidendi bioetika nõukogu liikmeks, kus toetas embrüorakkude kasutamist teadusuuringuis. Tema liikmelisuse tühistamine selles nõukogus 2004. aastal Valge Maja direktiiviga leidis rohkelt vastukaja. 2007. aastal märgiti ära *Time*'i maailma saja kõige mõjukama inimese hulgas.



CAROL (CAROLYN) WIDNEY GREIDER on sündinud 1961 Californias San Diego. Õppinud California ülikoolis Santa Barbaras ja Berkeleys. Olnud Elizabeth Blackburni doktorant. Praegu töötab John Hopkinssi ülikoolis.



JACK WILLIAM SZOSTAK on sündinud 1952 Londonis, aga kasvanud Montrealis ja Ottawas. Õppinud McGill'i ja Cornelli ülikoolis. Praegu töötab Harvardi meditsiinikoolis.

ainus joonis on ühel või teisel kujul jõudnud pea igasse bioloogiaõpikusse. Lisaks on molekulaarbioloogide folkloori püsivalt kinnistunud ka tolle artikli viimane lause: „*It has not escaped our notice that the specific pairing we have postulated immediately suggest a possible copying mechanism*”. – „Meie tähelepanu alt ei ole välja jäänud, et meie poolt postuleeritud spetsiifiline paardumine viitab võimalikule kopeerimismehhanismile.”

Tagantjärele tarkusena võib öelda, et siin on tegu väga haruldase juhusega, kus molekuli kolmedimensioonilise

## Appi tuli pärm

Teadmine, et telomeerid koosnevad ebatavalistest DNA-järjestustest, ei tähenda paraku iseenesest, et neil kromosoomi-otste kaitsmisel ka mingi sisuline roll on. Telomeeride funktsiooni näitamisel osutus õigeks meheks pärmiuuriija Jack Szostak, kes teadis, et võõra DNA viimine pärmirakkudesse viib reeglina selle lagundamisele. Koostöös Elizabeth Blackburniga liitsid nad *Tetrahymena* telomeerid pärmirakkudes tavaliselt lagundatava DNAGA ning näitasid 1982. aastal, et telomeeridega DNAd enam ei lagundatud. Veelgi enam, pärm hakkas *Tetrahymena* telomeeridele oma telomeeride järjestusi lisama. See katse ei tõestanud üksnes, et telomeeridel järjestustel on DNAd stabiliseeriv roll, vaid näitas ka telomeeride kõrget evolutsioonilist konserveerumist: kui looma telomeerid töötasid seenes, pidid nad sarnase funktsiooniga olema ka nende ühises eellases, kes tõenäoliselt enam kui miljardi aasta eest ringi ujus.

## Peamine sai selgeks

Nüüd, kus oli selgunud nii telomeeride järjestus kui heidetud valgust nende bioloogilisele tähtsusele, tekkis võimalus lahendada algne DNA otste paljundamise probleem: kuidas paljundada DNA ahela 3'-otsa ilma RNA juuretiseteta.

1985. aastal õnnestus Carol Greideril koos Elizabeth Blackburniga näidata, et telomeerseid kordusi lisatakse tõesti kuue nukleotiidi kaupa kromosoomide otsesse. 1987. aastaks olid nad isoleerinud ensüümkompleksi, mis telomeere pikendab (seega telomeraasi) ning näidanud, et see koosneb RNAs ja valgust. Mõne järgneva aasta jooksul selgus, et telomeraas on pöördtranskriptaas ehk DNA polümeraas, mis kasutab matriitsina RNAd, mitte DNAd, nagu „tavalised“ DNA polümeraasid. Seega ei vaja telomeraas, erinevalt „tavalistest“ DNA polümeraasidest, sünteesi alustamiseks matriitsile aluspaardunud juuretist. Telomeraasi ensümaatilisel aktiivse valguga kirjeldamine 1990. aastate keskpaigaks tähendas, et põhijoontes olid telomeeride olemus ja sünteesi mehhanismid välja selgitatud.

## Liigselt muretsemata rakenduse pärast

Kirjeldatud katsed andsid küll lahenduse baasteaduslikule kromosoomi-otste replikatsiooniprobleemile, kuid ei oma iseenesest nähtavat meditsiinilist rakendust. 1989 näitasid Vicki Lundblad ja Jack Szostak, et defektset telomeraasi sisaldavad pärmirakud lõpetavad koos telomeeride järkjärgulise lühenemisega ka paljunemise, justkui enneaegselt vananedes. Täna on näidatud inimese telomeraasi mutatsioonidest põhjustatud telomeeride lühenemise seoseid mitmete haigustega. Mõned neist on seotud enneaegse vananemise sündroomidega.

Kui telomeeride lühenemine põhjustab rakujagunemiste peatumist ja vananemist, siis telomeeride pikendamine vastupidi soodustab rakkude jagunemist. Inimeses on telomeraasi ensüümi leitud eelkõige sugurakkudes ja tüvirakkudes, mis peavad olema vajadusel alati võimelised jagunema. Telomeraas annab seega rakkudele midagi surematuse taolist. Keharakkude surematus ei pruugi aga alati organismi jaoks hea uudis olla. Tõepoolest, aktiivset telomeraasi ensüümi on leitud 90 protsendist vähirakkudest. Seega on telomeraas praegusel hetkel üks paljulubavamaid märklaudu vähi ravis ja väga aktiivse praktilise huvi objekt (Google'i otsing *telomerase + cancer* annab üle poole miljoni vaste).

Kokkuvõtteks võib öelda, et tänavuse meditsiin Nobeliga tunnustati teadlast, kes oma teaduslike huvide praktiliste väljundite pärast liigselt muretsemata lahendasid baasteaduses üleskerkinud probleemi ning panid sellega aluse uutele suundadele vähi ja vananemise bioloogias. ●

## AUTORIST

ÜLO MAIVÄLI (1972) on Tartu Ülikooli Molekulaar- ja Rakubioloogia Instituudi teadur. Lõpetanud 1995 Tartu Ülikooli molekulaarbioloogia erialal ja kaitsnud samas 2004 doktorikraadi. Aastail 2005–2006 oli postdoktorantuuris Dundee Ülikoolis. Põhiline uurimisteema: ribosoomide metabolism bakterirakus.

# horisont

## Nobeli auhinnad 2009



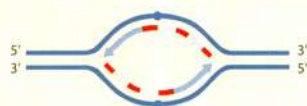
TOOMAS PÄÄSÜKE

struktuuri kirjeldamine annab koheselt usutava vihje bioloogilise funktsiooni kohta; hilisem valkude ja RNAde kolmemõõtmeliste struktuuride kirjeldamine ei viinud sarnaselt elegantsete hüpoteeside püstitamisele, kuna avastatud struktuurid osutusid uurijate suureks pettumuseks ebakorrapärasteks ning seega vähemalt esialgu hoomamatult keerulisteks. Nimelt annab spetsiifiline aluspaardumine, kus A nukleotiid paardub alati T nukleotiidiga ning G nukleotiid C-ga, lihtsa võimaluse ühte ahelat matriitsina kasutades sellele teine ahel peale sünteesida, seejuures tütarahelas justkui peegelpildina matriitsahela järjestust säilitades. Nõnda saab põhimõtteliselt väga lihtsal viisil ükskõik kui kompleksset geneetilist informatsiooni täpselt kopeerida.

### Problemaatiline elukorraldus?

Tõepoolest, DNA kopeerimise ehk replikatsiooni mehhanism osutus eksperimentaalsel uurimisel põhimõtteliselt selliseks, nagu Watson ja Crick ette nägid. Paraku lisas replikatsiooni eksperimentaalne uurimine protsessile keerukust. Nimelt selgus, et uue DNA ahela süntees toimub alati 5'–3' suunas ning et uue ahela sünteesi juuretab DNAle paarduva lühikese RNA ahela süntees, millele DNA polümeraas hakkab lisama DNA aluseid vastavalt paardumise reeglitele. Teadmata põhjusel vajavad kõik DNA polümeraasid, mis DNA matriitsilt uut DNAd paljundavad, alustuseks RNA juuretise 3'-otsa, millele lisatakse esimene DNA nukleotiid. Replikatsiooni käigus RNA juuretis hiljem lagundatakse ning asendatakse DNAGA.

#### KROMOSOOMIOTSTE KOPEERIMISPROBLEEM



Replikatsiooni alguspunkti liiguvad DNA polümeraasid vastassuundades RNA juuretistele (punane) nukleotiide lisades.



Uue DNA 5' otsas asuva RNA juuretise eemaldamisel ei suuda DNA polümeraas tekkinud auku täita.



Seega on sünteesitud uus ahel oma 5' otsas matriitsahelast (vana ahel) ligikaudu 20 nukleotiidi võrra lühem.

Nagu näha jooniselt, põhjustab selline elukorraldus väikese probleemi. Nimelt jäävad paljundatavate DNA ahelate 3'-otsad uude DNAsse kopeerimata, sest pärast seal asuva RNA juuretise lagundamist ei ole DNA polümeraasil kuhugi esimest nukleotiidi lisada. Sellisel viisil kopeerituna jääksid kromosoomid iga rakupölvkonnaga õige pisut lühemaks. Inimese puhul moodustaks see lühenemine keskmiselt üks miljondik keskmisest kromosoomipikkusest rakujagunemise kohta. Sedavõrd tühine kahanemine ei peaks esmapilgul suuremat muret valmistama, aga kui arvestada, et keskmine inimene koosneb hinnanguliselt  $10^{14}$  tuumakast rakust (ning  $10^{15}$  bakterirakust), muutub kõik. Iga rakujagunemisega kaotavad meie kromosoomide 92 otsa kokku umbes 2000 aluspaari. Selleks, et ühest rakust saaks  $10^{14}$ , on vaja ümmarguselt 50 rakupölvkonda, mille jooksul genoomi pikkus keha-

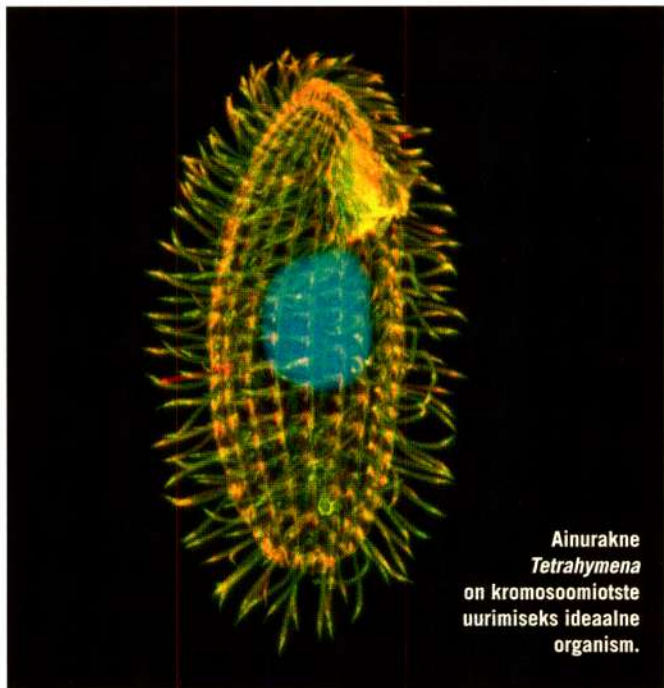
rakkudes väheneks 100 000 aluspaari võrra. Arvestades, et perekond *Homo* on viimase 2,5 miljoni aasta jooksul andnud 83 000 põlvkonda, oleks meie genoom selle aja jooksul pidanud sugurakkudes kromosoomiotste arvel kaotama enam kui 160 miljonit aluspaari.

### Ideaalne mudelorganism

Kromosoomiotste replikatsiooniprobleemi kirjeldas esmakordselt Vene bioloogiateoreetik Aleksei Olovnikov 1971. aastal. Ta pakkus välja hüpoteesi, mille kohaselt elu jooksul toimuv kromosoomiotste lühenemine viib keharrakkude jagunemise peatumisele ja sealtkaudu organismi vananemisele. Ja ennustas ka, et hulkrakse elu järjekestvuse tagab ensüüm, mis sugurakkudes pikendab kromosoomiotste DNAd. Kromosoomiotste probleemile oli paraku raske eksperimentaalselt läheneda, kuna raku kohta on neid liiga vähe (inimesel 92), et neid olnuks mugav biokeemiliste meetoditega isoleerida.

Siin tuleb mängu Elizabeth Blackburn, kes 1975. aastal alustas värske doktorina tööd Joseph Galli laboris kromosoomiotste probleemi lahendamiseks. Neil oli õnn töötada kauni, just parasjagu eksootilise ning kromosoomiotste uurimiseks ideaalse organismiga. Nimelt tükeldab ainurakne loom *Tetrahymena* oma elutsükli käigus kromosoomid kümneteks tuhandeteks tükkideks. Nõnda ei tule *Tetrahymena*'t kasvatades kunagi kromosoomiotstest puudust.

Töömahuka DNA järjestamise tulemusel avastasid Blackburn ja Gall 1978. aastal, et *Tetrahymena* kromosoomide otsad koosnevad kuuealuselistest segmentidest, mis identsete järjestustena 20–70 korda korduvad. Sellised kromosoomiotstes asuvad monotoonsed järjestused ongi telomeerid (*telos* on kreeka keeles ots ja *meros* on osa). Seega, kui kromosoomide sisemised piirkonnad sisaldavad kõrge kompleksusega funktsionaalseid geenijärjestusi, siis telomeerid on hoopis teistsugused elemendid – struktuursed. Telomeere on sageli võrreldud kingapaelte plastotstega, mis ei lase paletel otsast hargnema hakata.



REPRO

Ainurakne *Tetrahymena* on kromosoomiotste uurimiseks ideaalne organism.



TÕNU TUVIKENE

# Kuud kui planeedid

Jupiter on mitte ainult suurim planeet Päikesesüsteemis, vaid sel on ka kõige rohkem kaaslast, tervelt 63, millega edestab teise koha omanikku Saturni kahe kuuga. Vaatame lähemalt neist nelja suuremat, mida võiks vabalt planeetideks kutsuda, kui need vaid tiirleksid Jupiteri asemel hoopis ümber Päikese.

Suhteliselt ühtlaselt jaotunud läbimõõduga Saturni kaaslastega võrreldes jagunevad Jupiteri omad suuruse poolest järsult kaheks. Neli neist on planeedimõõtu suured ja 59 tõelised käabused, millest vaid kolme mõõtmed ületavad sada kilomeetrit, jäädes siiski alla 250 kilomeetri. Neli suurt – kauguse järgi oma ema-planeedist – Io, Europa, Ganymedes ja Kallisto – on ristitud nende avastaja Itaalia õpetlase Galileo Galilei auks Galilei kuudeks. Nendest Jupiteri ja ühtlasi Päikesesüsteemi suurim kuu Ganymedes (läbimõõt 5262 km) ületab oma läbimõõdult väikseimat planeeti Merkuuri (läbimõõt 4880 km), Kallisto (läbimõõt 4820 km) jääb viimasele napilt alla. See-eest massi poolest edestab Merkuur neid mõlemaid. Peale suuruse ja suhtelise läheduse Jupiterile ei ühenda neid nelja eriti miski, kõik on erineva välimuse ja ehitusega.

## Vulkaaniline kuu

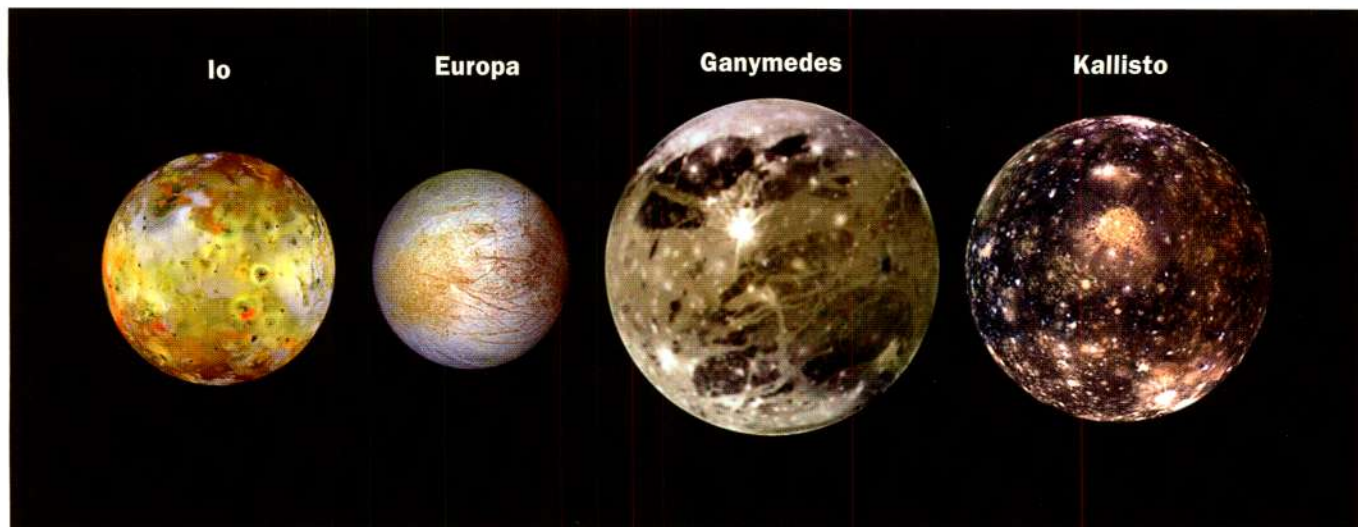
Juba maapealsed spektroskoopilised uuringud andsid huvitava tulemuse – lo pinnal pole erinevalt teistest Galilei kaaslastest veejää, kuid see-eest on seal naatriumi sooli ja väävli. Jupiterist esimesena möödunud USA Pioneerid ei märganud oma suure möödalennukauguse tõttu lo midagi iseäralikku. Alles 1979. aastal sealt mööda kihutanud automaattaam Voyager 1 tekitas sensatsiooni, sest lo avastati purskavad vulkaanid.

Kõigepealt paistis edastatud piltidelt silma, et seal pole Päikesesüsteemi tahketele taevakehadele nii omaseid löögikraatreid, mille on tekitanud nendega kokkupõrganud väikekehad – asteroidid ja komeedid. Kuna niisugused kokkupõrked on lausa vältimatud, siis peab mingi protsess olema need kinni katnud või muul viisil hävitanud. Selle protsessi väljaselgitamiseks ei tulnud palju pingutada, lo pinnal olevad lohud, kaldeerad, ja neist mitmetega seotud laavavoolud viitasid otseselt vulkanismile.

Kuu nagu pitsa. Sellel automaattaama Galileo tehtud fotodest kokku pandud lo pildil on näha kahte purset.

lo vasakul serval külgsuunas nähtav Pillan Patera kraatrist pärinev purse küünib 140 kilomeetri kõrguseni. Teine, Prometheuse kraatri purse on nähtav pildi keskosas pealtvaates ja see heidab paremale poole punakat varju. Taolistest pursetest pärinevad väävli ja selle ühendite osakesed põhjustavadki lo pinna värvikirevuse.





Sellel „perekonnapildil” on Galilei kaaslased Io, Europa, Ganymedes ja Kallisto kujutatud nende õigetes suurusvahekordades Jupiterist kauguse kasvamise järjekorras. Kõik need on näha täisfaasis nagu täiskuu Maalt ja nende värvierinevusi on piltide töötlemisel võimendatud. Kallisto keskel on näha hiigelkraater Valhalla. Pilt on kokku pandud automaatjaama Galileo tehtud fotodest.

Tõeline üllatus tabas uurijaid aga kolm päeva pärast möödalendu, kui automaatjaama asukoha täpsustamiseks tehtud fotolt leidis Reaktiivliikumise laboratooriumi JPL (*Jet Propulsion Laboratory*) insener Linda A. Morabito, et Io serval vastu tumedat kosmilist tagapõhja on näha umbes 300 kilomeetri kõrgune vihmavarju-kujuline moodustis. Oli selge, et üks vulkaan avastamise ajal lausa purskas. Eelnevate Voyager 1 tehtud piltide hoolikal läbivaatamisel leiti veel seitse niisugust moodustist. Tegelikult polnud üllatamiseks erilist põhjust, sest paar päeva enne Voyager 1 möödalendu ilmus teadusajakirjas *Science* kolme USA teadlase sulest artikkel, kus väideti, et Io esineb vulkanism. Ühtlasi näidati seal ära mehhanism, mis tagab selle kaaslane sisemuses vulkaaniliseks tegevuseks vajaliku kõrge temperatuuri. Kuust vaid viis protsenti suurem taevakeha peaks olema ju sama külm ja surnud nagu Maa kaaslane, aga ei ole.

Põhjus peitub loodlises kuumenemises, mille teeb võimalikuks Io liikumise iseärasus. Kolme sisemise Galilei kuu tiirlemisperioodid ümber Jupiteri on omavahel seotud: selle aja jooksul, kui Ganymedes teeb ühe tiiru, teeb Europa kaks ja Io neli tiiru. Säärane resonantsiks nimetatav nähtus on Päikesesüsteemis kahe taevakeha vahel üsna levinud, kuid kolme puhul on kõnealune juhtum ainulaadne, seda nimetatakse Laplace'i resonantsiks. Seetõttu venitatakse lo midu ringikujuline orbiit veidi piklikuks, sest omavahelistel lähenemistel sikutavad need üksteist ringikujulisest orbiidist

kõrvale. Ringikujulisel orbiidil liikudes hoiaks Jupiteri võimas raskusjõud Io alati emaplaneedi poole suunatuna täpselt sama küljega, liikumistee piklikkus paneb aga selle kergelt, umbes poole nurgakraadi ulatuses, ümber oma telje vöbelema. Nii piisabki, et tekiks võimas, kuni saja meetri kõrgune tõusulaine, mis hõõrdumise tõttu kuumutab Io sisemust. (Näiteks Maal jääb Kuu ja Päikese tekitatud tõusulaine alla meetri, ainult kitsastes lahtedes võib see küündida paarikümne meetrini.) Samasugune soojenemine tekib ka Europas ja Ganymedeses, mistõttu nendelgi kaaslastel, nagu edaspidi näeme, on huvitavaid iseärasusi.

Io on kõige tihedam kaaslane Päikesesüsteemis, keskmine tihedus  $3,5 \text{ g/cm}^3$  sarnaneb rohkem Maa-tüüpi planeetide omaga. Nii tihe taevakeha ei saa koosneda jää ja kivimite segust nagu enamik teisi hiidplaneetide kaaslast, vaid peab sisaldama ka rauda. Voyageride ja Galileo möödalennu trajektoorie analüüs ongi näidanud, et Io on rauast või raudsulfiidist tuum, mida ümbritseb ränirikas, osaliselt sulanud vahevöö ja koor. Magnetvälja Io leitud ei ole, mis tähendab, et selle tuumas puudub konvektiivne liikumine.

Vahetult pärast Voyageride möödalendu arvati, et Io on tegemist väävil põhineva vulkanismiga, sest vulkaanisuuete temperatuurid paistsid olevat kuni  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ , kuid hilisemad Maalt infrapunateleskoopidega tehtud mõõtmised näitasid temperatuure kuni  $1300 \text{ }^\circ\text{C}$ . Nii kõrge temperatuur näitab kindlalt tulise laava väljavoolu, nagu see on maistel vulkaanidel. Kokku

on Io pinnal loendatud üle 500 vulkaani.

Voyageri möödalennul suurt tähelepanu äratanud vihmavarjukujuliste pilvede tekitajad sarnanevad maiste geisritega. Maisted geisrid purskavad vett ja auru kuni 60 meetri kõrgusele, Io omad aga gaasilist väävlit ja vääveldioksiidi ning sellest jahtumisel tekkinud „helbeid” kuni 500 kilomeetri kõrgusele. Nii kõrgele võimaldab Io geisritel pursata gaasi algkiirus rohkem kui 1000 meetrit sekundis, kaaslane suhteliselt nõrk külgetõmbejõud ja tiheda atmosfääri puudumine. Võrdluseks: USA Yellowstone'i rahvusparkis asuv kuulud Old Faithfuli geiser purskaks Io „vaid” 35 kilomeetri kõrgusele. Atmosfäär Io siiski on, kuid üliõhuke ja katab kaaslast ebaühtlase kihina. Igal juhul on Io vulkaaniliselt kõige aktiivsem taevakeha Päikesesüsteemis. Io leidub ka mittevulkaanilist päritolu mägesid, millest kõrgeim ulatub umbes 17 kilomeetrini. Need teeksid au ka Maale, sest sinne kõrgeim Hawaii saarestikus olev Mauna Kea ulatub taeva poole vaid veidi üle kümne kilomeetri, kui mõõtmist alustada jalamiit ookeani põhjas, mitte merepinnalt.

Io mängib väga olulist osa Jupiteri magnetosfääris. Esimene vihje sellele tuli juba aastal 1964, kui ilmnis Jupiteri radiokiirguse sõltuvus Io asukohast. Hilisemad uuringud näitasid, et Io liigub rõngas, mille moodustavad selle atmosfäärist pärinevad osakesed. Atmosfääri on aga omakorda tekitanud vulkaanidest ja geisritest väljapaiskunud osakesed. Io pärineva väävlit ja hapniku ioone sisaldavaid plasmamulle võib kohata suurtel kaugustel Jupiterist,



kust need liiguvad edasi heliosfääri. Seda näitas automaatjaam New Horizons, mis teel Pluuto suunas liikus piki Jupiteri magnetsaba selle rohkem kui 2500 raadiuse kauguseni.

Io on mänginud ajalooliselt olulist osa ka maistes asjades. Nimelt kasutati selle varjutuste ajastatust 17. sajandi teisel poolel geograafilise pikkuse määramiseks. Lisaks kasutas Taani astronoom Ole Rømer sedasama nähtust, mõõtes 1676. aastal esimesena valguse kiiruse.

## Ookean pinna all

Europa on neljast Galilei kuust kõige väiksem, kuid sellele vaatamata üks huvitavaid. Maapealsed spektroskoopilised vaatlused näitasid, et seda, nagu enamikku hiidplaneetide kaaslastest, katab jää. Kuigi Voyagerid möödusid Europast üsna kaugelt, avanes nende edastatud piltidelt uurijatele ootamatult vaatepilt – heledaid tasandikke läbisid risti-rästi ribad ja mäeahelikud ning seal paiknesid piirkonnad, mida hakati kutsuma kirjudeks maa-aladeks. Viimastes asuvad tumedad laigud, künkad ja lohud. See-eest esines väga vähe pörkekraatreid, mis teadagi näitab pinna suhtelist noorust, uemate hinnangute järgi ei ületa selle vanus 50 miljonit aastatki.

Nagu lo puhul, toimib ka Euroopal samasugune loodejõudude esile kutsutud kaaslaste sisemuse soojendamise mehhanism. Ometi ei piisa sellest suurema kauguse tõttu Jupiterist vulkaanide tekitamiseks. Küll aga võib sulada jää pinnast mõnekümne kilomeetri sügavusel ja tekitada hiiglasliku ookeani, mille ruumala ületab kõigi Maa ookeanide oma kokku. Mainitud hüpoteesi kontrollimiseks ei piisanud Voyageri kogutud andmetest ja üsna kehvadest piltidest, ära tuli oodata automaatjaama Galileo kohalejõudmine.

Kõigepealt selgus selle möödalennu trajektoori jälgimise põhjal, et Euroopal on raudtuum ning selle ümber kivine vahetõõ. Juba maistest vaatlustest teadaoleva jäise koore kõige tõenäolisemaks pakuseks pakuti sada kilomeetrit. Kahjuks ei võimalda need mõõtmised otsustada, kas see jää on üleni tahke või sisaldab sulanud kihti, küll aga leiti vihjeid pinnalusele ookeanile Galileo tehtud fotodelt. Nendelt oli näha mitmeid pinnavorme, mille on tõenäoliselt tekitanud üles tunginud vesi või soojem ja seega ka kergem jää. Soojem jää pärineks veekihi juurest. Lisaks kaamerale toetas hüpoteesi ookeanist veel Galileo magnetomeeter. See avastas Europa lähedusest magnetvälja kõrvalekaldeid, mis viitavad pinnalusele elektrit juhtivale kihile. Kõige tõe-

näolisemalt sobib selleks just soolase veega ookean.

Toodud tõendid ei kinnita siiski üheselt ookeani olemasolu Europa pinna all, samasuguseid efekte võib anda ka lihtsalt soojema jää kiht. Ookeani olemasolu oleks muidugi palju huvitavam, sest selles võib eksisteerida lihtsamaid eluvorme.

## Magnetiline kuu

Kui Galileo lähenes esimest korda nii Jupiteri kui kogu Päikesesüsteemi suurimale kuule Ganymedesele, kasvas selle magnetomeetri näit viis korda. Järgmised möödalennud kinnitasid kahtlusi – Ganymedesel on tõesti ainsa planeedi kaaslasena Päikesesüsteemis oma magnetväli. Galileo möödalennu jälgimine näitas, et Ganymedesel on rauast või raudsulfidist tuum, milles kulgev konvektsioon võibki tekitada magnetvälja samamoodi nagu Maal. Ganymedes osaleb küll orbitaalresonantsis lo ja Europaga, kuid praegusel ajal ei piisaks sellest tekkivatel loodejõududel tuuma sulas olekus hoidmiseks. Arvatakse, et Ganymedese orbiit aja jooksul muutunud nii, et resonantsid olid vanasti tugevamad ning tekkinud soojus jaksas tuuma üles sulatada. Tuum pole veel sellest ajast saadik jõudnud jahtuda ja tahkestuda ning jätkab seetõttu magnetvälja genereerimist. Tuuma ümber on kivimite koosnev vahekiht, mida omakorda ümbritseb jää.

Ganymedese pind on üldjoontes segu kahte tüüpi piirkondadest. Tihedalt kraatritega kaetud tumedad alad moodustavad kaaslaste pinnast umbes 40 protsenti, ülejäänud on heledam ja kaetud huvitavaid kujundeid moodustavate vagudega. Heledamatel aladel on kraatreid vähem. Loomulikult on tumedamad, kraatriterikkamad alad vanemad ja arvatavasti on seal tegemist Ganymedese algse pinnaga. Ganymedese kraatrid on suhteliselt lamejad, neil puuduvad vallid ja kesksed lohud, nagu on Kuu kraatritel. Seda põhjustab arvatavasti pinda moodustava jää pehmus, mis võib pika aja jooksul laiali vajuda ja niiviisi vertikaalseid erinevusi kõvasti vähendada.

Lisaks Ganymedese magnetväljale viitas Galileo magnetomeeter analoogiliselt Europale pinnaluse soolase ookeani olemasolule 100 kuni 200 kilomeetri sügavusel. Kuna loodejõudude tekitatud soojusest tänapäeval Ganymedesel jää sulatamiseks ei piisa, põhjustab tõenäoliselt kivimite soojenemist neis olevate radioaktiivsete ainete lagunemine. Lisaks aitab jää sulamisele kaasa selle sulamistemperatuuri alanemine koos sügavusega kasvava rõhu tõttu.

## Armiline Kallisto

Vastupidiselt Iole ja Europale on Galileo kaaslastest kaugeima – Kallisto – tume pind kaetud tihedalt kraatritega, millest suurim on kuni 3800 km läbimõõduga Valhalla. Selline kraatrite tihedus viitab muidugi pinna suurele vanusele, mida hinnatakse enam kui neljale miljardile aastale. Kui aga vaadata Kallisto pinnast tehtud suurema lahutusega pilte, siis on üllatuslikult näha, et väiksemaid, alla kilomeetrise läbimõõduga kraatreid pole peaegu üldse. Ka paistavad pinnavormid kulunud välimusega, mis näitab, et mingi protsess peaks Kallisto pinda töötlemata. Üks väljapakutud võimalus on jää aurustumine pinnalt, mille tulemusena jääb sinna vähem lenduv tume aine, kuid kindlat lahendust probleemile veel pole.

Galileo möödalennu jälgimine näitas, et erinevalt ülejäänud kolmest Galilei kuust pole Kallistol tuuma, vaid see koosneb üleni jää ja kivimite segust, kusjuures kivimite osatähtsus kasvab keskpunkti suunas. Kallisto suhteliselt ühtlane siseehitus on ka igati ootuspärane, sest see ei osale resonantsis, mille tulemusena kuumenevad teiste Galilei kuude siseosad, mis teeb kihistumise võimalikuks. Seetõttu oli uurijatele täielik üllatus, et ka Kallisto juures näitas Galileo magnetomeeter samasugust kõrvalekallet nagu Europa puhulgi. Selle põhjustavat pinnalune soolane ookean, mille tekkepõhjused sarnanevad ilmselt Ganymedese ookeani omadega. Elusorganismide olemasolu selles ookeanis peetakse vähem tõenäoliseks kui Europa puhul.

Nagu näha, on Jupiteri kuude puhul veel palju lahendamata küsimusi. Nende edasiseks uurimiseks oleks hädasti vaja välja saata uus automaatjaam, kuid majanduslikel põhjustel on mitmed seni kavandatud projektid nüüdseks katkestatud. Praegu plaanitakse NASA ja ESA ühisprojekti Euroopa Jupiterisüsteemi missioon EJSM (*Europa Jupiter System Mission*), mis peaks algama küll alles 2020. aasta paiku, et siis uurida lähemalt kõiki Galilei kuusid. ●

## AUTORIST

**TÕNU TUVIKENE** (1952) on Eesti Hariduse ja Teaduse Andmesidevõrgu EENet programmeerija. Lõpetanud Tartu Ülikooli astrofüüsikuna 1975. Kuni aastani 1988 oli Tartu Observatooriumi insener ja nooremteadur tähtede füüsika uurimisel. Seejärel töötanud arvutite alal, juhatanud Tartu Tähetorni astronoomia- ja kosmosnautikat. Üle viiekümne aimekirjutise autor, kogumiku „Universum“ (1997) kaasautor.

# Vaimust ja ajast teaduseloos



**LEHED JA TÄHED 5.**  
Vaim ja aeg  
MTÜ Loodusajakiri  
Ilmub novembris

Värske kogumik loodusest ja teadusest on juba viies selles 2003.

aastal alustatud raamatusarjas ja seega omamoodi juubelihõnguline. Lihtne statistika näitab, et viie väljaande kogumaht on 1170 lehekülge ja neil lehekülgedel on oma artiklitega esinenud 83 autorit. Üle 95 protsendi neist artiklitest pole kusagil varem ilmunud ja seega on „Lehed ja tähed” läbi-lõhki algupärane. Ilmunud artiklite koguarv on 120, millest 30 ilmub viimases väljaandes.

Uus „Lehed ja tähed” kannab alapealkirja „Vaim ja aeg” ning keskendub suurtele mõtlejatele ja loodusteadlastele. Lühim ja kindlasti põnevaim tee teaduse juurde kulgeb läbi teaduse ajaloo. Tänapäevane ühiskond tunneb üha rohkem muret lõhe pärast, mis on tekkinud laia avalikkuse ja tippteaduse vahele. Seda lõhet võib täita mitmel viisil ja üheks võimaluseks on sügavam tutvumine teaduse ajalooga. Teadus on looming ja teadlased loojad. Nende loojate elukäigud on põnevad ja avastuste sünnilood kaasakiskuvad. See osa kultuuriloost võib osutada paljude jaoks uueks rõõmsaks avastuseks ja seda avastusrõõmu pakubki värske „Lehed ja tähed” väljaanne.

Raamat algab Aristotelesega ja lõpeb maailmakuulsa, inimese põlvnemise uurimisele pühendunud Leakeyde klanniga. Teoses valitseb tasakaal Eestimaaga seotud teadlaste ja välismaiste suurkujude vahel. Et alles hiljuti tähistasime Charles Darwini 200. sünniaastapäeva ja tema peateose „Liikide tekkimine” ilmumise 150. aastapäeva, siis on Darwini kõrval vaatluse all ka mitmed teised evolutsionistid, kellest on seni vähem räägitud – tutvustamist leiavad Jean-Baptiste Lamarck, Georges Cuvier, Charles Lyell ja Alfred Wallace. Luubi all on ka Alexander von Humboldt, kelle sünnist möödus tänavu septembris 240 aastat ja surmast mais 150 aastat ning Carl von Linnè. Tänapäevase geneetika sünni ilmub lugeja pilgu ette läbi Gregor Mendeli, August Weissmanni ja Thomas Hunt Morgani elukäigu.

Esinduslik ülevaade väljapaistvatest Eesti teadlastest on vastse teose selgroog. Varem pole ilmunud ühtegi populaarset teaduse ajaloo kohta kõnelevat ülevaadet, mille kaante vahel oleksid kõrvuti Karl Ernst von Baer, Alexander von Middendorff, Jakob von Uexküll, Hermann Asmuss, Karl Reinhold Kupffer, Wilhelm Petersen, Edmund Russow, Jakob Fischer, Heinrich Dietrich, Albert Üksip, Teodor Lippmaa, Hugo Kaho, Elmar Lepik, Heinrich Riikoja, Viktor Masing ja Olevi Kull.

Kindlasti on see raamat kõikidele, kes loevad Horisonti, Eesti Loodust, Loodusesõpra ja Eesti Metsa ning kindlasti on tegemist ka üsna unikaalse käsiraamatuga.

Põnevad lugemismatka läbi teaduse ajaloo soovides,

Indrek Rohtmets

## TEIE VIIMASE AJA LUGEMISELAMUS?

● Selles numbris ÜLO LUMISTE



Malle Salupere  
**Postipapa. Mitmes peeglis,  
mitmes rollis**  
Kirjastus Tänapäev, 2006

Tiraaž on läbi müüdud

Lugemiselamus? Küllap see „Postipapa ...” on. Vist seepärast, et selles on juttu Väandras sirgunud lihtsa päritoluga mehest, kes oma elutööga pani aluse eestlusele, kuid kelle tegevusele on viimasel ajal liiga vähe tähelepanu pööratud. Oli periood, mil talle heideti ette vähest vene-sõbralikkust ja liigset saksa-sõbralikkust. Vastandina Carl Robert Jakobsonile, kellest sai elu lõpu poole samuti Väandra kandi mees. Nüüd on see aeg möödas.

Malle Salupere analüüsib neid küsimusi oma raamatu esimese osa alguses. Seejärel avaldab ta uuesti Jannseni tütre Lydia Koidula (Michelsoni) koostatud isa eluloo huvipakkuva käsitluse, kus on kirjeldatud ka Koidula enda kaasalöömist isa kui Eesti ajakirjanduse rajaja tegevuses.

Väandra kui paikkonna iseärasusi Johann Voldemar Jannseni ja tema suguvõsa kujunemise ajal käsitletakse raamatus pealkirja all „Väandra metsades „vanal heal Rootsi ajal”.”

Huvipakkuv on noore Jannseni saksakeelsete ja praegu kirjandusmuuseumis säilitatavate päevaraamatute tutvustus ning eestikeelsete tõlgete osaline esitamine. Nende pidamist alustas Jannsen Väandras ja jätkas Pärnus.

Pärnus sai Jannsenist koolmeister ja Perno Postimehe toimetaja, kes lehe esimeses numbris pöördub **maarahva** poole värsivormis tervitusega, mis algab uudsel: „Terre, armas Eesti rahvas.” Muidugi jätkub Jannseni viljakas tegevus „Emajõe Ateenas ehk muusadelinnas”: Vanemuise selts, esimene üldlaulupidu, Eesti Postimees jm. Paraku on kõrvale jäetud Jannseni teened Tartu Eesti Põllumeeste Seltsi asutajana ja ajakirja Eesti Põllomees väljaandjana.

Raamat on rohkelt illustreeritud; pea kõik teadaolevad materjalid Jannseni kohta on leidnud siin esitamist. Tegemist on ainulaadse kokkuvõttega. ●

### Ajalugu, arheoloogia, etnograafia

- Kapitooliumi emahunt plegi etruski päritolu 1/3  
 Kas legend on lõppenud? 3/5  
 Kraut, Ants. Kiviaja kallastelt viikingiaja väinani 1/32  
 Kroon, Kalle. 300 aastat tagasi Poltava all. Ajaloo pöördepunktist ja eestlastest selle keskel 4/8  
 Laur, Mati. Päike ja seierid 2/20  
 Lätte, Mart. Sõjaretked keskaegsel Liivimaal 3/24  
 Mölder, Andrus. Uyghuristan. Maa Aasia südames 6/8  
 Neandertallaste jäljed põhjanaabrite maal 4/4  
 Raudoja, Ahto. Handsa. Lahutamatu seto kultuurist 4/40  
 Saksamaal leiti Rooma-aege lahinguväli 2/4  
 Tiivel, Toomas. Guinnessi õllest Guinnessi rekorditeni 6/21  
 Kadakas, Ulla; Kadakas, Villu; Lõugas, Lembi; Rosentau, Alar; Saarse, Leili; Vassiljev, Jüri. Vabaduse väljak. Eesti mahukaim arheoloogiline uurimisobjekt 5/8  
 Valge, Jaak. Eesti kolm majanduskriisi 1/24

### Astronoomia, füüsika, matemaatika, tehnika

- Hektor, Andi. Tants tumeaine ümber 2/34  
 Hektor, Andi. Kus asub maailma heledaim valgusallikas? 4/3  
 Ioonid pandi teleporteeruma 2/3  
 Kosmoseõnnetus Siberi kohal 2/7  
 Kui robot mõistab kehakeelt 3/3  
 Kuusk, Piret. Mustad augud matemaatikas ja kosmilises tegelikkuses 3/8  
 Kändler, Tiit. Mis värvi on energia 3/32  
 Käämbre, Henn. Infoajastu teerajajad 6/38  
 Leedjärv, Laurits. Igiliikur Einasto – inimene ja asteroid 2/5  
 Leedjärv, Laurits. Universumi energiapommid 2/24  
 Pelt, Jaan. Mis toimub Päikese sees? 1/10  
 Puss, Alar. Tähtkujud ja sodiaagimärgid 6/26  
 Rebane, Liis. Leitud on uus elementaarosake? 1/4  
 Tamm, Antti. Kvasarite tabamata ime 4/24  
 Tuvikene, Tõnu. Kuud kui planeedid 6/44  
 Tuvikene, Tõnu. Cassini Saturni perel külas 2/47  
 Tuvikene, Tõnu. Pluuto ja teised plutoidid 1/45  
 Tuvikene, Tõnu. Päikesesüsteemi hiiglane Jupiter 5/45  
 Tuvikene, Tõnu. Titan ja Enceladus sarnanevad veidi Maaga 3/37  
 Vain, Jüri. Robot kirurgias 1/39  
 Viik, Tõnu. Ohtlikud naabrid 5/26

### Geoloogia, geograafia, klimatoloogia, keskkond, keemia

- Elken, Jüri. Merehoovuste trikid 1/42  
 Kalm, Volli. Kliimamuutused eri ajaskaalades 2/38  
 Kaup, Enn. Hindudega Lõunamandril 4/34

- Kivikas, Tõive. Õppigem Rootsi energiapoliitika vigadest 5/34  
 Polaaraasta lõpetuseks mõõdistati Antarktika alpiinsed vormid 3/4  
 Suuroja, Kalle. Kuidas pangad püsivad 2/42  
 Hiina hädas poissmeestega 5/4

### Bioloogia, meditsiin, psühholoogia

- Aru, Jaan; Bachmann, Talis. Sissejuhatus teadvuseteadusesse 5/38  
 Kalda, Anti. Modernse ravimitööstuse lätetel: imerohi aspiriin 2/8  
 Kipper, Kalle; Remme, Jaanus. Ribosoomi struktuur ja funktsioon 6/40  
 Maiväli, Ülo. Telomeerid ja surelikkuse bioloogia 6/42  
 Olukorrast gripirind 5/3  
 Vaktsiin helikobakteri vastu 1/5  
 Viis ühes ehk polütableti esimesed sammud 3/7

### Intervjuu

- Edu alus: olla hingelt saarlane. Rein Veskimäe intervjuu Tartu Ülikooli teaduskooli kauaaegse direktori Viire Sepaga 1/16  
 Et klaas ei puruneks. Rein Veskimäe intervjuu Tallinna Tehnikaülikooli Küberneetika Instituudi fotoelastsuse labori juhataja akadeemik Hillar Abeniga 4/16  
 Inimene on ebatüüpiline imetaja ja tüüpiline lind. Indrek Rohtmetsa intervjuu Helsingi ülikooli professori evolutsiooniökoloog Hanna Maariga 2/24  
 Kus tegijaid, seal nägijaid. Ajaloodoktor Heino Arumäe arutleb MRP ja selle salaprotokollide teemadel 5/14  
 Kõik algas Väandrast. Rein Veskimäe intervjuu matemaatik akadeemik Ülo Lumistega 6/16  
 Sõnal on suur jõud. Kärt Jänes-Kapi intervjuu Stockholmist ülikooli eneriitprofessori ajaloolase Aleksander Loidiga 3/16

### Kohalkäija

- Relve, Hendrik. Maailma ürgseimas okaspuumetsas 1/30; Koaala elu möödub magades 2/36; Kuningpingviinide kuningriigis 3/30; Namibi kõrb üllatab 4/32; Titicaca järve ujumisel saartel 5/24; Patagoonia rohtla avaruses 6/24

### Mare Balticum: Lippude lehvides mere põhja

- Mäss, Vello. Vironia otsingul 1/22; Vironia otsingu teine vaatus 2/22; Reisiaurik Vironia ja lätlaste jäämurdja leitud 3/22; Allveelaeva C 32 viimane lahinguretk 4/22; Uppunud allveelaev Tallinn–Helsingi laevateel 5/32; Hundijaht meresügavuses 6/36

### Lugesin üht raamatut

- Rohtmets, Indrek. Võluv retk looduseuurimise lätetele 1/48  
 Eerme, Kalju. Raamat rahvale 2/50  
 Veskimäe, Rein. Insenerihariduse alguses 3/40  
 Kändler, Tiit. Elementide seljas läbi inimkonna ajaloo 4/42  
 Iga laps on teadlane 5/48  
 Rohtmets, Indrek. Vaimust ja ajast teaduseloos 6/48

### Mina & teadus. Kuidas on teadus mõjutanud minu elu?

- Tiit Pääsuke 1/29; Erkki-Sven Tüür 2/33; Hando Runnel 3/29; David Vseviov 4/39; Kadri Mälik 5/44; Priit Hõbemägi 6/35

### Olümpiaad

- Hellat, Karin. Eestile kuld ja pronks 3/43  
 Jaaniste, Jaak. Hüppav karu ja must kass 1/50  
 Kalda, Jaan. Füüsikud maia templitel vahel 5/51  
 Kalda, Jaan. Kõige huvitavam ja kasulikum õppeaine 3/43  
 Kalda, Jaan. Riisi ja mootorratta maal 1/51  
 Košik, Oleg. Vanim olümpiaad sai viiekümneseks 6/51  
 Mäeorg, Uno; Pullerits, Rein. Inglismaalt tunnustuse täiskomplekt 5/50  
 Mäeorg, Uno; Pullerits, Rein. Parim oli Leedu, Eesti jäi teiseks 4/44  
 Nestra, Härmel. Kolm olid teistest peajagu üle 3/42  
 Nobeliste kuulamas 1/52  
 Truu, Ahto. Eesti võistkonnas esimene tütarlaps 6/50  
 Truu, Ahto. Esimesed võitjad 2/52

### Üksainus küsimus

- Vedelatest sooladest. Vastab Tallinna Tehnikaülikooli juhtivateadur Mihkel Koel 1/8  
 Keeletehnoloogiast. Vastab Tartu ülikooli arvutiteaduse instituudi bioinformaatika professor Jaak Vilo 2/8  
 Innovatsioonist. Vastab innovatsiooniaasta uuringute juht Aune Past 3/6  
 Aiapidaja unistusest. Vastab Tallinna Tehnikaülikooli geenitehnoloogia instituudi direktor professor Erkki Truve 4/6  
 Uku Masingust. Vastab Uku Masingu õpilane teoloog Toomas Paul 5/6  
 Atomikihipaksusest tulevikuaainest. Vastab Tartu Ülikooli Füüsika Instituudi vanemteadur, Eesti Teadusfondi Mobilitas-projekti juht Harry Alles 6/6

### Elektropol

- Sinivee, Veljo. Lihtne võimendi kitarrimehele 1/53; PICutame mutipeletaja ise 2/53; „Tuunime“ akvaariumi! 3/45; Vinüüle kuulama! 4/45; HeliPIC ehk väike abivahend mudeli-huvilisele 5/53; Vana kell 6/53

### Observatoorium

- Ivask, Jüri. Orioni udu 1/56; Plejaadid ja teised hajusparved 2/56; Kerasparved on suvetaeva pärlid 3/48; Planetaarudud: augustitaeva eksponaadid 4/48; Täevased keerised 5/56

### Enigma

- Tõnso, Tõnu. Pentamino kujundite äraarvamine 1/54; Ristarvud ruutudega 2/54; Ridades ühesugune summa, veergudes ühesugune korrutus 3/46; Tetramino kujundite äraarvamine 4/46; Tähed numbriteks 5/54; Võrdused tähtviisnurkadega 6/54



# Eesti võistkonnas esimene tütarlaps

RAHVUSVAHELISED INFORMAATIKAOLÜMPIAADID

**Eesti noortele programmeerijatele polnud lõppenud hooaeg just edukas – kahe rahvusvahelise võistluse peale kokku toodi koju ainult üks medal. Kas see on juhuslik ebaõnn või suurem mõõn? Kui mõõn, siis kuidas sellest üle saada?**

## Läänemeremaade jõuproov

Tänavune Balti informaatikaolümpiaad, järjekorras juba viieteistkümmes, erines tavapärasest mitmeski mõttes. Kõigi aprillis Stockholmis võistelnud kaheksa esinduse jaoks oli erakorraline, et seekord peeti õpilaste regionaalne mõõduvõtmine koos üliõpilaste ülemaailmse võistluse finaali. Muidugi võistlesid need kaks seltskonda ikka eraldi ja kumbki oma mängureeglite järgi. Selles kontekstis ongi huvitav välja tuua, et põhimõtteliselt erinevad need jõukatsumised teineteisest korralduse poolest üsna palju. Võistlusala on mõlemal ülesannete lahendamine arvutile programmide kirjutamise teel ja programme ka hinnatakse põhimõtteliselt sarnaselt – žürii ette valmistatud testandmetega –, aga sellega ühisjooned lõpevadki.

Kuigi õpilasoalümpiaadide puhul räägime Eesti koondisest, on võistlus siiski individuaalne – iga õpilane kas võidab auhinna või jääb sellest ilma ainult oma isiklike tulemuste põhjal ja näiteks ülemaailmsel olümpiaadil on ametlike riikidevaheliste edetabelite koostamine korraldajatel lausa reeglitega keelatud (eks osalejad ise mitteametlikke teevad ikka). Üliõpilaste võistlusel seevastu osalevad ülikoolide (ja mitte riikide) esindused tõesti võistkonnana – igal tudengikolmikul on lisaks ühisele ülesandekomplektile ja punktikontole ka ühine arvuti. On ilmne, et vajadus kolme ühte arvutit jagada toob sisse uue ja päris olulise strateegilise dimensiooni.

Ka hindamise dünaamika on sootuks erinev. Õpilaste lahendusi hinnatakse, kui lahendamine juba läbi ja siis saadud punktisumma on lõplik. Tudengid seevastu saavad oma lahendused žüriile kohe, kui need valmivad, saavad žürii otsuse teada samuti peaaegu kohe, ning võivad tagasi lükatud lahendust veel parandada ja uuesti esitada.

Hindamise kirjelduse põhjal võib tunduda, et üliõpilaste elu on kergem kui noorematel kolleegidel, kuid see mulje on petlik. Nimelt võetakse tudengitelt vastu ainult lahendus, mis läbib edukalt kõik testid – vale vastuse andmine või ajalimiidi ületamine kas või ühes testis tähendab, et lahendus kuulutatakse täiesti kõlbmatuks ja saadetakse tagasi; lisaks saab selle esitanud võistkond ka trahvipunkte. Seevastu on koolilapsel võimalik ka osalise lahenduse eest plusspunkte teenida ja miinuseid ei anta üldse.

Teine erinevus kõigist eelnevatest Balti informaatikaolümpiaadidest meie jaoks oli see, et esimest korda kuulus Eesti võist-



AHTO TRUU

Tänavust Balti informaatikaolümpiaadi võõrstanud Rootsli Kuningliku Tehnoloogiainstituudi moto on „Teadus ja kunst”.

konda tütarlaps. Meie võistkonnas käisid viikingimaal programmeerimas Ardi Loot ja Taavi Repän Tartu Hugo Treffneri Gümnaasiumi 12. klassist (õpetaja Mihkel Kree), Tiina Turban ja Lauri Taaleš Nõo Reaalgümnaasiumi 12. klassist (õpetaja Paul Juurik), Dmitri Gabbasov Nõo Reaalgümnaasiumi 11. klassist (õpetajad Aarne Kivimäe ja Paul Juurik) ning Jaagup Repän Rõngu Keskkooli 9. klassist (õpetaja Anne Müras). Programmeerijaid juhendasid Eesti informaatikaolümpiaadi žürii liikmed Ahto Truu ja Kristo Tammeoja.

Geograafia mõttes on huvitav tähele panna, et juba mõne aasta jooksul on Lõuna-Eesti õpilaste osakaal koondises tõusnud ja nüüdseks on asi nii kaugel, et tänavu olid meilt sõidus ainult Tartumaa koolide õpilased.

Kahjuks annavad tulemused alust arvata, et Lõuna-Eesti esiletõusu põhjus pole mitte Tartu noorte programmeerijate taseme paranemine, vaid pigem Tallinna omade allakäik. Nimelt juhtus sel aastal üle väga pika aja, et Eesti õpilased ei saanud Balti olümpiaadil ühtki auhinnakohta. Kindlasti ei maksa seejuures nõrgimaks lüüks pidada õrnema soo esindajat – Tiina skoor oli meie koondise parim.

## Ülemaailmne mõõduvõtmine

Balti informaatikaolümpiaadi auhinnavõtjate puudumisele vaatamata tuli juhendajatel panna kokku ka ülemaailmse informaatikaolümpiaadi koondis. Plovdivi saadeti Ardi Loot, Tiina Turban, Jaagup Repän ja Dmitri Gabbasov. Logistilistel põhjustel sõitis seekord võistkonnaga kaasa vaid üks juhendaja – allakirjutanu. Olgu eelmise kurva lõigu vastukaaluks kohe ära öeldud ka hea uudis: Bulgaarias päästis Eesti noorte informaatikute au Ardi, kes tõi koju hõbemedali.

Olümpiaadi üldvõitjaks krooniti Valgevene esindaja Henadzi Karatkevits, kes 14aastasena on noorim selle tiitli saaja võistluse ajaloos. Eelmistest aastatest on tal juba olemas kaks kulda ja üks hõbe, mis tähendab, et oma esimese rahvusvahelise informaatikaolümpiaadi medali võitis ta juba 11aastaselt.

Mitteametlikus võistkondlikus arvestuses olid seekord edukaimad Hiina (kolm kulda ja hõbe) ning Lõuna-Korea (kolm kulda ja pronks).

Juubeliolümpiaad – esimene rahvusvaheline informaatikaolümpiaad peeti 20 aastat tagasi samuti Bulgaarias – oli korraldatud selgelt Plovdivi tähtsündmusena. Võistlust kajastasid riiklik televisioon ja raadio, avamisel oli kohal Bulgaaria president, olümpiaadist osavõtjad majutati linna parimatesse hotellidesse. Vahest kõige üllatavam oli, kuidas ka kõik poemüüjad ja taksojuhid teadsid, et käimas on „международна олимпиада” ja seejuures ei paistnud keegi mõtlevat, et sellel olümpial võistlus ihurammu peale käib. Viimane arvamine on muidu üsna tavaline, kui mõnel olümpiaadisõidul asjaga mitte seotud kohalikele rääkida, mis üritus meid nende juurde toob. Kes julgeb ennustada, mida

arvab samas olukorras mõni meie taksojuht, kui 2012. aastal Eestis ülemaailmset füüsikaolümpiaadi korraldatakse?

Huvitaval kombel tekitas võistlusega paralleelselt toimival minikonverentsil just sel aastal kõige elavamad arutelud küsimus olümpiaadi nähtavamaks ning kõrvalseisjatele atraktiivsemaks ja arusaadavamaks muutmisest. Oma osa selles oli kindlasti ka eespool mainitud üliõpilaste mõõduvõtmisel. Nimelt said rootslased tänava kevadel hakkama enneolematu tükiga, tehes programmeerimisvõistlusest täispika kuuetunnise teleülekanne.

Kui mõnel lugejal tekivad nüüd assotsiatsioonid MTV pilaklipidest tuntud jõllitamise maailmameistrivõistlustega, siis võin saadet vaadanuna öelda, et need seosed on täiesti kohatud. Muidugi on programmeerimisvõistlusele parem kaasa elada neil, kes ka ise programmide kirjutamise kunsti valdavad, aga arvan, et tänu asjatundlikele kommentaaridele oli ülekanne jälgitav ka neile, kes teavad arvutitest umbes sama palju kui keskmine tugi-toolisportlane kõrgushüppaja aerodünaamikast (ehk siis suurt mitte midagi).

On küll tõsi, et rootslaste ülekanne tudengite võistlusest oli dünaamilisem kui praegune õpilasolümpiaadi ülekanne. Aga sama tõsi on ka, et õpilasolümpiaadi reeglid on juhendajate üldkogu määrata ja mõndagi saab ära teha isegi praeguste reeglite piires. Kanadalased, kes korraldavad 2010. aasta olümpiaadi, igatahes lubasid selgelt, et mingeid muutusi võistluse jälgitavuse parandamiseks on oodata. Kuivõrd Balti olümpiaad on ülemaailmsest oluliselt vähem formaalne ja väiksema arvu juhendajate vahel on ka konsensust kergem saavutada, võib juhtuda, et ka järgmisel kevadel Tartus peetaval 16. Balti informaatikaolümpiaadil tuleb mingeid kodustele kaasaelajatele meelepärasteid uuendusi.

## Uus hooaeg

Horisoni novembrinumber peaks lugejateni jõudma just enne uue olümpiaadihooaja algust. Sellega seoses on vägagi ajakohane arutada informaatika ja eriti selle „raskemate“ osade – arvutiteaduse ja programmeerimise – populariseerimise üle ka Eestis.

Arvutite ja interneti järjest laiemale levikule vaatamata näitab informaatikaolümpiaadil osalejate arv juba mitu aastat langustrendi. Osa sellest võib panna üldise demograafilise languse arvele, aga siiski ei saa mööda vaadata faktist, et Eestist vaevalt kolm korda suurema rahvaarvuga Leedus on informaatikaolümpiaadi esimeses voorus osalejaid tubli tosin korda rohkem kui meil. Ei tahaks kuidagi uskuda, et Eesti laste loogilise ja algoritmilise mõtlemise võimed Leedu laste omadele nii palju alla jäävad. Pigem on asi selles, et Leedus on informaatika koolis õppeaine nagu matemaatika või ajalugu ja lisaks arvuti kasutamise võtetele tutvustatakse kõigile ka algoritmilise mõtlemise aluseid. Eestis seda ei tehta ja nii pole ka ime, et paljud võimekad lapsed ei saagi kunagi teada, et neil võiks sellel alal edu olla. Kuidas me niimoodi infoühiskonda ja teadmispõhist majandust üles ehitame, ma küll ei mõista.

Igatahes püüab informaatikaolümpiaadi žürii nooremaid julgustada sellega, et toob sisse uue, senisest lihtsamate ülesannetega „eriti algajate“ rühma. Kes värske Horisoni kohe kuu alguses kätte saab, jõuab võib-olla veel osalema informaatika õppepäevadele 7.–8. novembrini Tartus, kindlasti aga 9.–15. novembrini interneti vahendusel (aadressil prog.offline.ee) peetavale lahtisele programmeerimisvõistlusele. ●

## AUTORIST

AHTO TRUU (1972) on lõpetanud Nõo Keskkooli programmeerija kutsetunnistusega ja saanud aastal 2007 Tartu Ülikoolist bakalaureusekraadi informaatikas. Töötab firmas GuardTime tarkvara integratsiooni arhitektina, on Eesti informaatikaolümpiaadi žürii esimees ja Eesti koondise juhendaja rahvusvahelisel informaatikaolümpiaadil.

# Vanim olümpiaad – viiskümmend

RAHVUSVAHELINE MATEMAATIKAOLÜMPIAAD

**Täpselt viiskümmend aastat tagasi korraldati Rumeenia pealinnas Bukarestis esimene rahvusvaheline matemaatikaolümpiaad, mis oli üleüldse esimene rahvusvaheline aineolümpiaad. Tänavu juulis võõrustas aga Põhja-Saksamaa linn Bremen juba 50. rahvusvahelist matemaatikaolümpiaadi.**

Tähelepanelikul lugejal võib tekkida küsimus, miks olümpiaadi järjekorranumber pole 51? Põhjus on lihtne: 1980. aastal jäi see lihtsalt ära. Kui 1959. aastal osales noorte mõõduvõtul ainult seitse endise idabloki riiki, siis veel paar aastat tagasi seadsid sakslased endale eesmärgiks viia esmakordselt ajaloos osavõtivate maade arv sajani. Selle eesmärgi täitmisega tuldi edukalt toime: tänava osales olümpiaadil rekordiliselt 565 õpilast 104 maalt. Matemaatikaolümpiaadil tohib iga maa välja panna kuni kuus võistlejat. Koos võistlejatega tuli olümpiaadile ka paarsada juhendajat ning lisaks sadakond vaatlejat. Ülesannete lahendamine kestis traditsiooniliselt kaks päeva, kummalgi neist lahendati nelja ja poole tunni jooksul kolm küllalt rasket ülesannet. Igaühe õige lahendus oli väärt seitset punkti.

## Riigi ja rahva tähelepanu all

Lisaks võistlusele korraldati osalejatele mitmeid vaba aja üritusi ja ekskursioone. Neist kõige meeldejäävam oli Põhjameres asuva omapärase loodusega Wangerooge saare külastus.

Seoses matemaatikaolümpiaadi juubeliga oli tänavune programm tavalisest päeva võrra pikem – üks päev pühendati tervenisti ajaloolise sündmuse tähistamiseks. Sellega seoses peeti minikonverents, lisaks korraldajate kõnedele esines kuni poole tunniste loengutega kuus auküalist, kelleks olid endised matemaatikaolümpiaadist osavõtjad, kes jõudnud teaduskarjäärise märkimisväärsete tulemusteni. Esinejad olid pärit Ungarist, Prantsusmaalt, Venemaalt, Ameerika Ühendriikidest ning Ühendkuningriigist. Kuuest auküalisest kolm on Fieldsi medali laureaadid. Fieldsi medal on kõrgeim teaduslik tunnustus matemaatikas, selles valdkonnas teatavasti Nobeli preemiat välja ei anta. 50. rahvusvaheline matemaatikaolümpiaad oli hästi märgatav Bremeni tänavapildis: mitmel pool võis kohata olümpiaadile pühendatud postreid ja plakateid, linna peaväljak oli ümbritsetud suurte olümpiaadilippudega. Üritust kajastas ka meedia: näiteks tagasiteel Hamburgis metrooga sõites rääkis üks kohalik daam vaimustusega, kuidas ta nägi olümpiaadile pühendatud saadet televisioonis. Olümpiaadi avamisel esines videopöördumisega Saksamaa liidukantsler Angela Merkel, kes ise on nooruses osalenud Saksa matemaatikaolümpiaadi lõppvoorus. Lõpetamisel oli kohal Saksamaa haridusminister.



OLEG KOŠIK

Eesti võistkond. Tagareas seisavad (vasakult) Heino, Aleks, Rauno, Paavo, Oleg. Esireas Andre ja Kairi.

## Napilt medalita

Eesti kuueliikmeline esindus selgus pärast 21.–22. aprillini Tartus peetud valikvõistlust. Matemaatikaolümpiaadile minejateks valiti selle võistluse kuus parimat. Nii pääsesid Saksamaale värsked vilistlased Hugo Treffneri Gümnaasiumist Kairi Kangro ja Heino Soo (õpetaja Ülle Hüva) ning Gustav Adolfi Gümnaasiumist Paavo Parmas (õpetaja Helgi Uudelepp), Pärnu Koidula Gümnaasiumi 11. klassi lõpetanud Rauno Siinmaa (õpetaja Arvo Press) ja Tallinna Reaalkooli 11. klassi lõpetanud Andre Tamm (õpetaja Helli Lööke) ning 10. klassi lõpetanud Aleksandr Sved Tallinna Tõnismäe Reaalkoolist (õpetaja Mihhail Gusev). Võistkonna juhendajad olid Tartu Ülikooli lektor Härmel Nestra ja äsja Tartu Ülikooli magistrantuuri lõpetanud Oleg Košik. Mais–juunis korraldati võistkonnale treeninglaagreed Tartus ja Mammaste tervisespordikeskuses.

Meie kõige suuremad lootused olid seotud Kairi ja Raunoga, kes osalesid niisugusel jõukatsumisel juba kolmandat korda. Nemad osutusidki meie parimateks, kogudes 13 punkti. Pronksmedalipiiriks kujunes 14 punkti, nii olid Kairi ja Rauno ühed esimesed medalita jääjad. Siiski teenisid nad ühe ülesande täislahenduse eest diplomi (*Honourable Mention*), nagu ka 10 punkti kogunud Andre. Kahju oli Paavost, kes aasta jooksul tegi küllalt palju iseseisvat tööd ning tuli ka Eesti olümpiaadi lõppvooru lõpuklassi võitjaks, kuid kelle võistlus Saksamaal ebaõnnestus täielikult. Võib-olla mängis oma rolli asjaolu, et tal puudus varasem sedalaadi kogemus.

Rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil kehtib reegel, et medal riputatakse kaela ülimalt pooltele osavõtjatest ning kuld-, hõbe- ja pronksmedalid jaotatakse ligikaudu suhtes 1:2:3. Huvitav on märkida, et rahvusvahelisel keemiaolümpiaadil on medalite suhted samad, kuid medali saab seal 60 protsenti lahendajatest. Nii oleksime selle süsteemi puhul saanud selgi aastal kaks pronksmedalit, see „oleks“ ei maksa tegelikkuses muidugi midagi. Loodame, et järgmistel aastatel saame taas rõõmustada medalite üle matemaatikas.

Medalite saajate hulgas paistsid silma õpilased Aasiast, sh Jaapanist, Hiinast, Lõuna- ja Põhja-Koreast, Vietnamist, aga ka Venemaalt ja Saksamaalt. Maksimaalse 42 punkti kogusid jaapanlane Makoto Soejima ja hiinlane Dongyi Wei. Punktiga jäi

maha sakslanna Lisa Saueremann. Kulmedali saajaid oli 49, see anti veel 32 punkti eest.

Mitteametlikus võistkondlikus arvestuses tegi traditsiooniliselt puhta töö Hiina 221 punktiga, teine oli Jaapan 212 ja kolmas Venemaa 203 punktiga. Järgnesid Korea Vabariik, Korea Rahvademokraatlik Vabariik, USA ja Tai. Sel aastatuhandel on hiinlased vaid kaks korda pidanud tunnistama teiste riikide paremust – 2003. aastal said sellega hakkama bulgaarlased ning 2007. aastal venelased.

Järgmine rahvusvaheline matemaatikaolümpiaad toimub järgmise aasta juulis Kasahstani pealinnas Astanas. 2011 ja 2012 on selle ürituse korraldajad vastavalt Holland ja Argentina.

Tänane Eesti Haridus- ja Teadusministeeriumi, kelle jätkuval toetusel on andekatel õpilastel juba alates 1992. aastast olnud võimalus osaleda rahvusvahelistel olümpiaadidel. ●

## Raskeim pähhel

Olümpiaadiülesanne, mille täislahenduseni jõudis ainult kolm õpilast.

*Olgu  $a_1, a_2, \dots$ , an erinevad positiivsed täisarvud ja olgu  $M$  hulk  $n-1$  positiivsest täisarvust, kuhu ei kuulu arv  $s = a_1 + a_2 + \dots + a_n$ . Rohutirts alustab hüppamist piki arvtelge punktist 0 ja teeb  $n$  hüpet paremale pikkustega  $a_1, a_2, \dots$ , an mingis järjekorras. Tõesta, et järjekorra saab valida nii, et rohutirts ei maandu kunagi hulka  $M$  kuuluvas punktis.*

## LOE VEEL

Matemaatikaolümpiaadide veebilehel <http://www.math.olympiadid.ut.ee> seisikirjade ja piltide seksioonis on võimalik tutvuda IMO 2009 võistkonna reisiräpavikuga.

## AUTORIST

OLEG KOŠIK (1985) on lõpetanud 2003. aastal kuldmedaliga Tallinna Tõnismäe Reaalkooli, 2006. aastal kiitusega Tartu Ülikooli bakalaureuseõppe matemaatika erialal ning 2009. aastal kiitusega Tartu Ülikooli magistriõppe teoreetilise füüsika erialal. Aastatel 2002 ja 2003 osales rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil. Praegu Tartu Ülikooli matemaatika instituudi doktorant, Eesti matemaatika- ja füüsikaolümpiaadi žürii liige.

# Vana kell

## Kuues elektroonikaprojekt

Hea kell võiks olla suur, et näit juba kaugelt silma pais-taks. Ilma luubita. Samuti tuleb kasuks sihverplaadi pisike helendamine. Kui öösel naabri *afterparty* külaliste lahkumise peale üles ärkad, on kohe hea näha, et äratus-kella tüütu helinani on veel kaua aega. Või siis ei ole...

Kunagi aegade alguses tiksusid enam-vähem säärased kellad tänavatel ja teistes avalikes kohtades. Mõnes linnas on selle-laadsed, kuid moodsamad ajanäitajad ka nüüd olemas. Samas pole kindlalt teada, kas number näitab aega lähenevate valimis-teni, *up-time*'i viimasest veast või midagi muud.

### Tänavakell tupp

Tõsi, see on tibia suur isegi kinnisvarabuumi-aegse pappvilla jaoks, korterist rääkimata. Kooli seinalt maha kangutatu sobiks märksa paremini meie järgmise projekti lähteaineks.

Kui päris aus olla, siis kella „tooraine“ on tõesti pärit ühe õppeasutuse seinalt. Nimelt läks kogu hoone remonti ja kõikvõimalikud ruumidesse jäetud salavarud rändasid prügimäele. Vahva kujuga kellavanakesele õnnestus mul näpud taha saada ja see rauapressist päästa. Sellest saaks ju ehitada põneva retrokella kas või suvila seinale rippuma. Paneme siis jootekolvi sooja...

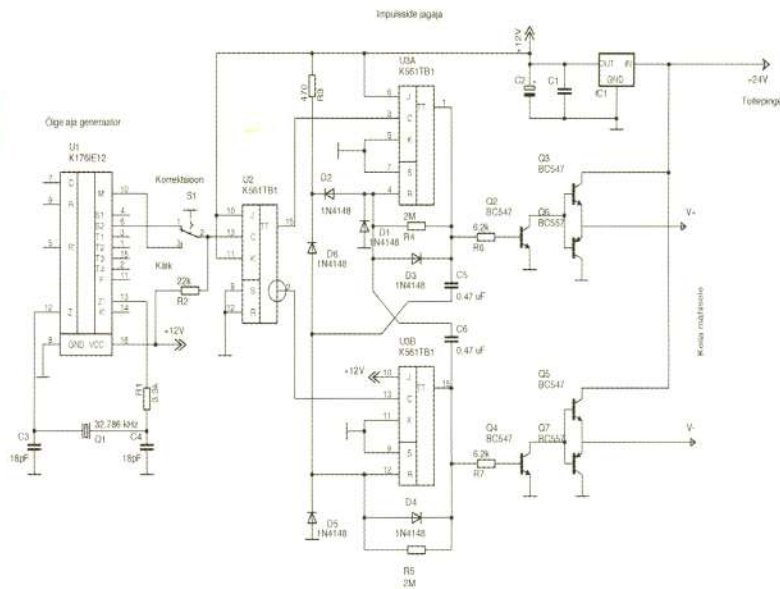
Õitsva kommunismi aegadest pärit mehaaniline kell on tegelikult vaid sihverplaat kumera klaasi taga. Osutite mehhanismi aeti ringi samm-mootori analoogiga. Üheminutilise sammu astumiseks tuli ajanäitaja elektromagneti otstel pinge vastupidiseks pöörata. Järgmise sammu tegemiseks jälle vastupidi jne. Juhtpinge on suhteliselt kõrge: 28 volti. Loomulikult ei lastud mähisest pidevalt voolu läbi joosta, vaid anti vahelduva polaarsusega impulsse.

Ka autori koolimajas oli kunagi direktori kabinetis „emakell“, mis sääraseid elektriimpulsse teistele kelladele saatis. Originaalset „kellaelektronikat“ ilmselt enam ei leia, seega tuleb generaator ise ehitada. Õnneks pole see eriti keeruline. Elektronkel-lades kasutati õige aja generaatorina spetsialiseeritud mikroskeemi K176IE12 (originaalis on kivi nimes slaavi tähed). Kivile ühen-dati külge nn kellakvarts sagedusega 32,786 kHz. Väljunditelt sai ühesekundilise ja üheminutilise intervalliga impulsid kätte. Lisaks veel pulsud indikaatori juhtimiseks ja äratuskella piiksujat tarbeks. Seega täpse aja signaalide saamisega muret ei ole (kui üksnes nimetatud mikroskeemid kusagilt kätte saab). Mugav!

Kuidas aga saaks lülituse suhteliselt „nõrgad“ väljundid panna juhtima 28 V ja suuremat voolu tahtvat kella magnetit? Selgub, et meie idanaabrite elektroonikaajakirjades on sobivaid skeeme jala-ga segada. Esimese ettejuhtuva järgi saigi pusa makettplaadile kokku tinutatud (vt skeemi).

Õige aja signaalide tekitamine on mikroskeemi U1 ülesanne. Selle väljundilt M saame impulsi iga minuti tagant. S2 aga annab aja paika seadmiseks kiiremad impulsid sagedusega 2 Hz. Lülitiga S1 (see võib olla mittefikseeruv) saab kella õigeaks sättida. Skeemil on lüliti kujutatud asendis, kus osutid poolesekundilise perioodiga mööda numbrilauda ringi lippavad. Asend „kääk“ on normaalne ajanäitamise režiim.

Mikroskeem U2 tekitab õige aja signaalist vastandfaasis impulsi: kui üks väljund on kõrge, siis teine madal. Kella kohma-ka mehaanika tiksuma veenmiseks tuleb saadud ajasignaalist formeerida sobiva kestusega impulsid. Vastasel juhul jääks mag-net tervelt minutiks voolu alla, kuumeneks ja laseks varsti sinist



### Retrohõngulise elektromehaanilise kella elektriskeem.

suitsu välja. Lisaks veel suur energiatarve, mis EU kokkuhoiu-direktiivide valguses oleks äärmiselt taunitav.

Mikroskeemi U3 baasil on ehitatud kummagi juhtsignaali jaoks nn monovibraatorid. Nii kutsutakse lülitust, mis sisendi torkimisel formeerib väljundisse kindla kestusega impulsi. Antud juhul on impulsi kestus määratud kondensaatori C5 (C6) ja takisti R4 (R6) korrutisega. Ligikaudu nii, tegelikult peaks veel arvestama mikro-skeemide rakendumislävesid ning tuhandet ja ühte muud asja. Kuid impulsi täpne pikkus pole siin skeemis üldsegi tähtis. Monovibraatorid on omavahel sünkroniseeritud diodidest D1–D5 koosneva ahela kaudu.

Hüva, sobivad juhtsignaalid saime tekitatud, jääb vaid neid veidike kosutada ja siis kella mähisele saata. Puhvervõimendid on ehitatud transistoridel Q2–Q7.

Lõbusa kella projekti skeemi jaoks saaks kindlasti projekteerida igati väärilise trükiplaadi, kuid ... olen selleks liiga laisk. Pusa maketil töötab ju sama hästi! Kuni kruvikeeraja peale ei kuku. Seetõttu pole montaažijoonist sedapuhku pakkuda.

Äga elegantne ja hästi projekteeritud skeem on lihtne. Või, kui jälle hetkeks aus olla, nii palju juppe ei viitsiks kuidagi kokku joota. Kas vähemaga ei saaks hakkama? Tegelikult saab ikka, kui tuua sisse pisike mikroprotsessor. Siinkirjutaja kõõgi seinal rippuv kell ongi ehitatud PIC12F683 protsessori baasil. Skeemi sai tunduvalt lihtsustada – alles jäid vaid pingestabilisaator IC1 (kuid pingele 5V!) ja puhvervõimendid transistoridel. Siinse skeemi eelis on see, et pole vaja teada midagi protsessoritest ja nende programmeerimisest. Rääkimata veel programmeerimise omamisest. Kui aga protsessor on sõber, tasuks pigem kaaluda teise skeemi ehitamist. Laiskade PICutajate rõõmuks lubab see skeem ja kood isegi kella kaugjuhtimispuldi abil õigeaks seada! Et ei peaks toolilt tõusma...

Teeme nii, et sellele kellale siniseid LEDsid külge ei riputa. Õiseks valgustuseks sobib pigem vana hea hõõglamp. Stiiliga läheb ka paremini kokku ja paljuräägitud ökoloogiline jalajälg on hulga väiksem. Kena PICutamist! ●

### LOE VEEL

- Originaalskeem: <http://www.chipinfo.ru/literature/radio/199910/p34.html>
- Autori skeemivariant koos programmikoodiga: [http://parsek.yf.ttu.ee/~felc/vana\\_kell.zip](http://parsek.yf.ttu.ee/~felc/vana_kell.zip)
- PICutajatele: kuidas saada protsessoriga täpse aja signaale: <http://picnote.blogspot.com/2009/02/1hz-clock-generator-using-pic12f675.html>

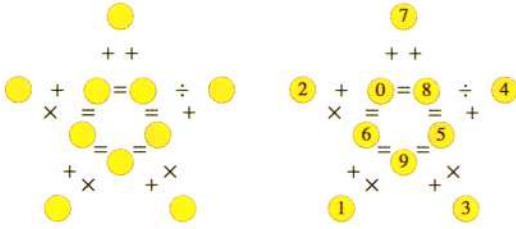
### AUTORIST

VELJO SINIVEE (1964) töötab Tallinna Tehnikülikooli Füüsikainstituudis elektrooni-kuna. Huviavaldaks elektroonika, koodi kirjutamine mikrokontrolleritele, akvaristikas. Uueks huviks veel lennumudelism.

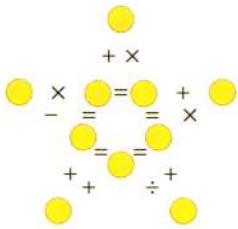
E-address: [felch@staff.ttu.ee](mailto:felch@staff.ttu.ee), koduleht: <http://parsek.yf.ttu.ee/~felc/>

# Võrdused tähtviisnurkadega

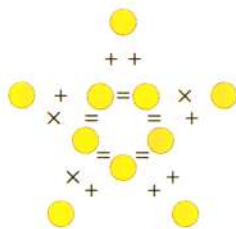
Järgnevas näiteülesandes on ringidesse kirjutatud numbrid 0–9 nii, et vasakult paremale lugedes saame viis tõest võrdust. Iga numbrit tohib kasutada üksainus kord.



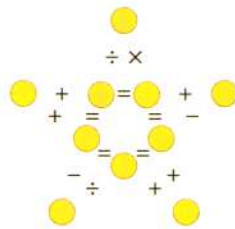
Kirjuta ringidesse numbrid 0–9 nii, et vasakult paremale lugedes saaksime viis tõest võrdust. Iga numbrit tohib kasutada üksainus kord.



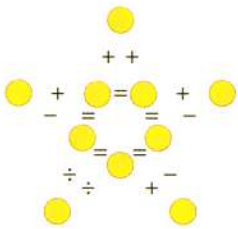
Ülesanne 1



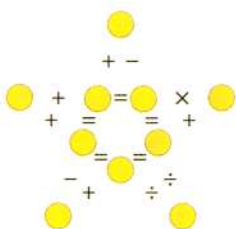
Ülesanne 2



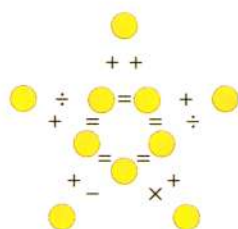
Ülesanne 3



Ülesanne 4



Ülesanne 5



Ülesanne 6

Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 10. detsember 2009. Lahendused saata aadressil Endla 3, Tallinn 10122 või tonu@mathema.ee.

## Esikoha ihkajaid terve tosin

Viienda voo kolmandasse ülesandesse oli küljendamisel tekkinud viga (MANEG x 1 = ENIGMA asemel pidi olema MANEG x I = ENIGMA) ja seetõttu muutus ülesanne lahendamatuks. Siiski on meeldiv tõdeda, et umbes pooled neist, kes lahendused ära saatsid, suutsid ise välja mõelda, milline pidi olema trükiviga ning lahendasid vigase ülesande selle lähtekujul õigesti. Et kõik lahendajad oleksid võrdses olukorras, otsustasime siiski trükiveega ülesande eest punkte mitte anda. Viienda voo viis ülejäänud ülesannet lahendasid õigesti ja teenisid 5 punkti Silver Abel, Raili Hansen, Kaari Helstein, Raimo Herkül, Piret Hirv, Taimo Kolsar, Konrad Kuduviita, Eeva-Lotta Käsper, Agur Lehis, Ants Lind, Edvika Luiska, Aivo Mikola, Allar Padari, Janar Raet, Helin Roop, Siim Sammul, Margot Sepp, Marika Stokkeby, Anti Sõlg, Rein Tikovt, Joonatan Torga, Tamika Trolla, Toomas Tõnissoo, Maire Tühis ja Martiina Viil.

Auhinna saab loosiga **Siim Sammul**, kes võib valida endale ühe MTÜ Loodusajakiri väljaande aastatellimuse, kui helistab toimetuse telefonil 610 4105.

## Horisondis 5/2009 ilmunud ülesannete TÄHED NUMBRITEKS vastused

- 1) 142 857 x 6 = 857 142
- 2) 142 857 x 5 = 714 285
- 3) 54 618 x 3 = 163 854
- 4) 142 857 x 7 = 999 999
- 5) 3457 + 98 636 = 102 093
- 6) 298 396197 + 493 296 197 = 791 692 394

2009. aasta parimale nuputajale on auhinnaks 1000 krooni eest raamatuid Apollo raamatukauplusest. Iga voo võitja saab omal valikul tellida endale aastaks MTÜ Loodusajakiri ühe väljaande.

Leia lähim  
**Apollo**  
raamatupood

Tallinnas Solarise keskuse II korrusel UUS  
Apollo Raamatumajas, Viru 23  
Kristiine keskuse I korrusel  
Ülemiste keskuse I korrusel  
Tartus Lõunakeskuse II korrusel UUS  
Tartu Kaubamaja III korrusel  
Rüütli 41  
Pärnus Port Artur 2-e II korrusel  
Kaubamajakas  
Rakveres Vaala Keskuses  
info@apollo.ee/www.apollo.ee





# RISTSÕNA

	Kõrb Aasias	Isaac Bashevis Singeri romaan		<i>Kuma</i>	Kreeka filosoof	Mõistus vene k.	Masti rõhtpuu	Lõigatud vääriskivi											
Linn LAV-is																			
Privaat-					Lääge Laulja														
Endine kirurg							Ametiühing Mängust väljas												
<i>Kuma</i>		Küla Jõgeva vallas Noot						Jõgi Venemaal											
Vetikas						Kulturist Ühes. tähed													
Seen									AASAMAA	Alus	MÕTTUS	Noot	<i>Kuma</i>	Jaatus	<i>Kuma</i>	Võrgunõel	Brasiilia vutimees	Geodeetiliste nurgamõõturite osa	
<i>Kuma</i>		Plaadi-firma Kõrb P.-Am.-s						Kiudaine Seni						Kõrb Aasias Kõrb pildil					
Inglise rokkbänd						Linn El Salvadoris Noot									Tuulehoog Taim, mis kasvab ainult pildilolevas körbes				
Jõgi Aafrikas							Spordivahend Hulkuma					Heilooja Linn USA-s					Rooma 501 ETV saade		
Üles-					HERMELIIN Näkk				Haldusüksus Kreekas FLEMING					Lapsevanemad Puudutama					
Vana-Vene lõuna-poolse piirkonna nimi 9. saj araabia geograafide teoses	Malend Element nr. 89					V-Kreeka laulik Element nr. 13					Jalgrattur Ära andma							Riigikassa osakond tsaariaegsel Līvimaal	
Element nr. 20		<i>Kuma</i>								Hämmastav Alasti-maal							Papüürulaev Näitav asesõna		
				<i>Kuma</i>				Papagoi Eritis					Meheni-mi Kuidas vene k.						Kirjastus
					Ramm-mees							Lamamis-divaan Ivo Uukkivi							
					CAPONE				Linn USA-s								Ühes. tähed		
				<i>Kuma</i>	Okaspuu														

Sossusvlei luited on nii vägevad, et matak-sid enda alla ...

**SUDOKU**  
101 LOOGIKAMÕISTATUST

LASTE-SUDOKU  
MULTI-SUDOKU  
MINI-SUDOKU

**Maailma populaarseimad mõistatused!**

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

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

Lahendajate vahel loosime välja ristsõnaajakirja „Super Kuma“ aastatellimuse.

Eelmise ristsõna vastus: Titicaca ujuvate saarte elanike „AINELINE KULTUUR RAJANEB KAISLAL“ – viide Hendrik Relve loole „Titicaca järve ujuvatel saartel“ Horisondi 2009. aasta neljandas numbris.

„Mixi“ aastatellimuse võitis loosi tahtel Toomas Tõnissoo Jõgevamaalt Tormast.

2009. aasta viiendas Horisondis pakkusid ristsõnalahendajatele enam huvi Hendrik Relve muljed Namibi kõrbest ning Heino Arumäe mõtted Molotovi-Ribbentropi paktist ja sellega seonduvast.



# Robotex 2009: tulemas on vutilahing

Robotexiga alustati 2001. aastal, et anda tudengite teoreetilistele teadmistele praktiline väljund. Siis valmisid robotid õppetöö raames, tänaseks osaleb võistluses rohkesti ka muid entusiaste. Ühtlasi on Eesti ülikoolides moodustunud robotiklubid, mis robotiehituseks vajalikke teadmisi ja oskusi tudengite seas edasi kannavad.

Robotex on pikaajaline projekt, mille hariduslikud väärtused ja eesmärgid pole ajas muutunud. Samas on üritus omandanud uusi aspekte ja seda rohkem kui ühel tasandil. Eelmisel aastal lisati robotite jõukatsumisele näiteks tehnikatöötodad ning mitmesugused konkursid.

## Tõusev trend

Robotexi ülesanne on läinud järjest raskemaks. Seda ka põhjusel, et võistlus on andnud osalejatele kogemusi ja teadmisi, mida nad suudavad üha efektiivsemalt rakendada ning läbi koolituse järgmistele osalejatele edasi anda. Kui esimesel Robotexil pidi robot sõitma võistluspolügoonile märgitud rajal ja mööduma seal

olevatest takistustest, siis tänava võistlejad robotid jalgpalliväljakuks ehitatud võistluspolügoonil juba üksteise vastu. See eeldab robotiehitajatel lisaks heale mehaanika ja elektroonika tundmisele ka teadmisi masinäängemises ning palju keerulisemat juhtimissüsteemi.

## Töökindlus peitub lihtsuses

Võib täheldada, et mida reaalsemat olukorda on ülesanne jäljendanud, seda suurema entusiasmiga on roboteid ehitatud. Seejuures on robotid muutunud keerukamaks: kui esimesel aastal sai kasutada lihtsaid algoritme ning mehaanilisi platvorme, siis praegused lahendused on märksa komplitseeritumad. Üha roh-



Robotex 2008: robotid „tuba“ koristamas.

kem pööratakse tähelepanu ka roboti kui insenerilahenduse projekteerimisele ning väljanägemisele.

Mida keerulisemaid tehnilisi lahendusi on kasutatud, seda enam on esinenud ebaõnnestumisi. See asjaolu kinnitab väidet, et lihtsuses peitub töökindlus – ülesandele tuleb leida võimalikult optimaalne lahendus.

## Mõeldes vaatajale

2008. aastal kolis Robotex Tallinna Tehnikaülikooli spordihoonesse, kus jätkus ruumi tehnoloogianäitusele, töötubadele ning fotokonkursi töödele. Tänavu on boonuseks kooliõpilastele suunatud joonistus- ja esseevõistlus ning abiturientide väljapanek Tehnikaülikooli Avatud Ülikooli kursuselt „Tootearendus“, mille parima töö valivad külastajad. Loomisel on robotiehitusalane wiki domeeni [www.robotwiki.ee](http://www.robotwiki.ee) alla. Lähima poole aasta jooksul avaneb huvilistel võimalus leida sealt eestikeelset teavet robotikast, sealhulgas juhendeid, kuidas ise robotit ehitada. Portaali eesmärk ongi viia kogutud teadmised laiemale avalikkuseni ning tutvustada robotite võluvast maailma.

## Ülesanne 2009

Selle aasta Robotexil mängitakse jalgpalli: kaks autonoomset robotit võistlevad korraga väljakul, millel asetseb kümme palli. Eesmärk on lüüa võimalikult palju palle vastase väravasse. Nagu tavalises jalgpalliski, mängitakse kaks poolaega (vooru) ning vahetatakse pooli. Voore on minimaalselt kaks ja ühe vooru pikkus 90 sekundit. Põnev on eeskätt asjaolu, et robotid võistlevad vahetult üksteise vastu.

Robotex 2009 peasponsor on ELFA Elektroonika ning suuremad toetajad on Hasartmängumaksu Nõukogu ja SA Archimedes.

**Kohtume 4. detsembril Tallinna Tehnikaülikooli spordihoones!**

• Martin Kontus ja TTÜ Robotiklubi

LOE VEEL

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

## ROBOTEX LÄBI AJA

2009  
**ROBOTEX**  
where brains and metal meet...

Aasta	Osalenud roboteid (võitja)	Ülesanne
2001	8 robotit (1 koht Tartu Ülikool)	Robot pidi iseseisvalt jälgima musta joont valgel maketil ning mööduma takistustest.
2002	17 robotit (2 Rootsist + eelvõistlus Rootsist; 1 koht: 1. ül: Rootsi Kuninglik Tehnikaülikool; 2. ül: Eesti Infotehnoloogia Kolledž)	Esimesel võistlusväljakul tuli valgelt väljakult koguda kokku mustad pallid. Teisel võistlusväljakul võistlesid korraga kaks robotit, kes pidid väljakult enda alale transportima „lambaid“ (küünlajalgu).
2003	23 robotit (4 Rootsist; 1 koht Eesti Infotehnoloogia Kolledž)	Robot pidi läbima lihtsa labürinti ning seejärel avastama ja märgistama konservipurkidest „miinid“.
2004	18 robotit (sh Soomest; 1 koht Eesti Infotehnoloogia Kolledž)	Robotil tuli võistlusplatsilt üles leida ja ümber keerata poolenisti valgeks ja poolenisti mustaks värvitud plekkpurgid.
2005	17 robotit (1 koht Eesti Infotehnoloogia Kolledž)	Robot pidi etteantud trajektoori pidi liikuma kolmekorruselisel kaldteedega varustatud polügoonil ja päästma viimasele korrusele ununenud mängukaru.
2006	22 robotit (1 koht Tartu Ülikool)	Robotil tuli oma väljakupoolele squashipalle leida ja need vastasvõistleja väljakupoolele toimetada – mängiti „võrkpalli“.
2007	17 robotit (1 koht Tallinna Tehnikaülikool)	Võisteldi kombineeritud alal, milleks oli takistusriba läbimine ja kõieronimine.
2008	21 robotit (1 Leedust; 1 koht Eesti Infotehnoloogia Kolledž)	Robot pidi väljakul („toas“) orienteerudes kokku korjama tühjad plekkpurgid ja mustad sokid ning viima need kogumisalale.

# TAL ON TAGASI, AGA AINULT KORRAKS



## TAL-2 LXD75 –

enneolematu kombinatsioon legendaarset Vene TAL optikast ja Ameerika targast monteeringust

- \* apertuur 150 mm, fookuskaugus 1200 mm, f/8
- \* 8x50 ni-trist ga otsija
- \* TAL 25 mm ja 7,5 mm okulaarid
- \* Monteeringul LXD75 on Autostar #497 GoTo automaatsüsteem üle 30 000 taevase objekti koordinaatidega
- \* Polaarvisiir aitab täpselt joonadada
- \* Terastorudest stabiilne kolmjalg

### Hind

TAL-2 LXD75: 15600 kr

TAL-2 MON2: 8990 kr

Helista  
528 9895

või saada e-kiri  
[taevatoru@teleskoop.eu](mailto:taevatoru@teleskoop.eu)

Küsi ja avalda arvamust  
Taevatoru blogis:

[taevatoru.blogspot.com](http://taevatoru.blogspot.com)

\* [teleskoop.eu](http://teleskoop.eu) \*



Meade LS-6  
hind  
25 250 kr



Bresser Messier R-90  
hind alates  
4760 kr



Bresser Messier N-130  
hind alates  
5550 kr

LEMMIKUD



Parlam. Rmk.

2009

# ROBOTEX

where brains and metal meet...



## 4. detsembril 2009

Tallinna Tehnikaülikooli Spordihoones, Ehitajate tee 4

### Võistlusülesanne – JALGPALL

Toimub:

- ⚽ Joonistus- ja esseevõistlus
- ⚽ Tallinna Tehnoloogiakooli tootearenduse ja disaini finaal
- ⚽ Noorte leiutajate konkursi HOIAME KOKKU autasustamine
  - ⚽ Interaktiivsed töötoad
  - ⚽ Üritus on kõigile TASUTA!
  - ⚽ Parimad saavad premeeritud!



Bussiliiklus Teeviida ja Robotexi vahel tasuta

1918 TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO  
TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

horisont

SolidWorks

ABB

linnaleht

saku

NOORTE INFOMESS  
TEEVIIT  
www.teeviit.ee

MEHON



Eesti Infotehnoloogia Koolledž

ELFA

DATEL ESITLUSTEHNIKA

ARCHIMEDES

Tehnopol



ENSTO

FESTO



Täpsem info:

# www.robotex.ee

