

UUS KOSMOSETELESKOOP KAARDISTAB UNIVERSUMI GEOMEETRIAT

# horisont

MILLAL  
SUREB  
KEEL?

6/2023 • DETSEMBER-JAANUAR • HIND 5.90

## MAAILMA RAHVAARV KASVAB ENNE KAHANEMIST

UJVDROONID MÕJUTAVAD  
UKRAINA SÕJA KÄIKU

KUIDAS TÕESTADA  
EVOLUTSIOONITEOORIA  
ÕIGSUST?



# PALUME LAUDA!



Meie pikaaegsete kogemustega müügikonsultandid aitavad leida lahenduse ka kõige keerukamatele eritöödele.

Tallinn  
Järve keskuse 0.korrus  
jarve@unolik.ee  
5191 1255

Tartu  
Jõe keskus  
tartu@unolik.ee  
5328 5747

[unolik.ee](http://unolik.ee)



## SELLES NUMBRIS

### Martin Klesment Nüüdse aja rahvastiku kasv ja kahanemine 8

Maa ilma rahvaarv suureneb suhteliselt kiires tempos, kuid osas riikides elanikkond kahaneb. Miks selline olukord on tekkinud?

### Hardi Veermäe, Gert Hütsi Kosmoseteleskoop Euclid kaardistab universumi geomeetria 20

Euclidi eesmärk on kaardistada kolmandik taevasfäärist, jälgides miljardeid galaktikaid, mille valgus pärineb kuni 10 miljardi aasta tagusest ajast

### Edit Talpsepp Ennustus ja tõestus evolutsiooniteoorias: appi tulevad kvantitatiivsed mudelid ja võrdlev meetod 40

Matemaatiliste mudelite ja materiaalsete tõendusmaterjalide analüüsimetodite arengu tõttu on tänapäeva bioloogial võimalik jõuda vähemalt mingil määral kontrollitavate seletuste ja ennustusteni.

### Kadri Paas Kuidas pisikestest paatidest sai Vene Musta mere laevastiku õudusunenägu? 46

Ukraina ujvdronid osalevad luures, julgustavad kaubalaevade konvoisid, juhivad raketi- ja suurtükitald, kaitsevad Ukraina baase ja osalevad dessantoperatsioonidel.

## HORISONT KÜSIB

### Intervjuu 14 Kuidas sureb keel? Tartu ülikooli läänemeresoome keelte professori Petar Kehayoviga vestles Helen Rohtmets-Aasa.

### Mina ja teadus 45 Näitleja ja luuletaja Merle Jääger

## SIIT- JA SEALPOOLT HORISONTI

Uuring selgitab kompemeele varjatud külgi 3

Antikehi polüetüleenglükooli vastu leidub aina enam 6

Sõnalugu 5  
Tulnukatest

Sündmuste horisondil 26  
Kui sitke on elu kosmoses?

Ain Kallis 28  
Ilm ja aastaajad

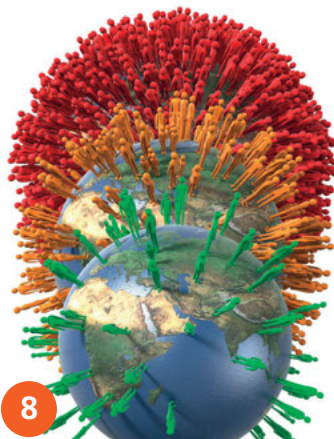
Harakale haigus 30  
„Kultuuriinimesel ei tohi olla sügelisi“

Dokument kõneleb 32  
„Ei ole soovitatav Landeswehrlasi Eestisse tuua“

Teaduspilt 36  
Georg Friedrich Parrot ja Imatra kivid

Luu-uurija leid 52  
Viru-Nigulas paljastus maantee alt ammune matmis- ja asulakoht

Kosmosekroonika 54



8



## OLÜMPIAAD

Sulev Kuuse  
Eesti noored bioloogiatundjad võitsid Araabia Ühendemiraatides kolm pronksmedalit 56

## PRAKTILIST

Raamat 58

Toomas Tiivel  
Jüri Engelbrechti „Peegeldusi teadusmaastikult“  
Tõnu Viik  
Saja aasta parimad saavutused „Tähetorni kalendris“

Enigma 62  
Üksteist mittetulistavad malendid

Ristsõna 63

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



46



FOTO: VALLO KRUUSER

Ulvar Käärt, peatoimetaja  
ulvar@horisont.ee

Selle aasta hakul pälvis omajagu tähelepanu uudis, et 2022. aastal sündis Eestis rekordiliselt vähe lapsi. Registreeritud 11 588 sündi on väikseim näitaja alates 1919. aastast, kui hakati asjaomast statistikat avaldama.

Statistikaameti hinnangul on erakordselt väike sündimus tingitud ennekõike äärmiselt ebakindlast ajast, sest viimastel aastatel on üks häda pidevalt teist taga ajanud: esmalt puhkes koroonapandeemia, seejärel Ukraina sõda ning viimasena kiire hinnakasv ja majanduskriis. Üldjuhul kipuvad inimesed sellises olukorras elulisi otsuseid, milleks on ka lapse saamine, edasi lükkama. Samas seostatakse väikest sündimust sellega, et praegune lapsesaamises noorte põlvkond on varasemast väiksem.

Olukorra muudab keeruliseks seegi, et ühes sündimuse vähenemisega on meil viimastel aastatel järsult suurenenud surmade hulk. Viimase aja rekord pärineb 2021. aastast, kui läks kirja 18 587 surmajuhtumit. Kuigi mullu oli see näitaja mõnevõrra väiksem, 17 245, ületab see siiski peaaegu 1500 surmajuhtumiga pandeemiaeelseid aastaid. Suure suremuse taga näevad asjatundjad samuti koroonamõjusid, aga ka rahvastiku vananemist. Ehkki nii sündide kui ka surmade statistikakõverad tekitavad muret, on Eesti rahvaarv sisserände tõttu siiski tasahaaval suurenenud.

Siinse numbriga kaaneloos vaatleb Tallinna ülikooli demograafiakeskuse vanemteadur Martin Klesment rahvastiku kasvu ja kahanemise suundumusi laiemalt, unustamata seejuures suurel taustal ka Eestit näidata. Oleme juba harjunud, et maailma rahvaarv on kiiresti paisunud. 2022. aasta novembris ületas see kaheksa miljardi piiri. Ent Martin Klesment kirjutab, et pikemas plaanis maailma rahvastiku kasv pidurdub ning juba selle sajandi lõpus peaks maamuna elanikkond hakkama sündimuse vähenemise tõttu hoopis kahanema.

Kaaneloo järel ei hakkakski enam teisi artikleid esile tõstma, sest seekordse ajakirjanumbriga teemavalik on väga mitmekesine. Põnevat lugemist leiavad nii kosmose-, keele-, loodus-, ajaloo- kui ka tehnikahuvilised.

See number paneb punkti Horisondi 57. aastapäevale. Selleks et saaksime uuele aastale vastu minna kindlamalt, panem kõigile lugejatele südamele, et ajakirja tellimus saaks aegsasti pikendatud. Eriti tore oleks see, kui päkapikud aitaksid Horisondi tellimusi uute teadmishimuliste lugejate jaoks jõuluvana kingikotti sokutada. Ükski ajakiri ei saa ju läbi lugejateta. Õnneks on neid, kes Horisondi tellivad või leheriulist ostavad, rõõmustaval hulgal, ent lugejaskonna hoidmine ja kasvatamine on meile, ajakirja tegijatele, üha tähtsam ülesanne.

Head lugemist ja ilusat pühadeaega!

ESIKAANE illustratsioon: VIDA PRESS / ALAMY



EESTI  
TEADUSTE AKADEEMIA

horisont



**Ulvar Käärt**, peatoimetaja  
ulvar@horisont.ee

**Helen Rohtmets-Aasa**, toimetaja  
helen@horisont.ee

**Monika Salo**, keeletimetaja  
monika.salo@loodusajakiri.ee

**Kersti Tormis**, kujundaja  
kersti@horisont.ee

**Mariliis Kesküla**, turundusjuht  
mariliis@loodusajakiri.ee

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

**Katre Palo**, tegevjuht  
loodusajakiri@loodusajakiri.ee

**Tellimine:** 617 7717,  
www.tellimine.ee

Ilmunud aastast 1967, 6 numbrit aastas  
Toimetus: Rävåla pst 10, 15042 Tallinn  
tel 610 4105

e-post: horisont@horisont.ee  
Vaata ka Horisondi seina Facebookis!

Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri,  
Rävåla pst 10, 15042 Tallinn  
e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee

ISSN 2228-3471 (e-luger)  
Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, 2023  
Trükkitud Printall AS

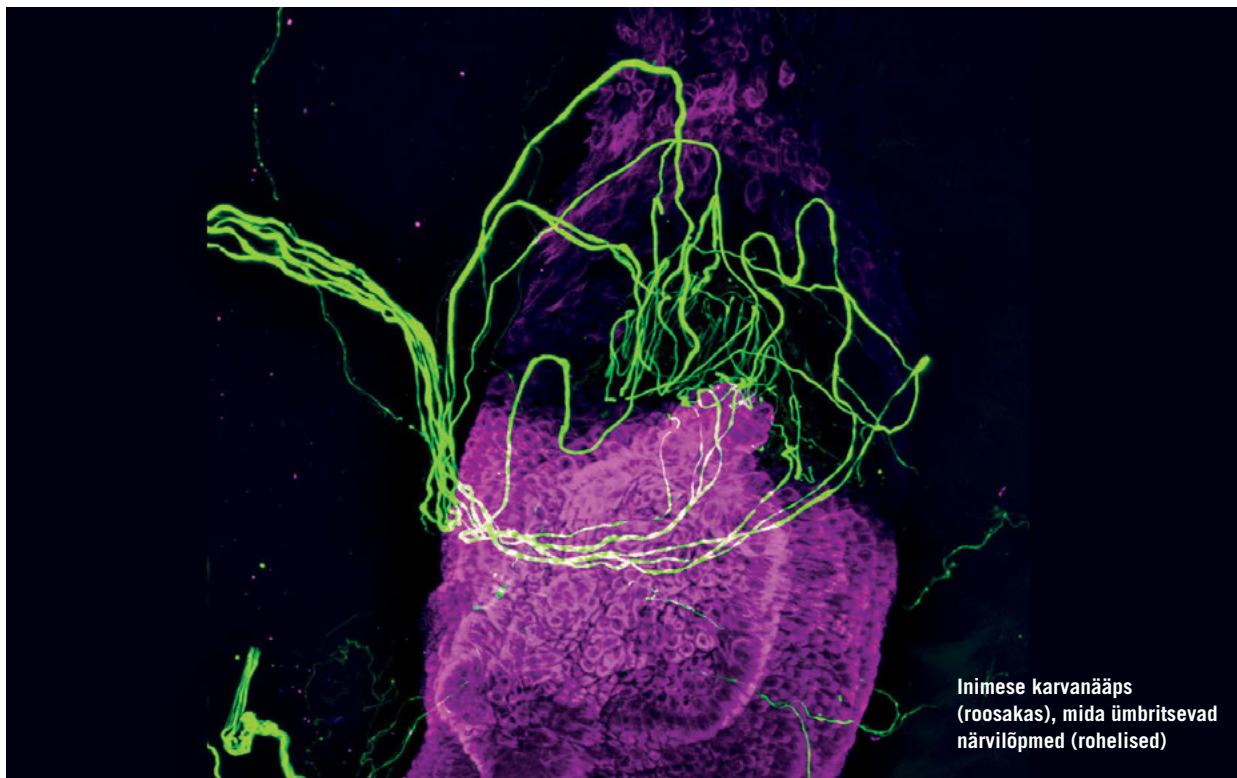


Trükitoodete  
4041 0820



HARIDUS- JA  
TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub  
haridus- ja teadusministeeriumi  
toetusel



Inimese karvanääps (roosakas), mida ümbritsevad närvilõpmed (rohelised)

## Uuring selgitab kompemeele varjatud külgi

**Saksa anatoom Friedrich Sigmund Merkel avastas imetajate nahast erilised komperakud juba 1875. aastal, kuid kompimismeel on pakkunud tänini üllatusi. Londoni Imperial kolledži teadlaste värsked uuring aitab selgitada, kuidas karvanääpsu rakud aitavad puudutust tunda.**

Karvanääps asub naha alumises kihis, pärisnahas, kus leidub paarikümmend tüüpi rakke. Siiani on arvatud, et puuteaistingut annavad edasi nahas ja karvanääpsu ümber paiknevad närvikiud. Londoni laboris koekultuuris tehtud katsed viitavad sellele, et seda suudavad teha ka karvanääpsu sees olevad rakud. Miks neil selline võime on, pole veel selge. Kuna närvilõpmeid on erisuguseid, tuleb edaspidi uurida, kas nääpsurakud aktiveerivad kindlat tüüpi tundenärve.

Ajakirjas *Science Advances* ilmunud uurimuse tarbeks analüüsiti kõigepealt inimese naha ja karvanääpsude RNA andmestikku. Selle põhjal selgus, et karvanääpsus leidub ohtralt puuteretseptoreid. Kuna inimese juuksekarvafolliikulid ei püsi kehas väljas kaua elusana, tegid uurijad koostööd kahe juukse-siirdamiskliinikuga, mille patsiendid olid andnud nõusoleku, et nende peanahast

pärit värsked karvanääpse tohib uurida.

Seejärel kasvatati koekultuuris inimese karvanääpsurakke koos tundenärvidega ning stimuleeriti neid mehaaniliselt. Varasemast on teada, et juukseid ümbritsevas nahas olevad närvirakud suudavad tajuda liikumist. Seetõttu tunnetame näiteks, kui me ise kammime pead või keegi teine juukseid sügeb.

Londoni uurijatele pakkus huvi, kas ka karvanääps ise saab infot puudutuse kohta. Ilmnes, et osa rakutüüpe seda suudabki. Seejärel uuriti, mismoodi karvanääpsurakud edastavad infot tundenärvidele. Selgus huvitav asjaolu: needsamad rakud hakkavad puudutuse mõjul vabastama virgatsaineid serotoniini ja histamiini. Kui närvirakkudes virgatsainete retseptorid blokeeriti, siis karvanääpsu stimuleerimise mõju närvirakkudele kadus. Samasugused katsed

tehti ka nahast pärit nääpsurakkudega. Ka need aistsid puudet ja eraldasid selle mõjul histamiini, ent mitte serotoniini.

Histamiin vallandab kehas põletikureaktsiooni. Seniste teadmiste järgi todetakse histamiini peamiselt nuumrakkudes ja basofiilides, see vabaneb nuumrakkudest immuunreaktsioonide käigus allergeeni toimele.

Kui karvanääps on uus võimalik histamiiniallikas, tuleb seda edasi uurida. See aitab loodetavasti paremini mõista histamiini osa krooniliste nahahaiguste, näiteks ekseemi tekkes. Pidev sügelus, ketendus, karedus ja kuivus piinavad ekseemihageid aastaid. Paremad ravi-võimalused teeksid nende elu tunduvalt mõnusamaks.

Kuna kõik katsed on tehtud koekultuuris, tuleb neid korrata elusorganismides. Kontrollitud tingimustes on võimalik rakke mõjutada ja nende reaktsiooni stiimulile täpselt mõõta, kuid pole kindel, et samad rakud ka keha sees täpselt samamoodi reageerivad. •

 Piret Pappel

**Siiani on arvatud, et puuteaistingut annavad edasi nahas ja karvanääpsu ümber paiknevad närvikiud. Koekultuuris tehtud katsed viitavad sellele, et seda suudavad teha ka karvanääpsu sees olevad rakud. Miks neil selline võime on, pole veel selge.**

## Raadiosaate „Loodusajakiri“ juht Tiiu Rööp sai teaduse populariseerimise auhinna

EESTI TEADUSAGENTUUR / MIKK OTSAR



Novembris peetud teaduskommunikatsiooni konverentsil „Tehisar – kas tubli või ettearvatu kratt?“ tunnustati taas tublimaid teaduse populariseerijaid.

Teiste hulgas sai seekord väerika auhinna meie kirjastuse raadiosaate „Loodusajakiri“ juht **Tiiu Rööp** (pildil keskel, temast vasakul on auhinna kätte

andnud haridus- ja teadusministeeriumi kantsler Kristi Vinter-Nemvalts ja paremal akadeemik Ene Ergma). Kategoorias „Teaduse ja tehnoloogia populariseerimine audiovisuaalse ja elektroonilise meedia abil“ pälvis Tiiu peapremia. Tiiu juhitud saade „Loodusajakiri“ on Kuku raadio eetris reedeti kell 20.15.

Väerikaima auhinna, Tiiu Silla elutööpreemia pälvis Energia avastuskeskuse teadus- ja arendusjuht **Aare Baumer**. Kategoorias „Teaduse ja tehnoloogia populariseerimine trükisõna abil“ läks peapremia geograaf **Taavi Pae** eestvõttel valminud raamatule „Viguriga kaardid – Eesti kujutatuna kaartidel“. Kategoorias „Tegevused/tegevuste sarjad teaduse ja tehnoloogia populariseerimisel“ sai peapremia tüdrukute tehnoloogiaring **HK Unicorn Squad**. Parimaks teaduse ja tehnoloogia populariseerijaks tunnustati loomaökoloog **Tuul Sepp**.

Uue algatusena teaduse ja tehnoloogia populariseerimisel sai peapremia loodusainete õpetamise terviklahendusi pakkuv **Praktikal Education**. •

Horisont

[www.kl24.ee](http://www.kl24.ee) [www.helmic.ee](http://www.helmic.ee)

**Kokku üle 120 000 toote**

**KÄSITÖÖSÖBRA KAUBAMAJA 24 H SINU ARVUTIS**

**UUED SOKILONGAD**

Otse maaletoojalt Karnaluks OÜ laos, Hermanni 1, C-trepikoda, Tallinn



PEXELS

## Tulnukatest

Vahel ärgitab sõna päritolusse süvenema eesti keele instituudi keelenõuandele tulnud kiri. Näiteks niisugune: „Kas oskate öelda, millal tuli eesti keelde sõna *tulnuk* või *tulnukas*?

Kas seda sõna kasutati algselt võõraste, näiteks sisserändajate kohta?

Millal võis sõna *tulnukas* peamine kasutus hakata viitama maavälisete olenditele?”

Asi äratas huvi, sest ehkki olin märganud selle sõna kasutamist ufonautide, kosmoseolendite kohta, polnud kunagi mõttesse tulnud, et see ongi kujunenud põhitähenduseks. Varasemas tähenduses kasutatakse seda harva, peamiselt liitsõnas *uustulnuk*, aga ka erialasõnas *tulnuktaim*.

Aga kõigest järjekorras.

Juba esimene pilk sõnale *tulnuk(as)* teeb selgeks, et tegemist pole rahvakeeles tekkinud ja sealt kirjakeelde jõudnud sõnaga. Seda näitab kunstlik tuletusmall: liide on lisatud mineviku kesk-sõnale (*tulnud* + *-k* ~ *-kas*). Nii peent sõnamoodustusviisi spon-taanne rahvakeel ei tunne ja kirjakeeleski on seda kasutatud haruharva, peale sõna *tulnuk* meenub veel *jäänuk*. Ja kui veidi edasi juurelda, siis ongi raske ette kujutada, mis tähenduse võiks anda võimalikele sõnadele *saanuk*, *olnuk*, *käinuk*, *näinuk*, *teinuk*, *viinuk* vms.

Niisiis on *tulnuk(as)* üsna uus sõna. Vanust on tal kõigest sajandi ringis. Ta toodi eesti kirjakeelde Johannes Aaviku uute ja vähem tuntud sõnade sõnastiku teises trükis 1921. aastal: *tulnuk*, *-kas* e tulnud isik (Ankõmmling, пришелец). e-täht märksõna järel tähendab, et sõna on ettepaneku staadiumis, s.t selle on Aavik ise loonud, seda pole varem kirjasõnas kuigivõrd kasutatud ja see pole veel üldist tunnustust leidnud.

1920. aastail levib sõna mõnevõrra ajalehtedes, tunduvalt suurema hooga aga 1930. aastail, kui Elmar Muuk võtab selle oma väiksesse õigekeelsussõnaraamatusse, mis saavutas suure populaarsuse ja kujunes peamiseks õigekeelsuskäsiraamatuks (esitrükk 1933, VIII trükk 1946). Ka Muugi VÕS-is on tähenduseks antud 'tulnud isik'. Põhimõtteliselt sama tähendab hilisemate õigekeelsussõnaraamatute 'juurdetulnu'.

Sõnaühendit *tulnukas kosmosest* ja liitsõna *kosmosetulnukas* mainib alles ÕS 1999. Nende ilmne eeskuju on vene *пришелец из космоса*. Nagu vene keeleski on sõnaühend (eesti keeles ka liitsõna) lühenenud ja sõna *tulnukas* ~ *пришелец* on hakatud kasutama samas tähenduses mis sõnaühendit – niisiis mitte 'juurdetulnud isik', vaid 'maaväline olend'. XXI sajandi alguse seisuga on see saanud sõna põhitähenduseks – saajalolu, mida on märgitud ka keeleinstituudi ühend sõnastikus. •

Udo Uibo, keelemees

## HORISONT KIRJUTAS



HORISONT 12/1973, LK 4

Tehnikakandidaat Rein Veski kirjutab põlevkivikeemias rakendatavast lagundavast hapendamisest:

„Ka põlemine on hapendusreaktsioon. Kui aine koosneb süsinikust ja vesinikust, saame täielikul põlemisel süsihappegaasi ja vett. Samale tulemusele jõuame, kui toimime kehvalt tugevate hapendajatega orgaanilisse ainesse. Peaaegu kõik praktiliselt tuntud hapendajad on anorgaanilised ained. Neist kõige sagedamini kasutatavad on hapnik, lämmastikhape, osoon, vesinikülhapend, kloor ja kaaliumpermanganaat. Hapendusreaktsioon abistab meid sageli keeruka ehitusega aine tundmaõppimisel“.

50 AASTAT TAGASI



HORISONT 12/1983, LK 29

Psühholoogiakandidaat Anti Kidron jagab soovitusi, kuidas juhtida vestlust:

„Vestluse juhtimise oskus tähendab ennekõike suutlikkust suunata kõnelus niisugusele ainealale, esinemisviisile ja väljenduslaadile, et suhtlus „toodaks“ võimalikult palju vaimselt rikastavat,

teabenälga rahuldavat, tundeelule meelepärast. Kõik see, mis öeldud erksa kuulamise vestlust hõlbustava toime kohta, tuleb täiel määral arvesse ka vestluse juhtimise põhitestnikana. Tähelepanu vääriavad veel küsimused: kuidas panna teisi iseenast kuulama? mil viisil juhtida jutuaajamist mitmest osalejast koosnevas vestlusringis? kuidas kätte võita ja säilitada suhtlemisalast algatusvõimet“.

40 AASTAT TAGASI



HORISONT 8/1993, LK 42

Zooloog Aleksei Turovski kirjeldab, kuidas mitmesugused liigid oma keha suurust eksponeerivad:

„Linnud, loomad, putukad, kalad – kõik oskavad end tarvilusel „suuremaks“ teha. Luiged kergitavad tiivad selja kohale puhevile, kalad ajavad uimed ja lõpusekaaned laiali, putukad (näiteks palvetajariitsikad) löövad lahti oma tiivad, imetajad ajavad karvad turri. Gorilla ajab rinna ette ja õlad laiaks, nagu mõni kulturist võistlustel. Sel kombel loodab ta veelgi rõhutada oma võimsat muljet avaldavat kuju, täpselt nagu too ülalnimetatud atleet. Nähtuse juuredki on ühesugused – biopsühholoogilised“.

30 AASTAT TAGASI



HORISONT 6/2003, LK 18

Akadeemik Ene Ergma räägib Horisondile antud intervjuus 1960. aastatel astronoomias toimunud teisest revolutsioonist:

„See tähendas, et kosmoseajastu tulekuga olid astronoomiliste objektide vaatlemiseks avanenud võimalused kogu elektromagnetiliste lainete spektri ulatuses. Algul piirduti ju ainult optilise aknaga – jälgiti taeva-kehi ainult nendelt saabuva valguse põhjal. Kuid taevakehad kiirgavad ka raadiolaineid, nendegi järgi hakkas raadiotele-skoopide vahendusel infolisa juurde tulema. Seoses kosmosesse minekuga saime juurde röntgen-, ultraviolet- ja infrapuna-silma. Kui kellelgi meist oleks näiteks röntgensilm, siis näeks ta taevast hoopis teistsugusena“.

20 AASTAT TAGASI

# Antikehi polüetüleenglükooli vastu leidub aina enam

**Inimese immuunsüsteem toodab tõvestajate sissetungile vastuseks antikehi, kuid niisugused kaitsekehad võivad tekkida ka siis, kui organismi satuvad kehale mitteomased ühendid, nagu näiteks laialt pruugitav polüetüleenglükool ehk PEG. Sellega seotud antikehad võivad omakorda mõjutada ravimite toimet, väidab hiljuti ajakirjas *Nanoscale Horizons* ilmunud uuring.**



UNSPASH

**Polüetüleenglükooli ehk nn PEG-ühendeid tarvitatakse laialdaselt nii ravimites, kosmeetikas kui ka toiduainetööstuses**

Eri pikkusega ahelaga polüetüleenglükooli kasutatakse laialdaselt kosmeetikas, toidu- ja ravimitööstuses. Teda pruugitakse kõhulahtistina, see kuulub tabletikatete ja pesuainete koostisse ja toimib emulgaatorina (hoiab ühtlasena kaks muidu segunematut faasi, nagu vesi ja õli). Need on vaid mõned näited.

Inimkeha võimet tekitada PEGi-vastaseid antikehi pandi esimest korda tähele 1980. aastate keskel. Nüüdseks on ilmunud uuringud, mis kinnitavad, et nii Hiina kui ka Põhja-Ameerika inimpopulatsioonis on need antikehad olemas inimestel, kes pole PEGi sisaldavaid ravimeid võtnud. Euroopa olukord polnud aga teada.

Värskes uurimuses on Max Plancki instituudi teadlased analüüsinud Saksamaa elanike vereplasmast. 500 proovi pärinesid tervetest veredoonoritelt, need koguti juhuvalimina, kus teada

**Oluline, kuid vastamata küsimus on ka see, mida võivad PEGi-vastased antikehad organismis teha, kui nad on juba tekkinud.**

oli ka doonori sugu ja sünniaasta. Kõik plasmaproovid pärinesid 2019. aastast ehk enne seda, kui hakati laiemalt kasutama PEGi sisaldavaid koroonavaktsiine.

Valimis olid antikehad olemas 83 protsendil uuritud inimestest. Antikehade kontsentratsioon korreleerus uuritava vanusega. Mida vanemalt doonorilt plasma pärines, seda vähem antikehi seal leidis. Artikli autorid oletavad, et põhjus peitub üha kasvavas PEG-de kasutuses ja ka selles, kuidas inimese immuunsüsteem vanuse kasvades muutub.

Tartu ülikooli laborimeditsiini professor Kalle Kisand tõdeb uuringu tulemusi kommenteerides, et võrreldes 1980. aastatega, kui arvati, et PEG ei ole immunogeenne, on arusaam nüüd hakanud muutuma ja polüetüleenglükooli sisaldavate toodete (ravimid, kreemid, vaktsiinid) tarvis võib põhjustada PEGi-vastaste antikehade teket. „Need antikehad paistavad olevat laialt levinud ja olid seda ka enne COVID-19 vastu vaktsineerimist, sest PEGi sisaldavaid tooteid on juba pikalt kasutatud. Olenevalt määramismeetodi tundlikkusest võib saada populatsiooniseksi 70–80% positiivseid juhte. Kirjanduse andmetel on anti-PEGi-tase siiski enamasti suhteliselt madal ja püsivamad on IgG-klassi antikehad,“ selgitab Kisand.

Suuremaid PEGi kontsentratsioone seostatakse Kisandi sõnul erilise geneetilise taustaga. „Selliseid väga kõrge PEGi-vastaste antikehade tasemega inimesi on nimetatud superkandjateks (ingl *supercarriers*). Kuna neid pole palju, on neid üldpopulatsiooni sõeluuringuga (mida vastavates teadusartiklites soovitakse teha) küllalt keeruline avastada. Sõeluuringuprogrammide kasutuselevõtt tervishoius on küllalt pikaajaline tegevus, mille puhul peab olema ära näidatud nii kasu kui ka rahakulu. Tõhusaid programme pole palju ja enamasti on need mõeldud raske- ja vähivastaste avastamiseks,“ ütleb Kisand.

„Huvitav on see, et erinevad tooted võivad tõsta PEGi-vastaste antikehade taset erinevalt. Näiteks COVID-19 vaktsiinidest on Comirnaty tagasihoidlikuma mõjuga kui Spikevax. Tõenäoliselt sõltub immunogeenus sellest, millise molekulmassiga ja kui palju PEGi tootes on. Ilmselt peab uue teadmise valguses üle vaatama PEGi sisaldavate toodete koostise.“

Oluline, kuid vastamata küsimus on ka see, mida võivad PEGi-vastased antikehad organismis teha, kui nad on juba tekkinud. Ühes artiklis seostatakse neid kaudselt allergiliste reaktsioonidega, aga COVID-19 vaktsiinidel on võrreldes gripivaktsiiniga ainult natuke suurem raskete allergiliste immuunreaktsioonide teke sagedus (3 versus 1,3 anafülaktsiajuhtu miljoni vaktsineeritu kohta). Ravimite puhul tuuakse esile, et antikehad võivad kiirendada ravimi eemaldamist vereringest, mistõttu ravimi toimeaeg muutub. PEGi-vastased antikehad seonduvad toodetes olevate PEG-molekulidega ja töötavad nn opsoniinidena ehk suurendavad fagotsüütide (õgirakkude) võimet antigeeni endasse võtta. Kuidas see võib mõjutada COVID-19 vaktsiini toimet, on uurimata,“ tõdeb Kisand. •

 Piret Pappel



# Istumine on uus must surm

**Südame tervist saab hoida mitmel moel, tähtis on liikuda.**

„Istumine on uus must surm. Pikaajaline istumine tekitab veres muutusi, mis suurendab vererõhku, trombiohtu, lupjumise tõenäosust ning kahjustab lülisammast,“ kinnitab kardioloog, Tallinna tehnikaülikooli professor Margus Viigimaa. „Samas aitab liikumine saavutada tervise tasakaalu.“

Euroopas tehtud uuringute järgi istuvad mehed naistest rohkem, samuti istuvad rohkem nooremad inimesed koos oma nutiseadmetega. „Vale on ka arusaamine, et kui istuda kümme tundi tööl, siis seda saab pärast kompenseerida kahetunnise trenniga: see ei suuda lõplikult likvideerida päeva jooksul tekkinud istumiskahju,“ nendib Viigimaa.

Eluviisi mõjust tervisele ilmneb Viigimaa sõnul üks paradoks. „Madalama haridusega inimesed liiguvad rohkem, kuid väiksema sissetulekuga inimesed on samas kehvema tervisega. Nendel esineb rohkem nii südame kui ka teisi haiguseid,“ juhib ta tähelepanu tõsiasjale, et sotsiaalmajanduslik staatus on tervise korral oluline näitaja. „Kõrgharitud eluiga ja tervis on parem. Veelgi enam, kõrgemate sissetulekutega ja parema sotsiaal-majandusliku staatusega riikides on ka tervemad inimesed.“

Elustiili puhul on häirekellaks suitsetamine, kehvem toit ja viletsamad elutingimused, samuti on väiksema sissetulekuga inimeste juurdepääs tervishoiuteenustele sageli viletsam. Väiksema sissetuleku ja haridusega inimestel on rohkem südame- ja teisi haigusi.

Ent südame tervisele avaldab märkimisväärset mõju ka elukeskkond. Näiteks äärelinna elanike tervisenäitajad on paremad kui kesklinna omad (seal on rohkem õhusaastet ja müra). „Kui koroonapandeemia ajal vähenes lennuliiklus ja selle keskkonnamõju, siis lennujaamade lähedal elavate inimeste vererõhunäitajad paranesid. Keskkonnasaaste mõju tervisele on samaväärne suitsetamisega,“ märgib Viigimaa. „Kui vaadata regioone, siis Eestis on teistest kehvemad tervisenäitajad ja -käitumine Ida-Virumaal ning Kagu-Eestis. Seda on kindlasti vaja tasakaalustada.“ •

 Tallinna tehnikaülikool / Horisont



UNSPASH

Euroopas tehtud uuringute järgi istuvad mehed naistest rohkem, samuti istuvad enam nooremad inimesed koos oma nutiseadmetega

## Ära anna maitset alla –

### vali maailma parima maitse ja toimega FRANK Fruities' e vitamiinid!

Kui tänapäeval enamus toidulisandeid sisaldavad rohkemal või vähemal määral siiski täite- ja lisaaineid, siis **FRANK Fruities'** e puuviljakommides ongi täite- ja lisaaineteks ehtsad puuviljad. Ja seda lausa üle ühe kilogrammi ühes purgis! Ei ole lisatud suhkruid, säilitusaineid, želatiini, värvaineid ega plastikut – need on loodud teadlikule tarbijale, kes otsib puhtaid ja tervislikke vitamiinialikaid.

**FRANK Fruities** on võtnud puuviljade segamisel ja kontsentreerimisel kasutusele EcoCert sertifikaadiga tehnoloogia, mis säilitab puuviljade loomuliku maitse, magususe ja õrna pehme koostise. Puuviljasegud on rikastatud parimate vitamiinide ja

mineraalidega ning tänu puuviljadele on nende imendumine suurepärase. Seega on tegu toidulisanditega, mis päriselt toimivad! Vitamiinid on pärjatud ka tiitliga “Great Taste Awards 2021”.

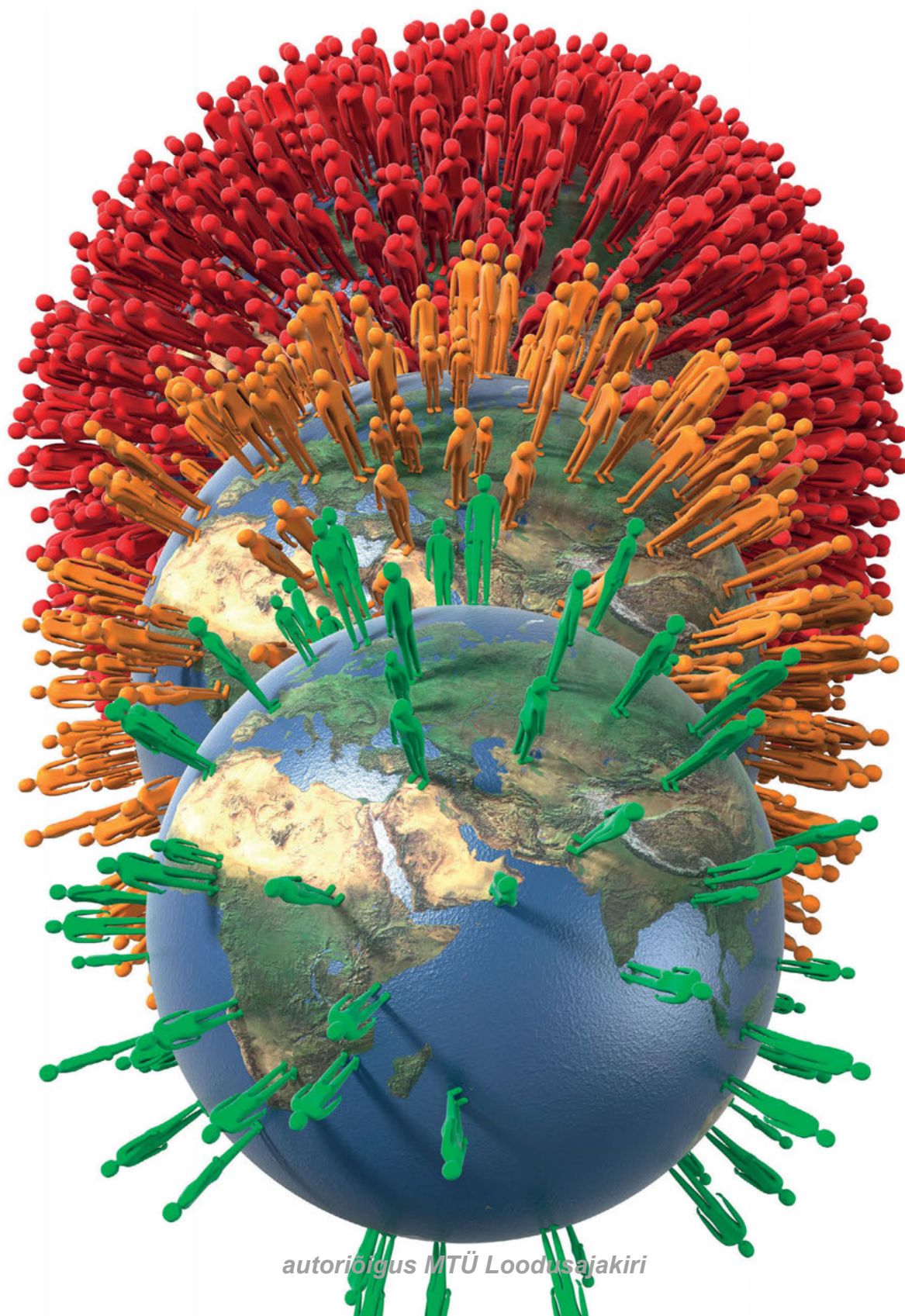
Et külmetus-  
haigused ei  
kimbutaks, turguta  
ennast ja oma pere  
FRANK Fruities' e  
vitamiinidega.



Saadaval hästi varustatud apteekides, Looduspere poodides ja veebipoes [www.yumtek.ee](http://www.yumtek.ee)  
Veebipoest leiate ka komplekte, mis sobivad ideaalselt kingipakki!

MARTIN KLESMENT

# NÜÜDSE AJA RAHVASTIKU KASV JA KAHANEMINE



VIDA PRESS / ALAMY

*autoriõigus MTÜ Loodusajakiri*

## Maaailma rahvastik tervikuna suureneb endiselt suhteliselt kiires tempos, kuid samas seisab osa riike silmitsi hoopis rahvaarvu kahanemisega. Mõlemast vaatenurgast tasub muret tunda, ehkki eri põhjustel. Miks selline olukord on tekkinud?

### Nüüdisaegne rahvastikuplahvatus

31. oktoober 2011 ja 15. november 2022 märgivad sümboliliselt neid päevi, kui maailma rahvaarv ületas vastavalt seitsme ja kaheksa miljardi piiri. Need ühinenud rahvaste organisatsiooni (ÜRO) rahvastikudivisjoni valitud päevad on loomulikult tinglikud. Täpset päeva on peaaegu võimatu välja selgitada, kuna mõnede riikide ja maailma rahvaarv on paljuski hinnanguline suurus. Ent pigem on tähtsam asjaolu, et viimastel kümnenditel on maailma rahvastiku kasvutempo olnud stabiilne: ka eelmiste verstaapostide saavutamiseks kulus enam-vähem tosin aastat (viie miljardini jõuti 1987. ja kuue miljardini 1999. aastal). Kuigi

**ÜRO rahvastikuprognosi keskmise variandi järgi väheneb globaalne rahvastikukasv selle sajandi lõpuks nullini ja maailma rahvaarv hakkab vähenema.**

miljardeid tuleb juurde, võib eeldada, et maailma rahvastiku kiirema kasvu aastad on jäädavalt minevik.

Viimastel aastatel on maailma rahvaarv suurenenud umbes üks protsent aastas. Sellise tempo korral kahekordistuks rahvaarv umbkaudu 70 aastaga. Veel pool sajandit tagasi oli mure rahvastiku kiire kasvu pärast märksa suurem, sest globaalne rahvastikukasv ületas kahte protsenti aastas: sel juhul kahekordistuks arv umbes 35 aasta jooksul. Kui 2022. aasta novembris ületati sümbolne 8 miljardi piir, prognoosis ÜRO, et järgmine miljard lisandub mõnevõrra pikema aja, nimelt 15 aasta jooksul. ÜRO rahvastikuprognosi keskmise variandi järgi väheneb globaalne rahvastikukasv selle sajandi lõpuks nullini ja maailma rahvaarv hakkab vähenema. Niisuguse stsenaariumi järgi saaks maailma ajaloo kolmas oluline rahvastikukasv 21. sajandil läbi.

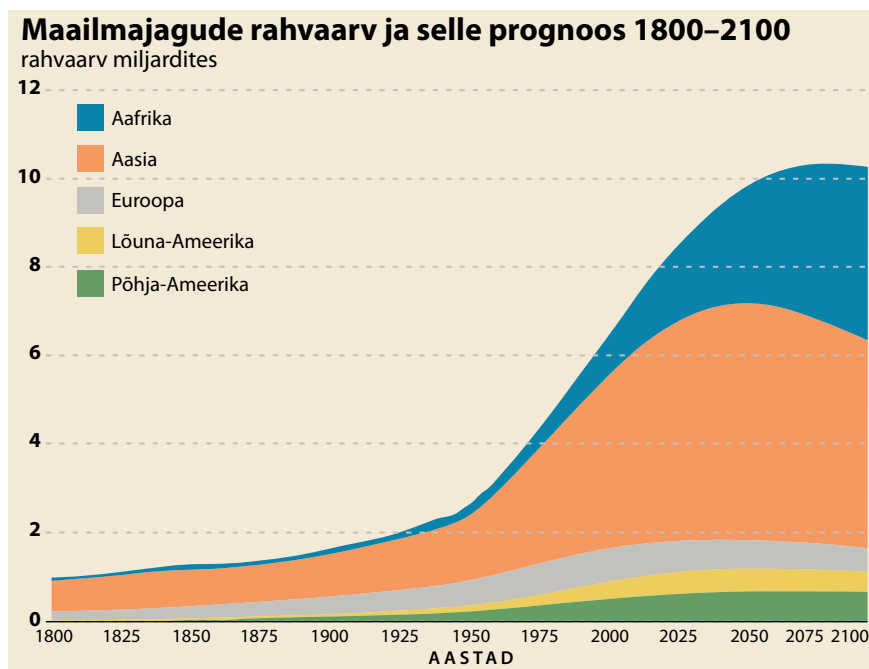
### Suured rahvaarvu muutused eelajaloost uusajani

Inimkonna teadaoleva eksistentsi algusest kuni majandusliku moderniseerumise alguseni 18. sajandil oli maailma rahvastiku kasv olnud väga aeglane. Jean-Noël Birabeni hinnangul on meie ajaarvamise algusele eelnenud ajal olnud kaks suuremat globaalset rahvastikukasvu. Esimene oli umbes 35 000 – 40 000 aastat tagasi. Toona inimeste arvukus kümnekordistus: umbes 600 000-lt kuni 6 miljonini. Oletatavasti kulges see kasv väga aeglaselt, st mitme tuhande aasta jooksul. Ilmselt suurenes rahvaarv tol ajal kütümise ja koriluse leviku tõttu. Nii enne kui ka pärast seda hüpet oli rahvastikukasv väga aeglane ja suures plaanis muutumatu.

Umbes 7000 aastat tagasi toimus teine suurem hüpe: rahvaarv suurenes üle kümne korra ja kerkis ligikaudu 100 miljonini. Ka seda kasvu võib seletada majanduse ja eluviisi teguritega: arenes põllumajandus ja kohalik kaubavahetus ning elanikkond muutus paiksemaks. See juhtus samuti mitme tuhande aasta jooksul, seega oli kasvutempo tänapäevaste arusaamade järgi väga aeglane.

Rahvast tekkis juurde vähehaaval, rahvastikutaaste erines praegusaegsest. Kuni 19. sajandini oli sündimus enamasti suur, sest toona pere suurust ei planeeritud. Suurt sündide arvu tasakaalustas suur suremus. Üsna suur osa inimesi suri noores eas; kõrge vanuseni elati pigem harva. Veel 19. sajandil iseloomustas Euroopa riike imikute ja väikelaste suur suremus: ligi neljandik või isegi kolmandik sündinutest suri esimesel eluaastal. Suremus ja sellest sõltuv keskmine oodatav eluiga oli suuresti tingitud välistest teguritest: toidainete puudus, haigused ja sõjad. See avaldub ka veel uusaja aeglasel rahvastikukasvus: 16. sajandi alguse ja 19. sajandi alguse vahel suurenes maailma rahvastik 458 miljonilt 968 miljonini ehk ligikaudu kahekordistus 300 aasta jooksul. Teisisõnu: aastane juurdekasv oli umbes 0,23%.

**Kuni 19. sajandini oli sündimus enamasti suur, sest toona pere suurust ei planeeritud. Suurt sündide arvu tasakaalustas suur suremus.**



Joonisel on rahvastiku prognoositud arvud esitatud alates 2022. aastast

Allikas: www.ourworldindata.com, ÜRO. World Population Prospects: The 2022 Revision

Niisiis on viimase paarisaja aasta vältel juhtunud midagi, mis on maailma rahvastiku paisutanud umbes kaheksakordseks, murdes aastatuhandetepikkuse aeglase kasvu.

### Rahvastikukasvu ja -languse taust

Tänapäevane hüpe globaalses rahvaarvus algas samal ajal 19. sajandil levinud majandusliku moderniseerumise ja industrialiseerimisega. Rahvastikuteadlased nimetavad seda muutust demograafiliseks üleminekuks. Selle käigus pikeneb inimeste oodatav eluiga, suuresti seetõttu, et laste ja imikute suremus väheneb drastiliselt. Teisalt hakkavad inimesed vabatahtlikult pere suurust plaanima ning eelistavad saada üha vähem lapsi. Seepärast hakkab sündimuskordaja kahanema, kuni nooremad põlvkonnad muutuvad varasematest järjest väiksemaks, mis pikema aja jooksul põhjustab rahvaarvu vähenemise.

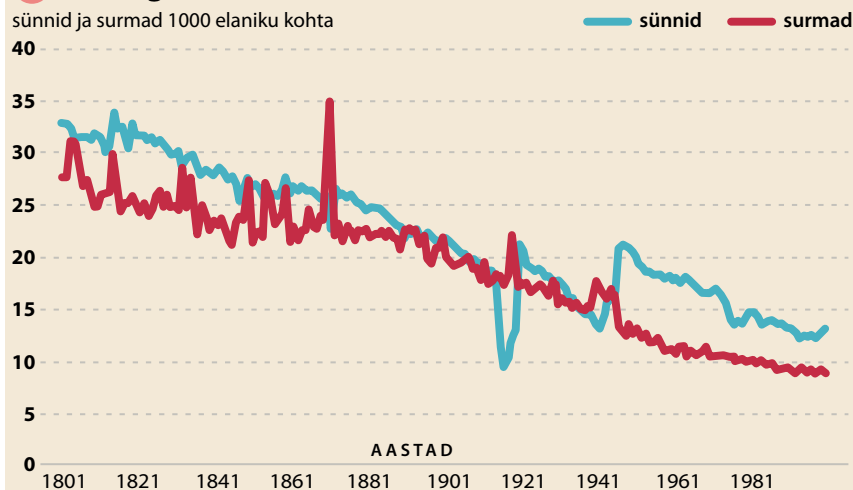
Mõne riigi või piirkonna demograafilist üleminekut võib iseloomustada järgmiste näitajatega: ülemineku alguse ajastus ja ülemineku kestus ning suremus- ja sündimuskordajate muutuse sarnasus. Nende näitajate põhjal saab suurel määral selgitada, miks maailma rahvastik kokkuvõttes veel mõnda aega suureneb, kuid mõnes piirkonnas võib üsna varsti hakata hoopis vähenema.

Ka rahvastikuteadusega vähe kokku puutunud inimestele on üldiselt teada, et ajaloo vältel ei ole sündimus- ja suremuskordajad vähenenud kogu maailmas samal ajal. Vähem teatakse, et kultuuriliselt üsna ühtses Euroopas hakkas sündimus eri piirkondades kahanema suuresti erineval ajal: vahe on olnud isegi ligi 100 aastat. Prantsusmaa provintssides hakkas sündimus vähenema 19. sajandi alguskümnenditel, kuid näiteks Hispaanias, Lõuna-Itaalias, Ida-Soomes ja mõnes Ida-Euroopa riigis alles pärast esimest maailmasõda. Varasemal ajal on Eesti demograafilise ülemineku algus dateeritud 1880. aastatesse, kuid viimase aja uurimuste järgi võis see alata mõni kümnend varem. Üldjuhul kestis vara-

**Tänapäevane hüpe globaalses rahvaarvus algas samal ajal 19. sajandil levinud majandusliku moderniseerumise ja industrialiseerimisega.**

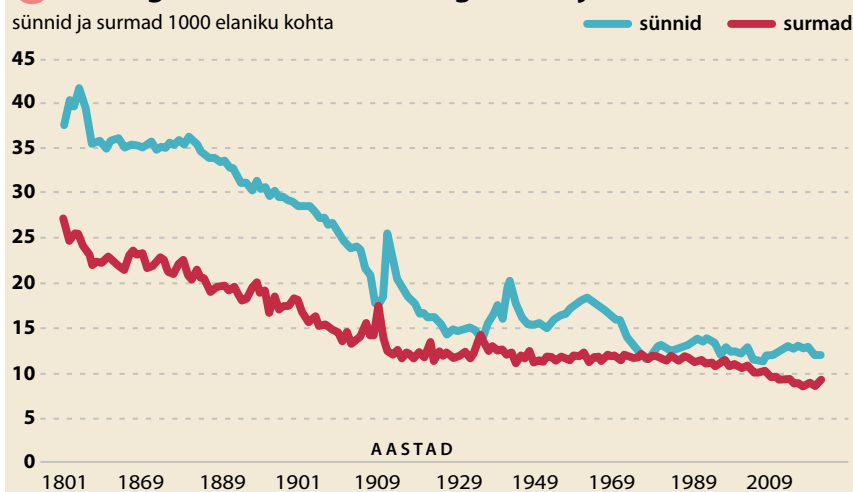
### 1 Demograafiline üleminek Prantsusmaal

sünnid ja surmad 1000 elaniku kohta



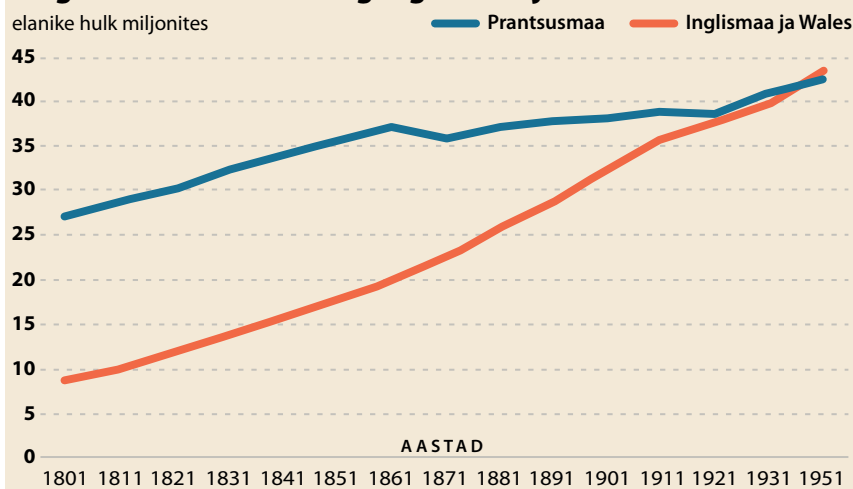
### 2 Demograafiline üleminek Inglismaal ja Walesis

sünnid ja surmad 1000 elaniku kohta



### 3 Rahvastikukasvu kiirus eri tüüpi demograafilise ülemineku käigus Prantsusmaal ning Inglismaal ja Walesis

elanike hulk miljonites



Joonisel 1 ja 2 on Prantsusmaa ning Inglismaa ja Walesi näitel esitatud kaht tüüpi demograafilise ülemineku. Kolmandal joonisel on näha, kuidas erineb eri tüüpi demograafilise ülemineku käigus rahvastikukasvu kiirus

Allikas: BR Mitchell. International historical statistics: Europe, 1750–2000. Palgrave MacMillan, 2003



FRANCIS HANNAWAY / WIKIPEDIA

**Mongode perekond Kongo Demokraatlikus Vabariigis. Aafrikas elab praegu 1,5 miljardit inimest ning suure sündimuse tõttu peaks rahvaarv saajandi keskpaigaks kasvama veel miljardi võrra**

sema sündimuslangusega maades demograafiline üleminek kauem, ent hilisematel alustajatel kulges see kiiremini. Sündimusüleminek loetakse lõppenuks, kui sündide arv naise kohta on langenud allapoole nn taastetaset (tänapäeval võetakse selleks üldjuhul 2,1 last). Varasemat üleminekut kogenud Euroopa maades juhtus see juba 20. sajandi alguskümnenditel, Eestis kahe maailmasõja vahel.

Olenevalt sellest, kas suremuskordaja ja sündimuskordaja vähenevad enam-vähem samal ajal või kahaneb sündimus hiljem, võib demograafilise üleminekuga kaasneda mõõdukas või hoopis väga kiire rahvastiku juurdekasv. Illustreerime seda kahe demograafilise ülemineku võrdlusega.

Näiteks Prantsusmaal, kus sündimus hakkas vähenema varem kui teis-

tes riikides ja kestis pikema aja jooksul, oli rahvastiku juurdekasv mõõdukas. Kuigi 19. sajandi alguses oli Prantsusmaa Euroopa kõige suurema rahvastikuga riik, suurenes selle rahvaarv 19. sajandi kestel kõigest kolmandiku võrra, 30 miljonilt 40 miljonini. Kontrastiks võib tuua Suurbritannia demograafilise ülemineku, kus sündimuse tase jäi aastateks kõrgeks ka pärast seda, kui suremus oli hakanud vähenema. Selle tõttu Suurbritannia rahvastik 19. sajandil enam kui kolmekordistus: umbes 9 miljonilt 30 miljonini. Samamoodi kiiresti suurenes rahvaarv ka mitmel pool Mandri-Euroopas, nt Saksamaal ja Itaalias.

Demograafilise ülemineku järel jääb sündimus enamasti taastetasemest (umbes kaks last naise kohta) väiksemaks või selle lähedusse. Leidub siiski erandeid. Näiteks teise maailmasõja järgne nn beebibuum, kui mitmes riigis, mis olid juba demograafilise ülemineku käigus jõudnud taastetasemest madalama määrani, tõusis sündimus tagasi märksa kõrgemale tasemele (vt nt joonist Prantsusmaa ja Suurbritannia kohta). See oli siiski aju-

tine nähtus: järgmistel kümnenditel oli sündimus jälle väiksem. Beebi- buumi-aegsed suured sünnipõlvkonnad on nüüdseks jõudnud pensioniikka, mis on hea näide selle kohta, kuidas sündimuse lühiajaline suur kõikumine mõjutab veel palju aastakümneid hiljem rahvastiku vanuskoostist ja selle kaudu ühiskonna toimimist.

### **Demograafilise ülemineku levik üle maailma**

Sündimusüleminek sai alguse Euroopast: kõigepealt 19. sajandi alguses Prantsusmaal, seejärel sajandi keskpaigas Põhja- ja Lääne-Euroopas. Euroopa riikides rahvaarv mitmekordistus, kuid maailma mastaabis oli selle mõju suhtelise väiksuse tõttu võrdlemisi väike: 19. sajandi jooksul suurenes kogu maailma rahvaarv umbes 66%.

Globaalne rahvaarvu kasvutempo kiirenes tunduvalt, kui demograafiline üleminek jõudis teise maailmasõja järel ka ülejäänud maailmajagudesse. Selle tõttu maailma rahvastiku aastane kasvutempo umbes kahekordistus, ületades kahe protsendi piiri. 20. sajandi teisel poolel suurenes rahvas-

**Varasemal ajal on Eesti demograafilise ülemineku algus dateeritud 1880. aastasse, kuid viimase aja uurimuste järgi võis see alata mõni kümnend varem.**

tik kiiresti siiski peamiselt Aasias. Aastatel 1950–2000 suurenes sealne rahvaarv üle kahe ja poole korra, 1,4 miljardilt 3,8 miljardini. Praeguseks on võrreldes aastatuhandevahetuse seisuga Aasiasse lisandunud veel umbes miljard inimest, kuid sealgi on kasv jäämas ajalukku. Kogu Aasia keskmine sündide arv naise kohta vähenes 2020. aastal alla kahe lapse ning ÜRO prognooside järgi peaks see suundumus jätkuma: juba alates selle sajandi keskpaigast peaks rahvaarv Aasias, aga ka Euroopas ja Lõuna-Ameerikas, hakka- ma vähenema.

Viimasena on demograafiline üleminek alanud Aafrika mandril. Suure sündimuse tõttu, mis prognooside põhjal jääb taastetasemest kõrgemale kuni sajandi lõpuni, on sel sajandil suuremat rahvastikuskasvu oodata Aafrikas. Veel aastatuhandevahetuse ajal oli Aafrika rahvaarv natuke üle 800 miljoni, nüüd aga 1,5 miljardit ning sajandi keskpaigaks lisanduvat veel miljard inimest. ÜRO viimaste prognooside järgi lakkab Aafrika rahvaarvu kasv alles 21. sajandi viimastel kümnenditel. Kui see ennustus tõeks osutub, on Aafrika rahvaarv 21. sajandi lõpus 17 korda suurem kui aastal 1950. Ent pikkade prognooside veamäärad on siiski seda suuremad, mida kaugema aja kohta ennustusi tehakse; aastaks 2100 prognoositud Aafrika rahvaarvu 95-protsendiline usaldusintervall jääb vahemikku 3 miljardit kuni 5,5 miljardit.

ÜRO prognoosi kohaselt peaks maailma rahvaarv selle sajandi keskpaigaks suurenema 10 miljardini. Eelajalooliste rahvastikuplahvatustega võrreldes on demograafiline üleminek toonud kaasa maailma rahvastiku kümnekordistumise vähem kui kolme sajandi jooksul.

### **Rahvastik sündimusülemineku järel: kas stabiilsus või kahanemine?**

Demograafilise ülemineku järel jääb sündimustase üldjuhul allapoole taastetaset. Ent tänapäeva riikide puhul võib see siiski tähendada väga erinevat taset. Paljudes varase demograafilise üleminekuga maades on pärast ülemineku lõppu püsinud laste arv naise kohta taastetaseme lähedal või ei ole langenud sellest kuigi palju madalamale. Seega on pealetulnud põlvkonnad suutnud asendada varasemaid.

Ühtlasi elavad inimesed järjest kauem ning see on toetanud rahvaarvu kasvu. Mitu varase demograafilise üleminekuga maad on suutnud hoida taastetaseme lähedast sündimust ka pärast seda, kui teise maailmasõja järel oli sündide arv pärast beebibuumi vähenenud. Teisalt on Euroopas riike, nt mitu Lõuna- ja Ida-Euroopa maad, kus 20. sajandi lõpus ja 21. sajandi alguses on sündimus vähenenud tunduvalt allapoole taastetaset. Itaalia ja Hispaania summaarne sündimuskordaja (keskmine naise elu jooksul saadav laste arv, kui eeldada vaadeldava perioodi sündimuskäitumise jätkumist) vähenes 1980. aastatel alla 1,5 ja pole sellest enam kõrgemale tõusnud.

Drastilisema näite hilisema ja väga järsu sündimuslanguse kohta võib tuua Aasiast. Lõuna-Korea demograafilise üleminekuga kaasnes järsk sündimuse langus väga madalale tasemele. Kui veel 1960. aastatel sündis Lõuna-Koreas üle viie lapse naise kohta, siis 1980. aastatel alla kahe ning 21. sajandil veel ligi kaks korda vähem ehk alla ühe lapse naise kohta. ÜRO prognooside järgi peaks Lõuna-Korea sündimus küll veidi taastuma, kuid praeguste väikeste sünnipölvkondade tõttu väheneb rahvaarv tõenäoliselt vältimatult. Lõuna-Korea rahvastik, mis on võrreldes 1950. aastaga suurenenud kahe ja poole kordseks, kahaneb prognoosi järgi selle sajandi lõpuks umbes suuruseni, mis oli 20. sajandi keskpaigas.

Võrdluseks: Eestis lõppes demograafiline üleminek, st sündimuse esmane langus alla taastetaseme, umbes 60 aastat varem kui Lõuna-Koreas. Väga väike sündimus on Eestis olnud pigem harv (nt 1990. aastatel ja 2000. aastate alguses) ning prognooside järgi jääb umbes samasuguseks nagu viimastel pandeemia-eelsetel aastatel, seepärast näevad ÜRO kavad ette, et ka Eesti rahvaarv väheneb märksa aeglasemalt.


**Juba aastakümneid on rahvastikuteaduses levinud teooria, mille järgi ajendavad väikest sündimust muutunud väärtushinnangud: rohkem tähtsustatakse eneseteostust väljaspool kodu, töist karjääri ja vaba aega, mida laste kasvatamise kõrvalt palju üle ei jääks.**

### **Rahvaarvu kahanemine Euroopas**

Keskendume ÜRO prognoosile Euroopa regioonide kohta ja jätame kõrvale raskemini ennustatava rände mõju (minevikus on see oluliselt mõjutanud näiteks Eesti rahvaarvu kasvu ja kahanemist 20. sajandi teisel poolel). Nõnda ilmneb asjaolu, et rahvastiku kahanemise kiirus tulevikus seostub sellega, millist sündimustaset regioonile tulevikus ennustatakse, ning sellega, kui madalale oli sündimustase 21. sajandi alguses kukkunud. Ainult Põhja-Euroopale, mis on suutnud vältida väga väikese sündimusega perioode, pakutakse rahvaarvu stabiliseerumist selle sajandi teisel poolel. Ülejäänud Euroopa piirkondades on kõnealune näitaja kas juba hakanud kahanema (Lõuna- ja Ida-Euroopas) või algab see sajandi keskpaigas (Lääne-Euroopas).

### **Milles peituvad väikese sündimuse põhjused?**

Euroopa riikides varieerub sündimus üsna suurel määral. Neid pikaajalisi erinevusi on seletatud peamiselt sellega, et tööd ja pereelu on raske ühitada. Just väikese sündimusega maadele on omane suurem ebakindlus tööturul eemale jäämise tõttu ja seega lastevanemate suurem määramatus tuleviku ees. Suurema sündimusega maades on eeldatavasti oma osa etendanud tööturupoliitika, mis soodustab töötamist ja laste saamist. Viimaste aastate kahanevat sündimust aga võiks põhjendada majandusliku ja üldise ebakindlusega eri kriiside mõjul, mille tõttu kipuvad inimesed tähtsaid otsuseid üldjuhul edasi lükkama. Juba aastakümneid on rahvastikuteaduses levinud teooria, mille järgi ajendavad väikest sündimust muutunud väärtushinnangud: rohkem tähtsustatakse eneseteostust väljaspool kodu, töist karjääri ja vaba aega, mida laste kasvatamise kõrvalt palju üle ei jääks. Rohkem tuntakse tänapäeval muret globaalsete probleemide pärast. Seetõttu ei ole välistatud, et isegi tulevikus kiirelt kahaneva elanikkonnaga maades tasub osa inimeste arvates loobuda järglastest maailma ülerahvastatuse pärast. •

 **Martin Klesment** (1976) on Tallinna ülikooli Eesti demograafia keskuse vanemteadur ning Tartu ülikooli ajaloo ja arheoloogia instituudi uuema ajaloo külalisprofessor. Doktoritööõs uurinud Eesti sündimusalasid 20. sajandi teisel poolel.

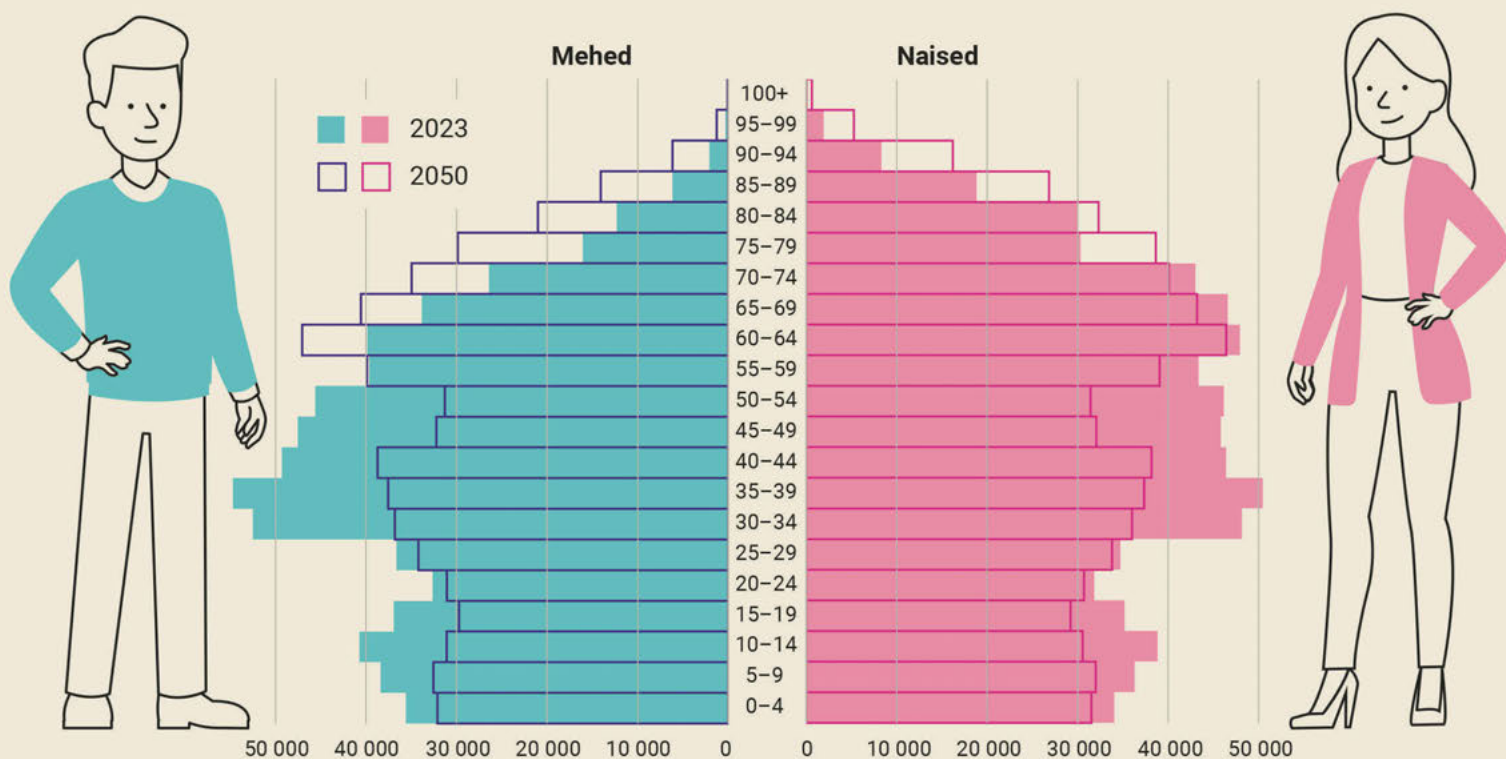
# Rahvastikupüramiid aitab mõtestada rahva ajalugu, praegust seisut ja tulevikku.

Eesti rahvastikupüramiid aastal 2023 ei meenuta enam püramiidi, vaid pigem vurri, nagu paljudel teistel meie kandi riikidel.

Veel näeb II maailmasõja mõju: 80–84-aastaseid naisi on sama palju kui 75–79-aastaseid. Mehed elavad keskmiselt 9 aastat vähem ja nende sõjaaja-saatust graafik enam ei näita. Tõsi, püramiidi viieaastased vanusevahemikud langevad praegu täpselt II maailmasõja keskele, siludes ebakõlasid. Püramiidi tipus torkab silma teine endistele idabloki riikidele omane joon – naiste osakaal ületab meeste oma kohati mitmekordselt. 90-aastastest ja vanematest 19% on mehed, Euroopa Liidu keskmine on 27%.

Kogu Euroopa rahvastik vananeb. Eestis on mediaanvanus 42 aastat, EL keskmine on 44. Jagades rahva mõtteliselt kolmeks – alaealised, tööealised ja pensioniealised (65 ja vanemad) näeme 20–60–20 suhet. Sajandi alguses oli sama suhe 23–62–15.

Püramiidi jämedaimas osas on 30–34 ja 35–39 aastased, nn laulva revolutsiooni lapsed. Absoluutarvudes on Eestis enim 34-aastaseid (22123) ehk 1,62% elanikkonnast. Arvukaimad aastakäigud on vanusevahemikus 32–39. 1990ndatel kukkus sündimus järsult: 30-aastaseid elab Eestis 17848, 20-aastaseid vaid 12911. 2010ndatel sündide arv pisut taastus, kuid kuna suured põlvkonnad on pereloomise east väljumas, on sündide vähenemine paratamatu. Mullu sündis Eestis rekordiliselt vähe lapsi, kuid ennekõike ebakindla aja tõttu. Rekordväikest sündimust ilmestab tõsiasi, et 0-aastaseid elab Eestis sama palju kui 75-aastaseid.

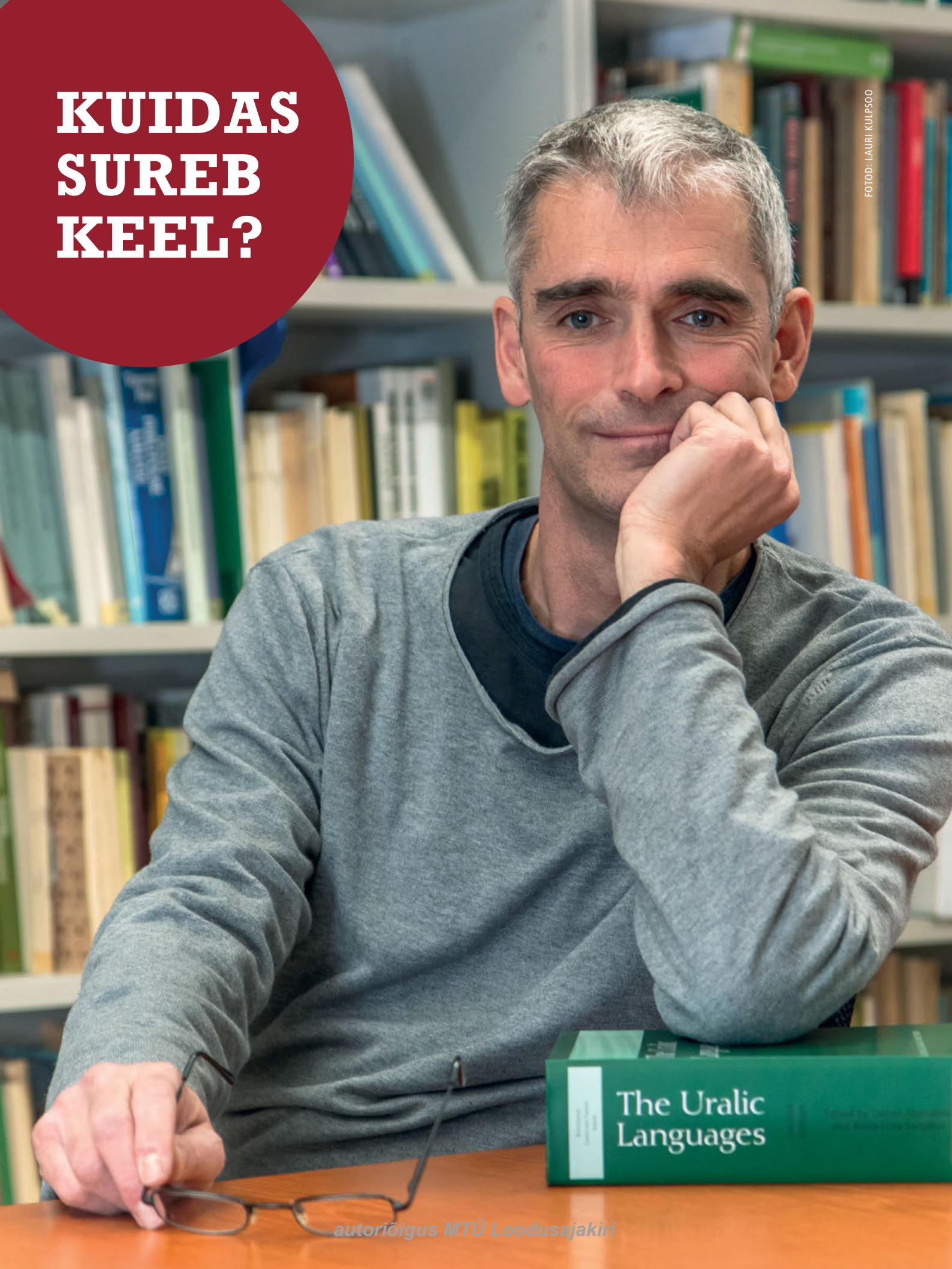


Püramiidile on märgitud ka statistikaameti 2019. aastal koostatud rahvastikuprognosis 2050. aasta kohta. See näeb ette summaarse sündimuskordaja tõusmist 1,81 lapseni naise kohta, oodatava eluea pikenedamist ning iga-aastast positiivset rändesaldot (1500 inimest). Prognosis näitab üheselt, et Eesti rahvastik jätkab vananemist. Alaealiste, tööealiste ja pensioniealiste suhe on 2050. aastaks 18–54–28 ehk kahe tööealise kohta on üks pensioniealine. Tõsi, küllap on selleks ajaks ka pensioniiga tõusnud. Arvukaimaks rühmaks on 61-aastased. Hetkel leiab sarnaseima pildi Jaapanist, kus 29% elanikkonnast on vähemalt 65-aastased.

Alates 2019. aastast on toimunud hulgaliselt murrangulisi protsesse. Pandeemia kasvatas ajutiselt surmade arvu 2000ndate alguse tasemele, majandusliku ja poliitilise ebakindluse tõttu kukkus sündide arv kivi ja 2022. aastal saabus Eestisse püsivalt elama ligi 50 000 inimest (32 630 Ukrainast), seejuures rändesaldo oli pea 40 000 inimesega positiivne. Prognosimine on muutunud palju keerulisemaks, kuid kasvanud on vajadus uue prognoosi järele, mis arvestaks toimunud muutuseid. Ka 2023. aasta rahvaarv ületab nelja aasta tagust prognoosi 46 000 inimese võrra. Seetõttu avaldab statistikaamet järgmisel suvel uue rahvastikuprognosisi.

# KUIDAS SUREB KEEL?

FOTOD: LAURI KULPSOO



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



**Heidame pilgu läänemeresoome keelte, meie lähimate keelesugulaste olukorrale: vähemalt üks neist on välja surnud ja kolme-nelja seisu võib hinnata kriitiliseks. Millest algab keele väljasuremine, kuidas see välja näeb ja kas meil on põhjust ka eesti keele pärast muret tunda, uuris Tartu ülikooli läänemeresoome keelte professorilt PETAR KEHAYOVILT Helen Rohtmets-Aasa.**

**Kui palju keeli kuulub läänemeresoome keelte hulka? Millised neist on praegu kõige elujõulisemad ja millised kõige viletsamas seisus?**

Traditsiooniliselt peetakse läänemeresoome keelteks seitset keelt. Need on suuruse järjekorras soome, eesti, karjala, vepsa, isuri, liivi ja vadja keel. Tänapäevaks on üks neist surnud, aga tekkinud on ka uusi läänemeresoome keeli, nagu näiteks meä keel Rootsis. Selline keeleteke ei ole küll nähtus, mida uurib traditsiooniline keeleteadus, vaid tegemist on poliitilis-kultuurilise protsessiga. Kui meä keele kõnelejaskond elaks Soome piires, siis peetaks seda üheks soome keele murrakuks: põhimõtteliselt on meä keel väga sarnane neile soome keele murretele, mida kohe sealsamas piiri taga räägitakse. Kuna meä keele kõnelejaskond elab aga Rootsis ja on elanud seal sajandeid, on sellele antud ametlikult vähemuskeele staatus. Kirjutatakse meä keele grammatikaid, selles keeles antakse välja raamatuid.

Välja on hiljuti surnud vadja keel. Enam ei leidu inimesi, kes räägiks seda emakeelena; sarnane on ka liivi keele olukord, selle erinevusega, et liivi keele vastu on suur huvi ja seda õpitakse palju. Leidub küll inimesi, kes on neid keeli lapsepõlves kuulnud, aga pole neid omandanud, oskavad öelda ehk mõningaid lauseid, aga need pole enam nende emakeeled.

Nii et raske öelda, kui palju läänemeresoome keeli tänapäeval täpselt on, kui ühed surevad ja teised nii-öelda teki- ja juurde.

**Oled öelnud, et väikesed läänemeresoome keeled on meile nii omad kui ka võõrad. Selgita palun seda mõtet!**

Alustame sellest, miks nad on meile omad: tegemist on meie lähimate keelesugulastega, kõik eestlased on seda koolis õppinud. Miks nad on võõrad? Kui eestlane satub kuulama näiteks vepsa keelt või mõnda karjala murret, võib see olla talle üsna võõrastav. Esiteks võib tunduda, et neis on väga tugev vene keele mõju ja üllatav võib olla seegi, et ta ei saa neist keeltest eriti hästi aru. Ja muidugi on nende keelte rääkijad kultuuriliselt üsna erinevad. Nad on elanud Venemaal, nad on õigeusklikud, nii et nende keeles ja kultuuris võib olla üsna palju võõrast. Me ei ole üldjuhul harjunud niimoodi mõtlema, et meie lähimad keelesugulased on meile tegelikult võõrad. Aga võib-olla muudab just see need keeled meie jaoks huvitavamaks ja atraktiivsemaks.

**Raske öelda, kui palju läänemeresoome keeli tänapäeval täpselt on, kui ühed surevad ja teised nii-öelda teki- ja juurde.**

**Milline läänemeresoome keel on eesti keelega kõige sarnasem? Kas liivi keel?**

See sõltub sellest, mida me eesti keeleks peame. Ilmselt on vadja keel eesti keelele siiski kõige lähedasem, sest eesti kirjakeel põhineb põhjaeesti keelel ja vadja keel on põhjaeesti idamurde sugulane. Seejärel tuleb liivi keel.

**Millistest vaatenurkadest läänemeresoome keeli uuritakse?**

Eestis ja läänemeresoome keeleteaduses laiemalt on olnud valitsev uurimissuund keeleajalugu, mis tähendab, et uuritud on peaaesjalikult keeltevahelisi sugulussuhteid: kuidas on läänemeresoome keeled omavahel suguluses ja kuhu nad paigutuvad uurali ja soome-ugri keelkonna sees. Näiteks, mis on läänemeresoome keeltele sarnast saami või mordva keeltega, mis on nende järgmised sugulased.

Samas on aeg näidanud, et läänemeresoome keelte uurimine võib pakkuda huvitavaid avastusi ja andmeid ka üldkeeleteadusele. Läänemeresoome keeltes esineb asju, mis ei ole maailma keeltes kuigi sagedased. Näiteks on suhteliselt haruldane meie kolmevärteline häälikustüsteem või siis see, et läänemeresoome keeltes on väga palju kõneviise: käskiv, tingiv ja mõnedes neist ka möönev, võimalikkuse ja vajalikkuse kõneviis. Meie avastusi nende eripärade uurimisel saab väga edukalt väljapoole müüa, teadlased mujal maailmas saavad neid oma töödes kasutada.

Kolmas vaatenurk, millest neile keeltele läheneda, on keelekontaktid. Oma ajaloo jooksul on läänemeresoome keeled olnud kontaktis väga erinevate keeltega, sealhulgas sellistega, mis on nüüdseks välja surnud. Omaette põnev teema on seejuures segakeelte uurimine: kas on olemas keeli, mis on kahe keele segu, nii et ei ole võimalik öelda, et tegu on keelega *a*, millel on väga tugev keele *b* mõju või siis vastupidi. Läänemeresoome keelte hulgas on sellised juhtumid olemas ja see on suhteliselt haruldane. Näiteks Ingerimaal räägitakse alamluuga murret, mis on ilmselt segakeel. Traditsiooniliselt oleme pidanud seda isuri keele murreks, aga nüüd väidavad meie kolleegid siins instituudis, et tegemist on segakeelega. Ja vastupidi, sealsamas lähedal oli üks „vadja“ murre, millega on sama lugu.

Selline avastus on huvitav ka rahvusvaheliselt, mitte üksnes meile endile, ja meie eesmärk ongi ju luua sellist teadust, mis huvitaks paljusid teadlasi, mitte üksnes väga väikest ringkonda.

**Mis allikate põhjal läänemeresoome keeli uuritakse ja kui kaugemale need allikad võimaldavad meil ajas tagasi minna?**

Kui vaadata kõige varasemat ajalugu ehk perioodi, mil kirjasõna veel ei olnud, on tähtsal kohal allikad, millega töötavad teiste distsipliinide esindajad, nagu näiteks arheoloogid, geneetikud ja ajaloolased. Seega on nende jaoks, kes uurivad keelte eelajalugu, äärmiselt tähtsal kohal koostöö geneetikute, arheoloogide ja ajaloolastega ning meie instituudil on suurepärase näide sellise interdistsiplinaarse koostöö kohta olemas. Sel juhul on tähtis, et uurimisküsimus kõnetaks kõiki neid distsipliine: näiteks küsimus, kus asus uurali keelte algkodu, ei ole huvitav mitte üksnes keeleteadlastele.

Umbes 15.–16. sajandist on meil aga juba kasutada tekstid ja mida lähemale me ajas tuleme, seda rohkem me sellesse materjali upume. Kuna kirjalikku materjali on tohu-

tult palju, on uurijad tegelenud peaauglikult nende materjalide töötlemisega, ja ilmselt just seetõttu on olnud hili-sema aja uurijatel teiste distsipliinidega vähem koostööd. Meil on arhiivides väga palju väga häid materjale, mille hulka kasvab hüppeliselt 19. sajandi teisest poolest, sealhulgas välitöödel lindistatud või kirja pandud materjale, mida tasapisi ka välja antakse. Kui liikuda meile ajas veelgi lähemale, siis on neid materjale ka järjest enam digiteeritud. Ja vähe sellest, neist koostatakse nüüd ka keelekorpuseid, mille kaudu saab täpset teavet sisestatud materjali, näiteks transkribeeritud intervjuude keelestruktuuri, sõnajärje või muu uurijat huvitava kohta. Selliste vahenditega on võimalik uurida keelt üha väiksema vaevaga.

### **Enamik väikeste läänemeresoome keelte rääkijaid elab Venemaal. Kuidas see teie uurimistööd mõjutab, et enam ei ole võimalik käia idapiiri taga materjali kogumas?**

Oleme viimastel aastakümnetel kogunud Venemaal nii tohutult materjali, et kui idapiir isegi järgmised 20 aastat uurijate jaoks kinni on, siis ma arvan, et meil seda materjali, mille kallal töötada, jätkub.

### **Kas seda ohtu ei ole, et uurimisobjektid surevad lähikümnendil välja?**

Vadja keelt võib pidada väljasurnuks, kuid Venemaal kõnel-dakse veel karjala murdeid ning vepsa ja isuri keelt. Neist ühegi seis ei ole hea. Hiljuti ilmusid Venemaa 2020. aasta rahvaloenduse andmed, kust leiab teavet ka selle kohta, mil-lisesse rahvusrühma ütles inimene end kuuluvat. Samuti koguti andmeid inimeste keelteoskuse, sealhulgas emakeele-oskuse kohta ja küsiti isegi seda, kui palju nad üht või teist keelt iga päev kasutavad.

## **PETAR KEHAYOV**

- Sündinud 22. mail 1972 Sofias Bulgaarias
- 1992–1993 ajalooõpingud Sofia ülikoolis (lõpetamata)
- 1995–2000 bakalaureuseõpe Tartu ülikoolis (TÜ)
- 1997–1998 vahetusüliõpilane Oulu ülikoolis (soome filoloogia, põhjasaami keel)
- 2000. aastal lõpetas TÜ-s eesti keele võõrkeelena (kõrvalaine uurali keeled), 2003. aastal kaitses samas teadusmagistritöö eesti keele erialal
- 2005–2006 külalisdoktorant Antwerpeni ülikoolis
- 2008. aastal kaitses TÜ-s doktoritöö „Balkani ja Baltikumi keelte evidentsiaalsussüsteemid areaal-tüpoloogilisest perspektiivist“
- 2011 ja 2012 järel doktor Regensburgi ülikoolis, 2013–2016 järel doktor Ida- ja Kagu-Euroopa uuringute doktorikoolis Regensburgis ja Münchenis
- 2016. aastal habiliterus Müncheni Ludwig Maximiliani ülikoolis soome-ugri keeleteaduse erialal
- 2004–2005 bulgaaria keele lektor TÜ keeltekeskuses
- 2004–2016 TÜ eesti ja üldkeeleteaduse instituudis eesti keele teadur, seejärel vanemteadur
- 2017–2020 Leibnizi Ida- ja Kagu-Euroopa uuringute instituudi vanemteadur
- 2020–2021 Müncheni ülikooli soome-ugri keelte professori kohuse-täitja
- 2022. aasta veebruarist TÜ läänemeresoome keelte professor
- Peale arvukate teadusartiklite avaldanud kaks monograafiat, kaastõimetanud Euroopa keelte tüpoloogiat käsitleva kogumiku „Complementizer Semantics in European Languages“ ja osalenud keeleteemalise kooliõpiku kirjutamisel.

## **Keele väljasuremisest saab rääkida hetkest, kui vanemad lakkavad oma lastega selles keeles rääkimast. Peale kasvab põlvkond, kus vanemad ei pea seda enam tähtsaks.**

Probleem on aga selles, et need andmed on leidnud Venemaal palju kriitikat. Sotsiaalteadlased on öelnud, et need on väga ebatäpsed, ja me ei tea, kuidas loendajad väikestes kohtades käitusid. Näiteks pole kindel, et intervjuusid tehti isiklikult, võib-olla pandi lihtsalt inimesi kirja selle järgi, mida naabrid ütlesid. Igal juhul on selle loenduse tulemu-sed äärmiselt masendavad. Näiteks on karjalaste arv 2010. aastal tehtud loendusega võrreldes vähenenud kaks korda. See tähendab, et poole vähem inimesi ütles, et nad on karjalased, ning karjala keele oskajate arv on langenud veelgi enam. Kas langus on tõesti olnud nii suur või pole inimesed mingil põhjusel öelnud, et nad on karjalased, või on rahvaloendajad olnud väga lohakad, seda me ei tea.

Võib küsida, kas nende keelte säilimise võiks tagada aktiivne kogukond, kes tegeleb keele hoidmisega. Paraku ei tähenda see, et keel jääb kindlasti ellu, sest kogukond, üks-kõik kui aktiivne see ka poleks, koosneb väikesest hulgast inimestest ja me ei tea, kuivõrd nende entusiasm keelt elus hoida kogu keele kõnelejaskonna seas levib.

Üldiselt ei ole Venemaal elavate läänemeresoome keelte rääkijate hulgas väga tugevat rahvustunnet ja arusaama, et keelt peab reaktiivselt elus hoidma. Venemaal on praegu küll väikeste keelte säilitamiseks väga palju aktivismi, kuid see ei taga nende keelte säilimist.

### **Mis hetkest saab keelt nimetada väljasurevaks? Millal väljasuremine algab?**

Üldiselt saab keele väljasuremisest rääkida hetkest, kui vanemad lakkavad oma lastega selles keeles rääkimast. Peale kasvab põlvkond, kus vanemad ei pea seda enam täht-saks. Nad võisid küll ise oma vanematega veel selles keeles rääkida ja saada selle emakeelena korralikult selgeks, aga oma lastega nad seda keelt enam ei räägi või teevad seda harva. Sellest hetkest hakkabki keelesurm pihta, aga see on pikk protsess, mis võib kesta kaua, ulatuda isegi üle põlv-kondade. Ja see lõpeb siis, kui sureb viimane inimene, kes kõneleb seda keelt emakeelena.

Keelte elujõulisus ei sõltu aga alati nende kõnelejate arvust. Nende läänemeresoome keelte, mida Venemaal rää-gitakse, kõnelejaskonnad on suhteliselt väikesed. Aga Venemaa on ka palju suuremaid soome-ugri keeli, näiteks komi ja udmurdi keel ning mordva keeled ersa ja mokša. Kuigi mokša keelt räägib teadaolevalt üle saja tuhande inimese, on nende seas vähe alla 30-aastaseid inimesi. See tähendab, et pealtnäha on keel justkui täies elujõus, kui sel on seda-võrd palju kõnelejaid, aga me võime olla üsna kindlad, et paarikümne aasta pärast väheneb mokša keele oskajate arv drastiliselt. Seega ei pruugi suur kõnelejate arv tagada, et keel poleks ohustatud või välja suremas. Ja vastupidi, maailmas on keeli, mille kõnelejaskond on olnud aastasadu sta-biilselt väga väike. Näiteks on see tihti nii raskesti ligipääse-tavates orgudes mägede vahel, kus elavad kogukonnad on küll väikesed, kuid nende keel ei ole ohustatud.

### **Kas keele väljasuremisel juhtub midagi ka keele endaga?**

Kõige lihtsamalt öeldes keel lihtsustub. Seejuures leiab aset kaks silmapaistvat protsessi. Üks on see, et keeles muutub

järjest tugevamaks peale tuleva võõrkeeke ehk kontaktkeeke mõju. Läänemeresoome keelte puhul on selleks tavaliselt vene keel. See tähendab, et käibele võetakse järjest enam venekeelseid sõnu ja grammatilisi konstruktsioone, kuniks see keel meenutab ühel päeval juba rohkem vene kui mõnda läänemeresoome keelt. Teiseks, kui lapsed keelt oma vanematelt enam korralikult ei omanda, muutub see nende kasutuses järjest lihtsamaks. Tekib selline lihtsustatud struktuuriga keel. Need ongi kaks peamist muutust, mida me keelesurma puhul tähele paneme.

Agaga muutusi on muidugi teisigi. Tihti ei suhtle viimased keele kõnelejad enam omavahel. Enamasti on tegu vanade inimestega, kes elavad eri külades, ja oleme täheldanud, et nende idiolektid – idiolektiks nimetatakse ühe inimese keelt – kasvavad lahku. Näiteks kui hääbuval keelel on kümme kõnelejat, kes elavad kõik eri külades ega suhtle omavahel, siis on nende idiolektide erinevused suuremad kui kümne eestlase idiolektide erinevused. See tähendab, et kui keelt ei kasutata, selles ei suhelda, siis erinevused kasvavad. See on iseenesest huvitav nähtus, mida uurida.

### **Oled märkinud, et väiksemate läänemeresoome keelte kõnelejad ei näe oma keele kadumises erilist traagikat. Kas võib öelda, et nende keelte kadumine on traagiline eelkõige teadlastele, kes kaotavad oma uurimisobjekti?**

Kindlasti on see traagiline teadlastele, aga ka laiemale avalikkusele, sest eestlased ja soomlased on õppinud mõtlema neist keeltest kui oma sugulastest, ja mõte sellest, et nad nüüd välja surevad, tekitab tunde, justkui me jääksime seeläbi ka ise millestki ilma. Me oleme harjunud niimoodi mõtlema. Omaette küsimus on, kuidas palju maailmas mõne väikese keele väljasuremisest tegelikult kaotab ja kui traagiline on nende keelte väljasuremine nende keelte kõnelejatele endile. Minu kogemus ütleb, et see ei ole nende endi jaoks liiga traagiline. Nad on ise selles protsessis sees ja mingis mõttes sõltub see väljasuremine ju nende endi valikutest. Inimesed langetavad oma elus valikuid ja võib-olla tundub valik mitte rääkida oma lastega enam oma emakeelt üksikisiku meelest täiesti ratsionaalsena. See on nende õigus lasta oma keelel välja surra.

### **Küllap teeb meile nende keelte väljasuremise korral muret, et koos keelega sureb välja ka kultuur.**

Tõsi, aga siin on ikkagi väga suur pingeline üksikisiku õiguste ja kollektiivsete õiguste vahel. Meie õigussüsteem lähtub ennekõike isiku õigustest. Isik on vaba langetama teda ennast puudutavaid otsuseid ja alles siis järgnevad sellele kollektiivsed õigused, nagu kultuuri kaitse ja muu selline. Vene võimud on muide kasutanud seda väga osavasti ära. Nimelt kehtib Venemaal reegel, et paigus, kus räägitakse mõnda suuremat soome-ugri keelt, peab andma lastele võimaluse selles keeles õppida. See võib olla kohustuslik või siis antakse vanemate valida, kas nad soovivad, et nende lapsed õpiksid nende emakeeles. Ja väga tihti vanemad ei soovi seda ja siin tulebki ilmsiks konflikt üksikisiku valikute ja seisukoha vahel, et keel peab iga hinna eest säilima. Ja

**Inimesed langetavad oma elus valikuid ja võib-olla tundub valik mitte rääkida oma lastega enam oma emakeelt üksikisiku meelest täiesti ratsionaalsena. See on nende õigus lasta oma keelel välja surra.**



nagu öeldud, on Vene võimud seda osavasti ära kasutanud, öeldes, et esikohal on ikkagi üksikisiku õigused: me ei saa sundida inimesi õppima seda, mida nad õppida ei taha.

Omaette küsimus on Vene riigi enda mõjutustegevus ja ühiskondlik surve, mis paneb inimesi oma keelest loobuma. Aga me peaksime siiski olema selles vaidluses ettevaatlikud. Lääne liberaalse ühiskonna esindajatena lähtume ise alati individuaalsetest õigustest, aga selles küsimuses seisame väga tugevalt kollektiivse õiguse eest ja leiame, et kõik Vene vähemusrahvad peaksid ilmtingimata õppima oma keelt.

### **Eestis on aeg-ajalt kuulda muret ka meie enda keele tuleviku pärast. Kuidas sulle keeleteadlasena tundub, kas eesti keelele on praegu mingit ohtu näha või on see mure üle pingutatud?**

Meile keeleteadlastena tundub see olevat üle pingutatud. Muidugi on keeleteadlasel justkui veidike väljastpoolt vaataja positsioon: me uurime keelt kui objekti, mis seisaks justkui meist väljaspool. Samas on tavainimesed üldjuhul oma keelega emotsionaalselt seotud.

Meie nägemuses on eesti keel põhiseadusega väga hästi kaitstud. Eesti keele oskajate arv on viimasel ajal pigem kasvanud kui kahanenud, sest järjest on suurenenud nende inimeste arv, kes räägivad eesti keelt teise keelena. Nii et ma ei näe mingeid märke sellest, et eesti keel oleks kuidagi ohustatud.

Keeled on ju oma olemuselt pidevas muutumises. See, et praegu domineerib inglise keele mõju, on lihtsalt praeguse aja eripära, ja miski ei viita sellele, et see mõju oleks seda võrd suur, et eesti keel hakkaks avalikust ruumist taganema. Samas ei tunne tavainimene muret niivõrd konkreetse keelestruktuuri pärast, vaid oma kultuuri pärast ja ma ei ütleks, et see mure, mida Eesti ühiskonnas eesti keele ja kultuuri pärast tuntakse, oleks halb. Samas ei näe ma praegu selliseks mureks mingit reaalselt põhjust.

## **Nagu ütlesid, on keeled pidevas muutumises, see kuulub keeleloomuliku arengu juurde. Kuidas asetuvad sellesse pilti keelekorraldajad, kes panevad osale neist muutustest käe ette?**

Keelekorraldus sündis koos rahvusriikide tekkega, iga tekiv natsioon vajab oma keelekorraldust. Osas maades on see tugevam, osas nõrgem. Kuna Eestis on see olnud alati teemaks, et eestlased on poliitiliselt, keeliliselt ja kultuuriliselt kuidagi ohustatud, siis on eesti keele korraldus olnud võib-olla tugevam kui mujal. Aga mingisugust keelekorraldust on meil paratamatult vaja. Loomulikult me tegeleme kõik ise iga päev keele loomisega, kasutame keelt loomingu- liselt, eksperimenteerime, tekitame selle käigus uusi keelestruktuure, aga vaja on ka reegleid ja seda eriti kirjakeele jaoks. Vaja on mingisugust kokkulepet, mis on õige ja mis vale. Kujuta ette, et emakeele õpetaja ütleb koolis lastele, et kirjutage, kuidas tahate. Nii ei saa, peab olema mingisugune ühtne seisukoht ja see tulebki keelekorraldusest.

Keelekorraldus on aga loomulik interaktsioon keele loomisega. Kui näiteks mõni uus sõna või grammatiline konstruktsioon, mis ei ole keelekorraldajate hinnangul lubatud, levib piisavalt massiliselt, siis annab keelekorraldus ühel hetkel järele ja ütleb, et see on lubatud. See tähendab, et keelekorraldus liigub justkui paar sammu keelekogukonnast tagapool. Lõpuks on ikkagi keelekogukond ise see, kes otsustab ja paneb ennast maksma.

## **Milliste uurimisprobleemidega sa ise praegu tegeled?**

Varem tegelesin ka ise keele surmaga, kirjutasin sellest raamatu ja hiljem uurisime koos ühe Soome kolleegiga teises raamatus üht kaugel põhjas, Koola poolsaarel räägitavat karjala murrakut. Seegi uurimus oli mõneti keelesurmaga seotud. 2017. aastal oli selle murraku rääkijaid alles veel kaheksa, aasta hiljem, kui me seal viimati käisime, aga vaid viis-kuus. Need kõnelejad on nii vanad, et osa neist oli vahepeal ära surnud.

Praegu ma selle teemaga enam eriti ei tegele. Käsil on üks süntaksiga seotud projekt, mis on väga teoreetiline, nii et sellest ma siinses intervjuus parem ei räägi. Üldiselt olen aga väga huvitatud küsimusest, kuidas saaks siduda läänemeresoome keelte arengut viimase saja-kahesaja aasta jooksul muutustega, mis on samal ajal aset leidnud nende keelte asukohariigis ja ühiskonnas laiemalt. Kuidas on nende keelte muutumist mõjutanud näiteks infrastruktuuri areng, muutused haridussüsteemis, demograafilised protsessid ja muu.

Kui võtta näiteks infrastruktuur, siis ehitati 19. ja 20. sajandil Venemaal suuri teid ja raudteid. Üks suuri ettevõtmisi oli 20. sajandi algul Petroskoi-Murmanski raudtee, mis kulges läbi kogu Karjala Koola poolsaarele välja, samuti ehitati ida-läänesuunalisi magistraale. Ja nüüd ongi huvitav vaadata, kuidas nende teede rajamine on mõjutanud karjala murrakute arengut. Kas see, et punktist a punkti b pääsemine muutus lihtsamaks, suurendas suhtlust nende murrakute kõnelejate vahel ja need murrakud hakkasid seetõttu sarnasemaks muutuma?

**Loomulikult me tegeleme kõik ise iga päev keele loomisega, kasutame keelt loomingu- liselt, eksperimenteerime, tekitame selle käigus uusi keelestruktuure, aga vaja on ka reegleid ja seda eriti kirjakeele jaoks.**

Aga on ka vastupidine hüpotees, et mõnel juhul viivad kiiremad ühendused murrakuid hoopis lahku. Leidub külasid, mille elanikud käisid veel viiskümmend aastat tagasi omavahel tihedasti läbi, suheldi ja käidi pulmadel, aga nüüdseks on nende omavaheline läbikäimine peaaegu katkenud. Samas on rajatud sellesse piirkonda tee, mis on muutnud ühenduse nende külade vahel märksa kiiremaks. Probleem on aga selles, et uus tee ei ühenda neid külasid otse, vaid viib läbi suure linna ja tundub nii, et linna mõju tõttu ei ole need külad nende elanike mentaalsel kaardil enam teineteisele nii lähedal kui varem.

Seda on muidugi keeruline uurida, kuidas sellised arengud keelt on mõjutanud. Peab olema tohutult palju statistilisi andmeid teistest eluvaldkondadest, näiteks busside sõiduplaanid varasemast ja nüüdsest ajast, ning kõikvõimalikke andmeid nende kahe küla kohta selle poole sajandi jooksul, et võrrelda neid andmeid omavahel ja ka keeleandmetega. Selline uurimissuund on võitmas maailmas aga järjest enam populaarsust ja see huvitab väga ka mind.

## **Kuidas sul tekkis huvi läänemeresoome keelte vastu?**

See on väga pikk lugu. Olen pärit Bulgaariast, olen seal sündinud ja koolis käinud. 1990. aastatel õppisin Sofia ülikoolis ajalugu, aga mulle on keeled alati meeldinud ja nii sattusin seal soome keele kursusele. See oli väga põnev, hoopis teistsugune kui prantsuse, inglise või vene keel, mida olin varem õppinud. Soome keel meeldis mulle, õppisin seda hoolega ja sattusin soome keele suvekursusele. Soomes tutvusin eestlastega ja sealt sündis plaan hakata õppima eesti keelt. Tulin Tartu ülikooli, kus õppisin esiteks eesti keelt võõrkeelena, seejärel soome-ugri keeleteadust ja üldkeeleteadust. Kui ma oskasin juba nii eesti kui ka soome keelt, siis oli loomulik areng hakata uurima ka nende lähisugulaskieli. Ja lõpuks läkski nii, et jäin ülikooli juurde, ja nüüd olen siin läänemeresoome keelte uurijana.

## **Mitult läänemeresoome keelt sa valdad?**

Tänapäeval ei pea teadlane enam valdama kõiki keeli, mida ta uurib, sest paljud selleks vajalikud andmed on ka ilma selleta väga lihtsasti kättesaadavad. Ei pea olema polüglott. Ja ma väidaks isegi, et keeleteadlane ja polüglott on üsna erinevad tüübid: kui esimene tahab keeli uurida ja leida vastuseid küsimusele, miks need keeled sellised on, siis tahab teine pigem eri keeltes suhelda, nende kaudu infot hankida; on ka inimesi, kes lihtsalt „koguvad“ keeli *hobby*-korras. Mina olen tegeleenud karjala keelega, loomulikult ka eesti keelega, ja kasutanud eri artiklites palju vadja, isuri ja vepsa materjale. Liivi keele osas olen vähik, seda ma ei uuri ega oska, nii et liivi keelt käsitlevates artiklites olen olnud kaasautoriks liivi keele spetsialistidele.

## **Räägid puhast eesti keelt. Kui keeruline sul oli välismaalasena seda õppida?**

Väga rasked on eesti keeles välted ja astmevaheldus. Eesti keelt võõrkeelena õppija jaoks on kõige keerulisem see, et tüvi kääntes muutub. Näiteks *tegu : teos : tegusid*. Teine väga keeruline asi on sihitise kääne: sihitis võib olla nii nimetavas, omastavas kui ka osastavas käändes. Näiteks *loen raamatut, lugesin raamatu läbi, loe raamat läbi*. Indoeuroopa keeltes on sihitis ehk objekt, millele tegevus on suunatud, alati ühes vormis, nii et välismaalastele on eesti keele sihitise käände valik väga keeruline. •



Teleskoobid.ee

CHOOSE TO SEE MORE

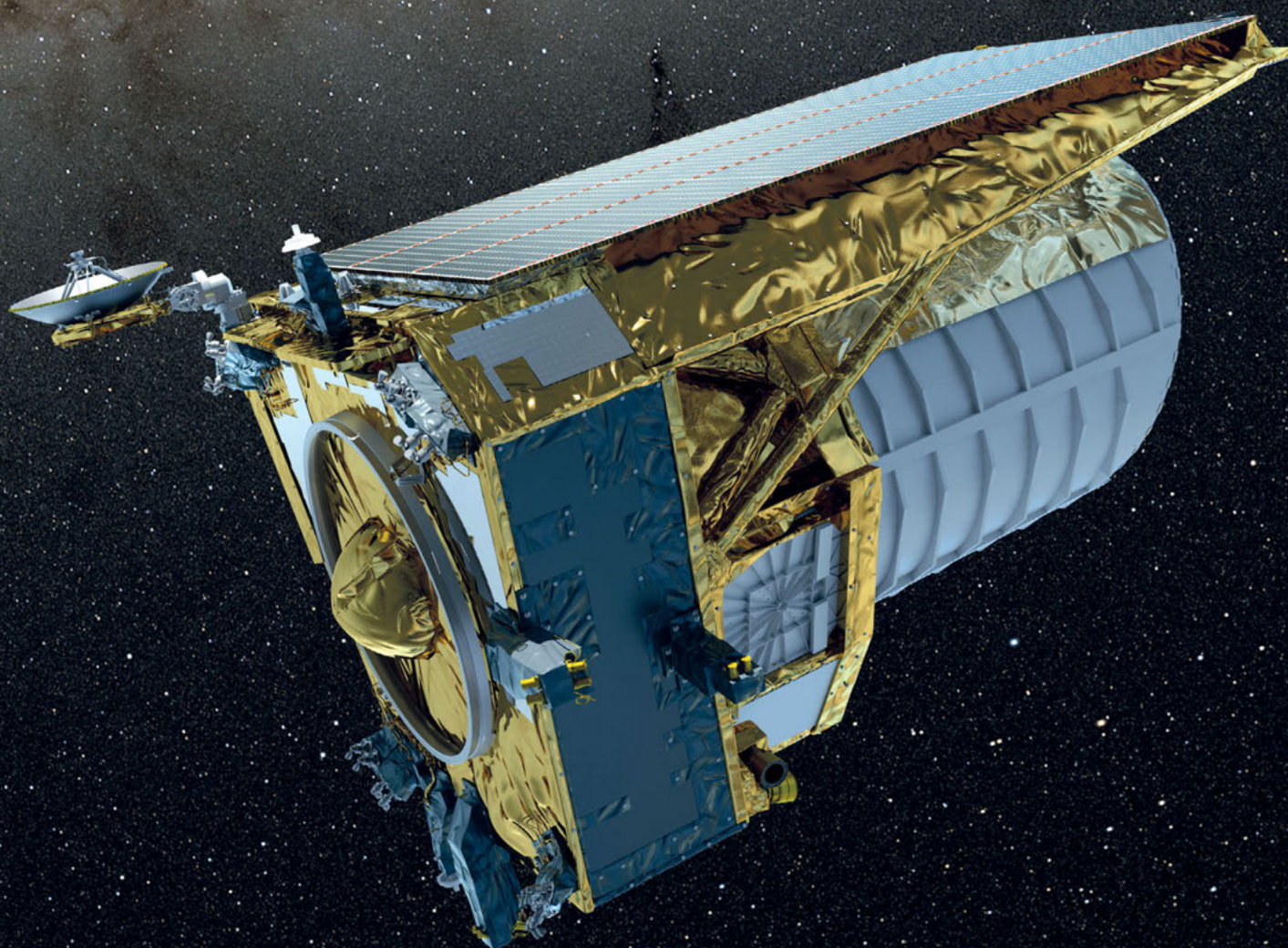
Rõõmusta jõuludel  
oma väikest uurijat!  
Valmista jõuluringid aegsasti ette



**MIKROSKOOBID • TELESKOOBID • UURIMISKOMPLEKTID**



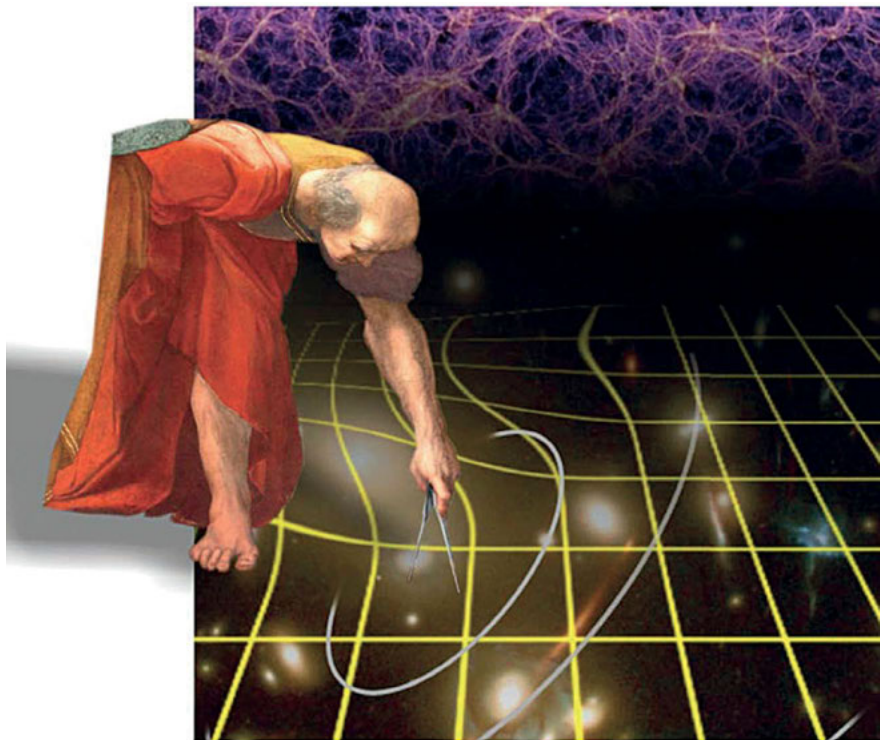
KÜLASTA TELESKOOBID.EE VÕI  
SKANNI SEE KOOD



Hardi Veermäe, Gert Hütsi

# KOSMOSETELESKOOP EUCLID KAARDISTAB UNIVERSUMI GEOMEETRIAT

**Tänavu 1. juulil alustas kosmoteleskoop Euclid Floridast Kennedy kosmosekeskusest teekonda nn Maa-Päikese süsteemi teise Lagrange'i punkti L2, mis asub poolteise miljoni kilomeetri kaugusel. Seal liitub ta teiste omasuguste teadussatelliitidega, nagu James Webbi kosmoteleskoop. Maa poolt Päikese eest varjatud L2 on ideaalne asukoht seesugustele kosmosemisioonidele. Järgmise kümnendi jooksul on Euclidi eesmärk kaardistada kolmandik taevasküürist, jälgides miljardeid galaktikaid, mille valgus pärineb kuni 10 miljardi aasta tagusest ajast. Missiooni tulemusel valmib seni kõige ulatuslikum taevakaart, mis aitab paremini mõista universumi ajalugu ja kosmiliste struktuuride teket. Vaatame lähemalt, milliste teaduslike küsimustega Euclid tegeleb.**



### **Universumi geomeetria ja probleemid Hubble'i parameetriga**

Euclidi kosmosemisioon on saanud nime geomeetria isa, Vana-Kreeka matemaatiku Eukleidese järgi. See nimi on paslik, sest aine jaotuse kaardistamine universumis võimaldab mõõta aegruumi geomeetria. Selle lause lahtimõtestamiseks tuleb vaadata Einsteini üldrelatiivsusteooriat, mis ühendab aja ja ruumi terviklikuks aegruumiks ja mille järgi on gravitatsioon aegruumi kõveruse ilming. Kuna gravitatsiooni allikaks on massiivsed kehad, on aine jaotus ja aegruumi geomeetria omavahel tihedalt seotud. Kasutades tuntud füüsikateoreetiku John Wheeleri sõnu: „Aine ütleb ruumile, kuidas kõverduda, ja kõver aegruum ainele, kuidas liikuda“. Einsteini gravitatsiooniteooriast järeldub, et aegruum on dünaamiline ja muutuv. Nähtava universumi suurimates mastaapides avaldub see muutlikkus ruumi paisumisena.

**„Aine ütleb ruumile, kuidas kõverduda, ja kõver aegruum ainele, kuidas liikuda.“**

1920. aastatel näitasid Georges Lemaître ja Edwin Hubble, et kauged galaktikad eemalduvad meist, ja mida kaugem galaktika, seda kiiremini see meist eemaldub. Nende hinnangul suurenes eemaldumise kiirus umbes 500 km/s võrra, kui galaktika kaugus meist suurenes ühe megaparseki võrra (megaparsek on pikkusühik, millele vastab 3,26 miljonit valgusaastat). Kirjeldatud käitumist ennustas Einsteini gravitatsiooniteooria, mille järgi ruumis paigal seisvad galaktikad kaugenevad meist, sest ruum nende ja Maa vahel paisub. Universumi paisumine on näide aegruumi kõveruse kohta.

Universumi paisumise kiirust iseloomustatakse Hubble'i parameetriga. Hubble hindas selle väärtuseks umbes 500 km/s/Mpc, kuid moodsate täppismõõtmiste põhjal on paisumine pea-aegu kümme korda aeglasem. Probleem on selles, et eri vaatluste tulemused ei kattu. Nn 1a-tüüpi supernovade vaatlused annavad Hubble'i parameetri väärtuseks ligikaudu 74 km/s/Mpc. Kosmilise mikrolainelise taustkiirguse vaatluste järgi on see ligikaudu 67 km/s/Mpc. Kusjuures mõõtemääramatused jäävad umbes 1 km/s/Mpc lähedale.

Need kaks mõõtemetoodit on oma olemuselt üsna erinevad. Supernovade vaatlamine tugineb asjaolule, et 1a-tüüpi supernovade absoluutset

heledust saab võrdlemisi täpselt hinnata – 1a tüüpi supernovad on n-ö standardküünlad. Mõõtes näivat heledust, on võimalik leida nende kaugus. Teisest küljest, mõõtes supernovade spektri punanihet, on võimalik hinnata, kui palju paisus universum ajal, mil supernovade valgus meieni jõudis. Punanihe on ruumi paisumisest tingitud lainepikkuse venimine, mille tõttu paistavad kauged tähed punasemana. Seda kasutatakse kosmiliste objektide umbkaudse vanuse hindamiseks. Näiteks punanihe 2 tähendab, et tähtedelt pärineva valguse lainepikkus on suurenenud kolm korda ja pärineb umbes 10 miljardi tagusest ajast. Valguse vanuse hindamine oleneb aga mudelist, millega paisumist kirjeldame. Kui tahame mõõta, kuidas paisumise kiirus on ajas muutunud, on tarvis mõõta nii kaugust kui ka paisumise hulka, mida supernovad võimaldavad. Meetod, kus supernovasad kasutati ruumi paisumise uurimisel, oli teedrajav, selle alusel avastati ruumi kiirenev paisumine ja pälviti 2011. aastal Nobeli auhind.

Teine meetod tugineb kosmilisele mõõdupuule: teadaoleva suurusega astronoomilistele objektidele või nähtustele. Üks sellistest nähtustest on barüonide akustilised ostsillatsioonid, mis avalduvad aine tiheduse jaotuse perioodilises struktuuris. Need struk-

tuurid on jäänuk varajase, umbes 400 000 aasta vanuse universumi kuumas ja tihedas aines levivatest helilainetest, mis on jätnud aine suuremastaabilisse jaotusesse teatud perioodilised struktuurid. Et nende ostillatsioonide mõõtmised kasvavad universumi paisudes, võib nende alusel hinnata paisumise hulka. Praeguseks on need kasvanud umbes tuhat korda, poole miljardi valgusaasta suuruseks. Erinevalt supernoovadel põhinevast mõõtmisest on barüonide akustilisele ostillatsioonidele tuginev meetod varajase universumi füüsikast.

### Tumeaine ja tume energia

Hubble'i parameetri vastuolulised mõõtetulemused on üks moodsa kosmoloogia suuri lahendamata probleeme. Selle seletamiseks tuleb mõista mõõtmiste taga peituvaid eeldusi. Kosmoloogia standardmudeli järgi koosneb universum nähtavast aine, tumeainest ja tumedast energiast, mis praegu hõlmavad kogu universumi ainet vastavalt 5%, 27% ja 68%. Nähtav aine on moodustatud tuntud elementaarosakestest ja sellest koosnevad nii Maa kui ka tähed. Nähtavast ainest kuus korda rohkem leiduvat tumeainet on siiani suudetud kindlaks teha ainult tänu selle gravitatsioonilisele tõmbejõule, mis hoiab koos galaktikaid ja galaktikaparvi. Tume energia vastutab ruumi kiireneva paisumise eest. Seda iseloomustab konstantne energiatihedus, mis erine-

valt nähtava ja tumeaine tihedusest ruumi paisumisel ei kahane.

Võrreldes nähtavat ainet kirjeldava osakestefüüsika standardmudeligal on pilt väga lihtne ega arvesta sellega, et tumeaine ja tumeda energia käitumine võib olla arvatust tunduvalt keerukam. Nende omaduste ja päritolu väljaselgitamine on üks moodsa fundamentaalfüüsika suurimaid küsimusi. Ruumi paisumise kiirus on sellest, mida ruum parasjagu sisaldab, ent seeläbi ka sellest, millised on universumi tumedate komponentide omadused. Hubble'i parameetri probleemi tõenäoline lahendus on kosmoloogilise standardmudeli muutmine või täiendamine. Praegu pole aga teadlastel selget pilti, kuidas seda teha. Abi oleks sellest, kui mõistaksime paremini, kuidas on ruumi paisumise kiirus universumi ajaloo jooksul muutunud ja kuidas on nähtav ja tumeaine ruumis jaotunud. Just selles aitab meid Euclidi kosmoseteleskoop.

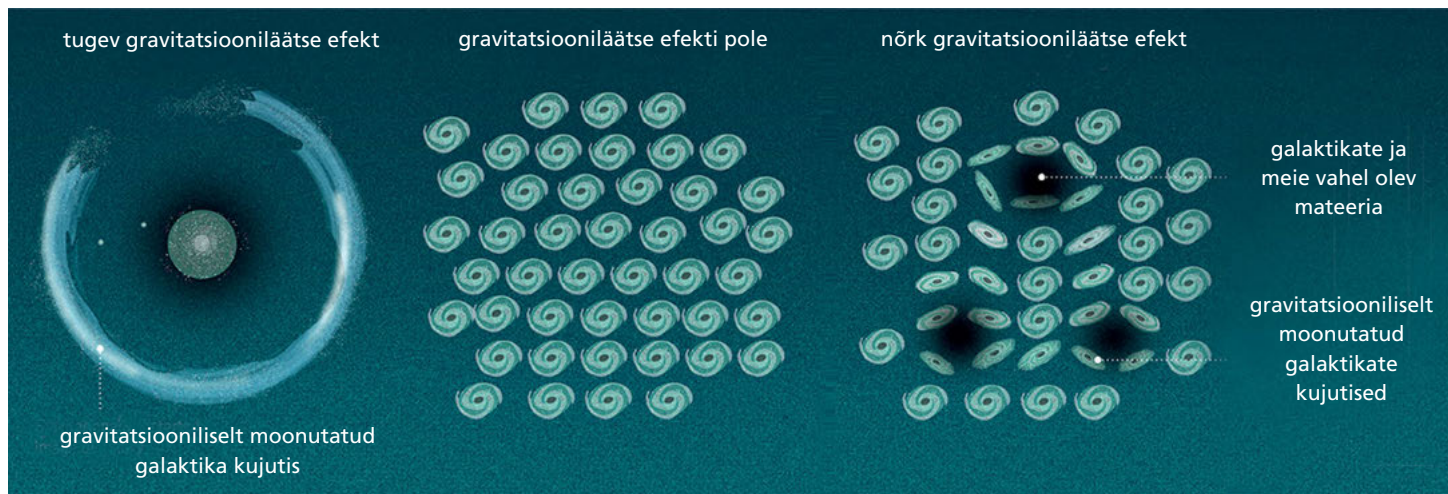
### Galaktikate kaardistamine ja tumedad gravitatsiooniläätised

Euclid annab võimaluse kaardistada tüüpilisi galaktikaid, millelt pärinev valgus on kuni 10 miljardi aasta vanune ehk kuni punanihkeni 2. Spektrometriliste seadmetega saab määrata objektide punanihke, mis võimaldab koos galaktikate asukohaga taevaskvaadri kokku panna kolmemõõtmelise taevaskaardi. Kuna info kaugemal asuvatelt objektidelt pärineb kaugemast

### Tumeaine ja tumeda energia käitumine võib olla arvatust tunduvalt keerukam. Nende omaduste ja päritolu väljaselgitamine on üks moodsa fundamentaalfüüsika suurimaid küsimusi.

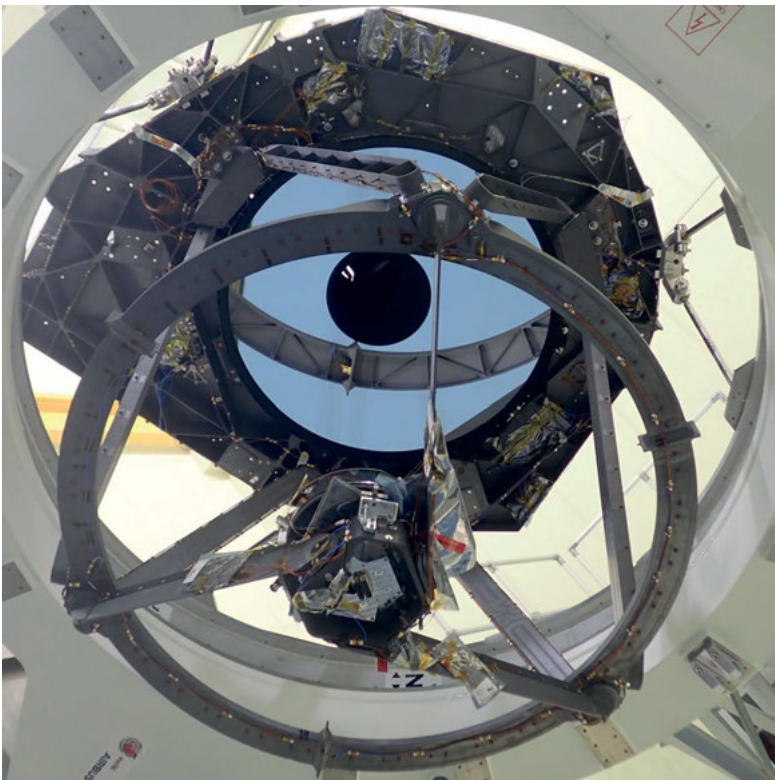
minevikust, on üks mõõde ajaline; see kirjeldab kosmiliste struktuuride arengut. Aine jaotuses peituvad perioodilised struktuurid annavad aimu barüonide akustilise ostillatsioonide suurusest eri punanihetele vastavatel ajahetkedel. See lubab meil hinnata universumi paisumise ajalugu ja jõuda lähemale tumeda energia olemuse mõistmisele.

Optiliste signaalide abil saab vahetult jälgida üksnes nähtava aine jaotust. Euclidi koostatud ulatusliku taevaskaardi põhjal saab kaudselt uurida ka tumeaine jaotust ning selle arengut viimase 10 miljardi aasta jooksul. See on võimalik tumeaine halode gravitatsiooniläätse efekti tõttu (vt joonist). Nimelt, kuna igasugune mass kõverdab aegruumi, moonutab meie ja kaugete valgusallikate vahele jääv aine mõnevõrra nende kujutisi. Mida tihedamad ja raskemad on ainekogumid, seda tugevamad on gravitatsiooniläätse efektist tingitud moonutused. Kuna enamik ainet universumis on tumeaine, võimaldab niisuguste moo-



Gravitatsiooniläätse efekti tõttu tekkinud galaktikate kujumoonutused Maa ja galaktikate vahel paikneva massiivse aineklobi pärast. Eristatakse tugevat (vasakul) ja nõrka (paremal) gravitatsiooniläätse efekti. Viimane tekitab väikseid moonutusi galaktikate kujus ja orientatsioonis. Seesuguste moonutuste põhjalik kaardistamine aitab hinnata aine jaotumist ruumis universumi ajaloo vältel. Kuna tumeainet leidub nähtavast tavaainest viis korda rohkem, on see meetod tundlik eelkõige tumeaine jaotuse suhtes, mida ei saa vahetult jälgida





Üks Euclidi silmadest: lähi-infrapunaspetro- ja fotomeeter NISP



4,7 meetri pikkune ja 3,7 meetri laiune Euclid lennutati orbiidile just niisuguses Space X-i kanderaketil Falcon 9 kapslis

## EUCLIDI-MISSIOON FAKTIDES

- Euclidi kosmoseteleskoop lennutati orbiidile tänava 1. juulil SpaceX-i kanderaketiga Falcon 9. Algul plaanitud stardikuupäev nihkus COVID-19 pandeemia ja Ukraina sõja tõttu edasi. Sõja pärast loobuti kasutamast Venemaa kanderaketti Sojuz ST-2.1B.
- See on Euroopa kosmoseagentuuri (ESA) M-klassi missioon (täpsemalt M2, kus 2 tähistab sellesse klassi kuuluva missiooni järjekorranumbrit). ESA programmi Cosmic Vision (algas 2005. aastal) järgi on nelja liiki missioone: L (Large), M (Medium), S (Small) ja F (Fast). L-klassi korral ei tohi eelarve ületada miljardit eurot, M-klassi korral on eelarve ligikaudu 0,5 miljardit jne.
- Euclidi-missioon, mille üks põhieesmärke on universumi geomeetria mõõtmine, on saanud nime Vana-Kreeka matemaatiku Eukleidese, klassikalise geomeetria looja järgi.
- Euclidi kodu on Päikese ja Maa süsteemi teine Lagrange'i punkt (L2), mis asub Päikest Maaga ühendaval joonel, 1,5 miljonit kilomeetrit (0,01 astronoomilist ühikut) väljaspool Maa orbiiti. (Käsilolevatest kosmosemissioonidest paiknevad L2-s veel kosmoseteleskoobid Gaia ja James Webb.)
- Euclidi teleskoobi peapeegli diameeter on 1,2 meetrit. Ühist optilist süsteemi, mille efektiivne vaateväli on ligikaudu 0,55 ruutkraadi (s.o umbes kolme täiskuue suurune taevaala), jagavad kaks mõõteinstrumenti: nähtava lainela kaamera VIS (Visible Instrument) ning lähi-infrapunaspetro- ja fotomeeter NISP (Near Infrared Spectrometer and Photometer). VIS on ligikaudu 600-megapiksline kaamera, mis töötab laias (550–900 nm) spektrivahemikus. 64 megapiksline NISP teeb fotomeetrilisi mõõtmisi kolmes filtris (Y, J, H) ning spektroskoopiat lainepikkuste vahemikus 1100–2000 nm.
- Euclidi-missiooni kaks tuumikülesannet on mõõta universumi globaalset paisumist ja määrata aine gravitatsioonilise kuhjumise kasvu sel paisuval foonil. Selleks mõõdetakse nõrga gravitatsiooni- läätse moonutustest tingitud galaktikate kuju muutusi, samuti

tehakse galaktikate spektraalseid/fotomeetrilisi vaatlusi, mille tulemusel leitavad spektroskoopilised/fotomeetrilised punanihked annavad otsese teo galaktikate ruumjaotuse leidmiseks.

- Missiooni nominaalne kestus on kuus aastat, mille jooksul koostatakse kaks taevaülevaladet: (i) ligikaudu 15 000 ruutkraadi (umbes 1/3 taeva) ulatusega lai ülevalade (Euclid Wide Survey), küündides punaniheteeni 2, st mõõtes footoneid, mis on olnud meie poole teel umbes 10 giga-aastat, ning (ii) tunduvalt sügavam – punaniheteeni 6 ulatuv –, ent märksa väiksemat taevaala ehk umbes 40 ruutkraadi (ligikaudu 200 täiskuud) kattev sügav ülevalade (Euclid Deep Survey). Et vältida kosmilise tolmu põhjustatud neeldumist ja hajutatud päikesevalgust, on vaadeldavad taevaalad valitud eemal Linnutee ja Päikese süsteemi tasandist.
- Teleskoobiga pildistatakse kokku üle kahe miljardi galaktika. Mõõdetakse umbes 50 miljoni galaktika spektroskoopilised punanihked. Praegu on vaatlustest teada umbes kahe miljoni galaktika punanihked (enamik neist mõõdetud Sloani taevaülevalades). Seega töötab Euclidi spektroskoopiline valim tulla senistest peaaegu 25 korda suurem.
- Tänavu 7. novembril tehti avalikkusele kättesaadavaks esimesed ülevõtted, mis näitavad selgelt Euclidi suutlikkust (lai vaateväli ja terav pilt) plaanitud missioon ellu viia.
- Euclidi ei saanud töökorda seada ilma tõrgeteta. Esmalt ilmnes probleem ülitundlikus VIS-süsteemis sinna sattunud parasiitvalgusega, mida päikesekaitse ei suutnud satelliidi teatud asendite korral täielikult blokeerida. Selliseid vaatlusasendeid tuleb vältida. Peavalu tekitas ka satelliidi täppispositsioneerimise sensor, mis hakkas detektorile langevate kosmiliste kiirte tabamise kohti referents-süsteemina kasutama. See probleem lahenes pardatarkvara uuendamisega.
- Euclidi instrumentide kalibreerimise ja katsetamise faas kestab selle aasta lõpuni. Missiooni teaduslik osa, mis vältab vähemalt kuus aastat, algab tuleva aasta jaanuaris. •



Sel ühel esimesel avalikustatud Euclidi taevaülevõttel on näha enam kui tuhandest galaktikast koosnev Perseuse galaktikaparv. Selle mass on umbes  $1,2 \times 10^{15}$  Päikese massi ja kaugus umbes 250 miljonit valgusaastat. Peale parves olevate galaktikate on sel pildil võimalik leida üle saja tuhande taustal oleva kauge galaktika

nutuste jälgimine mõõta eelkõige tumeaine jaotust.

Selline gravitatsiooniläätse efekti rakendamine ei eelda vaid suure lahutusvõimega galaktikakujutiste olemasolu, vaid ka võimalikult suurt hulka andmeid galaktikate jaotuse kohta meie universumis. Euclidi suutlikkus katta kolmandik taevafäärast etendab olulist osa selle eesmärgi saavutamisel. Nii nähtava kui ka tumeda aine jaotuse tundmine annab aimu aegruumi geometriast väiksemates mastapiides, mis ei hõlma kogu universumit. See aitab mõista universumi paisumise ajalugu, kuna paisumise kiirus

määrab osaliselt, millal ja millised struktuurid universumis moodustuvad, ning võimaldab uurida tumeaine ja tumeda energia omadusi.

Kosmoloogia on võrdlemisi uus teadus; paljud praeguseks üldtunnustatud tõesed, nagu universumi kiirenev paisumine, on kinnistunud alles sellel sajandil. Teisest küljest viitavad süvenevad vaatlusprobleemid ja kosmoloogilise standardmudeli lihtsus, et meie senist arusaama universumist kui tervikust tuleb täiendada. Kuna füüsikateooria pole tänini suutnud häid lahendusi pakkuda, vajab järgmine fundamentaalne läbimurre eeldatavasti

teavet Euclidi-sugustelt missioonidelt, mis laiendavad märkimisväärselt empiirilisi teadmisi universumist kui tervikust.

**Hardi Veermäe** (1985) on füüsik, keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur. Töötanud alates ülikooli lõpetamisest Tartu ülikooli füüsika instituudis ja keemilise ja bioloogilise füüsika instituudis, järel doktorina Euroopa tuumauuringute keskuses CERN.

**Gert Hütsi** (1975) on astrofüüsik, keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur. Doktoritöö kaitsenud Müncheni Ludwig Maximiliani ülikoolis, järel doktorandina täiendanud end Londoni ülikooli kolledžis. Ülikooli lõpetamise järel töötanud Tartu observatooriumis teaduri ja vanemteadurina.



# TEHNOÜLEVAATUS

## üle Eesti!

A-Ülevaatus on Eesti suurim tehnoülevaatusettevõtte.  
Eestis tegutseme alatest 2008. aastast.

BRONEERIDES  
SÄÄSTAD  
AEGA JA RAHA!



TURVALISELT  
TEELE!



Teostame ka:



tulekustutite  
kontrolli



sõiduki seisukorra  
kontrolli

### ♥ TALLINN

LASNAMÄE  
Peterburi tee 63a  
tel. 661 8810

TÄHESAJU  
Tähesaju tee 7  
tel. 507 8587

PELGULINNA  
Paavli 4, Tallinn  
tel. 660 2620

REVO  
Ruunaoja 6, Tallinn  
tel. 6211 615

### ♥ KEILA

KAVA  
Haapsalu mnt 57D  
tel. 678 1540

KEILA 2  
Uus-Paldiski tee 3  
tel. 5341 0770

### ♥ RAE

Taeavärava tee 9a  
tel. 606 4230

### ♥ PEETRI

Tähnase tee 1  
tel. 5866 5695

### ♥ MAARDU

Fosforiidi 14  
tel. 611 9777

### ♥ KIIU

Töökoja põik 1  
tel. 5854 2005

### ♥ RAKVERE

Päikese 3  
tel. 322 3290

### ♥ TARTU

JAAMA  
Jaama 161  
tel. 740 7010

TÄHE  
Tähe 106c  
tel. 736 6002

### ♥ RÄPINA

Võõpsu mnt 30  
tel. 799 5005

### ♥ VILJANDI

LEOLA  
Leola 62  
tel. 433 0982

RAUA  
Raua 18  
tel. 434 9609

### ♥ OTEPÄÄ

Väike-Veske  
tel. 766 3751

### ♥ TÕRVA

Viljandi 30  
tel. 5887 6897

### ♥ VALGA

Metsa 21  
tel. 766 1120

ANDI HEKTOR, KRISTJAN KANNIKE

# Kui sitke on elu kosmoses?

**Me ei tea, kas elu on kosmoses tavaline või haruldane. Võib-olla leitakse elu jälgi Marsilt või planeet Jupiteri kuult Europalt, kuid maavälist elu ei pruugi leiduda lähemal kui teiste tähtede planeetidel. Samuti peame arvesse võtma, et tekkinud elu võib mõne kosmilise katastroofi tagajärjel kaduda.**

Maal on osa liike viiel korral hulganisti välja surnud. Neist Kriidi-Tertsiaari dinosauruste väljasuremise põhjustas väga tõenäoliselt suure asteroidi kokkupõrge Maaga ning atmosfääri paisatud tolmust ja suitsust tingitud pikk talv. Ometi on elu pärast iga väljasuremist jätkunud varasemast külluslikumana.

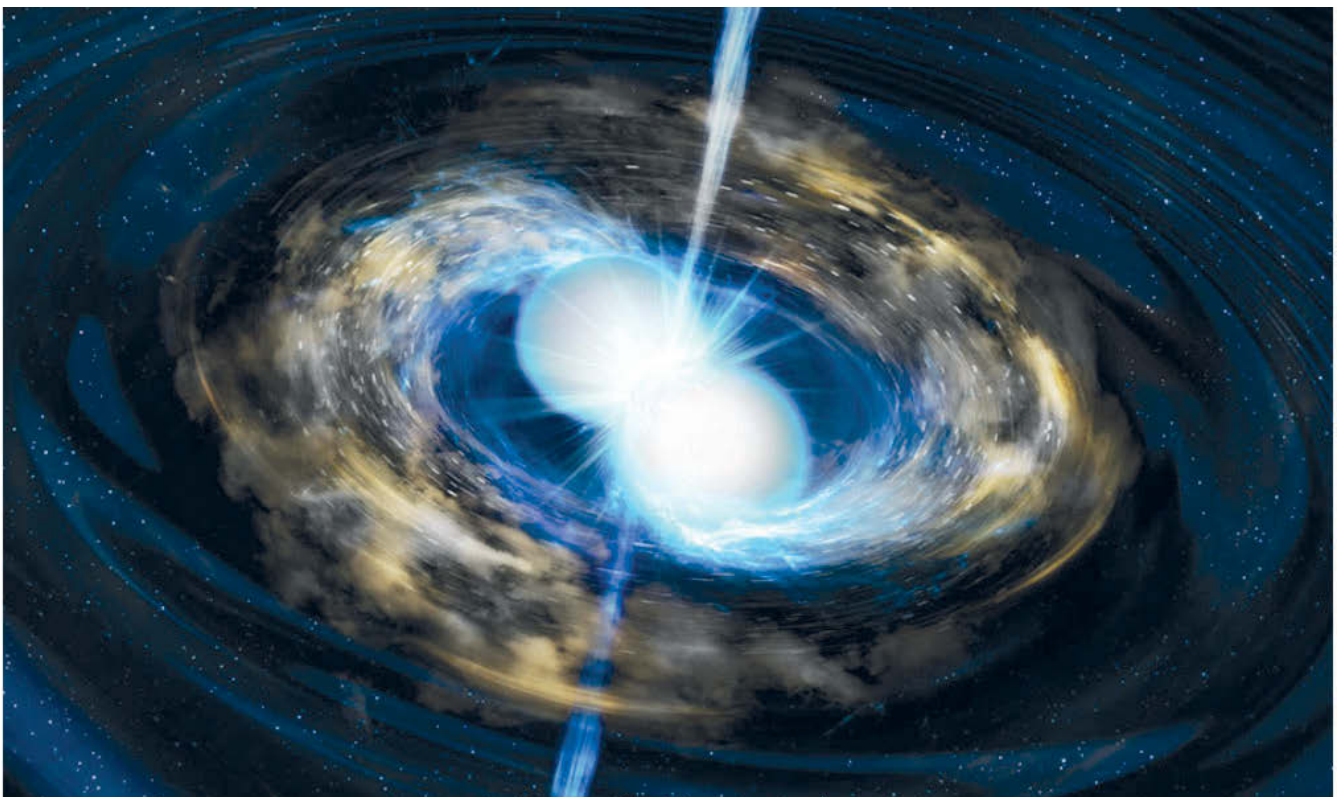
Kuid kosmosel on varuks teisigi ohte, mis varitsevad meie Päikesesüsteemist kaugemal. Ulmeromaanides on meie Linnutee galaktika tuum, kus tähed paiknevad lähestikku, asustatud paljude tsivilisatsioonidega. Tänu astrofüüsikutele teame, et kuigi Linnutee keskel asuv hiiglaslik must auk on praegu rahulik, kiirgas seda ümbritsev gaasiketas meie galaktika nooruses nii

tugevasti ultraviolet- ja röntgenikiirgust, et see pühkis mitmekümne valgusaasta raadiuses planeetide ümbert öhu minema, jättes järele viljatud kaljud.

Paljud ohud on seotud dramaatiliste sündmustega tähtede elus. Meie Päikesest mitu korda raskemate tähtede elu lõpeb tihti ülitugeva supernoova-plahvatusega. Kui plahvatus toimub meie lähedal, võib selle kiirgus hävitada Maa osoonikihi ja lasta Päikese ohtlikel ultraviolettkiirtel takistamatult elusolenditeni levida. Kiirguse mõjul tekkivad lämmastikoksiidid võivad alla sadada happelihmna. Päril lähedase plahvatuse radiatsioon võiks hävitada kogu elu planeedil. Super-

noovaplahvatused võivad põhjustada ka gammasähvatusi; kitsasse kimpu koondunud ülitugev gammakiirguse puhang võib olla surmav kuni 600 valgusaasta kaugusele. Õnneks on gammakiirte kimp tõesti üpris kitsas ja sellega pihta saamiseks peab olema rohksti (halba) õnne.

Peale supernoovade on astronoomid märganud teisigi huvitavaid kataklüsme. Kosmoses leidub palju kaksiktähti: Linnutee tähtedest on kaksiktähti umbes kolmandik, ülejäänud on üksiktähed. Kui kaksiku mõlemad tähed on piisavalt rasked, muutuvad nad lõpuks neutrontähtedeks või mustadeks aukudeks. Kahe musta augu ühinemine annab endast märku pea-



NATIONAL ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF JAPAN

Kahe neutrontähe ühinemisel tekib nende tiirlemiselje sihiline kitsas gammakiirte sähvatus ja tekkinud raskete radioaktiivsete aatomituumade lagunemise jubetu „kuma“ ehk kilonoova

## MIS ON MIS?

- **Gammakiirgus** – valgus-, soojus- ja raadiokiirguse väga energeetiline sugulane, sest koosneb samadest osakestest, footonitest. Aga gammakiirguse puhul on footonite energia miljooneid kordi suurem kui näiteks valguse puhul (ka sarnasest röntgenikiirgusest on see energeetilisem). Gammakiirgus tekib olukordades, kus väga suure energiaga laetud osakesed põrkavad teiste laetud osakestega või osake ja tema antiosake hävivad nende kokkupõrkel. Gammakiired kahjustavad rakke, lõhkudes näiteks pärilikkusainet DNA-d.
- **Kosmiline kiirgus** – need on kõrge energiaga, enamasti laetud osakesed, mis hulbivad ringi kosmilises ruumis tähtede ja planeetide vahel. Astrofüüsikud ütlevad, et energeetilisem osa neist tekib supernoovaplahvatustes, kus võimsad magnetilised turbulentsid kiirendavad plasmaosakesed väga suurte energiateni, miljardeid kordi kõrgemate energiateni kui näiteks valgusosakeste oma. Nagu muu radioaktiivne kiirgus lõhuvad need osakesed molekulide ja kahjustavad rakke.
- **Supernoova** – Päikesest üle kümne korra massiivsemad tähed plahvatavad oma eluea (see on sadu kordi lühem kui näiteks Päikese oma) lõpus võimsa kärakaga, paisates suurema osa täheainest kosmosesse laiali. Tähe tuumaosast tekib kas neutrontäht või must auk. Supernoovad tekitavad ka suurema osa energeetilisest kosmilisest kiirgusest.
- **Neutronitäht** – tähe jäänuuk, mis tekib supernoovaplahvatuses, kus tähe keskel tekib nii suur rõhk, et aine pressitakse kokku nn neutronaineks. See on väga tihe aineolek, sarnane sellega, mida näeme aatomituumas. Siiski, tuumas hoiavad neutroneid ja prootoneid koos tuumajõud, kuid neutrontähte hoiab koos ülivõimas gravitatsiooniväli, mida see ülitihed täht ise tekitab. Neutronaine on uskumatult tihe: üks kuupsentimeeter seda ainet kaalub sama palju kui Mount Everesti jagu tavalist maist ainet. •

miselt gravitatsioonilainetena. Neutronitähed põrget aga on läheduses näha ja tunda.

Kitsa gammakiirte sähvatuses kõrval levib ümberringi radioaktiivset kiirgust. Neutronitähed ühinemisel tekib palju raskeid keemilisi elemente – tööpoolest, Maalgi leiduvad rauast raskemad elemendid, nagu kuld ja uraan, on tekkinud nimelt neutrontähed kokkupõrgetes (vt Horisont 4/2021). Suurem osa neist rasketest aatomituumadest on radioaktiivsed ja lagunevad kiiresti. Tekkivat radioaktiivset kiirgust „järelkuma“ nimetatakse kilonoovaks.

Õnneks on kilonoova igas suunas leviv ohtlik kiirgus sähvatuses märksa nõrgem. Järelkuma röntgenikiirgus võib olla ohtlik kuni 12 valgusaasta kaugusele ja sähvatuses kõrvale jääv gammakiirgus kuni 15 valgusaasta

**Kuna galaktikate keskme piirkonnas on tähtede tiheus palju suurem, pühkis sealsetel planeetidel kunagi tekkida võinud elu üsna suure tõenäosusega minema kas galaktika keskmes asuva üliraske musta augu kiirgus või viidatud supernoovaplahvatused, gammapursked ja kilonoovad.**

taha. Ent suurim oht tuleb kosmilisest kiirtest – peamiselt elektronidest ja prootonitest –, mida kilonoova plahvatus kiirendab: need võivad olla ohtlikud oma 33 valgusaasta kaugusele. Võrreldes supernoovadega on kilonoovade hukutav raadius umbes sama suur, kuid ilmselt on nad supernoovadest märksa haruldasemad.

Et osata aimata, kui suur tõenäosus on Päikesesüsteemil sattuda sellisesse olukorda, tasub teada, et meile lähim täht asub umbes nelja valgusaasta kaugusel. Kuid enamik tähti on liiga väikese massiga, et oma eluea lõpus nii ohtlikke „põmakaid“ tekitada, seega on niisuguste ohtlike sündmuste tõenäosus seevõrra väiksem. Kuna galaktikate keskme piirkonnas on tähtede tiheus palju suurem, pühkis sealsetel planeetidel kunagi tekkida võinud elu üsna suure tõenäosusega minema kas galaktika keskmes asuva üliraske musta augu kiirgus või viidatud supernoovaplahvatused, gammapursked ja kilonoovad. Siiski on galaktika keskme piirkonnas sellised sündmused nüüdseks muutunud haruldaseks: keskme üliraske must auk on maha rahunenud ja plahvatused ära toimunud. Nimelt tekitavad neid sündmusi Päikesest suurusjärgu võrra massiivsemad tähed, mille eluiga on üle tuhande korra lühem kui Päikese või sellest väiksemate tähtede oma.


Astrofüüsikud siiski alles vaidlevad

**Kogu elu väljasuremine Maa-sarnasel planeedil on meie Päikesesüsteemi asukohas aga ülimalt vähetõenäoline. Mikroorganismid ja loimuritesarnased pisiloomad on selleks liiga vastupidavad.**

selle üle, milline on kõige turvalisem piirkond meie Linnutee galaktikas ja kas meie asume seal. Samuti erinevad hinnangud sellele, kui katastroofiline selline sündmus oleks. Näiteks jõudsid Ühendriikide teadlased David Sloan, Rafael Alves Batista ja Abraham Loeb järeldusele, et massilise liikide väljasuremise tõenäosus on väike, aga Maa ajaloo pikkust arvestades siiski märgatav. Kogu elu väljasuremine Maa-sarnasel planeedil on meie Päikesesüsteemi asukohas aga ülimalt vähetõenäoline. Mikroorganismid ja loimuritesarnased pisiloomad on selleks liiga vastupidavad.

Kuna inimkond on üsna tundlik biosfääri suuremate muutuste ja ka kiirguse suhtes, on inimkonna väljasuremise tõenäosus neist kolmest sündmusest kõige tõenäolisem. Loomulikult, veelgi tõenäolisem on moodsa tsivilisatsiooni hukk selliste kosmiliste sündmuste mõjul. Vähemalt niikaua, kui meie tsivilisatsioon pole õppinud selle ohuga hakkama saama.

Lõpetuseks võib küsida, millised tunduvad kosmilised ohud tsivilisatsioonile, inimkonnale, ökosüsteemile ja biosfäärile võrreldes teiste ohtudega. Kui alustame tsivilisatsioonist, siis on kosmilised ohud tõenäoliselt tühi- sed võrreldes selliste ohtudega nagu tuumasõda, kliimasoojenemine, haigused või mõned veel tundmatud kontrolli alt väljunud tehnoloogiad. Liikide väljasuremise kõige tõenäolisemaks põhjuseks jäävad lähima miljar- di aasta jooksul ikkagi asteroidid, supervulkaanid ja kliimamuutused. Neid ohte vaadates võime tõdeda, et oleme ise oma õnne sepad: meie otsused ja tehnoloogiad suudaksid neid kas ära hoida või siis mõju tunduvalt vähendada. •

 **Andi Hektor** (1975) on ettevõtte OÜ GScan juhatuse esimees ning keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur. Ta tegeleb astro-osakestefüüsika ja müüöntomograafiaga.

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

AIN KALLIS

# Ilm ja aastaajad

**See armastab suve, kel kasukat pole.**

Seto vanasõna

**„Millist aastaaega sa kardad?“ – „Tuumatalve!“**

Vestlus eelmisel sajandil

**Peaaegu igal sügisel meenub mulle järgmine lugu. Ema pärib eliitkooli esimesse klassi kandideerivalt pojalt: „Kuidas läks?“ Poeg: „Küsit, et mitut aastaaega ma tean, vastasin, et kolme.“ Ema: „Aga neid on ju neli!“ Poeg: „Meenusid muidugi Vivaldi, siis Haydni oratoorium ja Tšaikovski klaveripalade tsükkel. Aga näed, Glazunovi balletti ei torganud pähe!“**

Klimatoloogide lapsed vastaksid muidugi, et aastaaegasid on õige palju: kõik oleneb sellest, kus kandis maakeral sa elad. Mõnel pool lõunamaades võidakse aasta jaotada vaid kaheks aastaajaks: kuivaks ja niiskeks perioodiks; ekvaatori lähedal pole vahel sedagi. Eestis annab neid aga kokku lugeda!

## Peamine on kalle!

Poliitikud kurdavad sageli kallutatuse üle. Maakera kui planeedi puhul on kalle aga eluliselt tähtis: Maa telje kaldenurk on teatavasti tähtsaim kliimapolusid määrav tegur (termin „kliima“ pärineb kreeka keelest ja tähendavat kallet). Tänu telje kaldele on meil olemas selged aastaajad.

Milline on siis aastaaja definitsioon? See on igal aastal korduv, looduslikult erineva ilmega aasta osa.

Kõige lihtsam on muidugi määratleda *astronoomilisi aastaaegasid*. Nende algusajad on kuupäeva ja kellaaja järgi täpselt kindlaks määratud, eraldajateks pööripäevad.

Enamikule Eesti inimestest on pööripäevi vähemalt neli (mõnele tundub ka jaanipäev pööritava). Siin kandis kutsutakse neid tähtsaid daatumeid ka käändlepäevaks ja päevakäänakuks, teaduskeeles öeldakse suve ja talve alguspäeva kohta solstiisium ehk päikesesaisak, kevadist ning sügisest pööripäeva nimetatakse aga võrdpäevuseks ehk ekvinoktsiumiks. Õigem oleks ekvinoktsiumi küll nimetada võrdõõsuseks: *nox* tähendab ladin keeles ööd.

20. (mõnel aastal 21.) juuni ning 21. (22.) detsember on niisiis tähtsad kuupäevad, mil päikeseketta keskpunkt läbib näival aastasel liikumisel mööda ekliptikat päikesesaisaku ehk solstiisiumi punkti. Türi kandi vanasõna ütleb: „Pärast pööripäeva jäeda päike

kolm päeva pesasse.“ See on õige ainult suve ja talve puhul, sest siis päike nagu seisataks (ld *solstitium* < *sol* 'päike' + *sistere* 'seisatama') oma teekonnal päris mitmeks päevaks; Tartus on päeva pikkus 18 tundi ja 18 minutit 18. juunist kuni jaanipäevani, detsembris aga 6 tundi ja 22 minutit 18. kuupäevast jõuludeni.

Kui põhjapööriljoonel paistab päike juunis keskpäeval lagipähe, siis meil tõuseb ta maksimaalselt 55 kraadi kõrgusele horisondist (talvisel pööripäeval vaid 8°). Nendest solstiisiumidest alates hakkab öö (ja päeva) pikkus kukesammu, s.o kahe kuni nelja minuti võrra muutuma. (Kummaline: kukesamm on ajaühik, valgusaasta aga pikkusühik, s.o vahemaa, mille valgus läbib aastaga.)

Paar päeva pärast pööripäevi tuleb

aeg, mille ilmaprognoos rahvast teatavasti kõige rohkem huvitab: kas jaanilaupäeva öhtu on kuiv ja kas jõulud on lumised. Kaheksa aastat tagasi selgitas meie kõige ilmalikum ajaleht Maaleht välja selle, kumb ootus on meile olulisem. Kas nüüd üllatus või mitte, kuid rahvas peab lumiseid jõule tähtsamaks kui mõnusa ilmaga jaanipäeva ja jaanipäeva (häälte vahet 60 : 40).

Ilmselt tekitab valge lumevaip inimestes pühalikke tundeid, samas tahaks ju ka jaanilaupäeval kuiva nahaga tule ääres pidutseda.

Mõningaid aastaaegu kutsutakse *meteoroloogilisteks* ehk *kalendrilisteks*. On neli põhjaaastaaega, mis tähistavad kokkuleppelisi aastaegade piire täiskuude kaupa. Nõnda on lihtsam aastaegadest kokkuvõtteid teha. Näiteks põhjapoolkeral kestab meteorooloogi-



DIMUSKA / WIKIPEDIA

Kliimaatilise sügise alguskriteerium on ööpäeva keskmine õhutemperatuur: see peab langema püsivalt alla 13 plusskraadi



Suvisel ja talvisel pööripäeval päike nagu seisataks oma teekonnal päris mitmeks päevaks. Näiteks Tartus on päeva pikkus detsembris 6 tundi ja 22 minutit 18. kuupäevast jõuludeni

line talv detsembrist kuni veebruarini, kevad aga märtsist maini jne. Sellise arvestuse järgi on lihtsam teha aasta-aegadest ka teaduslikke kokkuvõtteid.

Kõige suuremat huvi pakuvad kindlasti nn kliimaatilised aastaajad. Neid arvestatakse põhiliselt õhutemperatuuri püsivate muutuste järgi, neile on iseloomulikud kindlad sesoonsed muutused nii ilmastikus kui ka looduskeskkonnas tervikuna.

Eestis eristatakse kaheksat kliimaatilist aastaaga: nelja põhjaaastaaga (kevad, suvi, sügis ja talv) ning nelja üleminekuaastaaga (kevadtalv, varakevad, hilissügis ja eeltalv). Kõik nad on väga muutlikud, näiteks mõnel aastal tuleb lumi maha juba oktoobris ja püsib ilusasti maas mai alguseni, mõnel aga õitsevad kevadlilled juba veebruaris ning suusatamisest ei tasu unistadagi.

Iga kliimaatilise aastaaja kohta kehtivad kindlad kriteeriumid. Näiteks algab suvi siis, kui ööpäeva keskmine õhutemperatuur tõuseb püsivalt üle 13 plusskraadi. Siis lõpetavad viljapuud õitsemise ja köögiviljad hakkavad hoogsalt kasvama. Võrus saabub selline aeg keskmiselt juba 26. mail, aga saartel, näiteks Vilsandil, 11. juunil. Pikimat suveaega, nimelt 144 päeva, sai nautida (tänavune moesõna) Võrus 1975. aastal, kole napp oli suvi aga 1987. aastal Väike-Maarjas, vaid 36 päeva. Muide, kliimaatilise sügise alguskriteerium on ööpäevase keskmise õhusoojuse näitude langemine alla mainitud 13-kraadise läve.

Tänavuse suve Eesti keskmiseks õhutemperatuuriks arvutas keskkonna-

agentuuri ilmateenistus +17,0 °C (norm ehk keskmine aastail 1991–2020 on +16,4°), seega saavutati saja-aastases vaatlusreas 17.–22. koht (vt ilmateenistus.ee/kliima/aastakokkuvõtted).

Midagi ei ole teha: „Suvi on Eestis anomaalne nähtus, mis tuleb lihtsalt välja kannatada, nagu Itaalias talv“ (Andrus Kivirähk).

Kliimaatiliste aastaegade, nii põhikui ka üleminekuaastaegade ning nende määramise kriteeriumide ja ajalooliste muutuste kohta saab teavet ilmateenistuse kodulehelt ([www.ilmateenistus.ee/ilmatarkus/publikatsioonid/100-aastat-eesti-ilma-teenistust/](http://www.ilmateenistus.ee/ilmatarkus/publikatsioonid/100-aastat-eesti-ilma-teenistust/)). Päris kerge neid eristada ei ole, eriti lumevaestel aegadel. Üleminekuaastaajad võivad vahel ka ära jääda. Näiteks viimase saja aasta jooksul pole varakevadet olnud kolmel ja eeltalve koguni 18 aastal.

### Aastaagu on palju

Eespool oli põgusalt juttu kliimateadusega seotud aastaagadest. Eesti keele seletavast sõnaraamatust leiab veel hulga sedalaadi sõnu: eelkevad, hiliskevad, südakevad; eelsuvi, hilissuvi, igisuvi, järeلسuvi, kesksuvi, kevad-suvi, kõrgsuvi, südasuvi, sügissuvi, täissuvi, varasuvi, kalendrisuvi, vananaistesuvi; eelsügis, päris-sügis, südasügis, varasügis; hilistalv, järeלטalv, kesktalv, päristalv, südatalv, sügistalv, varatalv, lõokesetalv, tuumatalv.

Sellest pikast loetelust on ebameeldivaim nn lõokesetalv (tuumatalv pole ju looduslik!) ja oodatuim vananaistesuvi. Esimene neist kujutab ootamatut külmalainet lumega kesk kena keva-

det. Siis jäävad hätta nii suverehvidega autod kui ka lõunast saabunud rändlinnud.

Millal aga saabub Eestisse vananaistesuvi? Kunagise Õhtulehe küsitluse põhjal arvas 45% vastajaist, et see aeg tuleb septembris, 31% meelest oktoobris, 2% hinnangul novembris, ent 21% arvates isegi detsembris.


Hea näide selle kohta, et mõned peavad vananaistesuveks aega augustist kas või detsembrini, peaasi, et on soe ega tule lund. Tegelikult peaks soojade ilmade püsimist ka septembris – nagu tänavu – pidama ikkagi kliimaatiliseks suveks. Kui aga öökülmadega jaheda perioodi järel saabuvad oktoobris uuesti soojad kuivad päevad, võiks seda aega soovi korral nimetada vananaistesuveks.

Aga kunagi ei ole olnud kahtlusi ühe sesooni määratlusega: viienda aastaajaga Soomaal.

Lõpetuseks tooks ära eestlaste aastaegade eelistused Maalehe tänavuse küsitluse järgi.

Liitnud tulemused kokku, selgus, et eestlaste lemmik on kevad (58%). Teisele kohale jäänud suve eelistas iga neljas vastanu. Hoopistükkis kesine oli poolehoid sügisele ja talvele, vastavalt 10% ja 7%.

Põllumehest poliitik Ivari Padar Võrumaalt: „Kevad ikka! Looduse tarkamine ja inimeste edasipüüdlik ja positiivne õhin!“ •

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

KEN KALLING

# „Kultuuriinimesel ei tohi olla sügelisi“

**Arstiteadlane Peeter Hellat on 1913. aastal kirjutanud: „Lätlased vahetavad ja kannavad hea meelega ilusaid pealisriideid, alumised jätavad nad aga tähele pane-mata – vähemalt oli see alles paarikümne aasta eest nii. Eestlased peavad – ümberpöörduvalt – vana pruuki kalliks ja vahetavad vähemalt üks kord nädalas alumisi riideid.“ Hellati arvates oligi see põhjus, miks sügelised olid minevikus lätlaste hulgas märksa enam levinud kui eestlaste seas.**



VIDA PRESS / ALAMY

töved. Sügelised on aga miniatuurse lestalise, sügelislesta (*Sarcoptes scabiei*) tekitatud probleem. Neid alla poole-millimeetri loomakesi võib isegi palja silmaga näha. Täpsemalt öeldes on sügelised niisis parasiithaigus, üks lestitõbedest-akariaasidest.

Ühel nakatunud inimesel tegutseb umbes 10–15 emast sügelislesta. Nemat ongi probleem, sest uuristavad sinna, kus nahk on õhem, nt sõrmevahedesse või kõhule, naha alla munemiseks käike. Need on nähtavad paari-kaupa paiknevate sõlmekestena, mõnikord kuni ühe sentimeetri pikkuste piklike kõrgendikena. Kui lisandub infektsioon – vajadus kratsida – tekivad mädavillid. Esmane sümptom – sügelev lööve – on allergiline reaktsioon lestadele, nende vastsetele ja väljaheidetele. Sügelustunne on teravam soojas, nt öösel teki all.

Selleks et töbi leviks inimeselt inimesele, peab kehaline kontakt kestma küllaltki kaua, 10 minutit. Sügelised levivad ka riiete, voodipesu, käterätide jms kaudu, püsid inimkehast eemal elus kolm-neli päeva. Sügeliste peiteperiood on esmasel nakatumisel kaks kuni kuus nädalat, kordusnakkuste puhul paar päeva. Loomade sügelised inimesele ei levi. Immuunpuudulikkuse korral paljunevad lestad paremini ning nende arv haigel võib ulatuda miljonitesse. Sellist süge-

Prohvet Iobile saatis Saatan viimase katsumusena raske haiguse, mida seni on tavatsetud pidada leepraks. Meditsiinikirjanduses on aga hakanud ilmuma artiklid, mis seletavad Iobi kannatusi pühakirjas toodud sümptomite põhjal hoopis sügelistena

## Üks lestitõbedest

Nüüdisajal terviseamet sügeliste levikut enam otseselt hügieeniga ei seosta, vaid kirjutab oma kodulehel: „... kehvad elutingimused ei ole määravad. Sügelised võivad tabada kõiki sotsiaalseid kihte ega pruugi sõltuda isikliku hügieeni tasemest“. Siiski märgi-

takse, et tegemist on eeskätt arengumaades levinud endeemilise nuhtlusega.

Sügeliste nakkavus oli ammu teada, kuid pärast bakterioloogia teket 19. sajandi lõpus ei tahetud neid enam nakkushaiguseks pidada: tundus, et sellele nimetusele võinuks pretendeerida vaid bakterite ja viiruste põhjustatud

**Selleks et töbi leviks inimeselt inimesele, peab kehaline kontakt kestma küllaltki kaua, 10 minutit. Sügelised levivad ka riiete, voodipesu, käterätide jms kaudu, püsid inimkehast eemal elus kolm-neli päeva.**



listevormi nimetatakse norra- või kooriksügelisteks ning selline haige on palju nakkusohtlikum.

### Tuntud häda

Hippokrates kirjeldas kaks ja pool tuhat aastat tagasi tõbe, mille korral tulevad katki pigistatud vistrikest välja väikesed „täid“. Rooma arstid andsid tõele praeguse meditsiinilise nimetuse, mis tuleneb sõnast *scabere*, ladina keeles 'kratsima'. (Saksa keeles on tõve rahvapärane nimetus *Krätze*.) Antiikse humoraalteooria järgi arvati, et sügelisi põhjustab „musta sapi“ ülekaal. Araabia-islami arstid hakkasid seda tõbe tuhande aasta eest ravima aga elavhõbedaga, mis pidanuks toonaste teadmiste kohaselt aitama eemaldada organismist hoopis üht teist liigseks peetud kehavedelikku – „lima“ ehk „lümfi“.

1687. aastal kirjeldas itaallane Giovanni Cosimo Bonomo mikroskoobi all nähtud sügelislast. Nii sai sügelisest üks esimesi haigusi, mille etioloogia oli selge. Bonomo mõtles välja meetodi, kuidas sügeliste käes kannatajaid aidata, vannitades neid mingisuguses desinfitseerivas vahendis. See meetod ja haigusseletus siiski ei levinud, mistõttu leiutasid järgnevad põlvkonnad järjest uusi salve, millega haigete vaevusi leevendada. Ka sügeliste tekitajat taasavastati edaspidi mitu korda.

Eesti rahvameditsiinis usuti sügeliste vastu aitavat hulk looduslikke vahendeid, aga ka poekauptu (püssirohi). Sageli lähtuti sarnast-sarnasega-põhimõttest („kibedal“ tõvel peab olema samamoodi ebameeldiv ravim), näiteks siis, kui ravimiks oli kuses leotatud tubakas või tulikate leotis. Kibedaid rohtusid võeti ka sisse, kuigi üldiselt rakendati väliste hädade korral väliseid ravivõtteid. Teisalt soovitati ujuda enne jürapäeva või siis jaaniööalasti sõnajalgades või kastes püherdada. Et tõbi haiguse saanud inimesele (kusagilt pidi tõbi ju tulema!) tagasi põrgatada, kasutati leppapuust siirikut, millele kanti haigusvillist pärit vedelikku.

Niisiis, tõbi oli talurahva hulgas tuntud. Mõnel ajajärgul jääb isegi mulje, et erinevalt tavalisest nakkushaiguste levikumustrist, kus kesksel kohal olid linnad, levisid sügelised enam maal. Sõdadevahelises Eestis kurdeti, et tervishoidlikel ja kasvatustel põhjustel suveks maale saadetud lapsed tulevad sealt sageli tagasi „kärnas“ ja sügelistega.

### Sügelised „lähevad sisse“

Minevikus usuti, et sügelised on nähtus, millega ihu end tõbedest puhastab. Seega leidus neidki arste, kelle arvates tuli sügelisi ravida väga ettevaatlikult ja kiirustamata, sest „loomulikke“ tervenemisprotsesse ei võinud takistada. Peeter Hellati patsiendid kartsid veel 20. sajandi alguses, et salvid võivad sügelised „sisse ajada“. (Sama laadi ohtu kardeti ka sarlakite ja leetrite korral.) Hellat naeruvääristas sellist muistsete õpetuste „ehapaistet“ ning rõhutas, et sügelistel pole „üleüldise tervisega“ midagi pistmist. Kartused ei olnud siiski tekkinud tühjale kohale: sügeliste vale ravimise eest oli rahvast sada aastat varem hoiatunud peavoolu arstiteadus ja seda ka eesti keeles. Saaremaa arst Johann Wilhelm Ludwig v. Luce kirjutas oma „Tervise katekismuses“ 1816. aastal, et sügelistest võivad vale ravi korral (nt kui ravimeid otse sügeliste villidele või nahakahjustustele määrada) tekkida palju hullemad tõved: silmahaigused, „sõgedus“, peavalu, luude valu, paised ja muud seesugused hädad. Seetõttu soovitati toona kasutada sügelistevastaseid salve üksnes kehapiirkondadel, kus sümptomeid polnud.

Sügeliste „sisse minekusse“ usuti ka homöopaatilise õpetuse algusaegadel. Selle meditsiinikoolkonna looja Samuel Hahnemann oletas, et peale allasurutud ihade põhjustavad haigusi veel eeskätt süüfilis, sükoos (karvanääpsupõletik, toona aga pigem eufemism gonorröa kohta) ja sügelised.

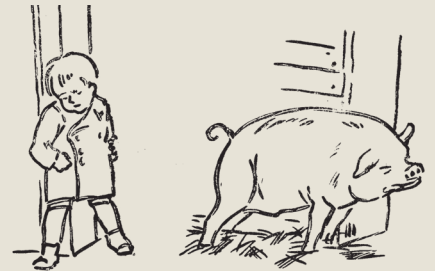
### Eestis enam ei registreerita

Tsaari-Venemaal olid sügelised üks levinumaid nahahaigusi. Eestis registreeriti 19. sajandi viimasel kümnendil igal aastal 1000 kuni 2000 juhtu (enamik jäi ilmselt teadmata, kuna neid raviti kodus rahvatarkuste abil); enim oli tõbi levinud Harju- ja Läänemaal. Sõdadevahelise Eesti kohta ülevaade puudub.

Teise maailmasõja ajal oli tõbi väga levinud, nt Itaalias põdes 1944. ja 1945. aastal sügelisi 15% rahvastikust. Eestis pandi 1945. aastal kirja 33 969 juhtumit, neli aastat hiljem aga vaid 2862. Nõukogude Liidus pöörati sügeliste võitmisele palju tähelepanu, sest nagu kirjutati 1941. aastal ajakirjas „Rahva Tervishoid“: „Kultuuriinimesel ei tohi olla sügelisi“. Abiks olid üha paranevad ravivõtted ning vajaduse korral ka haiglate juures sisse seatud spetsiaalsed skabiosooriumid.



Ära kratsi end avalikus kohas, vaid kõrvalda sügelemispõhjused.




Siga sügab end sellepärast, et ta nahal on paks mustusekord, laps peab olema nii puhas, et tal ei tarvitse end sügada.

Viimase maailmasõja ajal levisid sügelised laialt. Toonane terviseavitus seostas tõbe puuduliku isikliku hügieeniga. Pildil illustreeriti ajakirjast Tervis 1943. aastast

Lahti tõvest siiski ei saadud. Mõnel aastal levisid sügelised puhanguliselt, Eestis näiteks 1967. aastal, kui registreeriti 5384 juhtu. Nüüd oli haigestunute seas esikohal (75%) linnarahvas: lasteaialapsed, tudengid ja „proletariaat“. 1980. aastateks jõuti olukorda, kus aastast haigestus alla tuhande inimese, iseseisvumise taastamise järel hakkasid näitajad aga suurenema, ületades mõnel aastal 7000 piiri. 2012. aastal registreeriti Eestis 1013 sügeliste juhtu, alates 2013. aastast ei kuulu sügelised aga enam Eestis kohustuslikult registreeritavate haiguste hulka.

WHO andmetel põeb maailmas sügelisi umbes 200 miljonit inimest. Tegemist on eeskätt vaesemate, lõunapoolsete ülerahvastatud piirkondade haigusega, kusjuures muret teeb ravimiresistentsuse kasv. Mõnel pool, näiteks Austraalia Torrese väina pärismaalaste hulgas, on nakatunuid üle poole. Sellistest näidetest hoolimata on ametlikult tegemist hooletusse jäetud troopilise haigusega. •

 Ken Kalling, meditsiinialoolane

HELEN ROHTMETS-AASA

# „Ei ole soovitatav Landeswehrlasi Eestisse tuua“

**Vabadussõja järel soovisid paljud sõja eel Eestist pagenud baltisakslased kodanikena Eestisse naasta. Emigrantidele, keda Eesti võimuesindajad ebalojaalsuses ei kahtlustanud, anti tagasipöördumiseks roheline tee. Kuidas toimiti aga nende baltisakslastega, keda kahtlustati koostöös Balti Landeswehr'iga või keda kohalikud võimuesindajad käsitasid „sakslaste poolehoidjatena“?**

Eesti Vabariigi iseseisvuse väljakuulutamise eel koosnes toonase Eesti- ja Liivimaa poliitiline ja majanduslik eliit valdavalt baltisakslastest, kelle osakaal kogu rahvastikust küündis vaid napilt üle kolme protsendi. Baltisakslased olid eestlastest selgelt eristuv ja neile mitmeti vastanduv rahvusühm. Jõukama ja harituma baltisaksa ülemkihi suhtumist eestlastesse iseloomustas teatav üleolek. Sellele vastandus omakorda rahvuslikul ärkamisajal eestlaste teadvusesse kinnistunud ajalookäsitlus, milles kesksel kohal oli kujund 700-aastasest orjaööst ja pimeduseajast Saksa mõisnike omavoli all.

Iseseisvunud Eestis jäi lõhe kahe kogukonna vahel püsima, seda enam, et eestlaste ja baltisakslaste arusaamad nende ühise kodumaa tulevikust olid Vene riigi lagunemise järel olnud üpris erinevad. Kui eestlased seadsid sihi luua oma rahvusriik, keskendus baltisaksa eliit oma seniste privileegide kaitsele. Pole siis ime, et paljud baltisakslased tervitasid Eesti Vabariigi väljakuulutamisele järgnenud Saksa okupatsioonivägede saabumist lootusega taastada oma juhtpositsioon kohalikul poliitilisel maastikul. Okupatsioonivõimude toel tagandati ametist 1917. aastal kohalikesse omavalitsustesse valitud eesti poliitikud ja ennistati võimule baltisakslased. Rüütelkonnad astusid aga samme sellekski, et ühendada Eesti- ja Liivimaa alad

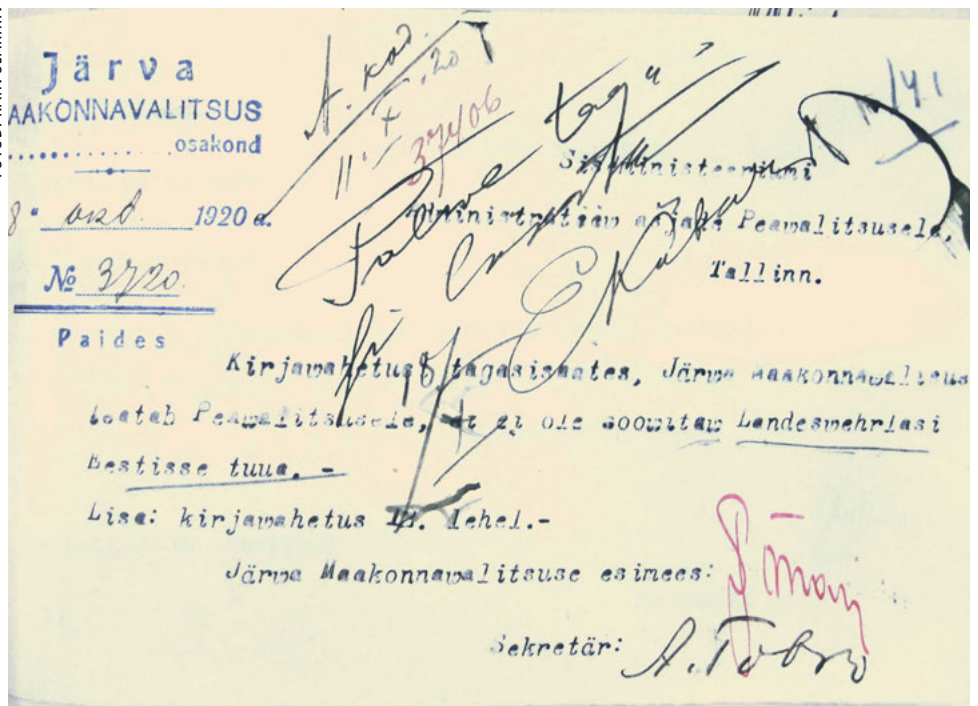
ühtseks Balti hertsogiriigiks ja liita need piirkonnad Saksamaaga.

Baltisakslaste tegevus Saksa okupatsiooni ajal mõistagi üksnes süvendas vanu vastuolusid. „Mis nad 700 aasta jooksul on teinud, seda võime unustada, aga mis nad nüüd 7 kuu jooksul on teinud, seda unustada on võimata,“ kirjeldas 1919. aastal eestlaste hulgas levinud meeleolusid ajakirjanik ja ühiskonnategelane Georg Eduard Luiga.

Veelgi tugevama pahameelepuhangu vallandas eestlaste seas Lätis Balti hertsogiriigi sõjaväena formeeritud Balti Landeswehr'i kokkupõrge Eesti vägedega 1919. aasta suvel. Landeswehr'i sõda käsitleti varjamatult „püha sõjana põlise vaenlase“ vastu. „Eesti sõdurid! On tund tulnud, mil võitlus on alanud meie ajaloolise veri-vaenlasega elu ja surma peale. On tund tulnud otsustada, kes jääb meie kodumaal peremeheks: käputäis paruneid või maa pärisrahvas,“ pöördus 1919. aasta juuni lõpul Eesti sõdurite poole soomusrongide diviisi staabiülem kapten Johannes Poopuu, kutsudes neid ühtlasi üles „lõpetama Lembitu töö“ ja „õiendama verivaenlasega arveid 700-aastase orjaöö eest“.

Landeswehr'i sõjaga kaasnenud

FOTOD: RAHVUSARHIIV



Järva maakonnaavalitsuse vastus siseministeeriumi järelepärimisele, milles paluti ministeeriumi administratiivajade peavalitsusele saata „kõik käepärast olevad teated“ Eesti kodakondsust taotlenud isiku ja tema perekonna kohta. Kirjale on siseministri abi Eduard Kübarsepp kirjutanud otsuse „Palve tagasi lükata“

**Endisi võimukandjaid peeti üldiselt ebalojaalseks ning Eesti julgeolekuasutused hoidsid kohalike baltisakslaste tegevusel hoolega silma peal.**

11. tubulul

EESTI VABARIIK.  
SISEMINISTEERIUM.

Administr. asjade,  
PEEVALITSUS.

oktoobri 1920 a.  
No 12  
TALLINN.

Riigivõimale.

Saksa Rahvussekretääri märgukirja puhul poliitiliste emigrantide kodakondsuse ja sissesõidu lubade andmise asjus pean oma kohuseks järgmist selgitust anda.

Määruse põhjal 26 novembrist 1918 a. (R. I. 21. 1918 a.) on Vabariigi kodaniku õigused kõigil isikutel, rahvuse ja usu peale vaatamata, kui nad nimetatud määruse 1 ülesseatud kolmele nõudmisele vastavad. Nisimine neist nõuab, et kodanik selli määruse väljakuulutamise ajal, s. o. 4 detsembril 1918 a. Vabariigi piirides elas. Sellepärast ei või emigrante, kes 4 detsembril 1918 a. väljaspool Vabariigi piire elasivad, Vabariigi kodanikkudeks ipso jure ridade, vaid iga üksiku emigrandi kodakondsuse küsimus peab Siseministeeriumi poolt otsustatud saama. Sellest tulebki, et Siseministeerium on kohustatud sisseõitnud emigrante, rahvuse ja usu peale vaatamata, väljavalusteks pidama kuni vormilikult nad Vabariigi kodanikkudeks pole vastu võetud.

Ainult Läti ja N. Venemaal viibivate Eesti rahvusest emigrantide kodakondsuse küsimused lahendatakse lihtsustatud korras sellekohaste konventsioonide põhjal.

Emigrantide kodakondsuse ja sissesõidulubade andmise küsimuste otsustamine ei sünni aga nimetatud isikutele soovitava kiirusega täiesti arusaadaval ja põhjendatud asjaoludel. Esiteks juba sellepärast, et siseministeeriumi kodakondsuse osakond on 1. I. 21. kuni senini kogunud üle 12.000 kodakondsuse ja opteerimise asja, mille otsustamine võimalik ainult peale tarvilikkude teadete kogumise, mis aga aega võtab ja suurt tööjõudu tarvitab. Teiseks põhjuseks on poliitiliste emigrantide palvekirjade

Siseministeeriumi selgitus vastuseks märgukirjale, mille Saksa rahvussekretär oli saatnud 1921. aasta augustis riigivanem Konstantin Pätsile, paludes Eesti Vabariigi valitsusel kergendada emigrantide Eestisse pöördumist ja nende Eesti kodanikeks tunnistamist ning anda välja asjaomased määrused

puudulikkude teadetega varustamine, mis pärast välisriiki kaudu lisateadete nõudmine möödapääsemata. Nii tehti teated Eesti väljasõidu aja ja dokumentide kohta, samuti ka andmed selle üle, kus nimekirjas seisab ja kus enne ärasõitu elanud. Nende andmete puudumise tõttu ei ole politseil ja omavalitsusasutustel võimalik kindlaks teha, kas paluja üleüldse kuskil hingekirjas seisab ehk kunagi Vabariigis elanud on, mis äärmiselt tarvilik teada asja otsustamise juures. See nõuab aga pikemat aega.

Lõpuks ei saa tähelepanu jätta, et Saksa Rahvussekretääri kaitse all olevate poliitiliste emigrantide tagasisesõidu ja kodanikkudeks tunnistamise vastu maakonna ja linnavalitsuste poolt tugev poliitiline opositsioon on olemas ja rahva keskel vaenulik meeleolu valitsuse paljude emigrantide vastu, millelega Siseministeerium senini on pidanud raskendama.

Tihti täheledatakse selle peale, et osa poliitiliste emigrantidest, kes nüüd Eestisse ligatsevad tulla, veel ei ole eest Landeswehri ridade rasketel silmapilkudel Vabariigi kaitsetele seljatanud kallale tungisivad.

Mis puutub märgukirjas ettetoodud näitustesse, siis pean tähelepanu, et Aksel Eksparre kodakondsuse-sissesõidu palve ei leidnud Siseministeeriumi poolt rahuldavat vastust Saaremaa maakonnavalitsuse poolt antud teadete põhjal. Viimase teadete järele oli Eksparre okkupatsioonil ajal tugev Landesraati liige olnud ja peale selle ka Landeswehri organiseerinud. Sellepärast pidas ka maakonnavalitsus Eksparre palve täitmise mittesoovitavaks.

Lucie Ewa Gruenewalddi isikutunnistuse saamiseks Politsei Peavalitsuse teadaande järele 12 sept. s. a. j. 4. korraldus tehtud, kuna Karl Bazenkurt ja Kentmann 27 sept. k. a., Bertold Nottbeck 7 sept. k. a. ja Lebert juba 27 sept. k. a. kodakondsusse vastuvõetud.

Walter Stackelbergi kohta puuduvad Siseministeeriumi tarvilikud teated. Järna maakonnavalitsus, kellelt teadete küsitud, ei ole neid senini veel saatnud, mis pärast asi otsustamata.

Lõpuks lisan veel juure, et Siseministeerium ei ole tarvilikuks pidanud emigrantide massilise tagasituleku võimaldamiseks vastavate ettepanekutega esineda Vabariigi Valitsusele, arvesse võttes kodanikkude rõhuva enamuse meeleolu 1918 a. põgenenud poliitiliste emigrantide vastu, kellel rohkem põhjust ei olnud enamaste peale tungimist karta, kui neil, kes wapralt kohutawale waenlastele vastu astudes walmis olid oma elu ohwriks tooma.

SISEMINISTER

Peavalitsuse juhataja k. t.

Sekretäär

emotsioonid kajastusid paljudes poliitikaaldkondades ja sealhulgas esialgselt radikaalsemaks kujunenud maa-reformis. Mõisnikele kuulunud maa-valduste võõrandamine ilma kompensatsiooni maksmata tekitas baltisakslaste seas nõrdimust ja endine ülemkiht jäi uue Eesti riigi suhtes valdavalt tõrjuvale positsioonile. Usaldamatus baltisakslaste vastu ei kadunud eestlastegi seast: endisi võimukandjaid peeti üldiselt ebalojaalseks ning Eesti julgeolekuasutused hoidsid kohalike baltisakslaste tegevusel hoolega silma peal. Erilise tähelepanuga hakati seejuures tausta kontrollima aga nendel baltisakslastel, kes olid Vabadussõja eel Eestist pagenud ja soovisid rahu sõlmimise järel Eestisse naasta.

### „Eesti riigi ja rahva vastased“

Enamik 1918. aasta lõpul Eestis viibinud baltisakslasi sai Eesti Vabariigi kodakondsuse seaduse alusel automaatselt, ent kodakondsuseaduse jõustumise ajal Eestist eemal viibinud eestimaalasi automaatselt kodanikeks ei tunnistatud. See tähendas, et sõja eel Eestist lahkunud baltisakslastel, kes ei soovinud elama jääda Saksamaale, vaid tahtsid Eestisse tagasi pöörduda, tuli Eesti kodakondsust ja tagasi-pöördumise luba eraldi taotleda. Eesti välisesindajate vahendusel Tallinna jõudnud palveid hakati läbi vaatama siseministeriumis, kuid nende üle otsustamisel tuginesid ametnikud teadetele, mida saatsid neile taotleja kohta tema Eestis asunud elukoha järgsed ametiasutused ja kaitsepolitsei.

Mõistagi mõjutasid ministeriumis saabunud teateid rahva seas valitsevad meeleolud baltisakslaste suhtes, kelle tegevus Saksa okupatsiooni ajal oli kohalikke eestlasi riivanud või keda võis kahtlustada koostöös *Landeswehr*’iga. Maakonna- ja linnavalitsustest ning politseiasutustest ministeriumile saadetud kirjadest võib lugeda, et „Ei ole soovitatav *Landeswehr*’lasi Eestisse tuua“. Kui isikut kahtlustati *Landeswehr*’i organiseerimises või selle ridades Eesti iseseisvuse vastu võitlemises, jäeti taotlus rahuldamata. Samuti peeti soovimatuks neid baltisakslasi, kes olid teinud koostööd Saksa okupatsioonivõimudega või osalenud okupatsiooniaegsete asutuste töös, sealhulgas 1918. aastal kogunenud *Landesrat*’i istungitel, kus paluti Saksa keisrit ühendada Balti provintsid

### Kahtlus ebalojaalsuses sai taotlejale takistuseks Eesti kodakondsuse saamisel ja seeläbi ka Eestisse tagasi-pöördumisel.

hertsogiriigiks. Eesti kodakondsuse saamist võis aga takistada seegi, kui elukohajärgsed ametiasutused kirjeldasid taotlejat „sakslaste poolehoidjana“, „saksameelsena“ või „Eesti riigi ja rahva vastastena“.

Kui omavalitsus- ja politseiasutustest kogutud andmete põhjal ei olnud põhjust emigranti ebalojaalsuses kahtlustada, anti ministeriumis tema kodakondsustaotlusele roheline tee. Ja vastupidi, kahtlus ebalojaalsuses sai taotlejale takistuseks Eesti kodakondsuse saamisel ja seeläbi ka Eestisse tagasi-pöördumisel. Neile jäi küll võimalus paluda luba sõita Eestisse välismaalaseks, lootes riigis kohapeal olles oma kodakondsustaotlusele uus käik anda, kuid sissesõidu- ja Eestis peatumise luba oli siiski vaid poolik lahendus: peatuslood olid tähtajalised ja selle möödumisel oli välismaalastel kohustus riigist lahkuda.

Baltisakslastele tehtavad takistused kodakondsuse saamisel ei jäänud mõistagi tähelepanuta ning kerkisid esile Saksa ja Eesti välisesindajate vahelistes jutuajamistes. Samuti jõudsid emigrantide kaebused, et otsused nende taotluste kohta jäävad venima, Saksa rahvussekretärini Eestis. Ta juhtis 1921. aasta augustis sellele riigivanem Konstantin Pätsi tähelepanu. Oma märgukirjas avaldas rahvussekretär nõrdimust, et emigrandid peavad sissesõidulubasid kaua ootama ja et neid seejuures „välismaalastena koheldakse“. Ta palus emigrantide tagasitulekut ja nende Eesti kodanikeks tunnistamist lihtsustada.

Kiri saadeti edasi siseministeriumisse, kust laekunud vastuses selgitas siseminister Karl Einbund riigivanemale olukorda. Nagu minister märkis, tuli ministeriumil emigrantide taotluste üle otsustamisel arvestada, et paljude 1918. aastal Eestist pagenud emigrantide Eestisse naasmise ja kodanikeks tunnistamise vastu valitses maakonna- ja linnavalitsustes „tugev poliitiline opositsioon“. Seetõttu jätsid emigrantide elukohajärgsed ametiasutused oma nõusoleku sageli andmata, tuues põhjenduseks asjaolu, et


„osa poliitilistest emigrantidest, kes nüüd Eestisse igatsevad tulla, veel aasta eest *Landeswehr*’i ridades raske tel silmapilkudel Vabariigi kaitsjatele seljatagant kallale tungisivad“.

Ehkki riigivanem tegi siseministrile ülesandeks olukorda parandada, ei pidanud too võimalikuks teha valitsusele ettepanekut „emigrantide massilise tagasituleku võimaldamiseks“, ja seda jällegi eestlaste hulgas valitsenud meeleolude tõttu 1918. aastal Eestist pagenud poliitiliste emigrantide suhtes, „kellel rohkem põhjust ei olnud enamlaste pealetungimist karta kui neil, kes vapralt kohutavale vaenlasele vastu astudes valmis olid oma elu ohverriks tooma“.

Tegelikult oli siseminister juba astunud samme selleks, et teateid Eestisse naasta soovinud baltisaksa emigrantide kohta ei antaks ministeriumile pelgalt eelarvamuste pinnalt. 1921. aasta suvel kutsus ta kaitsepolitsei-ametnikke üles lõpetama Vabadussõja eel Eestist pagenud emigrantide liigitamise „saksameelseteks“ ja andis ühtlasi teada, et Eesti valitsus on asunud selles mõttes hoopis teisele seisukohale – baltisakslaste Eestisse tagasi pöördumist peeti ministri sõnul „koguni soovitavaks“. Küll ei soovitatud edaspidigi lasta naasta nendel emigrantidel, kes olid *Landeswehr*’i ridades otseselt Eesti riigi vastu sõdinud.

Tõenäoliselt taheti sellega vältida negatiivset tähelepanu rahvusvahelisel areenil, kuid vähetähtis polnud ka emigrantide tagasirändega kaasnenud majanduslik aspekt: kui baltisakslased, kellel oli Eestis kinnis- ja vallasvara, oleks jäetud piiri taha, voolanuks riigist välja ka nende varanduselt saadud sissetulekud.

Nimetatud suhtumine peegeldus ajapikku kodakondsusotsustes: nii mõnigi Saksamaal viibinud baltisaksa emigrant, kelle taotlus oli siseministeriumis varem tagasi lükatud, sai kodakondsuse teisel või kolmandal katsel. Seda näiteks juhul, kui neil oli õnnestunud välismaalaseks Eestisse sõita ja taotleda kodakondsust uuesti juba riigis kohapeal. •

 **Helen Rohtmets-Aasa** (1977) on ajaloolane, kes uurib kodakondsus- ja rändeküsimusi 19. ja 20. sajandil.

# JÕULUKUUSK RIIGIMETSAST!

Too endale kõige  
rohelisem jõulupuu.

Kohale juhatab  
RMK mobiiliäpp:



MARE ISAKAR, JUHO KIRS

# GEORG FRIEDRICH PARROT JA IMATRA KIVID

**Tartu ülikooli loodusemuuseumi geoloogiliste kogude sahtlites on talle silmatorkavalt ümarate vormidega kivid, nn Imatra kivid. Millega on tegemist?**

Imatra kosk on üks Euroopa suurimaid kärestikkoski, mis asub Soome kaguosas Imatra linnas Saimaa järvest välja voolaval Vuoksi jõel. Seal, umbkaudu 500 meetri pikkuses kitsas graniitsängis langeb jõgi 18,4 meetrit. See kosk on Soome vanim turismiobjekt, mis on vähemalt 19. sajandi lõpust olnud üleeuroopaline huviväärsus. 1772. aastal käis seda koos kaaskonnaga isiklikult vaatamas keisrinna Katarina Teine.

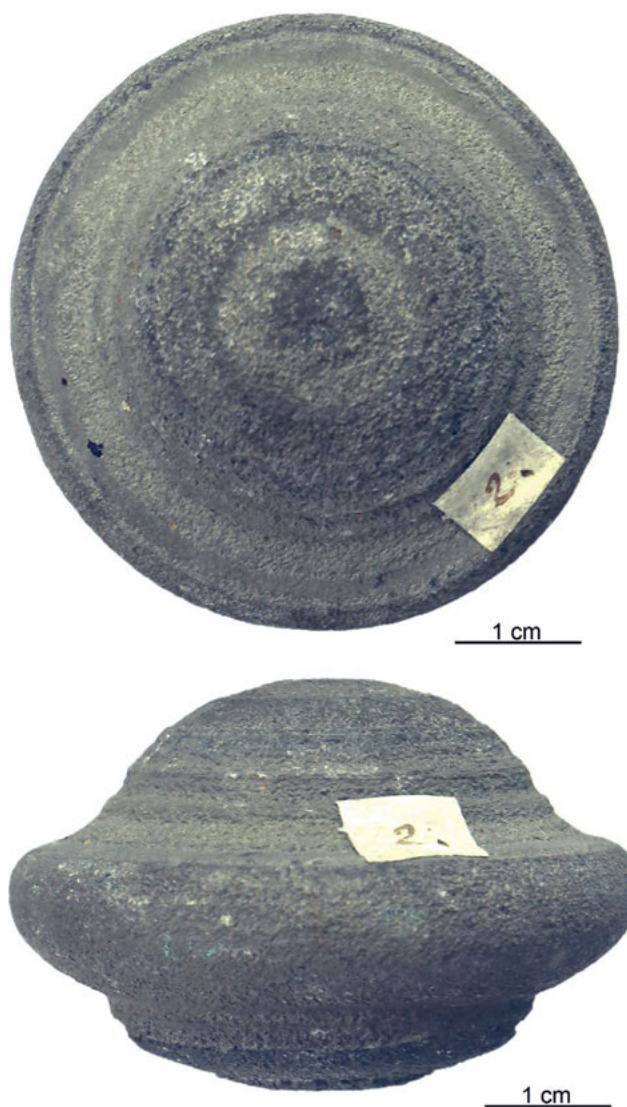
Nõnda on ka Tartu ülikooli esimese rektori Georg Friedrich Parroti (1767–1852) sulest ilmunud 1840. aastal artikkel, mis käsitleb Imatra kivide eksootilisi vorme, omadusi ja nende tekke hüpoteese. Kirjutises on Parrot märkinud: „Imatra kosk on olnud Peterburi elanike sagedaste suviste rännakute sihtpunkt juba aastaid.“ Aastal 1836 käis ta ise koos perekonnaga seda loodusimet uudistamas ning ostis Soome-reisilt kümmekond Imatra kivi. Nende omapärase välimuse ja vormirikkuse põhjal jõudis ta arusaamale, et neid salapäraseid kivikesi tasub tõsiselt uurida. Selle nimel tegi ta 1838. aasta juunis koos oma väimehe Platon Storchiga, „kelle innukus ja jõuline noorus“ täiendas toona 71-aastase Parroti sõnul tema „vanuse nõrkust“, Imatrasse veel ühe reisi, mille järel nägigi trükivalgust eelnimetatud artikkel.

Parroti 1840. aastal ilmunud artikli 130 leheküljest olulisema osa hõlmab Imatra kivide välise vormi kirjeldus koos illustatsioonidega 14 kunstipärasel litograafilisel tahvlil. Litograaf Wilhelm Pape kunstipärased joonised on esitatud loomulikus mõõtkavas, 1 : 1, kuid on kahjuks trükitud peegelpildis.

Kõnealused kivid on kettalaadsed ja rõõnelised, sest kivimikihtide vastu pidavus kulutusele ei ole olnud ühtlane. Enamasti kuuluvad nende koosseisu õhemad (tumedad savikad) ning

paksemad (heledamad kaltsiumkarbonaatsed, aleuriitsed) kontsentrisparalleelsed kihid. Kivide üldkuju järgi on Parrot eristanud monotüüpe (ringikujulised või ovaalsed), ditüüpe, tritüüpe, tetratüüpe, pentatüüpe,

polütüüpe ja anomaalse kujuga kive. „Lähtevormina“ näeme siin kihulist ketas-ellipsoidsaalse kujuga mugulat (monotüüpi) ja selle kahe-, kolme-, nelja-, viieliikmelisi jne kokkukasveid. Kivide pealispind võib olla sile kuni



PILDID: TARTU ÜLIKOO LI LOODUSMUUSEUMI GEOLOOGILISED KOGUD

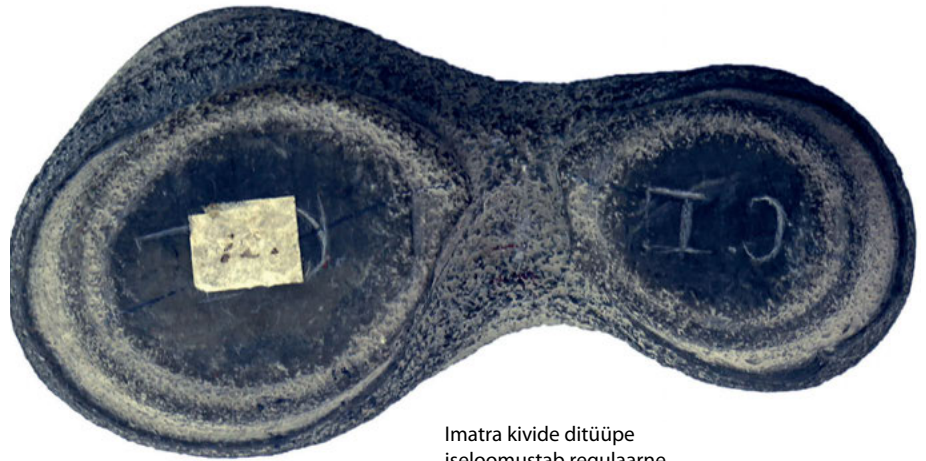
Parrot on kirjeldanud Imatra kivide monotüüpe kui regulaarseid ringikujulisi kive, TUG 1812-101

poorne, krobelskümmuline. Lubimugulad on sageli kokku kasvanud graniidi- või gneisikildudega või sisaldavad nende teri suletistena. Kohati leiduvad kuivuslõhesid täidab kollaka peitkristalse kaltsiidi mass. Lühidalt, mugulaid moodustab ja tsementeerib ning liimib neid tugevasti teiste kivi- mitütüüpide külge kaltsiidimass: peen peitkristalne kaltsiumkarbonaat.

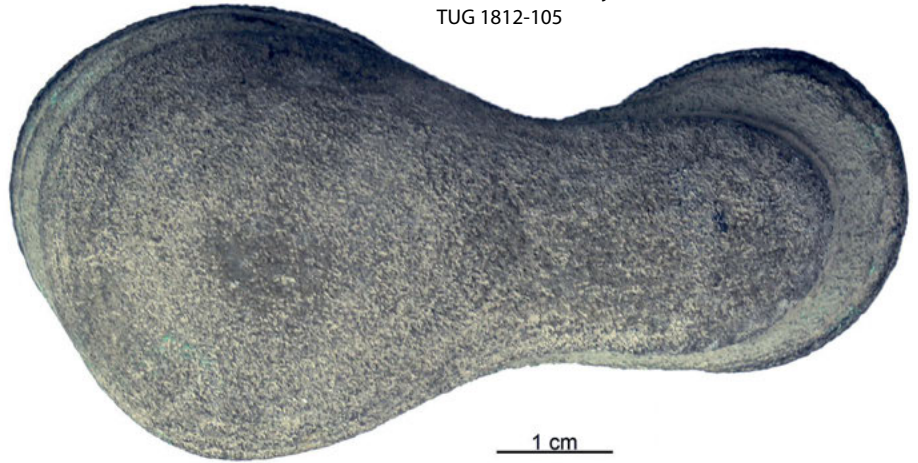
Imatra kivide tekke kohta on Parrot esitanud mitu hüpoteesi. Esmalt on ta nentunud, et neid kive vormib kose pöörlev-keeriselise veevool, samas ei ole kompleksvormide säilimine kärestikulises veekeskonnas reaalne. Ent stalaktiitse hüpoteesiga on vastuolus kivide valdavalt ketasjaskeraline välisehitus. Kivide ribiliskihiliste ümarvormide mitmekesisusest lummatuna on Parrot käsitlenud ka nende võimaliku loomset või taimset päritolu – pakudes, et tegu võib olla seente või ilma kestata molluskite või koguni loomsete väljaheidete kivististega –, kuid pidanud kõiki neid variante dünaamilises veekeskonnas siiski ebareaalseks.

Ühtlasi pidas Parrot võimalikuks Imatra kivide geoloogilist teket, ent heitis kahjuks juba eos kõrvale geoloog Ernst Hofmanni, oma Tartu-aja kunagise kolleegi teooria. Nimelt selgitas Hofmann, et Imatra kivid tekivad mudases kaltsiumiga rikastunud savikeskkonnas: kaltsiumkarbonaadist moodustuvad lubimugulad (konkretsiioonid), mis liituvad kasvamise käigus omavahel ja kohati ka savis olevate graniidi- ja gneisikildudega. Neid muguljaid masse uuristab Imatra kärestikust allavoolu jääv jõgi kaldaseinast välja ja uhub Vuoksa jõe voolusängi, kus ka vooluvesi võib neid mingil määral vormida.

Tänapäeval üldtunnustatud tekkeloo on esitanud soome geoloog Marti Salmi 1959. aastal. Kahtlemata on Imatra kivide tekke eeldus liustikuvee rikastumine kaltsiumkarbonaadiga, mis sünnib tavaliselt liustikualuse lubjakivi erosiooni käigus. Talvises külmas ja süsihappegaasirikkas liustikuvees on kaltsiumkarbonaat suuresti lahustunud vesinikkarbonaadina. Suvel, kui vesi soojeneb ja süsihappegaas lendub, väheneb järvevees vesinikkarbonaadi lahustuvus ja kaltsiumkarbonaat settib pisikeste kristallidena jääjärve aleuriit-savisesse settesse. Kuna neil kristallidel on suur pinnaenergia, hakkavad nad enesega liitma settevees



Imatra kivide ditüüpe iseloomustab regulaarne lamava kaheksa kaju, TUG 1812-105



Tritüüpe iseloomustab keskpunktide asumine ühel sirgjoonel, TUG 1812-110



Anomaalse kujuga Imatra kivid varieeruvad suuresti, TUG 1812-119



Lubikonkretsiooni kokkukasve graniidiga, TUG 1812-96



Kuivuslõhesid täidab kollaka kaltsiidi mass, TUG 1812-19

lahustunud kaltsiumkarbonaatset ainet ning algab lubikonkretsioonide muguljas kasv.

Imatra kivide rikastumist Vuolenkoski savikeskkonna kaltsiumist nätab ilmekalt nende kaltsiumoksiidsisalduse võrdlus: umbes kaks massiprotsenti Vuolenkoski jääjärvelises savis ja 22–34 massiprotsenti Imatra kivides. Tähelepanu väärib ka Imatra kivide leidumine üksnes Vuolenkoski liustikusavi lasundi sügavamas osas,

mille pH väärtus ületab 8,5. Salmi seostab seda jahedama kliima (huumushapete puudumisega vetes) ja liustiku lähedusega jääjärvele.

Kui Vuolenkoski paksus homogeeneses aleuriitsavis vormunud Imatra kivid on põhiliselt muguljad (või nende ebakorrapärase liitvormid), siis Vuoksa jõe piirkonna peenekihihistesse viirsavikihtidesse surutuna on Imatra kivid kasvanud eelistatult tasapindseteks kihilisteks ketasvormideks. •

#### Kasutatud kirjandus

- Hofmann, E. 1837. Geognostische Beobachtungen auf einer Reise von Dorpat bis Åbo, Dorpat, 1–50.
- Parrot, G. F. 1840. Recherches physiques sur les pierres d'Imatra. Peterburi, 1–130.
- Salmi, M. 1959. Imatra stones in the glacial clay of Vuolenkoski. Bulletin de la Commission Géologique de Finlande, Nr 186, 1–27.

✍ **Mare Isakar** (1954) on Tartu ülikooli loodusemuuseumi geoloogiliste kogude peavarahoidja.

**Juho Kirs** (1946) on Tartu ülikooli ökoloogia- ja maateaduste instituudi geoloogiateadur.





# KUNST või TEADUS

17.11.2023–19.05.2024  
Tartu Ülikooli muuseum



## KUNST või TEADUS Maastikumaali geoloogia

17.11.2023–17.02.2024  
Tartu Ülikooli kunstimuseum



TARTU ÜLIKOOL  
muuseum

Tartu Ülikooli muuseum, K–P 11–17 (Lossi 25, Tartu)  
Tartu Ülikooli kunstimuseum, T–L 11–17 (Ülikooli 18, Tartu)


[museum.ut.ee](http://museum.ut.ee)

EDIT TALPSEPP

# ENNUSTUS JA TÕESTUS EVOLUTSIOONITEOORIAS:

APPI TULEVAD KVANTITATIIVSED MUDELID JA VÕRDLEV MEETOD

ALAMY / JVIDA PRESS



On üldteada, et evolutsiooniteooriat ei võetud laialdaselt omaks üleöö ega sujuvalt. Selle mitmesuguseid tahkusi hakati aktsepteerima eri aegadel. Näiteks töigaga, et evolutsiooniprotsessid looduses üleüldse toimivad, nõustuti aastakümneid varem kui väitega, et üks nende oluline toimemehhanism on juhuslikult tekkinud mutatsioonidele rakenduv looduslik valik. Peale religioossete ja muude tuntud vastuargumentide on darvinismile tehtud ka teadusmetodoloogilisi etteheiteid, millest osa on praegugi päevakorras. Mõnes kontekstis on need vahel isegi asjakohased ja õigustatud. Evolutsiooniteooria metodoloogilised vastuargumendid puudutavad peamiselt kohastumuslikkusele viitavate, st adaptatsioonistlike seletuste väidetavat tõendamatus ning selle teooria kohatist võimetust teha kontrollitavaid ennustusi. Teadusfilosoofias tuntud falsifikatsioonismi järgi on distsipliini teaduslikkuse kriteerium just nimelt selle raames esitatud hüpoteeside ja väidete paikapidavuse kontrollitavus kas katseliselt või vaatlustega. Kas selle tingimuse põhjal peaksime tõesti kuulutama ebateaduslikuks teooria, mida on peetud moodsa teaduse üheks fundamentaalsemaks ja laiahaardelisemaks süsteemiks, mis suudab kirjeldada ja seletada eluslooduse toimimist?

Organismidel leidub tunnuseid, mille puhul võib üsna julgelt väita, et nad on evolutsiooni vältel arenenud täitma kindlat ülesannet (näiteks nahkhiirtel kajalokatsiooni mehhanismid), ning et see seletabki nende tunnuste leidumist organismidel. Sellist järel-  
dusstrateegiat nimetatakse parima seletuse tuletamiseks ehk abduktsiooniks. Mõne tunnuse puhul on aga kindlaid kohastumuslikke stsenaariume pakkuda märksa keerulisem. Näiteks meie primaatidest esivanemate ajumahu kiire arengu selgitamiseks on esitatud mitu alternatiivset hüpoteesi. Mõned autorid eeldavad, et ajumahu suurenemise ajend oli kahel jalal kõndima hakkamine ning seetõttu käte vabanemine keerulisema käelise töö jaoks. Samuti on pakutud (teadlaste üldsuse poolt enamasti küll pseudo-teaduslikuks kuulutatud) „veeahvi-teooria“ (ingl *aquatic ape theory*), mille järgi arenes meie esivanemate aju kiiresti ajal, mil nad väidetavalt elasid ning otsisid toitu madalas kaldavees. Kõige populaarsema vaate, n-ö Machiavelli intelligentsuse hüpoteesi kohaselt on aju laienemine seotud hominoidide ühiskondade sotsiaalse struktuuriga: edukamalt said hakkama isendid, kes olid võimelised sõlmima keerukamaid omavahelisi liite ning mäletasid teiste osutatud teeneid.

Tõik, et sellised seletused käivad kauge ja meile tihti ligipääsmatu mineviku kohta, annabki alust ebakindlusele selle suhtes, milline alternatiivsetest stsenaariumidest võiks kehtida, ning õigustatud kriitikale, mille kohaselt on evolutsioonilised seletused tihti tõendusliku põhjata oletused. Eriti poliitilises ja ideoloogilises kontekstis võib sellega kaasneda üsna jaburate ja lennukate hüpoteeside pakumine teaduslike pähe. Näiteks üks tuntud strateegia on praegusaja käitumist, soorolle jms põhjendades ja õigustades viidata igal võimalikul juhul kiviaja küttidele ja korilastele. Matemaatiliste mudelite ja materiaalsete tõendusmaterjalide analüüsimetodite arengu tõttu on tänapäeva bioloogial siiski võimalik jõuda vähemalt

**Matemaatiliste mudelite ja materiaalsete tõendusmaterjalide analüüsimetodite arengu tõttu on tänapäeva bioloogial siiski võimalik jõuda vähemalt mingil määral kontrollitavate seletuste ja ennustusteni.**

mingil määral kontrollitavate seletuste ja ennustusteni.

Selles artiklis tutvustangi kohastumusliku evolutsiooni kohta käivate hüpoteeside kontrollimiseks loodud kvantitatiivseid mudeleid ning võrdlevaid meetodeid. Peamiselt tuginedes bioloogiafilosoofide Kim Sterelny ja Paul E. Griffithsi 1999. aastal ilmunud raamatule „Sex and Death“ („Seks ja surm“).

### Kvantitatiivsed mudelid

Kvantitatiivsed mudelid jagunevad optimaalsusmudeliteks ja mänguteoreetilisteks mudeliteks. Optimaalsusmudelil on neli komponenti: kohasuse väärtuse määratlus (ingl *fitness measure*), pärilikkuse eeldus (ingl *heritability assumption*), fenotüüpide komplekt (ingl *phenotype set*) ning olekuvõrrandite komplekt (ingl *status equation set*). Kohasuse väärtuse määratlus näitab, mis ühikutes või „valuutas“ eri tunnusevariantide (ingl *design*) edukust mõeldakse. Selleks ühikuks võib näiteks olla vahemaa läbimiseks vajaliku energiakasutuse efektiivsus (eri jalapikkuste korral). Seejuures on eelduseks asjaolu, et kõige efektiivsematel organismidel on ka rohkem järglasi. Pärilikkuse eeldus määrab selle, mis ulatuses pärib organism oma vanema tunnusevariandi. Fenotüüpide komplekt määrab, millised tunnusevariandid on võimalikud (näiteks organismide arengulised piirangud välistavad paljud võimalikud tunnusevariandid). Neljas element, olekuvõrrandid, ongi optimaalsusmudelite tuum. Need võrrandid määravad ära selle, milliseid tulemusi (kohasuse väärtuse ühikutes) annab teatud tunnusevariant mingis kindlas keskkonnas ehk missugune tunnusevariant on kohasuse mõttes kõige optimaalsem.

Sellised optimaalsusmudelid uurivad ainult organismide ja keskkonna vahelist suhet, võtmata arvesse seda, kui sagedased on uuritavad tunnused ja käitumised populatsioonis. Tegelikuses on kohasusevariandi kohasus aga tihti ka selle esinemissagedusest. Näiteks seksuaalselt sigivate liikide puhul on oma järglaste hülgamine tihtipeale edukas strateegia selleks, et saada rohkem järglasi kusagil mujal vms. Ent kui niisugune käitumine on populatsioonis liiga sage, nt harrastavad seda mõlemad vanemad, ähvardab järeltulijaid näljasurm ning see sigimisstrateegia pole enam edukas.

Evolutsiooniline mänguteooria hõlmabki selliseid mudeleid, milles esinevate tunnusevariantide kohasuse väärtus onelene teiste organismide tunnusevariantidest. Ka mänguteoreetilised mudelid sisaldavad kohasuse väärtuse määratlust, pärilikkuse eeldust ning fenotüüpide komplekti. Ent olekuvõrrandite asemel on sellistel mudelitel mängumatriks, mis kirjeldabki iga käsitletava tunnusevariandi sõltuvust teiste organismide tunnusevariantidest. N-ö skoori, mille organism on saanud kohasuse skaalal, kutsutakse mänguteoreetilistes mudelites „tulemuseks“ (ingl *pay-off*), ning võimalikke fenotüüpe strateegiateks.

### Kulli ja tuvi mudel

Üks kuulsaim mänguteoreetilise mudeli näide on kulli ja tuvi mudel, mis iseloomustab seda, kuidas käitatakse toidu, sigimispartnerite või pesitsuspaikade üle käivates võitlustes. Selle mudeli kõige lihtsam versioonis sisaldabki fenotüüpide komplekt ainult kaht võimalikku strateegiat: kull võitleb seni, kuni üks loomadest on vigastatud, ning vigastamata loom võidab ressursi endale, tuvid tõmbuvad võimaliku võitluse tekkimise ohu korral tagasi ning jätavad ressursi kullile. Kulli ja tuvi mudelis onelene strateegiate valik nende esinemissagedusest ning meil ei ole mõtet rääkida optimaalsest strateegiast kui sellisest. Mingites tingimustes on ühel strateegial parem tulemus, teistes aga teisel. Optimaalse strateegia kirjeldamise asemel näitavad mänguteoreetilised mudelid seda, millised strateegiad on evolutsiooniliselt stabiilsed, st neid ei asendaks kergesti mingi muu uudne strateegia, mille kasutajad on võrreldes põhistrateegia kasutajatega edukamad.

Näiteks tuvi strateegia ei ole evolutsiooniliselt stabiilne, kuna juba esimesed kulli strateegiat kasutavad organismid oleksid ainult tuvidest koosnevas populatsioonis väga edukad ning tuvi strateegia saaks seega lihtsasti asendada. Kulli strateegia võib olla evolutsiooniliselt stabiilne sellisel juhul, kui saadava ressursi väärtus on suurem kui vigastuse „maksumus“. Kulli ja tuvi kokkupõrkes ei saaks tuvi sel juhul midagi, ent kulli strateegia tulemus oleks ka vigastuse korral positiivne. Tavaliselt on vigastuse maksumus siiski suurem kui saadava ressursi väärtus, kuna looduses on enamik loomade vigastusi surmavad. Kui ei tuvi-



UNSPASH

Üks kuulsaim mänguteoreetilise mudeli näide on kulli ja tuvi mudel, mis iseloomustab seda, kuidas käitatakse toidu, sigimispartnerite või pesitsuspaikade üle käivates võitlustes. Kulli strateegia võib olla evolutsiooniliselt stabiilne juhul, kui saadava ressursi väärtus on suurem kui vigastuse „maksumus“. Tavaliselt on vigastuse maksumus siiski suurem kui saadava ressursi väärtus, kuna looduses on enamik loomade vigastusi surmavad

ega kullistrateegia ole evolutsiooniliselt stabiilne, kujuneb evolutsiooni käigus tõenäoliselt välja kullide ja tuvide tasakaalustatud kombinatsioon. Kui kulle on populatsioonis liiga palju, siis nende kohasus väheneb, ning sama käib ka tuvide kohta liiga palju tuvisid sisaldavas populatsioonis. Kahe strateegia tasakaalu võib populatsioonis hoida mitmel viisil – muu hulgas nii, et iga indiviid kasutab ühel juhul kullistrateegiat ning teisel juhul tuvistrateegiat, olenevalt võitluse „hinnast“ ja ressursi väärtusest.

Optimaalsusmudeleid ja mänguteoreetilisi mudeleid kontrollitakse, võrreldes nende ennustusi looduses tegelikult esineva olukorraga. Kui jala „disaini“ optimaalsusmudel on korrektne, siis peaksid tegelike organismide jalad olema sellised, nagu on optimaalsusmudeli järgi kõige paremat kohasuseskoori andvate jalgade tunnuste variandid. Kui kulli ja tuvi mudeli rakendus on korrektne, peaks tuvide ja kullide tegelik vaadeldav portsioon olema mudeli järgi prognoositav evolutsiooniliselt stabiilne strateegia. Kuna mudelite eeldus on see, et organismidel esinevad tunnused ja käitumised nende evolutsiooni-

lise edukuse tõttu, peakski mudelite vastavus tegelikule olukorrale olema tõendus, et kohastumuslikule evolutsioonile viitavad ennustused ja seletused kehtivad.

### Kvantitatiivsete mudelite puudused ja võrdlevad meetodid

Niisuguste adaptatsioonistlike mudelite kasutamise nõrk külg on see, et kui mudelid ei kattu tegelikkusega, siis see ei tähenda peaaegu mitte kunagi kohastumusliku evolutsiooni kahtluse alla seadmist. Pigem otsitakse viga mõnest mudeli elemendist. Äkki polnud ennustatavat optimaalset tulemust uuritud fenotüüpide kompleksis? Ehk oli pärilikkuse eeldus liiga lihtne või mõne tegevuse mõju kohasusele üle hinnatud? Võib-olla täidab uuritav tunnus hoopis mitut funktsiooni ega ole nende ühegi täitmiseks päris optimaalne, ent on optimaalne kompromiss, saavutamaks mitut eesmärki korraga? Seega pole nende adaptatsioonistlike mudelite puhul ranges mõttes tegu adaptatsiooni-hüpoteesi kontrolliga.

Kvantitatiivsete mudelite puudus on ka see, et kuigi nendega sobib muudelda mingeid konkreetselt hinna-

tavaid tegureid (näiteks territooriumi kaitsmise risk ja munade tootmise „maksumus“ linnu kurna suuruse evolutsiooni mudelis), on keerukamatel juhtudel, nt inimese aju suuruse evolutsiooni uurimise korral, selliseid konkreetseid väärtusi sisaldava kvantitatiivse mudeli loomist raske ette kujutada. Lisaks muudab kvantitatiivsete mudelite kasutusala üsna piiratuks see, et kvantitatiivsed ennustused on sõltuvad ökoloogilistest teguritest, ent tihti pole meil mineviku keskonnateguritest head ülevaadet.

Viimane tõik muudab mõnede tunnuste puhul keerukaks ka parima selektuse tuletamise ehk abduktsiooni, kuna sellegi jaoks peaks meil olema teatavad teadmised mineviku keskonnatingimustest. Abduktsioon on eriti raskendatud juhtudel, kui mõnede tunnusele (nt seksuaalne paljundamine, seksuaalne dimorfism ehk eri soost indiviidide suur erinevus ühe liigi piires jne) võiks leida mitu kohastumuslikku seletust, mis tunduvad olevat võrdselt head.

Abduktsiooni ning kvantitatiivsete meetodite alternatiivina sobib kohastumuslike hüpoteeside kontrollis teatud juhtudel kasutada hoopis võrdlevaid meetodeid. Nagu nimetuski ütleb, seisnevad need peamiselt põlvnemispuu eri harudes toimunud või toimuvate erinevate võimalike evolutsiooniliste stsenaariumide võrdlemises ning neil on kolm peamist rakedusala: 1) hinnata kohastumuslike hüpoteeside varjatud ajaloolisi eeldusi; 2) kontrollida seost keskkonnafaktori ning organismi kohastumusliku tunnuse vahel; 3) uurida kohastumuslikkuse ning ajaloo osatähtsust tunnuste evolutsioonilisel kujunemisel.

Esimest tüüpi kontrolli puhul uuritakse, kas evolutsiooniliste muutuste järjekord on ikka selline, nagu mõni adaptatsioonistlik hüpotees seda eeldab. Vaatame näiteks ninasarvikute sarvede arvu evolutsiooni.

### Miks just üks sarv või kaks sarve?

Kuna praegusel ajal elavate ninasarvikute seas leidub ühe ja kahe ninasarvega liike, võiks eeldada, et nii ühe kui ka kahe sarve omamine on evolutsiooniliselt stabiilsed strateegiad. See tähendab, et kui sarvede arv on kaaslase valikul või teistes sotsiaalsetes suhetes oluline tunnus, siis populatsioonis piisavalt juurdunud tunnusevariandi korral (st enamikul populatsiooni

indiviididest on teatud arv ninasarvi) ei asendu see teise tunnusevariandiga (teise sarvede arvuga), kui populatsiooni ilmuvad teise tunnusevariandiga mutandid. Eelisseisus oleks sel juhul see tunnusevariant, mis juhtus populatsioonis esimesena juurduma. Niisugust populatsioonis juurdumist võiks seletada mõne seksuaalse valiku hüpoteesiga. Näiteks kui emastel ninasarvikutel areneks kas või väike eelistus teatud sarvede arvuga isasloomade suhtes, oleksid selle tunnusega isased evolutsiooniliselt edukamad. Emasloomadel, kes ei eelista niisuguseid isasloomi, sünniks suurema tõenäosusega n-õ ebaatraktiivsemad (st populatsioonis vähem eelistatud sarvede arvuga) isased järglased ning emased järglased, kellel oleks oma emaga sarnased, s.o populatsioonis ebapopulaarsed eelistused isasloomade suhtes. Seksuaalse valiku kaudu kinnistub väike eelis pikapeale suureks eeliseks. Meie algse hüpoteesi kohaselt võis eri populatsioonides eri sarvede arvuga isasloomade eelistamine tekkida juhuslikult ning selle tagajärjel arenes ninasarvikutel välja nii ühe kui ka kahe sarvega kehatüüp. Ent põlvnemispuu kladistiline analüüs näitab, et evolutsiooniliselt eelnesid kahe sarvega ninasarvikud ühesarvelistele. See tähendab, et mõnes kahe sarvega ninasarvikute populatsioonis asendas ühesarveliste „mutantide“ ilmudes ühe sarvega kehaplaan siiski edukalt kahesarvelise. Niisugune võrdlev analüüs aitab

välja selgitada ka seda, milline on kahe tunnuse omavaheline seos, uurides nende ajalist järjestust. Näiteks on püstitatud hüpotees, et karude perekonda (*Ursa*) kuuluvate indiviidide väike sünnikaal on taliuinakuks vajaliku füsioloogia n-õ hind või tagajärg. Ent karude põlvnemispuu uurimine näitab, et tõenäoliselt see hüpotees ei kehti. Nimelt kujunes väike sünnikaal evolutsiooniliselt enne taliuinaku teket ning seda esineb ka sellistes põlvnemispuu harudes, kus taliuinak ei olegi kunagi tekkinud. Seega pole väike sünnikaal tingimata taliuinakuga evolutsiooniliselt seotud.

Ka eelkirjeldatud veehviteooriat, mis on esitatud inimese aju suurenemise seletamiseks evolutsiooni käigus, saab kontrollida võrdleva meetodi abil. Kõnealuse teooria tugevusena on esile toodud seda, et ta seletaks ära mitmed evolutsiooniliselt enam-vähem samal ajal ilmnenud tunnused: püstine asend, kahel jalal käimine, kehakarvade kadu, nahaaluse rasvkoete, sukeldumisrefleks jne. Kui fülogeneetilist põlvnemispuud uurides selguks, et need tunnused siiski ei tekkinud samal ajal, vaid eri aegadel puu eri harudes, siis nõrgestaks see veeahvihüpoteesi paikapidavust.

### Kohastumuslikud tunnused ja keskkonnategurid

Teisalt saab võrdleva meetodiga uurida, kas organismi kohastumuslikud tunnused on arenenud vastusena min-

gitele keskkonnateguritele ehk kas nende vahel on mingi seos. Näiteks oletame, et meil on kaks veelinnuliiki. Ühe liigi isendid pesitsevad urgudes, neil on valge koorega munad ning peale poegade väljahaudumist nad munakoori pesast ei eemalda. Teise liigi isendid elavad kaljudel, nende munakoored on kamufleeritud ning nad eemaldavad munakoored pesast.

Oletame, et taolise näite puhul rakenduvat fülogeneetilist puud uurides avastame, et ka nende linnuliikide esivanemliik elas urgudes, selle isenditel olid valge koorega munad ning pärast haudumist nad munakoori pesast ei eemaldanud. Kui selgub, et kaljudele elama asunud järglasliigi munakoorte värvus ja käitumine muutus (samal ajal kui urgudes elama jäänud järglasliigi käitumine ning munakoorte värvus ei muutunud), on meil väga hea alus oletada, et lindude munakoorte värvus ja käitumine muutusid kohastumusliku vastusena muutunud pesitsemistingimustele.

Keskkonnategurite ja tunnuste korrelatsiooni tõestus võib olla ka see, kui põlvnemispuu eri harudes on sõltumatult välja arenenud sarnased tunnused vastusena sarnastele elutingimustele, ilma et need tunnused oleksid päritud ühiselt eellaselt. Niisugust nähtust nimetatakse konvergentseks evolutsiooniks ning selle näitena võib tuua vees liikumist hõlbustava voolujoonelise keha kujunemise nii imetajast delfiinil, ihtüosaaurusel, mõrtsukhail kui ka sinisel marliinil.

Ent ka konvergentse evolutsiooni toimumise tõenduseks on tarvis võrdlevat analüüsi, et teada saada, kas tegu on üldise konvergensiga. Näiteks on väga paljudel organismidel, kaldest inimeseni, tajusüsteem, mis on tundlik vertikaalse telje suhtes sümmeetriliste visuaalsete mustrite vastu. Daniel Dennett oletab, et tegu on otse organismi poole vaatavate teiste organismide tuvastamiseks välja arenenud universaalse kohastumusliku süsteemiga. Ent fülogeneetiline võrdlev analüüs paljastab, et tegu polegi põlvnemispuu eri harudes sõltumatult välja arenenud konvergensiga, vaid see tunnus arenes välja korra evolutsioonilise ajaloo jooksul, kõigi seda tunnust omavate organismide ühisel eellasel, ning pärandus siis edasi. Tegu võis muidugi ikkagi olla kohastumusega, ent evolutsioonilise ajaloo jooksul



KIWANER / WIKIPEDIA

Kui emastel ninasarvikutel areneb kas või väike eelistus teatud sarvede arvuga isasloomade suhtes, on selle tunnusega isased evolutsiooniliselt edukamad. Pildil olevad lõunapoolsed laimokk-ninasarvikud on tabatud Namiibias Waterbergi rahvusparkis

edasi pändudes võis see eri liikidel omandada palju erisuguseid funktsioone ning mõnedel liikidel võib see olemas olla pelgalt n-õ fülogeneetilisest inertsisist.

### Loodusliku valiku kõrval on olulised muudki tegurid

Võrdlevat meetodit kasutatakse kohastumuslike hüpoteeside kontrolliks küll palju, ent tunnuste ja organismide evolutsioon oleneb peale loodusliku valiku ka paljudest muudest teguritest, mida tuleb samuti seletustes arvesse võtta, ning tihti jätab võrdlev meetod selles suhtes mõningase tõlgendamisruumi. Üks oluline tegur on näiteks ajalugu, mille käigus kujunenud arengulised ja füüsilised piirangud ning võimalikud tunnustevariandid loovad üldse aluse, millele looduslik valik saab rakenduda. Samuti on oma roll geenitriivil, mis tähendab eksisteerivate geenivariantide esinemissageduse juhuslikku muutumist populatsioonis. Lisame siia veel epigeeneetilised tegurid, keskkonna kujundamise organismide poolt jms n-õ kiired evolutsiooniprotsessid. Muude tegurite tähtsust peale kohastumuslikkuse illustreerib kas või see, et kuigi kalmaar on merekiskja, pole tema kehakuju voolujooneline nagu näiteks hail (siinkohal on olulised ajaloo kestel eri loomarühmade füüsilisele arengule kujunenud piirangud jne).

Vaadeldgem ka näiteks Robin Dunbari pakutud hüpoteesi, mille kohaselt on loomade kognitiivne võimekus seotud loomakarja suurusega: mida rohkem

sotsiaalseid suhteid tuleb meeles pidada, seda enam kognitiivseid võimeid see nõuab. Sel hüpoteesil võib olla eri n-õ ulatusega variante olenevalt sellest, kui suurele loomarühmale see rakendub. Kitsam versioon kehtib ainult mõningate suurte primaatide, st inimahvlaste liikide kohta, kelle hulka kuuluvad ka meie esivanemad. Laiem versioon kehtib enamiku primaatide kohta (välja arvatud lemurite, looride ja galaagode haru), või arvestades, et aju suuruse ning sotsiaalsuhete keerukuse korrelatsioonist on räägitud ka näiteks nahkhiirte puhul, peaks see laienema ehk veel paljudele imetajatele. Laiem versioon omistab kitsamast versioonist väidetavalt suurema rolli ajaloole, kuna selle kohaselt on tingimused, et indiviidide ajumaht saaks vastusena sotsiaalsuhete keerukuse tõusule kasvada, arenenud välja palju varasemas evolutsioonietapis, enamiku primaatide ühistel eellastel, mitte pelgalt võrdlemisi hiljuti teistest eraldunud *Hominoida* ehk inimahvlaste rühmal.

Tasub siiski märkida, et ka ajalofaktori tähtsust rõhutavad laiaulatuslikud hüpoteesid keskenduvad tihti siiski kohastumuslikkusele, st eeldusele, et mingi konkreetne tunnus (nt suurenenud ajumaht) on arenenud

**Muude tegurite tähtsust peale kohastumuslikkuse illustreerib kas või see, et kuigi kalmaar on merekiskja, pole tema kehakuju voolujooneline nagu näiteks hail.**




Üks konvergentse evolutsiooni näide on vees liikumist hõlbustava voolujoonelise keha kujunemine nii imetajast delfiinil (pildil laiksilm-delfiin), ihtüosaurusel, mõrtsukhail kui ka sinisel marliinil



Briti antropoloogi Robin Dunbari pakutud hüpoteesi kohaselt on loomade kognitiivne võimekus seotud loomakarja suurusega: mida rohkem sotsiaalseid suhteid tuleb meeles pidada, seda enam kognitiivseid võimeid see nõuab. Pildil olevad gorillad elavad 5–30 loomast koosnevate karjadena, mille moodustavad suur juhtisane, mõned nooremad isased, emased ja nende järeltulijad. Gorillade seltsingutes valitsevad enamasti rahu-meelsed suhted: hõbedase seljaga juhtisane (kelle selga emane pildil sügab) kaitseb ja juhib kaaslasti toiduotsinguil ja alustab õise magamispesa ehitust

kohastumusliku vastusena mingile muule tegurile (nt keerulisemad sotsiaalsuhted), olgugi siis selle tunnuse tekke eeltingimused arenenud välja juba kauges ajaloo. Niisugused kohastumuslikud hüpoteesid eeldavad seda, et ajaloolised ja arengulised piirangud on põlvnemispuu eri harudel ja loomarühmadel jäänud võrdlemisi muutumatuks – justkui oleks ajumahu suurenemine peamine vastus rühmade suurenemisele. Sellised hüpoteesid kaotaksid aga tublisti kaalu juhul, kui me eeldaksime ka piirangute varieeruvust, st eri loomarühmadel (nt orangutanil ja gibonil) võiksid olla ajalooliselt arenenud ka hoopis erinevad võimalikud vastused sotsiaalsuhete keerukamaks muutumisele.

Nagu näeme, pole ka võrdleva meetodi puhul kohastumuslike hüpoteeside kontroll ja eeldused alati päris selged. Siiski on fülogeneetiline analüüs koos kvantitatiivsete mudelitega teinud evolutsiooniteooria väidete kontrollimise varasemast määratult hõlpsamaks. See omakorda on aidanud vähemalt mingil määral tõrjuda ka teooria väidetavast tõendamatuses tulenevaid ebateaduslikkuse süüdistusi. •

 **Edit Talpsepp** (1981) on Tartu ülikooli teadusfilosoofia teadur.



## MERLE JÄÄGER

### NÄITLEJA JA LUULETAJA

#### Päälirik ja pussupõll

Juhtusin kunagi muinasjullede pundi. Need on sellised inimesed, kes kogunevad enamasti suveajal kuhugi looduskaunise kohta ja püüavad mõned päevad elada nagu vanal hallil ajal. Seal nad siis keedavad tuhande seepi, põletavad maa sees keraamikat, proovivad soomaagist rauda kätte saada ... Siis loobivad veel kirveid, peavad möögavõitlusi, naised proovivad ürgpüsttelgedel kangast kududa või kõlapaelu meisterdada. Vältimatu on ilmuda sellisesse laagrisse võimalikult ehedas rõivastuses. Tänapäeval ei nõua keegi, et kangas oleks iseenda kootud, aga peab, et oleks ikka lina, vill ja ehe nahk, ei mingit naftakeemiat! Pastla- või saapatallad saab muuta kulumiskindlaks ka teiste vahenditega.

Igavesti tore ettevõtmine, mis avardas mu Ilmapilti ja on päästnud mind sääserikastel Jaanikuil jäledalt haisvaid tõrjevahendeid tarbimast, sest muinasaegsest rõivastusest ei noki end läbi ükski insekt. Tõmbad veel sõba üle pea ja ainus vaev on nina kohal vahel käega lehvitada. Ülejäänud rahvas haiseb oma mürgipilves, kuid vaevleb ikkagi.

Linatöötlemine oli ikka üks hirmus vaevanõudev tegevus, võrreldes villast kanga kättesaamisega, ent tõde seisnes selles, et linase rõiva pesemine-puhastamine nõudis hiljem villaesemega võrreldes märksa vähem vaeva. Villaste rõivaste puhastamine on terve teadus, võin teile kinnitada! Seega oli mõistlik neid igapidi kaitsta, eriti naiste rõivastuse man. Seal need põlledki tulid, samuti Põhja- ja Lääne-Eesti käised. Viimased olid algul mõeldud kampsunite kaitseks, näiteks selleks, et püüda kalarookimisel kinni kalasoomuseid. Alles palju hiljem hakati käiseid pruukima kui ilusesemeid.

Eelneva põhjal hakkasin mõtisklema seto naiste pikkade päälirikute üle. Sattus minu kätte annetusena kord ka üks argipäeva oma, seegi üpris mõttetult pikk. Kantakse teist muide vöö vahel. Teaduperra on pealirik abielunaise tunnus, seal ka termin „linutamine“. Tanu kui selline on sootuks hilisem nähtus nagu ka „tanutamine“. Linikud on siiani tarvitusel liivlail, aga ka mulkel.

Oma muinasjulle-perioodil hakkasin ühtäkki tundma vajadust kaitsta oma villast vaipseelikut ka tagantpoolt: igakord ei pruugi näha, mille otsa istud – vaigune känd võib anda üpris vastikuid tagajärgi, eriti siis, kui tahad seda va vaiku muinasaegsel viisil kangalt eemaldada. Eks tänapäevasedki vahendid nõuavad teinekord issanda kannatust. Niisiis asusin ettevaatlikult uurima, kas millestki taolisest, mis seelikut tagantpoolt kaitseks, üldse jälgi on. Tuli välja, et jah – eelmainit mulke man on olnud vähemalt pulmatraditsioonis kasutusel taga-ehk pussupõll! Tuleb välja, et mu loogiline naiselik meel polnud mind tüsanud. Ilmselt pidid need linasest rõivatükid olema tarvitusel ka viikingiaegu. Lisasin tagapõlle oma muinaskostüümi manu ja oh imet, keegi mind otseselt noomima ei hakanudki. Pigem tunti huvi, et miks nii.

„Loogiline,“ sõnas toona üks arheoloogist sõber. Miks siis neist jälgi pole, küsite. Aga sellepärast, et linane kõduneb meie tingimuses peaaegu täielikult ära. Villakiud säilivad enamasti tänu säilitusainele, milleks on enamasti mingi metall. Aga seal, tagapool, metalli ei esine ja kui pussupõll on täislinasest, ei jää sellest märkigi perrä. Nii on lood, mu armsad!

„Kui pole leitud, ei tähenda see veel seda, et poleks olemas olnud,“ tähendas eelmainit arheoloog.

Aga setod? Kust neil see pikk päälirik tuli või kuna, seda ma tõesti ei oska kosta, aga kimmäs om, et oli aeg, mil põll ja linik „kasvasid kokku“, „saivaq ütte“. Omaaegne praktiline otstarve on nüüdseks muidugi unund nagu käistegi puhul ning ükski seto paaba ei istu enam mingil juhul oma pääliriku otste pääle! Saagu vai sukmanile sandimp! •



KADRI PAAS

# KUIDAS PISIKESTEST PAATIDEST SAI VENE MUSTA MERE LAEVASTIKU ÕUDUSUNENÄGU?

Käimasolevas sõjas on Venemaa rünnanud Ukraina linnu rakettide ja Iraanist tarnitud Shahedi droonidega, mida Ukraina õhutorje on jõudumööda alla tulistanud. Samal ajal on meredroonidest kujunemas Ukraina uus moodus, millega kõigutada Venemaa ülekaalu Mustal merel. Ukrainal ei ole mere-laevastikku, kuid riigi merevägi ja eriteenistus SBU arendavad ja kasutavad Vene mereväe aluste ründamiseks aina aktiivsemalt mehitamata ujvdroone, mis kannavad sadu kilogramme lõhkeainet.



Hiljuti loodi Ukraina mereväes ujuvdroonide brigaad. President Volodõmõr Zelenskõi andis Ukraina iseseisvuspäeval 24. augustil Kiievis Püha Sofia väljakul kätte riiklikud autasud, väeosadele sümbolika ja lintidega lahingulipud ning aunimetused. Teiste seas sai lahingulipu Ukraina mereväe 385. mehitamata ujuvõidukite eribrigaad. Varem sellist üksust Ukraina mereväes avalikult ei eksisteerinud.

Arvatavasti ründab just see ujuvdroonidega üksus okupeeritud Krimmis Vene sõjaväeobjekte ja laevu Mustal merel. Mõistagi ei avalikustata selle üksuse täpsemat tegevust. Ent on kindel, et veepealse sõjapidamise tehnoloogia muudab meresõja olevikku ja tulevikku ning ukrainlastest on saanud mitmetarbeliste ujuvdroonide rakendamise pioneerid. Ujuvdroonid on nende ainulaadne arendus. Niisugused droonid osalevad kaugluures, jälgivad tegevust rannikualadel, julgestavad tavalaevastikku ja kaubalaevade konvoisid, juhivad raketi- ja suurtükitald, kaitsevad Ukraina baase ja osalevad dessantoperatsioonidel. Praeguseks on teada vähemalt 12 suuremat Vene laevade vastu suunatud rünnakut, milles ujuvdroonid on etendanud kesksel rolli.

### Kahju ulatub miljarditeni

Esimene suurem rünnak korraldati mullu 29. oktoobril Sevastopoli mereväebaasi vastu, droonid said pihta Vene mereväe fregatile Admiral Makarov. Seda fakti kinnitavad drooni- ja väliskaamerate videod. Pärast seda, kui ukrainlased olid ameeriklaste luureandmete põhjal mullu 14. aprillil oma laevavastaste raketidega uputanud venelaste raketiristleja Moskva, Musta mere laevastiku lipualuse, läks auroll Admiral Makarovile.

Samas rünnakus sai vigastada Vene miinjahtija Ivan Golubets. Ukrainlased ründasid Vene sõjalaeva üheksa õhudessant- ja seitsme mereväedrooniga. Sevastopoli mereväebaasi vastu kor-

**Ujuvdroonid osalevad kaugluures, jälgivad tegevust rannikualadel, julgestavad tavalaevastikku ja kaubalaevade konvoisid, juhivad raketi- ja suurtükitald, kaitsevad Ukraina baase ja osalevad dessantoperatsioonidel.**

raldatud rünnak oli sõjaajaloos esimene, kus kasutati korraga ujuv- ja õhudroone. Vabatahtliku andmeanalüüsirühma GeoConfirmed kinnitusel sai rünnakus kahjustada vähemalt kolm Vene laeva.

Samal ajal töötas Ukraina teise põlvkonna ujuvdroonide kallal, mis on algetest variantidest pisut väiksemad, kuid nende liikumis- ja juhtimis- põhimõte on jäänud samaks. Uute droonide prototüübid avalikustati tänavu 22. märtsil. Juba samal päeval ründasid need Sevastopolis asuvat venelaste Musta mere laevastiku baasi.

Videomaterjalide põhjal tungis vähemalt üks droon sadama sügavusse. Rakendatud versioonil on elektrooptiline seade ja Starlinki antenn. Üldsus nägi droonipilte pärast 24. maid, kui kolm neist seadmetest ründas Vene luurelaeva Ivan Khurs. See oli märkimisväärne rünnak, kuna andis aimu ukrainlaste drooni liikumiselulusest.

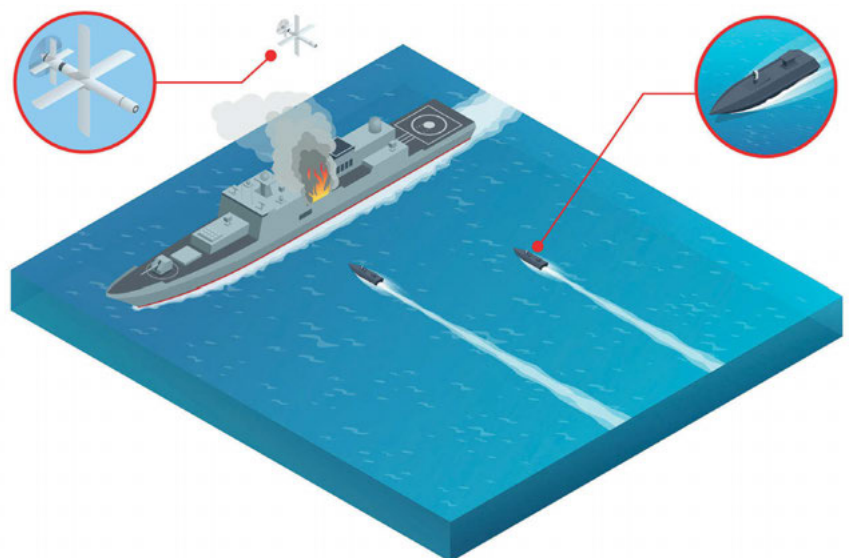
Ivan Khurs asus Bosporuse väinast umbes 140 km kirdes ja väidetavalt täitis Türgi majandusvööndis Turkish Streami ja Blue Streami gaasijuhtmete ümber turvaülesandeid. Ühe drooni suutis Ivan Khursi meeskond hävitada, aga vähemalt üks jõudis luurelaeva külje alla. Kui pidada silmas, et venelased avaldasid hiljem laeva teenistusse naasmisest 2021. aastast pärit video, kahjustas droonirünnak ilmselt mõneti ka alust.

Vene kaitseministeerium teatas, et

### Sevastopoli mereväebaasi vastu korraldatud rünnak oli sõjaajaloos esimene, kus kasutati korraga ujuv- ja õhudroone.

õöl vastu 10.–11. juunit ründas kuus ukrainlaste ujuvdrooni Sevastopolist 300 km kagus asunud Musta mere laevastiku luurelaeva Priazovia. Väidetavalt turvas seegi alus nagu Ivan Khurs Türgi majandusvööndis Turkish Streami ja Blue Streami torujuhtmeid. Vene poole kinnitusel oli laeva meeskond kõik droonid pardarelvade tulega hävitanud. Tõendusmaterjalina avaldas Vene merevägi video, millel võib näha märke, et seda on „redigeeritud“ videotööstarkvaraga Adobe Premiere Pro. Seega pole tegelikult teada, kas luurelaev pääses vigastusteta.

Pärast ülikalli raketiristleja Moskva hukku mullu aprillis oli 17. juuli Venemaale üks Ukraina sõja mustemaid päevi. Nimelt ründasid ukrainlased siis kahe ujuvdrooniga president Putini „lapsukest“ Kertši silda. Üks maanteelõik hävis täielikult ja see tuleb uuesti rajada. Paralleelne raudteesild rünnakus kannatada ei saanud. 30. juulil demonstreeriti uudistekanaali CNN videoreportaazis ujuvdroone, millega rünnati Venemaa sõjaväelaeva ja -baase Mustal merel. Video kinnitas, et uus droon Magura V5 kuulub nüüdseks Ukraina relvastusse. Ukraina esindajad avalikustasid selle droonimudeli nime ja tehnilised näitajad Türgis pee-



Üldkujutus sellest, kuidas õhu- ja ujuvdroonid ründavad korraga vastase sõjalaeva

VIDA PRESS / ALAMY

tud sõjalisel foorumil IDEF 2023. CNN mainis ainult mõnda näitajat: kandevõime 300 kg lõhkeainet, liikumisulatus 800 km ja kiirus üle 75 km/h. Magura V5 on mitmeotstarbeline platvorm, mida saab vajadust mööda varustada erisuguste anduritega. Peale nn enesetapurünnakute võib Magura täita luure- ja jälgimisülesandeid.

Kertši silda rünnanud tõusva nina-kaarega drooni kutsutakse hellitlevalt Sea Baby'ks ja sel võis olla koguni 850 kg kaaluv lõhkepea. Ukraina julgeolekuteenistuse SBU juhi Vassõl Maljuki sõnul hakati seda droonipaati (USV) välja töötama kohe pärast suure sõja algust 2022. aasta veebruaris. Maljuk rõhutas, et droonid on toodetud Ukrainas ja ilma lääne osaluseta. „Neid droone toodetakse Ukraina territooriumil asuvas maa-aluses tootmisüksuses. Pinnadroonid on Ukraina julgeolekuteenistuse unikaalne leiutis. Ükski eraettevõtte ei ole sellega seotud,“ lausub Maljuk väljaandele Warzone.

1. augustil panid ukrainlased taas Vene mereväe valvsuse proovile, rünnates ujuvdroonidega nende patrull-laevu Sergei Kotov ja Vassili Bõkov, mis paiknesid Sevastopolist edelas. Väidetavalt hävitasid Vene laevad kõik kolm drooni.

Neli päeva hiljem korraldasid ukrainlased vastase mereväele eriti tegusa öö, kaasates lendavate droonide rünnakusse ujuvdroonid. Umbes

kesköö paiku liikus vähemalt 18 õhudrooni Hersoni lähedalt, tõenäoliselt Tšernobajevka lennuväljalt Krimmi poolsaare suunas. Üks droonirühm olevat liikunud Kalanštšaki kaudu Armjanski ja Tarhankuti neeme poole ja teine Tšaplõnka ja Tšonhari kaudu Feodossija poole.

Esimesed kuus drooni olevat venelaste elektroonilise sõjapidamise üksused (REB) võtnud maha Tšaplõnka kohal. Seejärel töötanud 31. õhukaitsediviisi õhutõrjekompleksi Pantsir-S1 üksused Krasnoperekopski ja Tarhankuti neeme lähedal. Veel kaks drooni võtnud REB alla Krasnoperekopski ja Armjanski lähedal.

Ukrainlaste peamine rünnak keskendus Feodossijale, kus Vene väed tulistasid alla seitse õhudrooni ja ühe tõrjus REB. Feodossijat ei rünnatud juhuslikult: selles linnas paiknevad suured naftahoidlad.

Krimmis Novorossiiski sadamas läks ukrainlastel märksa paremini. Maljuki sõnul tabas ujuvdroon Sea Baby seal venelaste Põhjamere laevastiku 112 m pikkust dessantlaeva Olenogorski Gornjak pakpoordi. Laev vajus tugevasse kreeni, kuid jõudis puksiiride abil sama päeva pärastlõunaks siiski Novorossiiski sadamasse. Pole teada, kas laeva on võimalik parandada.

Vene ametnike sõnul tabas Ukraina 4. augusti öise rünnaku käigus Kertši väinas ka Vene tankerit SIG. Löögi andis samuti Sea Baby. Pärast rünnaku

SIG-ile ütlesid Ukraina luureallikad Reutersile, et selles operatsioonis kasutatud USV lõhkepea kaalus 450 kilogrammi.

Plahvatuse tagajärjel sai kannatada Vene vägedele kütust vedanud aluse masinaruum, kuhu lekkis vett. Tankerile tuli appi saata kaks puksiiri, sest pärast rünnakut tekkis laevale paarikümne sentimeetri kõrgusele veepinnast auk, mille suurus oli 2 x 1 m. SIG on kantud USA sanktsiooninimekirja, kuna toimetab lennukikutust Süürias president Bashar al-Assadi toetuseks võitlevatele Vene jõududele.

13. septembri ööl, kui Ukraina erivälased hävitasid koos õhujõududega Sevastopoli laevaremonditehases venelaste Musta mere laevastiku dokis seisnud dessantlaeva Minsk ja allveelaeva Rostov Doni ääres, alustas Ukraina merevägi jahti ka venelaste patrull-laevadele.

Alates 13. septembrist ründasid ukrainlaste ujuvdroonid kolme päeva vältel nelja Musta mere laevastiku väiksemat lahingulaeva. Rünnak Vene laevastiku patrull-laevade vastu algas 14. septembri öösel, pinnadroonid tabasid Musta mere edelaosas patrull-alust Vassili Bõkov. Venelaste väitel hävitas Vassili Bõkov kõik kolm USV-d. Ukraina kinnitusel sai patrull-laev rünnakus kahjustada. Kiievi avaldatud videost on näha, kuidas sõjalaev tulistas USV-d ainult meetri kauguselt.



KORAZ7 / WIKIPEDIA

Venelaste dessantlaev Olenogorski Gornjak vedas Krasnodari kraid ja Krimmi poolsaart eraldava Kertši väina kaudu tsiviilelanikke ja kaupu, kuni teda tabas sel suvel ukrainlaste ujuvdroon. Laev liikles Kaukaasia ja Kertši kalasadama vahel vähemalt viis korda päevas. Pole teada, kas laev tehakse uuesti korda

## MIS ON UJUVDROONID?

Ujuvdroonid on väikesed mehitamata laevad. Erinevalt õhus lennutavatest droonidest tegutsevad ujuvdroonid vee peal. Neid on kirjeldatud eri nimetuste all, näiteks *droonipaadid*, *droonilaevad* ja *mehitamata pinnalaevad* (USV).

Leidub mitmesuguse kuju ja suurusega ujuvdroone, nad täidavad paljusid ülesandeid, sealhulgas keskkonnaseires. Mõistagi võib neid droone kasutada ka sõjalisel otstarbel: avastada miine, luurata või purustada väärtuslikke sihtmärke, näiteks vaenlase laevu.

Pole teada, kui palju ujuvdroone Ukrainal on ja kui palju need täpselt maksavad. Ukraina valitsuse avalikustatud drooni Magura V5 hind on ligikaudu 250 000 dollarit, niisiis on see kaugmaaraketidest, sõjalaevadest või suurtest sildadest märksa odavam.

### KUIDAS DROON LAHINGUÜLESANNET TÄIDAB?

Meredrooni koosseisu kuuluvad mitmesajakilogrammised lõhkekehad ja kaamerad, mis annavad selle juhile ülevaate drooni lähedal toimuvast. Sihtmärgi koordinaadid on tavaliselt programmeeritud enne drooni teeselaatmist. Seejärel juhib inimene aparaadid sihtmärgini. Ujuvdrooni saab kasutada kiiresti ja seda juhtiv meeskond ei vaja erilist väljaõpet.

Esimestel vabatahtlike loodud Ukraina meredroonidel Bahmut ja For Raccoon olid autopiloodsüsteem, video alamsüsteemid, varuside-moodulid ja lõhkepea ning suutlikkus näha öösel. Uuematel drooniversioonidel on satelliitsideantenn ja muud seadmed paigaldatud kere sisse.

Magura V5 liigub elektri- või hübriidmootori abil. Seadet saab juhtida käsitsi traadita inernetivõrgu või satelliitside kaudu, samuti suudab droon liikuda autonoomselt. Magural on kahevaateline elektrooptiline süsteem koos güroskoobiga, mereradar ja laserkaugusmõõtja.

### MIS ON VEEALUNE DROON?

Peale vee peal liikuvate ujuvdroonide arendab Ukraina mehitamata veealuseid droone (UUV). Tänavu aprillis esitleti Toloka TLK-150 prototüüpi. Niisugune veealune droon koosneb torukujulisest korpusest, tal on suur kiil ja keskel horisontaalsed stabilisaatorid. Iga horisontaalstabilisaatori otsa on paigaldatud tõukurid. Nende ülesanne on juhtida ja tekitada tõukejõud. Sellist veealust sõidukit on raskem avastada ja hävitada. Drooni lõhkepea asub veepiirist allpool, seetõttu võib tabatud sihtmärk uppuda. TLK-150 on Toloka-perekonna kõige pisem liige. Kui TLK 1000 pikkus on 4–12 m, TLK 400-l 4–6 m, siis TLK 150 on 2,5 m pikk. TLK 150-l on elektriline tõukejõusüsteem, selle tegevusraadius on 100 km ning ta võib kanda 20–50 kg lõhkeainet. TLK 400 kannab 500 kg lõhkeainet ja liikumisraadius on 1200 kilomeetrit, TLK 1000 tegevusraadius on 2000 km ja ta saab kanda kuni viis tonni lõhkeainet.

Veealune droon võib olla ooterežiimil kuni kolm kuud. Seade skannib ümbritsevat ala automaatselt 3D-sonari, hüdrofoni ja kaameraga. See võimaldab demineerimisoperatsioonide jaoks kaardistada miinivälju. UUV-i juhtimissüsteem kasutab GPS-i või selle puudumisel (vee all) või häirete korral inertsiiaalset navigatsioonisüsteemi. UUV tuvas-

**Maritškast võib kujuneda raskesti avastatav mereluurevahend. Nii mehitatud kui ka mehitamata allveelaevad on kasulikud luure- ja järelevalvevahenditena, arvestades nende võimet liikuda vee all.**

tab sihtmärke video- ja soojuskaamerate abil ning visuaalselt.

Juhtimissüsteem sisaldab passiivset sonarit, mis aitab kindlaks teha veealuseid ja pinnalähedasi objekte ja nende suunda. Ultrahelisonariga saab tuvastada objekti suurust. Veealuse drooni sidemast peab asuma veepinnast kõrgemal.

Tänavu augustis levis uudis uue suure veealuse autonoomse drooni Maritška kohta, mille on välja töötanud AMMO Ukraina. Poolteist kuud hiljem, 25. septembril avalikustati Maritška kohta uus videoklipp ja värskemad andmed, kirjutab Warzone.

Siiski jääb mõnevõrra ebaselgeks, millise jõuallika abil veidi alla kuue meetri pikkune Maritška liigub. Kuna ei ole selgeid märke, et selle liikumapaneev süsteem vajab õhku, võivad drooni panna liikuma üksnes akud. Masina sabaosa ümber on paigutatud neli „uime“. Eespool asetseb ka paar horisontaalset stabilisaatorit.

AMMO Ukraine on varem väitnud, et Maritška maksimaalne liikumisulatus on 1000 kilomeetrit. Kui see vastab tõele, võiks drooniga teha üheotsareise praktiliselt kõikidesse Musta mere punktidesse. Droon maksab hinnanguliselt 16 miljonit grivnat ehk veidi alla 433 421 dollari.

AMMO Ukraine tutvustab Maritškat kui potentsiaalset lõhkeainetega täidetud *kamikaze*-relva, millega saaks rünnata laevu ja rannikualade taristut, sealhulgas sildu.

Ukraina ujuvdroonid kasutavad sihtmärgi tabamiseks satelliitnavigatsiooni ja sihtmärgistuse kombinatsiooni elektrooptiliste ja infra-punakaamerate abil. Milline on nende droonipaadide autonoomia tase, on esialgu ebaselge.

Maritškast võib kujuneda raskesti avastatav mereluurevahend. Nii mehitatud kui ka mehitamata allveelaevad on kasulikud luure- ja järelevalvevahenditena, arvestades nende võimet liikuda vee all. AMMO Ukraine hinnangul võiks Maritškat kasutada diskreetse veokina, mis suudab vedada kriitilisi varusid edasiliiukuvatele sõjaväeüksustele või isegi tsiviiliskitule rannikualadel. Veokina võiks Maritška toetada ka Ukraina eriüksusi.

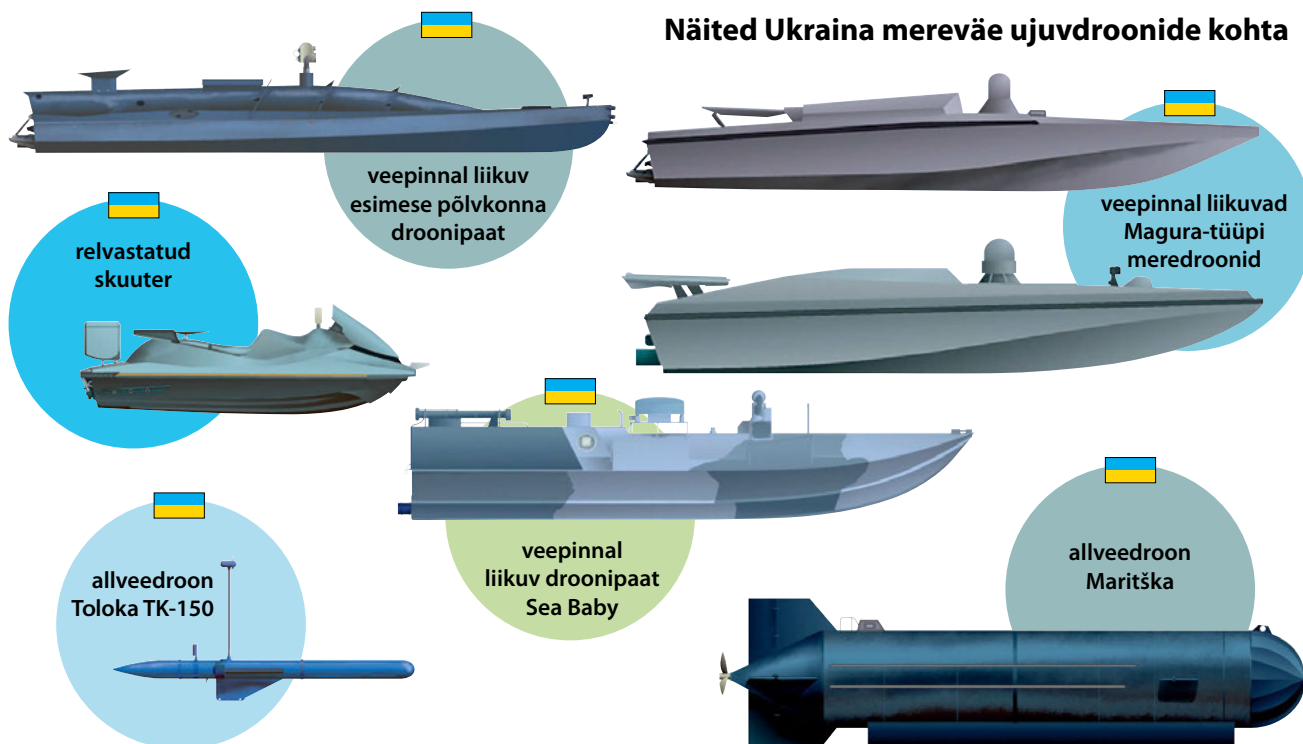
Mis Maritškast saab ja kas see üldse kasutusele võetakse, näitab tulevik. Samas pakub aparaat kindlasti vähem haavatavat *kamikaze*-ründaalavormi kui senised ujuvdroonid. Samuti suudaks see täita muid ülesandeid, mis on eelkõige vajalikud Mustal merel sõdivatele Ukraina erivägedele. •



Kaader laeva Olenogorski Gornjak rünnanud ujuvdrooni salvestatud videost

VIDA PRESS / ALAMY

## Näited Ukraina mereväe ujuvdroonide kohta



14. septembril kinnitasid Ukraina sõjaväeluure allikad, et Ukraina ründas droonidega edukalt Vene mereväe patrull-laeva Sergei Kotov. Väidetavalt laev hävis. Samal päeval tabasid meredroonid Sevastopoli sadamas raketikorveti Samum ja tekitasid märkimisväärset kahju. Väidetavalt ründasid ukrainlased Samumi kahe eksperimentaalse „poolsukelduva” USV-ga.

Päev hiljem, 15. septembril ründas vähemalt üks ukrainlaste USV venelaste väikest raketilaeva Askold, ent Vene poole kinnitusel „mehitamata vaenlase paati hävitati laeva standardrelvade tulega”.

11. oktoobril ründasid ukrainlased oma „merebeebiga” korveti Pavel Deržavin. Alus on üks Vene mereväe uusimaid korvette. See ehitati Kertši laevatehases, mis võeti Ukrainalt pärast Krimmi annekteerimist 2014. aastal. Kaks päeva hiljem, 13. oktoobril sai ujuvdrooniga pihta Musta mere laevastiku väike raketilaev Bujan-M. Venekeelses Vikipeedias on laeva Bujan-M teenistusaastateks märgitud 2014–2023, mis võib tähendada, et alusest ei ole enam asja.

Samas on venelased kogu sõja vältel dokumenteeritult ujuvdrooni kasutanud ainult ühel korral: selle abil lasti tänava 10. veebruaril õhku Zatoka sild, mis ühendas Bessaraabiati ülejää-

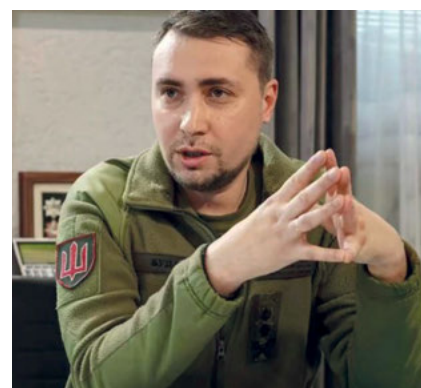
nud Odessa piirkonna ja Ukrainaga.

Tänavu juuni keskel esitleti Peterburi rahvusvahelisel majandusfoorumil (SPIEF) Sevastopolis loodud mudelit Sargan, mis sarnanevat Ukraina meredroonidega. Pole teada, kas Sarganit juba toodetakse või on kasutatud sõjategevuses.

### Millist mõju avaldavad meredroonid sõjapidamisele?

Ukraina meredroonide kasutuselevõtt suhteliselt väikeste kuludega tähistab uut ajastut meresõjapidamises. Venemaale tähendab selline taktika üha ebameeldivamat ohtu. Võrreldes laevadega on ujuvdroone raskem radariga avastada, sest nad liiguvad vee peal kiiresti, tehes vähem müra. Kuigi Ukrainal pole märkimisväärset mereväge, on nende ujuvdroonid takistanud Venemaal saavutada Musta mere üle täit kontrolli.

Niisugune sõjastrateegia on pälvitud rahvusvahelist tähelepanu ja sundinud ka teiste riikide merevägesid arendama droonisüsteeme ja harjutama nende kasutamist. USA mõttekoja RAND kaitse- ja julgeolekuekspert Ben Caves on öelnud, et kui Ukraina hakkab ujuvdroone hulgi tootma ja neid Vene laevade ning sadamate pihta laskma, võib nende vastu võitlemine Kremlile üle jõu käia. Tema



VIDA PRESS / ALAMY

**Ukraina sõjaväeluure juht Kōrōlo Budanov:** „Venelased hävitavad küll 70% laevu ründavatest Ukraina droonidest, ent ülejäänud 30% on neile endiselt suur probleem“

sõnul näitavad ukrainlaste meredroonide rünnakud, et Kiiev suudab neid relvi oma territooriumilt välja lasta üha julgemalt ning sellel on Kremlile kindlasti psühholoogiline mõju.

Ukraina sõjaväeluure juhi Kōrōlo Budanovi hinnangul on mereväedroonid puudustest hoolimata tõhusad relvad. Tema kinnitusel suudab Ukraina ujuv- ja veealuseid droone praeguseks juba hulgi toota. Venelased hävitavad küll 70% laevu ründavatest Ukraina droonidest, ent ülejäänud 30% on neile endiselt suur probleem. •

**Kadri Paas** (1982) on ajakirjanik, kaitseliidu küberkaitseüksuse liige.

# UUS DACIA JOGGER

BIGGER, COOLER, JOGGER\*




KUNI 7 ISTEKOHTA

LAOAUTODE HINNAVÕIT

1000 €

LPG-gaasiseadmega versioonidele kingituseks talverehvid  
garantii 5 aastat või 100 000 km

\*SUUREM, LAHADAM, JOGGER  
CO<sub>2</sub> emissioon 118-138 g/km, kütusekulu 5,6-7,8 l/100 km (WLTP).

Dacia soovitab 

[DACIA.ABCMOTORS.EE](http://DACIA.ABCMOTORS.EE)

**ABC MOTORS**  
PALDISKI MNT 105, TALLINN

**PEREAUTO**  
PÄRLIMÕISA TEE 24, PÄRNU

**RAEL  
AUTOKESKUS**  
TALLINNA MNT 97, VILJANDI

**TRADILO**  
TALLINNA MNT 73, HAAPSALU

**WIRU AUTO**  
KREUTZWALDI 7, RAKVERE

ULVAR KÄÄRT

## Viru-Nigulas paljastus maantee alt ammune matmis- ja asulakoht

**Viru-Nigulat läbiva Pada-Kunda maantee uuendustööde käigus tulid kohaliku kirikaia äärsel teelõigul alt välja vanad inimluud. Nagu sellistel puhkudel ikka, tuli teetööd sel lõigul seisata ja kutsuda sündmuskohta uurima arheoloogid. Horisont läks päästekaevamiste viimasel päeval arheoloogidele appi, et iidsete luustike väljakaevamisega kätt proovida.**

Kui ma 6. oktoobri hommikul Viru-Nigulasse jõuan, on kirikaia ääres aedikutega eraldatud teelõik, mis on mitmekümne meetri pikkuselt lahti kaevatud. Eelnevate nädalate jooksul on siit välja tulnud suisa 11. sajandist ehk muinasajast pärit leide ning vanimana üks 13. sajandist pärinev matus. Peale arvukate matuste on pinnasest paljas-tunud mitme vana ehitise jäänused.

Ühe arheolooge üllatanud konstruktsioonina on mustaval platsil näha näiteks paeplaatidest laotud ning ilmselt keskajal kirikut ümbritsenud palk-tara vundament ja ka ühe hoone uurimise-damendi jäänused. Viimase juurest tuli välja ka kunagise kerisahju põhi.

Ent täna on vaja välja kaevata kolm viimast luustikku. Platsil on juba askeldamas Raivo Suni, Kristo Oks ja Karin Rannaäär. Nende tegemisi juhhib osteoarheoloog Martin Malve – Horison-di lugejatele ammusest tuttav autor, kes tegeleb vanade luude uurimisega. Martin juhatab mind pikema jututa ühe pikliku augu juurde, mille põh-jast paistab pruunikas inimluustik. See tuleb pinnasest korralikult välja puhastada, et leiu saaks dokumentee-rida ja eemaldada.

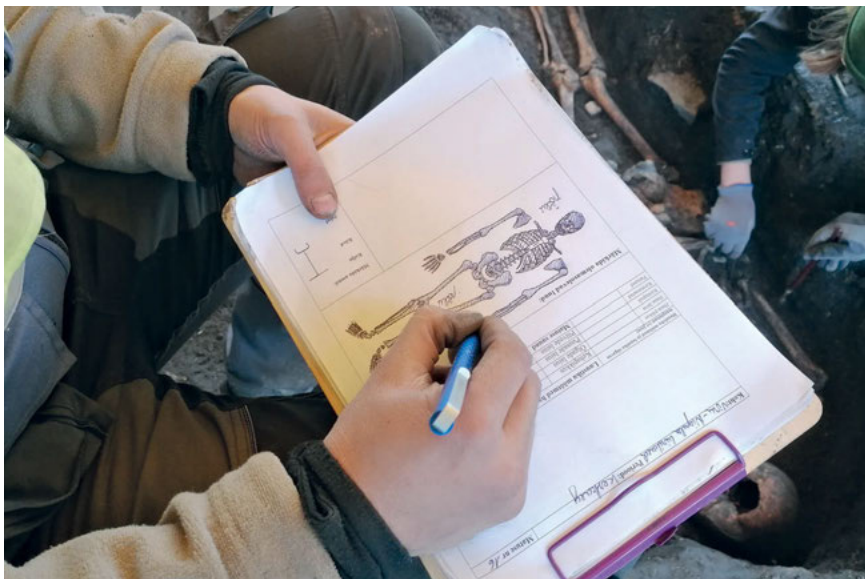
Augu serval põlvili küünitavad Raivo ja Karin annavad mulle omaette varustuse: põlvede alla pehme mati, ämbri ja peotäie mitmesuguseid kaev-riistu, nagu peened ja pehmete ning ka tugevamate karvadega pintsli-d, lusikad, kööginoad ja laiema labaga kellu. Viimse kui mullaraasu, mis tuleb lusika, kellu või noatsaga luus-tikku välja puhastades august välja tõsta, peab panema ämbrisse, et kõik hiljem läbi sõeluda. Nõnda võib pärast sõelalt leida väikesi luutükke või muud sorti leide või nende kilde, mis esialgu mullast silma ei torka.

Tõsi, täpselt nagu Raivo kõrval rää-gib, ongi alguses kuidagi veider tunne ettevaatlikult kellegi luud mullast väl-ja kaapida ja pintseldada, aga õnneks töö-sse sisse elades see kummastus taandub. Ent peast ei saa siiski küsi-musi, kes küll see maetu oli ja mis elu ta omal ajal elas. Teada on, et haua-



FOTOD: ULVAR KÄÄRT

Karin Rannaäär ja Raivo Suni puhastavad välja üle keskea mehe luustikku. Algajal arheoloogil avalduvad tundide kaupa niisuguses asendis töötamise viljad järgmisel päeval, kui tuleb kantada kangeks tõmbunud turja- ja tuharalihaste valu



Iga väljapuhastatud luustik tuleb üksikasjalikult dokumenteerida: väljakaevamisi juhtiv Martin Malve teeb luustikest fotojäädvustused ja kirjeldab neid eraldi ankeedis

lohu põhjas lebab täiskasvanud mehe luustik. Eelnevatel päevadel kaevati tema kõrvalt välja kahe väikelapse luustikud. Mehe matus, mis tähistas

take dokumenteerimiseks numbriga M 16 (ehk 16. siin välja kaevatud matus), intrigeeris seejuures arheolooge asjaoluga, et tema peale oli kogu keha

pikkuses asetatud kolm suurt maakivi. Sugugi mitte juhuslikult, vaid millegipärast nõnda, et nende pikemad sirgemaad servad olid seatud kividega samale kõrgusele maetud laste poole ühele jonele. Miks? Seda ei tea keegi täpselt. Aga ühe võimalusena võisid need kivid viidata tõsiasjale, et mees ja lapsed olid maetud ühel ajal, kolmikmatusera.

Kui oleme M 16 luustiku ja selle vasaku reieluu kõrval oleva roostes noa välja puhastanud, tuleb Martin seda uurima ja dokumenteerima: pildistab ja paneb kõik selle matusega seotud luu- ja leiuandmed üksikasjalikult kirja eraldi ankeeti. Vilunud silmaga luid hinnates oskab ta kohe mehe vanust mõnevõrra täpsustada. Nimelt leiab ta luustunud kõrisõlme, mis osutab, et mees oli üle keskea.

Kui Martin on dokumenteerimise lõpetanud, tõstame luustiku ja kõik muud haulohust välja tulnud huvipakkuvad ning karbikestesse kogutud tükikesed suurematesse pappkarpidesse, et saaks need laborisse viia. Laboris tuleb kõik puhtaks pesta ning alles siis saab Martin luud oma töölaual uuesti skeletiks kokku sättida. Tema pilgu all hakkavad need kõnelema näiteks sellest, millised tervisehädad olid mae-

**Alguses ongi kuidagi veider tunne ettevaatlikult kellegi luid mullast välja kaapida ja pintseldada, aga õnneks töösse sisse elades see kummastus taandub. Ent peast ei saa siiski küsimusi, kes küll see maetu oli ja mis elu ta omal ajal elas.**


tuid kimbutanud või kuivõrd rasket füüsilist tööd nad olid teinud. Luuproovide isotoopanalüüsid peaks omakorda näitama sedagi, mida kadunukesed elu viimastel aastatel olid söönud: kas taimset või loomset toitu. Kuna vanimad päästekaevamistel leitud matused pärinevad arvatavasti koguni 800 aasta tagusest ajast, on nüüsgused luu-uuringud omamoodi aken, mille kaudu saab uurida tollaste inimeste tervist ja toitumist.

Teisalt kõnelevad sajanditetaguse aja ja kommete kohta nii mõndagi hauapanused. Martin teab rääkida, et välitööde käigus välja puhastatud haudadesse oli lahkunutele kõige sagedamini kaasa pandud nuge: neid leiti viis. Kolme maetu juurest tuli välja vöörõngaid ja pandlad, ühel juhul oli hauas luust nõelakoda. Viimasega sai vööl kaasas kanda õmblusnõelu. Ühe naise kaelas oli väikestest helmestest

kee ja tema rindkerelt leiti ka teravate vaheliti otstega sõrmus.

Leidude poolest oli eriti tähelepanuväärne ühe noore täiskasvanud naise matusera. Tema rindkerelt leiti rauast nõel, kaela ümbert väikestest helmestest kee ning kukla tagant ehtenõel, mille küljes oli säilinud juuksesalk. Samaväärset huvi äratas üks noor täiskasvanud mees, kelle rindkere vasakul poolel oli väike kandiliste nuppotstega hoburaudsõlg, parema puusa juures nuga ning vööpiirkonnas kaks rauast vöörõngast ja pannaal.

Aga tuleme päästekaevamiste viimase päeva tegemiste juurde tagasi. Nimelt, M 16 järel tuleb välja puhastada veel kaks luustikku: M 14 ja M 15. Kui neid lõpuks õhtuhämaruses karpidesse tõstma hakkame, on kaeveala eraldava aediku taha uudistama kogunenud teetöölise hord, ootamisest juba kärsituks muutunud. Neil on käsk kohe, kui väljakaevamised on lõppenud, teelõigul masinad tööle panna. Ja enne kui päris pimedaks läheb, sõidabki müriinal kohale buldooser, mis lükkab uuringuteks süvendatud teelõigu paksu liivakihi alla •

 **Ulvar Käär** (1982), Horisondi peatoimetaja

## TULE ARHIIVI GEOGRAAFIATUNDI!

**Tundides töötame vanade  
maakaartidega!**

Kuidas jõuab Eesti  
maailmakaardile? (5.-9. klass)

Reis ümber maailma  
(8.-12. klass)

Salastatud kaardid  
(10.-12. klass)



**TASUTA**

Rahvusarhiiv, Nooruse 3, Tartu  
Lisainfo: [www.ra.ee/arhiivikool](http://www.ra.ee/arhiivikool)

# POOLEST SEPTEMBRIST POOLE NOVEMBRINI

• **19. septembril** startis Uus-Meremaa Põhja saarel asuvas Rocket Labi baasist kanderakett Electron, et viia orbiidile firma Capella Space radartehis-kaaslane Acadia. Kaks ja pool minutit pärast starti tekkis aga tõrge raketi teise astme mootorite käivitumisel ja missioon nurjus.

• **20. septembril** startis Canaverali neemelt USA kosmosejõudude stardiplatvormilt SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki-seeria satesatelliiti. See oli kanderaketi esimese astme rekordiline 17. start.

• **24. septembril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardiplatvormilt SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki satesatelliiti. Ka sellele kanderaketi esimesele astmele oli see 17. start.

• **24. septembril** maandus USA Utah' osariigis kosmosesondi OSIRIS-Rex maandumiskapsel, pardal umber veerand kilogrammi kivimeid ja pinnast asteroidilt Bennu. Proovide analüüs annab infot Päikesesüsteemi varajase arengustaadiumi kohta.

• **25. septembril** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 21 järjekordset Starlinki satesatelliiti.

• **27. septembril** eraldus kosmosejaamast ISS kosmoselaev Sojuz MS-69/23S, pardal kosmonaudid Sergei Prokopjev ja Dmitri Petelin ning NASA astronaut Frank Rubio. Mõne tunni pärast maandus kolmik edukalt Kasahstanis Žezkazgani linna lähedal stepsis. Missioon ISS-il kestis 371 ööpäeva, selle ajaga tehti ümber Maa 5936 tiiru.

• **6. oktoobril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardiplatvormilt United Launch Alliance'i kanderakett Atlas 5 ja viis orbiidile kaks prototüüp-satelliiti Amazon Project Kuiper. Plaan on viia orbiidile 3236 niisugust satelliiti ja hakata nendega pakkuma internetiteenust.

• **8. oktoobril** startis ESA Prantsuse Guajaana kosmoodroomilt kanderakett Vega-C, mis viis orbiidile 425 kg kaaluva Tai tehiskaaslase THEOS-2 ja 250 kg kaaluva Taiwani tehiskaaslase Triton. Pardal oli ka kümme lisalaadungit, sealhulgas Tartu ülikooli kuupsatelliit



Vega-C start 8. oktoobril

ESA / CNES / ARIANESPACE

ESTCube-2. Paraku ESTCube-2 kanderaketi küljest ei vabanevad ning hävis koos sellega atmosfääri taassisenemisel.

• **13. oktoobril** startis NASA Kennedy kosmoseskeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon Heavy ja viis heliotsentrilisele orbiidile NASA asteroidisondi Psyche. Plaan on uurida metallirikast asteroidi 16 Psyche, mis tiirleb ümber Päikese asteroidivööndis Marsi ja Jupiteri orbiidi vahel. Asteroidi uurimine annab teavet Maa-tüüpi planeetide metalltuumade kohta.

• **13. oktoobril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett

Falcon 9, et viia orbiidile 22 järjekordset Starlinki satesatelliiti.

• **18. oktoobril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 22 järjekordset Starlinki satesatelliiti.

• **21. oktoobril** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 21 järjekordset Starlinki satesatelliiti.

• **22. oktoobril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 23 järjekordset Starlinki satesatelliiti.



NASA / KEEGAN BARBER

Missiooni töötajad lähenevad äsja maandunud OSIRIS-Rexi maandumiskapslile



NASA / JPL-CALTECH / ARIZONA STATE UNIV

Kunstniku kujutus sondist Psyche asteroidi 16 Psyche juures





CHINA NEWS SERVICE

Hiina taikonaudid Jiang Xinlin, Tang Hongbo ja Tang Shengjie enne teeasumist kosmosejaama Tiangong

• **25. oktoobril** väljusid kosmosejaamast ISS avakosmosesse kosmonaudid Oleg Kononenko ja Nikolai Tšub. Nad isoleerisid mooduli Nauka lekkiva radiaatori ülejäänud jahutussüsteemist, paigaldasid väikese radarantenni, mille tõrkuvad päikeseplatereid jäid ootama järgmist avakosmosesse väljumist, ning vabastasid tudengite ehitatud nanosatelliidi, mille päikeseurjesüsteem kahjuks ei avanenud.

• **26. oktoobril** startis Hiina loodeosast Jiuquani kosmoskeskusest kanderakett Long March 2F ja viis orbiidile kosmoselaeva Shenzhou 17, pardal taikonaudid Tang Hongbo, Tang Shengjie ja Jiang Xinlin. See on Hiina viies lend kosmosejaama Tiangong. Orbiidile plaanitakse jääda kuni maini 2024.

• **29. oktoobril** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 22 järjekordset Starlinki sidesatelliiti.

• **30. oktoobril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 23 järjekordset Starlinki sidesatelliiti. Kokku on neid orbiidil nüüd 5011.

• **1. novembril** väljusid ISS-i astronautid Jasmin Moghbeli ja Lorai O'Hara kosmosejaamast, et vahetada välja päikese-paneelisüsteemi pöörämismehhanismi sõlmi. Töö avakosmoses kestis 6 tundi ja 42 minutit.

• **4. novembril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 23 järjekordset Starlinki sidesatelliiti. Kanderaketi esimesele astmele oli see rekordiline 18. lend.

• **7. novembril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 23 järjekordset Starlinki sidesatelliiti.

• **9. novembril** startis NASA Kennedy kosmoskeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis kosmosejaama ISS veo-laeva Cargo Dragon, pardal kolm tonni mitmesugust varustust ja teaduskatsete seadmeid. See oli SpaceX-i 29. varustuslend ISS-i.

• **11. novembril** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia missiooni Transporter-9 käigus orbiidile 113 mitmesugust väike-tehiskaaslast.

• **12. novembril** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile Luksemburgis asuva firma SES O3b mPOWER viienda ja kuuenda internetitehiskaaslase. Kokku peaks neid orbiidile jõudma 13, viimased aastal 2026. •

NASA



Astronaut Lorai O'Hara ISS-i välitöödel

✍️ **Jüri Ivask,**  
Horisondi kosmosekroonik

SULEV KUUSE

## EESTI NOORED BIOLOOGIATUNDJAD VÕITSID ARAABIA ÜHENDMIRAATIDES KOLM PRONKSMEDALIT

Eestimaa koolide parimad gümnaasistid osalevad iga aasta algul olümpiaadi piirkondlikus voorus, mille küsimused on koostanud üleriigilise olümpiaadi žürii. 2022/2023. õppeaastal osales piirkonnavoorudes 443 õpilast. Piirkondade ja koolide arvestuses tõusevad ennekõike esile Tallinna ja Tartu koolid, sest nendes linnades on ülikoolide mõju suur. Mõnes Tallinna ja Tartu koolis käib õppetöö osaliselt koostöös ülikoolidega, seetõttu on õpilased olümpiaadideks paremini ette valmistatud. Tublimate koolidena võiks märkida näiteks Tallinna reaalkooli ja Gustav Adolfi gümnaasiumi, Tartu Hugo Treffneri gümnaasiumi, aga ka Pärnu Koidula gümnaasiumi.

Sel aastal pääses Eesti bioloogiaolümpiaadi lõppvooru, mis toimus 11. ja 12. märtsil, ühtekokku 60 õpilast. Ent võistlus peeti rahvusvahelise võidukatsu-

misena. 62. Eesti bioloogiaolümpiaadi gümnaasiumiastme võitjad on järgmised õpilased: Violeta Jürgens (Hugo Treffneri gümnaasium, 10. klass), Annika Rääbis (Hugo Treffneri gümnaasium, 11. klass) ja Emma Goos (Hugo Treffneri gümnaasium, 12. klass). Tihedalt nende kannul olid Pärnu Sütevaka humanitaargümnaasiumi, Tallinna reaalkooli, Gustav Adolfi gümnaasiumi ja teiste Eesti koolide õpilased.

Parim praktiliste tööde lahendaja oli zooloogia vallas Emma Goos, botaanikas Violeta Jürgens ning Claudia Olev (Gustav Adolfi gümnaasium), kriminalistikas Aia Adele Narits (Hugo Treffneri gümnaasium) ja bioinformaatikas Annika Rääbis.

Tublimatest jäi sõelale 13 noort, kelle korraldati nädalane õppus Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia insti-

tuudis ning ökoloogia ja maateaduste instituudis. Õppetööle järgnes võistlus küsimustega, mis olid lähedased rahvusvahelise olümpiaadi (IBO) omadele. Neli parimatest parimat õpilast pääses rahvusvahelisele bioloogiaolümpiaadile, mis tänavu peeti 3.–11. juulini Araabia Ühendemiraatide ülikoolilinnas Al Ainis.

Eestit esindasid Emma Goos Hugo Treffneri gümnaasiumist ning Liisa Pata, Ellen Marigold Roper ja Kristja Suuder Tallinna reaalkoolist.

Rahvusvaheliselt jõuavad sageli tippu Hiina, USA, Singapur, India, Jaapan, Taiwan, Saksamaa, Iraan jt. Nemad on tavaliselt põhilised kuldmedalite võitjad. Kuldmedaliga hinnati tänavusel IBO-l 29 esimest õpilast. Kokku osales Al Ainis 293 õppurit 79 riigist. Tulemused määrab ära ennekõike osalejariigi ja selle võistlajate valikuvõimaluse suurus. Loomulikult on tähtis ka õpilaste hea ettevalmistus.

Euroopa taustal võib Eesti tulemusi võrrelda Põhja- ja Baltimaadega. Oleme enam-vähem samal tasemel: veidi paremad kui Rootsi, peaaegu niisama head kui Soome ja ühel tasemel Lätiga. Maa ilmas oleme paremiku esimese kolmandiku hulgas. Üksnes Leedu on viimastel aastatel meist ettepoole jõudnud.

Põhjus on selles, et meie lähiriikides on õppesüsteem suhteliselt ühtne ja sarnane. Aga me ei tee heade olümpiaaditulemuste nimel sellist hullumeelset tööd nagu mitmes suurriigis. Näiteks USA-s, Hiinas, Indias ja ka mujal õpetatakse olümpiaadilapsi tihti täiesti eraldi koolides või klassides, kus neid valmistatakse sihipäraselt ette eduks olümpiaadidel.

Olümpiaaditulemuste põhjal õnnestub väga häid saavutusi saada õpilastel, kellel on lai silmaring ja tugev loogika ning reaalteaduste taust. Rohelise bioloogia süvataustaga on märksa raskem rahvusvaheliselt hakkama saada, sest nii teooria- kui ka praktikaülesanded hõlmavad nüüd ka teisi erialasid. Näiteks ei käi ülesanded üksnes botaanika ja zooloogia kohta, pigem on neis seotud geenitehnoloogia ning loomade ja taimede molekulaarbioloogia. Tänavu olid IBO praktiliste tööde teemad



FOTOD: SULEV KUUSE

34. rahvusvahelise bioloogiaolümpiaadi lõputseremoonial auhinnatud Eesti õpilased Al Aini ülikooli õppehoones (vasakult): Liisa Pata, Kristjan Suuder, Sergio Gracia Canes (Hispaania delegatsiooni liige), Emma Goos ja Ellen Marigold Roper. Kõik on pärjatud ja õnnelikud

näiteks taimede molekulaarbioloogia, biokeemia, ökoloogia ja etoloogia ning informaatika.

Eesti võistkonna tulemused AI Ainis 34. IBO-l olid igati head, me saime kolm pronksmedalit ja ühe aukirja. Kohtade

järgi olid meie tublid bioloogiatundjad reastatud järgmiselt: Ellen Marigold Roper 90., Emma Goos 132. ja Liisa Pata 154. Nemad pälvisidki pronksmedali. (Meenutuseks: Liisa sai 2022. aastal Armeenias Jerevanis 33. IBO-l eduka

võistluse eest diplomi.) Sel aastal sai IBO-l hea esinemise eest (lõpetas 194. kohaga) tänukirja Kristjan Suuder.


Eesti koolide bioloogiaõpetuse tase me üle ei ole põhjust üldiselt nuriseda, kuid vahel jääb mulje, et bioloogiaõpetus suudab varasemast vähem anda ülevaadet tervikpildist. Põhjusi võib olla mitu. Õpetajaskond vananeb ja uusi peale ei tule. Tänapäeva loodusteadused, sh bioloogia, moodustavad terviku; bioloog peab tundma nii füüsikat, keemiat kui ka matemaatikat. Molekulidega seostuv ei ole mitte keemia ega molekulaarbioloogia ega ka füüsika, vaid tähtis osa bioloogiast kui maailma-vaatelisest ja ainetevahelisest teadusest.



Rahvusvahelise bioloogiaolümpiaadi žürii töoruum, kus kõik osalejad valmistavad õpilastele ette olümpiaaditöid. Teises reas meie riigilipu taga paikneb Eesti žürii (paremalt): Karl Jürgenstein, Ando Vaan ja Mari Remm. Kollase mahlaklaasi taga peaks istuma pilti teinud Sulev Kuuse

### Kindlasti tasub

- õppida bioloogiat, sest see annab laia maailmavaate sellele, kes viitsib süüvida elu saladustesse;
- teada, et IBO ja ka EBO on hea lähtekoht, alustamiseks kõrgkoolis reaalteaduste või ka humanitaarainete õppimist;
- osaleda olümpiaadidel, sest see võimaldab alati saada teada midagi uut ja põnevat nii keskkonna kui ka iseenda kohta. •

 **Sulev Kuuse**, Eesti bioloogiaolümpiaadi žürii esimees

**Jüri Engelbrecht**  
**PEEGELDUSI TEADUS-  
MAASTIKULT.**  
**KOGUTUD KIRJUTISED**  
**ALATES 1917**  
Ilmatargad

Toimetaja Kristina Lepist  
Ümbrise kujundaja Mari Ainso  
Ilmamaa, 2023, 424 lk.



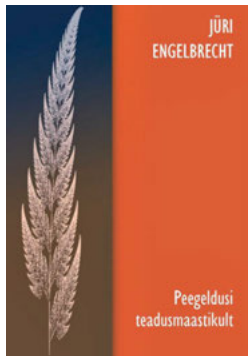
Jüri Engelbrechti teadustegevus on üle 50 aasta olnud seotud Küberneetika Instituudiga. Tema tegevusvaldkonnad hõlmavad paljusid mitte-lineaarse dünaamika probleeme tahkise mehaanikast biofüüsikani. Teadustööde üldiseks võtmesõnaks on olnud kompleksüsteemid ja see vaatenurk on loomuldas laienenud ühiskonnalegi. Käesolev kogumik koondab ilmunud esseesid, kus analüüsitakse nii teadmiste arengut kui ka ennustatavust, protsesse ühiskonnas, kriiside teket, haridust ja kultuuri ning mõttelugu, samuti jäävad vaatluse alla eesti teadlased laias maailmas. Esimest korda ilmuvad kolm traktaati – ühiskonnast, teadusest ja tulevikust –, kus autor vaatab kriitilise pilguga Eestis toimuvale.

**Andres Saal**  
**EMAJÕELT EKVAATORI ALLA**  
Eesti Mõttelugu, nr. 172

Koostaja Hando Runnel  
Toimetaja Katre Ligi  
Sarja kujundaja Kaljo Põllu  
Ilmamaa, 2023, 288 lk.



Eesti kirjanik ja maailmarändur Andres Saal (1861–1931) on tuntud esmalt oma ajalooaineliste jutustustega „Aita“, „Leili“ ja „Vambola“ ning ajalooliste uurimustega „Päris ja prii“ I–II. Olles õppinud Baieris Kronebergi fotomehaanika koolis ning reproduktsioonitehnika instituudis Viinis, sai temast tsinkograaf. 1897. aastal lahkus ta Eestist kui poliitiliselt ebasoovitav element. Tsensuur oli tema jutustused arvanud siinse rahva kirgi ässitavateks. Saal reisib läbi Kesk-Euroopa, Itaalia ja Hollandi Indiasse (praegusesse Indoneesiasse), kus asus Jaava saarel tööle fotograafia erialal. Pensionipõlve veetis ta Los Angeleses ja tegi veel mitu maailmareisi. Mõtteloo-köites on tema kirjutised aastatest 1889–1926, mis suuremas osas ilmusid „Oleviku“ veergudel. India nimede kirjavaisi osas on kirjastust aidanud Märt Läänemets.



Jüri Engelbrecht  
PEEGELDUSI  
TEADUSMAASTIKULT.  
Kogutud kirjutisi  
alates 2017  
421 lk  
Ilmamaa, 2023

Peegeldusi  
teadusmaastikult

Igal aastal ilmub eesti keeles teadus-esseistikat, nii tõlgituna välismaa tipp-teadlastelt kui ka omamaist ja oma-keelset. Viimane on eriti väärtuslik: see on kirjutatud, olles kursis ka siinmail toimunuga. Niisugust kirjavara võiks oluliselt rohkem olla, eelkõige selle intellektuaalse tausta tõttu, mis nendel autoritel (teadlastel) on. Kirjutistes avaldatud arusaamad maailma nähtuste ja arengute kohta sisaldavad enamasti tavakirjutistest rohkem süsteemsust, laiemat maailmapilti ja ka teaduslikku läbimõeldust.

„Peegeldused teadusmaastikult“ on akadeemik Jüri Engelbrechtil juba mitmes sedalaadi raamat. „Akadeemilised mõtisklused“ avaldas Ilmamaa aastal 2017 sarjas „Eesti mõttelugu“ ning „Juhuslikud jalutuskäigud teadusmetsas“ Postimehe kirjastus aastal 2021. Mingis mõttes on praegune nende järg, sisaldades 26 esseed-artiklit. Osa neist on ilmunud Eesti teaduste akadeemia väljaannetes, ajakirjas Akadeemia ja mujal; seni ilmunuta on kuus kirjutist, nende hulgas neli mahukat traktaati: ühiskonnast, teaduskorraldusest, „teadusloost ehk teaduse varjuteatrist“ ja „tulevikust, mis algab kohe“.

Läbiv taustapilt kõikides tekstides on autori tegevus ja teadmised tipp-teadlasena, eelkõige spetsialistina mitteleaarse dünaamika ja kompleksüsteemide vallas, lisaks sügav kultuuri-, ajaloo- ja filosoofiatundmine. Kes teab rohkem, oskab enamasti näha ka laiemalt ja kaugemale ja esitada huvitava-maid küsimusi. Seoseid näevad need, kel on huvi, uudishimu, teadmised ja ka avatud ning mõista püüdev vaade ja silmaring. Autor on teaduseusku või pigem teadmiste- ja hariduseusku, kuid seda tihedates seostes kogu muu kultuuriga.

Raamat algab esseega „Kas kultuu-

ride paljusus või lihtsalt kultuur“, mis on pühendatud aastal 1956 avaldatud Charles Percy Snow’ loengule „Kaks kultuuri ja teadusrevolutsioon“ ja selle järjena aastal 2009 ilmunud Jerome Kagani raamatule „Kolm kultuuri“ (eesti keeles 2017). Pool sajandit tagasi alguse saanud diskussioon humanitaaride ja loodus- või täppisteadlaste erinevuste üle on vaieldamatult viljakas ja kestab edasi praegusajalgi, kuna tegemist on ühtse teadmiste hulgaga, mida inimkond on aegade jooksul kogunud ja mida täiendatakse suure hooga. Kagan, kes lisas eelmainitutele kolmandaks sotsiaalteadlased, rõhutab, et teadlased ja õpetlased on sõna „tõde“ eri moodsid tõlgendanud. Tõe kontseptsioon põhineb teatavasti sellistel mõistetel nagu „korrektned“, „kehtivad“, „koherentne“ ja „õige“, kusjuures tema hinnangul arvestavad täppisteadlased esimese kahega, sotsiaalteadlased esimese ja kolmandaga ning humanitaarid kolmanda ja neljandaga. Vaja oleks ühist keelt ja mõisteruumi, et tekiks viljakas kommunikatsioon.

Peaaegu kõikide Jüri Engelbrechti kirjutiste läbiv teema on kompleksüsteemid. Mitmel pool on loetletud nende tunnuseid: palju komponente ehk osiseid, mis on kõik omavahel vastastikmõjudega seotud; terviku omadused pole summeeritavad komponentide omaduste summamana; tervikul on uus kvaliteet; mittelineaarsus (võrdelisuse kadu) on tavaline omadus; ennustatavus pole alati võimalik; tundlikkus algandmete suhtes võib etendada olulist osa protsessi kvantitatiivsete näitajate kujunemisel pikema aja jooksul jne. Siit ka üks tema teese füüsikaliste ja sotsiaalsete süsteemide kohta: füüsikalistes süsteemides on tähtis termodünaamika, sotsiaalsetes süsteemides aga väärtused, ent kompleksüsteemid on mõlemad.

Raamatus on palju juttu piiridest ja kommunikatsioonist. Kõikides süsteemides ja struktuurides – nii füüsikalistes, bioloogilistes kui ka sotsiaalsetes – on piirid. Nad on süsteemi funktsionaalsed koostisosad ja võivad olla inimtekkelised või looduslikud. Piirid kui võimalused on äärmiselt olulised, sest võimaldavad luua nii kvantitatiivseid kui kvalitatiivseid muutusi süsteemis. Võimalused piiridel eeldavad millegi vahetust, nad lubavad auto-noomsust ja arengut. Nende kaudu käib muu hulgas kommunikatsioon. Süsteemidel võib olla kattuv ühisosa,

kuid palju olulisem on informatsiooni-vahetus osade vahel, mis on küll seotud, kuid täielikult ei kattu. Seega on tähtis partnerlus, komplementaarsus, piisavalt lähedane arusaam mõistetest ja keelest, mingis mõttes sümbioos. Kahe või mitme asja kooseksisteerimine ja koosmõju parandab või täiendab mõlema või kõikide kvaliteeti. Eetilissotsiaalsed piirid on eeskätt inimeste mõtteviisis. Demokraatlik ühiskonnas on mõtteviis vaba, kuid siin on suurim raskus selles, et mitte kõik ei mõista arusaama, et vabadus tähendab ka vastutust. Siin on võtmetähtsusega roll haridusel, mille eesmärk peab olema mõistmine ja väärtustest lugupidamine, ka neis ühisosa leidmine.

Raamatu viimane, neljas peatükk kannab pealkirja „Kokkuvõtteid“. See sisaldab traktaate neljal teemal, mis on nii autorile kui ka lugejatele olulised ja huvitavad. Milline on meie ühiskonna olevik ja tulevik? Millised on ohud ja riskid ühiskonnas tervikuna, kuid eriti haridus- ja teaduskorralduses, millest sõltub otseselt meie tulevik? Kuidas tehakse ja kes teevad maailmas ja meil olulisi otsuseid? Mille põhjal neid tehakse ja kui pädevad on need inimesed?

Innovatsiooni ja projektipõhise ülistamine on muutunud kahjuks mantraks paljudele pelgalt ettevõtlusest pimestatud ühekülgse hariduse saanud kõrgetele ametnikele, kes tihti unustavad, et uuenduseks on vaja teadmisi, teadmised aga tulevad suuresti komplekssetest teadusuuringutest ja et innovatsioon ei ole vaid tehnoloogiline. Raamatus on korduvalt mainitud Amara seadust, mille kohaselt „me kipume ülehindama tehnoloogia mõju lühiperspektiivis ja alahindama seda pikas perspektiivis“. Siin kõnelevad teadmised, kogemused ja hoolimine, tõdemus, et uus on teinekord unustatud vana, ja kui erakordselt tähtis on otsustajate, s.o poliitikute ja ka õpetajate haritus, teadmised ja lai silmaring. Autor on siin murelik, kuid optimistlik.

Lõpumärkusena tuleb tõdeda, et ka see Jüri Engelbrechti raamat on huvitav, loogiliselt täpne ja hariv, erakordselt mõtlemapanev ja väga kaunis eesti keeles. Esseedes, nende järjestuses ja nende vahel on pausid, mis kutsuvad edasi mõtlema ja süvenema. •

 Toomas Tiivel, bioloog

# TELESKOOP.EE

VÕTA PAREM TELESKOOP



## AR-102 EXOS-2

Klassikaline akromaatiline läätsoteleskoop stabiilsel monteeringul

- D = 102 mm
- F = 1000 mm (F/9,8)
- 6x30 optiline otsija
- 2" fokuseerija üleminekuga 1,25"
- 26 mm Plössl okulaar (suurendus 38x)
- suurim teoreetiline suurendus 200x
- Exos-2 ekvaatoriline monteering (GoTo valmidusega)
- stabiilne terastorudest kolmjalg
- päikesefilter

679€

Soodushind 639€



## Star Adventurer GTI monteering astrofotografile

Kerge ja võimekas monteering fotoaparaadile ja APO refraktorile

- komplektis valgustusega polaarisiiir, vastukaal, kolmjalg
- GoTo funktsioon mobiiltelefoni abil
- kandevõime kuni 5 kg
- kaamera juhtimise funktsioon (Time Lapse)
- jälgib taevast pika särituse ajal
- autogideerimise valmidus

739€



## Explore Scientific 406 mm Dobson Newtoni skeemiga peegelteleskoop paraboloidse peapeegluga

- D = 406 mm
- F = 1826 mm
- suhteline ava F/4,5
- suurim teoreetiline suurendus 800x, praktiline suurendus kuni 400x
- 2" sujuv fokuseerija
- punatäpp otsija
- kollimeerimistöõriist
- jahutusventilaatorid

2799€



## Skywatcher Starquest 102R

Lihtne klassikaline läätsoteleskoop

- D = 102 mm
- F = 650 mm
- punatäpp otsija
- 1,25" diagonaal
- 25 mm (20x) ja 10 mm (50x) okulaarid, suurim teoreetiline suurendus 200x
- EQ/AZ monteering ja kolmjalg on komplektis

359€

Sky-Watcher®



## Skywatcher Starquest 130P

Lihtne klassikaline peegelteleskoop

- D = 130 mm
- F = 650 mm
- punatäpp otsija
- 25 mm (26x) ja 10 mm (65x) okulaarid, suurim teoreetiline suurendus 260x
- EQ/AZ monteering ja kolmjalg on komplektis

299€



## Võta julgelt ühendust!

Ostueelne ja -järgne nõustamine eesti keeles.

## Ekraaniga mikroskoop Analyth LCD

Kvaliteedi kontrollimiseks, pindade analüüsimiseks, margikogumiseks jne

- Suurendus: sujuv suum 0,7x-4,5x, ekraanil kuni 52x
- Vaatevälja suurus (17,5x10,0) mm kuni (4,7x2,5) mm
- LED rõngasvalgusti, heledus muudetav
- Toide vooluvõrgust
- Sony IMX335 CMOS sensor, 2592x1944 pix
- Ekraani resolutsioon 1024x600 pix, diagonaal 22,5 cm
- Pildid ja videod salvestuvad SD kaardile

549€



## Mikroskoop Biolux NV

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

169€

MAKSA HILJEM | esto

Osta parem teleskoop ESTO järelmaksuga!

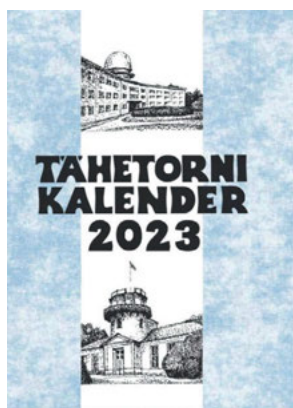
E-pood: [teleskoop.ee](http://teleskoop.ee)

Helista: 528 9895

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

[facebook.com/teleskoop.ee](https://facebook.com/teleskoop.ee)

Taust: ESA/Webb, NASA & CSA, M. Meixner



## Saja aasta parimad saavutused „Tähetorni kalendris“

Sada aastat tagasi, 1923. aasta lõpus avaldati Ernst Julius Öpiku eestvedamisel ja paljude observatooriumide eeskujul esimene Tartu tähetorni kalender (TK), mis on mõeldud astronoomiahuvilistele. Eelmise aasta lõpus ilmunud Horisondi kosmosenumbris on lähemalt vaadeldud selle väljaande algusaegu ja edasist olemust määranud esimese numbrisi. Nüüd aga keskendume meie teadlastele, kes on saavutanud maailma teaduses jäävaid tulemusi ja kirjutanud neist ka TK-s. Sõelale jääb ühtekokku kaheksa nime: Ernst Julius Öpik, Wilhelm Anderson, Aksel Kipper, Grigori Kusmin, Jaan Einasto, Arved Sagar, Enn Saar ja Tiit Nilson.

TK esimeses numbris on Öpik kirjutanud oma kahest saavutusest: kaksiklugemise meetodist ja selle tarvitamisest lendtähtede (ehk tänapäevaselt meteoroidide) vaatlusil ning tähtede evolutsioonist.

Kaksiklugemise meetodi oli Öpik välja mõelnud juba Moskva ülikoolis õppimise ajal ja kirjutas sellest ajakirjas Mirovedenije. Kuid alles 1920. aasta augustis kasutas ta Taškendis seda meetodit esimest korda perseiidide meteorivoolu uurimiseks. TK lisas on Öpik põhjalikult kirjeldanud seda meetodit ja ühtlasi selle vaatluse tulemusi. Tookord oli meteorisadu eriti tugev, sest 11. augustil võis ühe tunni jooksul näha 196,7 meteori, seega minutis keskmiselt 3,3 meteori!

Nagu peaaegu kõik Öpiku tulemused, põhineb ka kaksiklugemise meetod lihtsal arutlusel, aga seda suudab tabada ainult suurvaim.

Kalendri lisa teises artiklis arutleb

Öpik tähtede evolutsiooni üle ja jõuab järeldusele, et seda saab seletada vaid radioaktiivsusega. Selle termini all ei pidanud ta silmas mitte teatava ühe aine (raadüümi) omadust, vaid üldse muutusi aine aatomite koosseisus, näit. aatomite lagunemist ja massi muutumist energiaks.

Öpik otsustas tähtede elutee kirjeldamiseks kasutada tähestatistikat ning läks tähtede näivalt heleduselt (see on vaatluslik) üle nende bolomeetrilisele heledusele (suurus, mis mõõdab tähe integraalset kiirgust; see on absoluutne suurus ega olene vaatluslikust). Statistika abil jõudis ta järeldusele, et tähtede gravitatsiooniline jahutamine ei vasta sugugi vaatlustele ja meil tuleb pöörduda radioaktiivse jahutamise teooria poole, mis annab õige rahuldava kokkukõla vaatlusiga.

Nii tegi Öpik füüsikaseaduste ja lihtsate rehendumise abil järelduse, mis on nüüdseks kujunenud kalju-kindlaks.

1937. aasta TK-s avaldas Wilhelm Robert Karl Anderson artikli „Kas on olemas aine ja energia tiheduse ülempiir“. Wilhelmi vend Walter on rahvaluuleprofessorina saanud Eestis vajalikku tähelepanu, kuid Wilhelm Anderson on jäänud teenimatult varju. Alles 1997. aastal on Piret Kuusk ja Indrek Martinson avaldanud ajakirjas Akadeemia põhjaliku artikli, kus tuuakse esile Wilhelmi uurimistöö kõdunud elektrongaasi olekuvõrrandist. Kõdunud aine on väga suure tihedusega fermioonne aine, milles Pauli keeluprintsiip lisab olulist rõhku tavaliisele termilisele rõhule. Kõdunud aine koosneb fermionidest, nagu elektronid, prootonid, neutronid ja teised. Mõiste on kasutusel enamasti astrofüüsikas suure tihedusega objektide kohta, kus gravitatsiooniline rõhk on nii suur, et tuleb arvesse võtta kvantmehaanilisi efekte.

Anderson oli märganud, et mida suurem on kõdunud elektrongaasi rõhk, seda relativistlikumaks muutub elektronide kiirus. Seega ei tule olekuvõrrandis arvestada mitte elektroni seisumassi, vaid relativistlikku massi. Niimoodi oli kõik valmis järgmiseks sammuks, milleks oleks võinud olla tasakaalulise tähe maksimaalse võimaliku massi arvutamine, kuid Anderson seda sammu ei astunud. Sellest hoolimata on Andersoni töö ära märgitud Nobeli auhinna laureaadi Subrahmanyan Chandrasekhari raamatus

tähtede siseehitusest. Selle märkusega on Andersoni nimi kindlalt jäädvustatud astrofüüsika ajaloo kuldsetel lehekülgedel. Kuna samal ajal oli ka Leedsi ülikooli lektor Edmund Clifton Stoner tegelenud kõdunud elektrongaasi olekuvõrrandiga, nimetatakse seda seost tänapäeval Stoneri-Andersoni olekuvõrrandiks.

Juba 1935. aasta TK-s avaldas Aksel Kipper artikli „keelatud“ spektrijoonest udukogude spektrites. Tundes ennast hästi teoreetilise füüsika sellistes harudes nagu aatomifüüsika, kvantmehaanika ja kvantstatistika, oli Öpiku suunamisel tema meelsteemaks saanud planetaarude pidevate spektrite uurimine. Astronoomid ei suutnud kindlaks teha, mis tekitab selle pideva spektri. Kipper pani tähele, et planetaarude aine erakordselt väikese tiheduse tõttu pörkuvad aatomid seal harva. Seetõttu saavadki nende spektrites ilmned keelatud kiirgusjooned.

Tegelikult päris keelatud need pole, kuid kiirgusjoonte tekkimine nõuab, et aatom oleks küllalt kaua vaba teiste osakeste häirivast mõjust. Kui aga tavaliine elektronüleminek ühe footoni väljakiirgamisega on aatomis peaaegu täiesti keelatud, siis Kipper tähelepaneku kohaselt võib vesiniku aatomi metastabiilses seisundis  $2s$  toimuda üleminek põhiseisundisse  $1s$ , kiirates ühe footoni asemel kaks footonit. Seejuures on kahe tekkiva valguskvandi energiatega summa võrdne nende üleminekunivoode vahelise energiaga. Kipper leidis, et nii saab hästi seletada planetaarsete udukogude pidevaid spektreid, ja edasised vaatlused tõestasid tema arvutuste õigsust. See avastus sai ülemaailmse tunnustuse, kuid alles pärast teist maailmasõda.

Grigori Kusmin, Öpiku ja Taavet Rootsmäe andekas õpilane ja üksiti kalendri autor, on 1967. aasta numbris kirjutanud stellaardünaamikast Tartus. Eelmise sajandi 40. aastate alguses alustas Kusmin Galaktika ruumilis-kinemaatilise ehituse uurimist ristsuunas süsteemi sümmeetriatasandiga Päikese ümbruses. Oli selge, et mida suurem on tähtede kiirus Galaktika tasandi ristsuunas, seda väiksem on neist tähtedest moodustunud allsüsteemi lamedus. Kusmin tõi selle seose võrdetegurina sisse parameetri  $C$ , mille abil on võimalik määrata gravitatsiooni tekitava massi tihedust Päikese ümbruses olevates Galaktika

osades. See parameeter sai nimeks  $C$ , sest hollandi astronoom Jan Oort oli tõestanud, et Galaktika pöörleb difereentsiaalselt oma tsentri ümber, kusjuures tähtede pöörlemiskiirus oleneb nende kaugusest Galaktika tsentrist ja see kiirus kahaneb selle kaugusega. Seda protsessi kirjeldav Oorti valem sisaldab kaht konstanti, mis on tähistatud  $A$ - ja  $B$ -ga.

Neid kolme parameetrit –  $A$ ,  $B$  ja  $C$  – saab seostada Galaktika liikumisinintegraalidega, millest üks on energiaintegraal, teine pindade integraal ja kolmas integraal kujutab endast kahe tsentri ümber tiirlevate kehade pöördeimpulside (ehk impulsimomentide) skalaarkorrutist. Kolmanda integraali abil saab leida süsteemi gravitatsiooni-potentsiaali.

1979. aasta TK-s on avaldatud Jaan Einasto artikkel galaktikate ehitusest ja evolutsioonist. Sissejuhatuses on ta kirjutanud: „Ligi paarikümne aasta jooksul on autori peatähelepanu olnud pööratud praktilise stellaardünaamika meetodite edasiarendamisele ja meie Galaktika ning mitmete teiste galaktikate mudelite väljatöötamisele. Kuuekümnendate aastate lõpul sattusime huvitavale vastuolule: fotomeetriliste andmete põhjal arvatud galaktikate pöörlemiskõver osutus tunduvalt järsemaks vaatluslikust. Seda vastuolu oli võimalik seletada, oletades massiivse krooni olemasolu galaktikate ümber. Oletus leidiski hiljem kinnitust. Galaktikate kroonide uurimine viis galaktikate ja neid ümbritseva keskkonna vahelise seose tunnetamisele, galaktikate laiemal ümbruse käsitlemine aga Universumi makrostruktuuri uurimisele.“

Sellest sai tõepoolest alguse universumi makrostruktuuri uurimine, kus tuli kindlalt mängu tume mass ja hiljem ka tume energia.

Sellel teemal korraldasid Tõravere astronoomid 1977. aastal Tallinnas rahvusvahelise astronoomiaühingu sümposiooni. Ja kuigi tumeda aine mõiste oli sisse toonud Šveitsi päritolu Ameerika astronoom Fritz Zwicky, kes avastas juba 1933. aastal, et Coma galaktikaparve tähtede kogumass annab ainult ühe protsendi sellest massist, mis on vajalik parve galaktikate kooshoidmiseks, oli see mõiste jäänud vaid huvitavaks erandiks. Koos Universumi struktuuri uurimisega muutus tumeda aine hüpotees valdavaks, sest astronoomid avastasid, et

tavalist nähtavat ainet on universumis vaid 5%, ülejäänud 26,8% on tume aine ja 68,2% tume energia. Niisuguse olulise jaotuse kindlakstegemise on uurijate rühm Jaan Einasto, Enn Saar, Mihkel Jõeveer, Ants Kaasik jt andnud väga tõhusa panuse.

Kui 1963. aastal sai valmis uus observatoorium Tõraveres, siis võeti tööle mitu värskest ülikooli lõpetanud noort astrofüüsikut, kelle õpetajaks sai mitmekülgsete huvidega Arved Sapar. Tal oli juba ette näidata suur panus nii neutriinode füüsikasse kui ka universumi (tollal tohtis seda vaid Metagalaktikaks nimetada) ehituse uurimisse, kuid millegipärast Sapari tööd neutriinode kohta kandidaadikraadi saamiseks ei esitatud. Seega tal toona teaduskraadi polnud ja ametlikult oli noorte juhendajaks Aksel Kipper. Alles kosmoloogi töö andis Saparile kandidaadikraadi.

1960. aastate alguses hakkas võidukäiku tegema tähtede kiirguse uurimine ultravioletses spektriosas ja Sapar lülitus kohe sellesse rühmitusse, saades erakordselt häid tulemusi vabalt kukerpallitava Nõukogude satelliidi Kosmos 215 vaatlusandmeid desifreerides. Ta oli ainuke astronoom Nõukogude Liidust, kes vaatles USA-s olles tähtede UV-kiirgust satelliidiga International Ultraviolet Explorer.

Sapar on saanud häid tulemusi tähespektrite modelleerimisel tema enda aktiivsel juhatusel koostatud arvutiprogrammi SMART abil.

1998. aasta TK-s on Enn Saare artikkel gammasähvatuste aastast. Sellele järgnes 2003. aastal artikkel universumi kaardistamisest ja 2005. aastal kirjutis supernoovadest ja tumedast energiast.

Soome lahe lõunarannikult Leppneeme külast võrsunud kaluri poja Ennu tõus maailma tuntud kosmoloogide hulka avaldab muljet. Saanud hariduse Tallinna 21. keskkoolis, astus ta 1962. aastal Tartu riiklikku ülikooli ja lõpetas selle viie aasta pärast teoreetilise füüsikuna. Nii avanes tee Tartu observatooriumi ja juba 1991. aastal sai temast kosmoloogiaväitekirja kaitsmise järel astronoomiadoktor. Koos Jaan Einasto ja Ants Kaasikuga avastas ta 1974. aastal massiivsete galaktikate ümber tumeainekroonid. Enn Saare algatusel alustati Tõraveres universumi arengu numbrilist modelleerimist, arvestades foonina ka tumeenergiat. Ja mis on väga tähtis, Saar on

loonud enamiku matemaatilistest meetoditest, mida Tõravere kosmoloogid ja galaktikauurijad on rakendanud tumeaine ja universumi ehituse uurimisel. Veel enam, koos Vicent J. Martinezigaga València ülikoolist on Saar kirjutanud raamatu „Statistics of the Galaxy Distribution“, millest on saanud käsiraamat kõikidele maailma kosmoloogidele.

Joensuu ülikooli audoktor metsanduse vallas Juhan Ross oli sisuliselt atmosfäärifüüsika suuna looja Tartu observatooriumis ja ta üldistas kiirguslevivõrrandi taimkatte jaoks, aga sellest pole ta TK-sse kirjutanud. Ometi oli ta maailma atmosfäärifüüsikute hulgas väga tuntud, ka kui taimkatte kaugseire alusepanija. Rossi suur huvi kiirguse leviku vastu taimkattes ajendas tema uurimisrühma tegelema kaugseire probleemidega ja siinkohal osutame tema kõige andekamale õpilasele Tiit Nilsonile. Nilson on kaugseireprobleemidest kirjutanud 2002. ja 2019. aasta TK-s. Seda, et õpilane oma õpetajast maha ei jää, näitab kõige paremini Nilsoni valimine Helsingi ülikooli audoktoriks.

Olles nüüd saanud ülevaate saja-aastase „Tähetorni kalendri“ lisades avaldatud tähtsamatest teadustöödest, võime täie kindlusega väita, et selle väljaande sisu toetub omal ajal Taavet Rootsmäe sõnastatud mõttele „Teadust kannab tõe otsimine, mis on niisama siiras ja aus nagu loodus ise“.


2024. aasta „Tähetorni kalendrit“ on müügile oodata detsembri keskpaigas.

#### Loe lisaks

Õpiku alustatud Tähetorni Kalender saab peagi 100-aastaseks. Horisont 2022, nr 6.

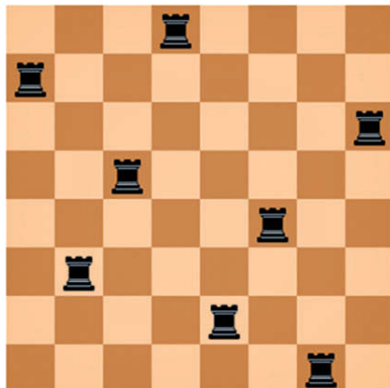


WIKIPEDIA

 **Tõnu Viik**, Tartu ülikooli Tartu observatooriumi teaduslik nõustaja

# Üksteist mittetulistavad malendid

Neli seekordset ülesannet on lihtsad. Tuleb leida maksimaalne arv lippe, kuningaid, ratsusid ja odasid, mida saab paigutada  $8 \times 8$  malelauale nii, et nad ei ründaks üksteist. Malend on rünnaku all siis, kui teine malend võib jõuda samale ruudule ühe lubatud käiguga. Lisaks on vaja leida ka üks selline igat ülalloeletud liiki malenuppude paigutus (enamasti paljude erinevate hulgast, aga ühel juhul ainult kahe erineva hulgast), mille puhul on kasutatud maksimaalset arvu antud liiki malendeid. Näiteks üksteist mittetulistavaid vankreid mahub malelauale kaheksa. Ühte võimalikku paigutust näeb kõrvaloleval joonisel.



## Viienda voo ülesannete vastused

Eelmise voo kolmanda ja neljanda ülesande puhul oli tegemist Macey Brooke'i väga heast ning äärmiselt usaldusväärsest krüptoaritmeetika ülesannete kogust „150 PUZZLES IN CRYPT-ARITHMETIC“ [Dover, 1963] pärit ülesandega nr 142.

$$\begin{array}{r}
 \text{READ} \\
 + \frac{\text{THIS}}{\text{PAGE}} \\
 \hline
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 \text{READ} \\
 - \frac{\text{THIS}}{\text{PAGE}} \\
 \hline
 \end{array}$$

Brooke kirjutab selle ülesande juures: „Need on kaks erinevat ülesannet. See tähendab, et näiteks R-tähe väärtus liitmisel erineb R-tähe väärtusest lahutamisel jne.“

Seejuures esitab Brooke ainsate täiesti õigete tulemustena järgmised vastused:  $3285 + 1607 = 4892$  ja  $5809 - 3741 = 2068$ .

Paraku tegi Tõnu Tõnso seda ülesannet üle võttes mitu rumalat viga. Esiteks ta lahutaski ühe ülesande kaheks erinevaks ülesandeks ning arvas naiivselt, et kui on tegemist kahe erineva ülesandega, siis järelikult võib neid esitada eri erinevate ülesannetena ja niiviisi kaob ka ühele tähele kahe erineva numbriga vastamise probleem ära. Tegelikult kaotas ta niiviisi ära ka väga palju lahendusvariantide arvu piiravaid tingimusi. Kui näiteks esimeses ülesandes on  $R = 3$ ,  $E = 2$  ja  $A = 8$ , siis teises ülesandes  $R \neq 3$ ,  $E \neq 2$  ja  $A \neq 8$ . Kui aga teises ülesandes on näiteks  $R = 5$ ,  $E = 8$  ja  $A = 0$ , siis esimeses ülesandes  $R \neq 5$ ,  $E \neq 8$  ja  $A \neq 0$  jne. Kuna variantide arvu piirav tingimus (iga tähe taga peituv arv väärtus peab kahe ülesande puhul erinev olema!) kadus, siis ilmselt, et esimese ülesande puhul tekkis tervenisti 72, teise ülesande puhul aga lausa 96 sobivat ning tähtede vastavat arvude komplekti.

Et Brooke'i raamat on krüptoaritmeetika klassika, siis teine Tõnu Tõnso andestamatu viga oli see, et ta ei kontrollinud kõike pärast ülesande kaheks lahkulõõmist üle.

### VASTUSED:

- 1)  $138 \times 138 = 19044$
- 2)  $625 = 5^4$  ja  $256 = 4^4$
- 3) ja 4) ülesanne sai Tõnu Tõnso rumalate vigade tõttu ära rikutud
- 5)  $4 \times 2178 = 8712$
- 6)  $6 \times 1340 = 8040$

## Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 15. jaanuar 2024.

Lahendused saata aadressil  
 MTÜ Loodusajakiri (ajakiri Horisont),  
 Rävala pst 10, 15042 Tallinn või  
 tonu@mathema.ee.

## Vooru võitja


Vooru võitja saab kingituseks raamatu sarjast „Looduse raamatukogu“ või loodushälle CD-plaadi. Sarjas ilmunud raamatutega ja CD-plaatidega saab tutvuda veebilehel [www.loodusajakiri.ee](http://www.loodusajakiri.ee) ja eelistustest saab teada anda toimetuse telefonil 610 4105 või meiliaadressil [loodusajakiri@loodusajakiri.ee](mailto:loodusajakiri@loodusajakiri.ee).

## Viienda voo tulemused

Viienda voo kahe vigase ülesandega ülesandekomplekt osutus populaarseks. Esimese, teise, viienda ja kuuenda ülesande õigete vastusteni jõudsid ning neli punkti teenisid Sven-Erik Enno, Vladimir Jaanimägi, Aivar Kauge, Kalle Kulbok, Toomas Lausmaa, Katre Luik, Indrek Lüüs, Marko Orav, Meelis Reimets, Kuldar Traks, Hannes Valk, Mariina Viil ja Heldur Väljamäe. Vooruahind läks seekord Martiina Viilile.

## Vaata veebilehelt

Tulemuste tabeli leiata aadressilt [www.loodusajakiri.ee](http://www.loodusajakiri.ee) ja Horisondi Facebooki-seinalt.

 **Tõnu Tõnso**, matemaatik,  
 Tallinna ülikooli lektor

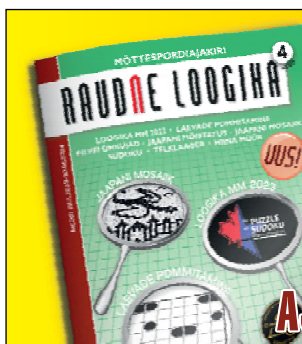




	LAURI 11418	Läti kirjanik	Üles-		Kuma	Filmi-mees	Element nr. 34	Kuma	Türgi korvpallitreener	Teatmik	Sise-arkhitekt	Puitmuld-tulepunkt
	Bütsantsi keisri rüü							Linn Rumeenias SAT-TV kanal				
	Naise-nimi					Ungari kirjanik USA tennisist						
	Türgi sõude-laev							Soomep. m.-nimi Jaapani kirjanik				
	Jaapani tatra-nuudlid		Vöör-sõnastik Läänud sajandil			Elu-olu Külge hakkama					Mehe-nimi	
Kuma	Läti linn	Kes on pildil?	Kuma	Luuletaja	Soome hokilegend Element nr. 88			Sõja-jumal Alevik Pärnum.-l				
Vana-Rooma kõne-mees						Või-seemnik Liha-tööstus		Mehe-nimi TOMSON				Teose lõppu lisatu
Elizabeth George			Tšehhi helilooja Tadžiki rahvapill			Maja osa, ärkel Brahma päev				Volga lisajõgi Löögi-riist		
Rämps				Mehe-nimi Koraani üksik-peatükk								
Briti näitleja				Riidesort Nord-süüd					Vanaaja linnriik Märg		Vene kirjanik	
Suusk inglise k.			Näriiline Ladina-Ameerika täristi (kõnek.)			Element nr. 95 Eesti saar		Liiges (kõnek.) Spordi-organ.				
Kuma	Ogeline üim (murdes) Minister				Soome rallimees Väike stepi-rebane					Valimis-kast Element nr. 18		
Filmitäht			Brasiilia jalgpallur Inglise k. asesõna					Vana-keldi kiri Kirjanik				
Järjest. tähed			PIIROJA Vööra-pärane m.-nimi			liri kirjanik Mehe-nimi					Vene k. eessõna	
Kitsas läbikäik				Korv-pallur Suund (kõnek.)								
Riidesort					Element nr. 50 Asesõna		Element nr. 13 Sidesõna					
Kuma		USA kirjanik										
Toroidi-kujuline magnet-lõks						Kreeka täht						

**KÕIGE KANGEM KRAAM RISTSÕNA-SÕBRALE**





**RAUDSELT PARIM LOOGIKA-MÕISTATUSTE AJAKIRI EESTIS!**

Lahendajate vahel läheb loosi Kuma Ristsõna-rõõmude aastatellimus.

Eelmise ristsõna vastus Mind vaimustab teadus, MIS ON PIISAVALT MÄNGULINE viitab tänavuses neljandas Horisondis ilmunud luuletaja Jaan Malini kirjutisele endast ja teadusest.

Loosi tahtel võitis Onu Uno Valitud Ristsõnade aastatellimuse MIHKEL-KALJU TAMMEVESKI.

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



**JÕULURÕÕM**

2023-2024

3000 €

# Arva ära!

**1** Sellel pildil oleval taimel ei ole nimest hoolimata palju ühist ühe puuliigiga. Tegemist on 30–100 cm kõrguseks kasvava aromaatselt lõhnava roosõieliste sugukonda kuuluva rohttaimega, mis kasvab kõikjal Eestis. Kõige sagedamini leidub teda seal, kus kasvab maasikas. Seda head meetaime kutsutakse ka neljakümne töve rohuks. **Mis taim see on?**



**2** Lisaks muusikukarjäärile on ta töötanud ka kolimisfirmas, torulukksepana ja taksojuhina. Ta on kirjutanud viisteist operit, neliteist sümfooniat ning tema muusika on kõlanud paljudes linasteostes. Tema ooperite peategelasteks on olnud mitmed tuntud teadlased, aga ka Mahatma Gandhi, Christoph Kolumbus, Vasco da Gama ja Walt Disney. Kolm tema sümfooniat põhinevad David Bowie albumitel. **Kes on see helilooja?**



FOTOD: WIKIPEDIA



**3** See linn on aegade jooksul kuulunud mitme riigi koosseisu. Linnas asuv ülikool, mis on tuntud oma õppetöö hea kvaliteedi poolest, on andnud üheksa Nobeli preemia laureaati. Linnas asub ka fotol olev ehitist, mida on kirjeldatud kui moodsa arhitektuuri ja insenerikunsti teedrajavat tööd, millest sai hilisemate raudbetoonehitiste oluline eeskuju. **Millisest linnast on jutt?**



**4** See pildil noolega tähistatud punane hiidtäht on üks suurimaid ja heledamaid teadaolevaid tähti. Ta on peaaegu 1000 korda suurem kui Päike. Küsitavast taevakehast on juttu paljudes muusika- ja kirjandusteostes, sealhulgas Douglas Adamsi raamatsarjas „Pöidlaküüdi reisijuht Galaktikas”. **Milline taevakeha on kõne all?**

## MÄLUSÄRU 5/2023 VASTUSED

1. Windhoek ((Namiibia pealinn).
2. Lana Turner.
3. Dettingeni lahing (27. juunil 1743).
4. Camillo Golgi.
5. Aasnööbik (*Marasmus oreades*).

● Mälusäru auhinnaraamatu, Tiina Tammani „Spioon, kes armastas eestlast. Briti luuraja Brian Giffey elu“ kirjastuselt Argo, võitsid INDREK LÜÜS, ANNELI SILD ja EPP BUHT.



✍ Jevgeni Nurmla, Indrek Salis  
mälumängurid

**5** Kes oli see laevakapten, maadeavastaja ja admiral, kelle ühe ekspeditsiooni käigus leidis aset maailma esimene teadaolev edukas polaaralvutamine? Ta suri võiduka ning vaenlase laevastiku täielikult hävitanud lahingu käigus saadud haavadesse.



## VASTA JA VÕIDA RAAMAT!

Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut: Martin Elvis „Asteroidid. Kuidas arm, hirm ja ahnus otsustavad meie tuleviku kosmoses“ kirjastuselt ARGO.

● Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbrilemmikkirjutis.

## VASTUSEID

ootame 15. jaanuariks aadressil Rävåla pst 10, 15042 Tallinn või horisont@horisont.ee.

NB! Vastuste juurde kirjutage auhinnaloosis osalemiseks kindlasti oma mobiiltelefoni number ja postiaadress.

MÄLUSÄRU  
RUBRIIKI TOETAB  
KIRJASTUS ARGO.





**KUKU**

Väärt mõtete lainel

# TERAVA SIHIKU LAINEL

E-N KELL 12-13



Timo Tarve

Ainar Ruussaar

# TAMREX

# Avasta maailma!

## SEIKLUSEKS POLE KUNAGI LIIGA PIME

### FENIX HM60R



Võimas ja pika tööajaga laetav pealamp

- Komplektis laetav aku (2600mAh)
- USB-C laadimisjuhe
- Vee- ja tolmukindel IPX-8, 2m
- Valge ja punane valgus
- Reguleeritav kaldenurk
- Läätsel kahe valgusvihi süsteem

Võimsus max 1300 lm  
Valgusvihk max 120 m

84 €

### FENIX PD36R



Erakordselt võimas ja pika tööajaga taskulam

- Komplektis laetav aku (5000 mAh)
- USB-C laadimisjuhe
- Vee- ja tolmukindel (IP68)
- Käepael ja vööklamber
- Vutlar

Võimsus max 1600 lm  
Valgusvihk max 283 m

105 €



### FENIX E20 V2.0

Väike taskulam  
AA-patarei toitega  
Võimsus max 350 lm  
Valgusvihk max 126 m

39 €



### FENIX HL32R-T

Kerge ja kompaktne pealamp  
Võimsus max 800 lm  
Valgusvihk max 132 m

69 €



### FENIX C7

Erakordselt pika valgus-  
vihuga tööstuslik taskulam  
Võimsus max 3000 lm  
Valgusvihk max 470 m

82 €



### FENIX UC35 V2.0

Väike, kompaktne  
ja võimas taskulam  
Võimsus max 1000 lm  
Valgusvihk max 266 m

93 €



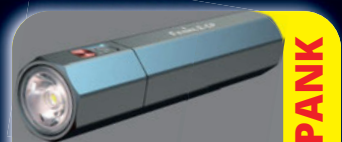
### FENIX TK20R UE

Võimas ja pika tööajaga  
taktikaline taskulam  
Võimsus max 2800 lm  
Valgusvihk max 465 m

145 €

**FENIX**  
Fenix Flashlight  
Illuminate Your Adventure

FENIX taskulampide tippkvaliteedi, erakordse võimsuse, vastupidavuse ja funktsionaalsuse tagavad parimate materjalide kasutamine ja pidev arendustöö. Lampide valmistamisel kasutatakse kergalumiiniumist väliskorpust, anodeeritud pinnakatet, kristallselget läätset, ülivõimsaid LED-elemente, kullatud vedrusid ning optimaalset energiakasutust. Erinevate töörežiimidega pöörus- ja veekindlaid FENIX taskulampe usaldavad professionaalid ja armastavad tavakasutajad.



### FENIX E-CP

Taskulam-akupank  
5000 mAh  
Võimsus max 1600 lm  
Valgusvihk max 222 m

66 €

UUS AKUPANK

TAMREX OHUTUSE OÜ

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

TALLINN Laki 5, Pärnu mnt 139c, Katusepapi 35 • TARTU Teemandi 2, Ringtee 37a • PÄRNU Riia mnt 169a • RAKVERE Laada 22 • JÕHVI Tartu mnt 30 • VÖRU Piiri 2 • VIJANDI Tallinna 86  
VALGA Vabaduse 39 • NARVA Ak. Maslovi 1 • HAAPSALU Ehitajate tee 2a • PAIDE Pikik 2 • JÕGEVA Tallinna mnt 7 • TÜRI Rakvere tee 23 • RAPLA Tallinna mnt 2a • KEILA Keki tee 1 • KURESSAARE Tallinna 80a