

NARVA KEISRIVÄRAV VALMIS PEETER I JUHISTE JÄRGI

horisont

ISEJUHTIVA
SÕIDUKI
SÜNNIVALUD

5/2024 • OKTOOBER-NOVEMBER • HIND 6.90

Ülitöödeldud
toitu tuleks
vältida



LOODUS
INSPIREERIB
MATERJALI-
TEADUST

KUIDAS
KEELEMUDEL
OTSUSEID
TEEB?





KUULDEAPARAADID.EE

Sest iga sõna on oluline.

Pakume Teile tasuta konsultatsiooni, paigaldust, kuulmisuuringuid ning soovi korral ka **12 kuud järelmaksu 0% intressiga**. Esindame üht maailma suurimat kuuldeaparaatide brändi GN Resound Taanist.

Broneeri aeg personaalsele ja turvalisele nõustamisele!

Leidke endale lähim kuulmiskeskus ja broneeri aeg tasuta konsultatsioonile kodulehel **kuuldeaparaadid.ee** või lihtsalt helistage meile lühinumbril **17800**.



Selle reklaami ettenäitamisel iga uue kuuldeaparaadi ostjale **tasuta 2 aastane varu patareisid** (120 patareid).

 **17800**

KIIRELT
vastuvõtule!

TASUTA
kuulmisuuring!

PARIMAD
aparaadid!

TALLINN Tulika 19 C, 2. korrus
Telefon: 53 011 529
Tallinn@kuuldeaparaadid.ee

TARTU Medita trepi kõrval
Teguri 37B, I korrus
Telefon: 5380 7287
Tartu@kuuldeaparaadid.ee

NARVA Kerese keskus
Kerese 3, 3. korrus, kab 311
Telefon: 53 011 529
Narva@kuuldeaparaadid.ee

PÄRNU Ülejõe Tervisekeskus
Jannseni 7a
Telefon: 53 011 529
Parnu@kuuldeaparaadid.ee

Lasnamäe Medicum, Punane 61,
kab 142, I korrus
Telefon: 5301 1529
Tallinn@kuuldeaparaadid.ee

RAKVERE
Tuleviku 1, kab 19
Telefon: 324 3253
Rakvere@kuuldeaparaadid.ee

VILJANDI Tervisekeskus, I korrus,
B korpus, sissepääs Turu tänavalt
Telefon: 433 3783
Viljandi@kuuldeaparaadid.ee

PAIDE AS Järvamaa Haigla
Tiigi 8, kab. 412
Telefon: 53 011 529
Paide@kuuldeaparaadid.ee

SISUKORD

- 3 |** Pärilikkus ajendab toiduga pirtsutama
- 4 |** Noor sotsiaalteadlane on pälvinud suure tunnustuse
- 6 |** Horisont auhindas Vereta Jahil konnapilti
- 7 |** Taotle kohta noorteadlaste ja nobelistide kohtumisel
- 8 |** RAGNAR NURK
Narva Keisrivärv – Domenico Trezzini senitundmatu arhitektuuriteos
Trezzini pakutud värava lahendus sobis Peeter I-le, kuid ta käskis isiklikult paigutada selle keskele kotka asemel apostel Pauluse kuju.
- 16 |** INTERVJU
Moodne materjaliteadus ammutab inspiratsiooni loodusest
Tartu ülikooli rakendusliku materjali-teaduse professori Tarmo Tammega on vestelnud Horisondi toimetaja Piret Pappel.
- 22 |** MAREK REI
Kuidas keelemudelid otsuseid teevad
Saame teada, kuidas keelemudelid loovad meie küsimuse põhjal vastuse, ja tutvume võimalustega, mis aitavad neid tehiasüsteeme paremini mõista.
- 26 |** TEHNOKRAADI KROONIKAD
Kes suudab luua esimese täielikult isejuhtiva sõiduki?
- 28 |** SÜNDMUSTE HORISONDIL
Kas sääsk ja elevant elavad samas maailmas?
- 30 |** BIOLOOGIAFILOSOOFIA
Kultuurievolutioon ja memetika
- 34 |** HAKAKALE HAIGUS
„Uus aasta tuleb pliivaba“
- 36 |** KELLELE KIRJUTATAKSE AJALUGU?
Kõik on suhteline
- 38 |** PALVERÄNDURITE JÄLGEDEL
Palverändurid teekonnal
- 40 |** MAA, ILM JA MÕNDA
Ilm ja tsunami
- 42 |** TOIT JA TERVIS
Kas peaks tundma muret ülitöödeldud toidu pärast?
- 46 |** KADRI PAAS
Tuumarelvade vaene sugulane aurustab kõik elusa
Termobaarilised relvad on sõjas eriti tõhusad näiteks välikindlustuste ja koondunud jalaväeüksuste vastu.
- 52 |** LUU-UURIJA LEID
Tundmatu käsi: inimsäilmed ja nende väärikas kohtlemine muuseumis
- 56 |** KOSMOSEKROONIKA
- 58 |** OLÜMPIAAD
Maateaduste olümpiaad tõi Eestisse üheksa medalit. Esimeselt tehisaru-olümpiaadilt Eestile hõbemedal. Informaatikaolümpiaadidel võideti Eestile pronksmedaleid
- 60 |** RAAMAT
A Journey Into The Nonlinear World
Inimene ilmaruumis
- 62 |** ENIGMA
Kolme ringjoone raadiuse leidmine
- 63 |** RISTSÕNA
- 64 |** MÄLUSÄRU
Auhinnaks raamat!



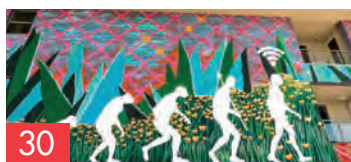
22



38



52



30

FOTO: ALDO LUUD



Tänavune suvelõpp on olnud helde: hea seenesaak ja kuhjade kaupa õunu. Sellises olukorras ärkab peaaegu igatühes korilane, kes soovib purgid ja pudelid salateid, moose ja mahla täis teha.

Pole midagi teha, söömata ei saa. Tühi kott ei seisa püsti. Võime lennata Kuule ja leiutada uudseid viise ravimaks pärilike haigusi, muutes DNAd, kuid tühja kõhuga ei sünni midagi geniaalseid.

Toidu ja selle puudusega seotud mured on tänapäeval hoopis teistsugused kui veel sadakond aastat tagasi. Osa maailmast nälgib, teine osa aga viskab minema tohutult palju toitu, mis võib olla täiesti söömis-
kõlblik. Pikas intervjuus Tartu ülikooli rakendusliku materjaliteaduse professori Tarmo Tammega räägime nii tulevikumaterjalidest kui ka sellest, kuidas võiks toiduraiskamist vähendada nutikate pakendite abil.

Peale teadlaste leidlikkuse on vaja tarku õigusakte, mis tagaksid võimaluse müüa tarbimisaja ületanud, ent täiesti söögikõlblikke tooteid nii, et toiduohutus kuidagi ei kannataks. Teadlased on juba praegu pakkunud viise, mismoodi teha kindlaks, et pakendis leidub näiteks kalaliha lagunemisele ja roiskumisele viitavaid ühendeid. Ka ettevõtjatel on huvi olemas. Nüüd peavad oma huvi ja pühendumist näitama ka seadusandjad.

Teine moodsa aja probleem on tervisliku toidu kättesaadavus. Alustame selles numbris uut rubriiki „Toit ja teadus“. Esimeses artiklis teeb Tallinna tehnikaülikooli toiduteadlane Kristel Vene sisesejuhatuse ülitöödeldud ehk ultratöödeldud toidu teemasse. Sellesse kategooriasse paigutuvad kiirnuudlid, suur osa maiustustest, igasugused külmutatud valmistoidud ja poolfabrikaadid, karastusjoogid ja hommikusöögihelbed. Selline toit on odav, säilib hästi ja annab tootjale võimaluse korralikku kasumit teenida.

Paraku tekitavad ülitöödeldud toidud tervisemuresid. Kui kauplused eelistavad müüa peamiselt sellist kaupa, võib kujuneda olukord, kus inimesel ei pruugi isegi hea tahtmise korral olla ligipääsu värsele puu- ja juurviljale ning üldse tervislikule söögikraamile. Sellest ja teistestki toiduga seotud temadest plaanime kirjutada peaaegu igas numbris. Head lugemist! •

Piret Pappel

Piret Pappel, toimetaja
piret@horisont.ee

ESIKAANEL: Ülitöödeldud toidul on peensusteni lihvitud ahvatlev maitse, see säilib kaua ja toob tootjale kasumit
FOTO: VIDA PRESS / ALAMY

horisont

Ulvar Käärt, peatoimetaja
ulvar@horisont.ee

Piret Pappel, toimetaja
piret@horisont.ee

Monika Salo, keeleteoimetaja
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: Rävälä pst 10,
15042 Tallinn
tel 610 4105

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

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

ISSN 2228-3471 (e-luger)
Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri,
2024
Trükkitud Printall AS



EESTI TEADUSTE AKADEEMIA



HARIDUS- JA
TEADUSMINISTEERIUM

Ajakiri ilmub
haridus- ja teadusministeeriumi
toetusel



Pärilikkus ajendab toiduga pirtsutama

Toidu suhtes valivate laste vanemad võivad kergemalt hingata. Kehv kodune kasvatus on müüt, noore sööja teevad valivaks eelkõige pärilikud tegurid.

Londoni ülikooli kolledži ja teiste Inglise ülikoolide ühisuurimuses on kasutatud Gemini uuringust pärit andmeid. Sellesse on koondatud andmestik 2400 Suurbritannia pere kohta, kus kasvavad kaksikud.

Ajakirjas Journal of Child Psychology & Psychiatry ilmunud artiklis on võrreldud kaksikute vanemate küsitluse tulemusi. Vastanute peredes kasvas nii ühemunakui ka erimunakaksikuid. Pered elasid Inglismaal või Walesis. Laste vanus jäi 16 kuu ja 13 aasta vahele.

Küsimustikus pidid vanemad hindama oma laste toitumisharjumusi kuueteistkümne kuu ja kolme, viie, seitsme ja kolmeteistkümne aasta vanuses.

Eristamaks pärilikke tegureid keskkonnamõjudest, võrreldi valivat söömis-käitumist erimuna- ja ühemunakaksikutel. Selgus, et ühemunakaksikute söömis-harjumused ja toiduga seotud eripärad on palju sarnasemad kui erimunakaksikutel, kelle geneetilised erinevused on suuremad.

Ühemunakaksikute valivas söömis-käitumises tekkisid suuremad erinevused sedamööda, mida vanemaks nad said. Seegi viitab nende käitumisjoonte pärilikule taustale. Suuremad lapsed on ise-seisvamad ja neil on tõenäoliselt rohkem sõpru ja huvisid, nad liiguvad teistlaadi keskkonnas.

Ilmnes, et lapsed on selle aja jooksul püsivalt toidu suhtes valivad. Kõige tugevamalt avaldus valivus umbes seitsme-aastastel ja pärast seda hakkas see tasapisi leevenema.

Uurijate kinnitusel on väikelaste toiduvalivuse põhjuseks umbes 60 protsendi ulatuses pärilikud tegurid. Kolme- kuni kolmeteistkümneaastaste puhul suureneb see ligi 74 protsendini.

Keskkonnamõjud ehk koduse toidulaua eripärad – mida vanemad söövad ja mida mitte – mõjutavad peamiselt väikelapsi. Iga last mõjutavad ainulaadsed keskkonnategurid, aga isiklikud kogemused muutuvad tähtsaks hiljem. Näiteks võivad kaksikutel olla sõbrad, kellel on eri laadi toitumisharjumused.

Valiva sööja menüüs leidub erisuguseid toiduaineid, kuid nende hulk on piiratud. Näiteks võib ta süüa ainult kindlaid juur- ja puuvilju ning mingit kindlat



piimatoodet. Teda võib häirida nii toidu maitse kui ka tekstuur. Samuti ei pruugi ta olla vaimustunud, kui peab uut toitu proovima. Kui laps sööb koos vanemate ja õdede-vendadega, tuleb perel olla valmis lapsega arvestama. Teadusuuringute järgi tundub, et valivus toidu suhtes ei ohusta tervist, kuid vanemad peaksid siiski jälgima, et laps saaks kõik põhitoitained kätte.

Uuringu esimene autor Zeynep Nas on ajalehele The Guardian antud kommentaaris rõhutanud, et järglase toiduvalivus tekitab lapsevanematele tihti ärevust ja sunnib ennast süüdistama, kuigi sellel pole üldse alust. Uuringus osalenud

Clare Llewellyni sõnul on põhiroll pärilikusel, kuid kodune keskkond võib toidu suhtes umbusklikku last tõhusalt toetada. Kodune ühise laua taga istumine, võimalus sama maitset mitu korda proovida ja tervislikud valikud mõjutavad eelkõige väikelapsi. Hiljem on nende mõju väiksem.

Autorid mõönavad, et uuringu tulemusi tõlgendades peab arvestama, et valimis on keskmiselt rohkem kõrgema sotsiaalmajandusliku staatusega peresid. •

Piret Pappel

Noor sotsiaalteadlane on pälvinud suure tunnustuse

9.–14. septembrini Poolas Katowices peetud Euroopa Liidu noorte teadlaste võistlusel (EUCYS, European Union Contest for Young Scientists) sai Annika Moppel eriauhinna T4EU Alliance Prize. Oma uurimistööga „Venemaa propagandavõtted infosõjas: Krimmi silla plahvatuse ja Rossiiskaja Gazeta näitel“ oli Moppel ainuke auhinnasaaja, kelle uurimus oli valminud sotsiaalteaduste valdkonnas.

Uurimus valgustab Venemaa riikliku meedia infosõjatekikat ning näitlikustab, kuidas Venemaa riiklik ajakirjandus kasutab konkreetseid sündmusi, et luua oma narratiivi: õigustada oma tegusid ja näidata vastaspoolt Ukrainat agressorina.

Tööd on juhendanud Monika Piirimäe (Hugo Treffneri gümnaasium) ja Olga Einasto (Tartu ülikooli raamatukogu). Juhendajate hinnangul sündis uurimistöö õpilase isiklikust huvist infosõja temaatika vastu ning töö väärtus seisneb selles, et uurimus aitab mõista Venemaa propaganda mõju suurust ja võimalikku ulatust.

Annika Moppeli uurimus hinnati tänavusel õpilaste teadustööde konkursil gümnaasiumiastme esimese auhinna vääriliseks. EUCYS on Euroopa noorteadlaste kõige olulisem teadusvõistlus, mida on korraldatud aastast 1989. Tänavu peetud võistlus oli juba 35. ning tõi kokku osalejaid 38 riigist. •

Eesti teadusagentuur / Horisont



Annika Moppel noorte teadlaste konkursil Katowices

www.KL24.ee **Kokku üle 190 000 toote** www.helmic.ee

KÄSITÖÖSÕBRA KAUBAMAJA 24 H SINU ARVUTIS

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



Teleskoobid.ee

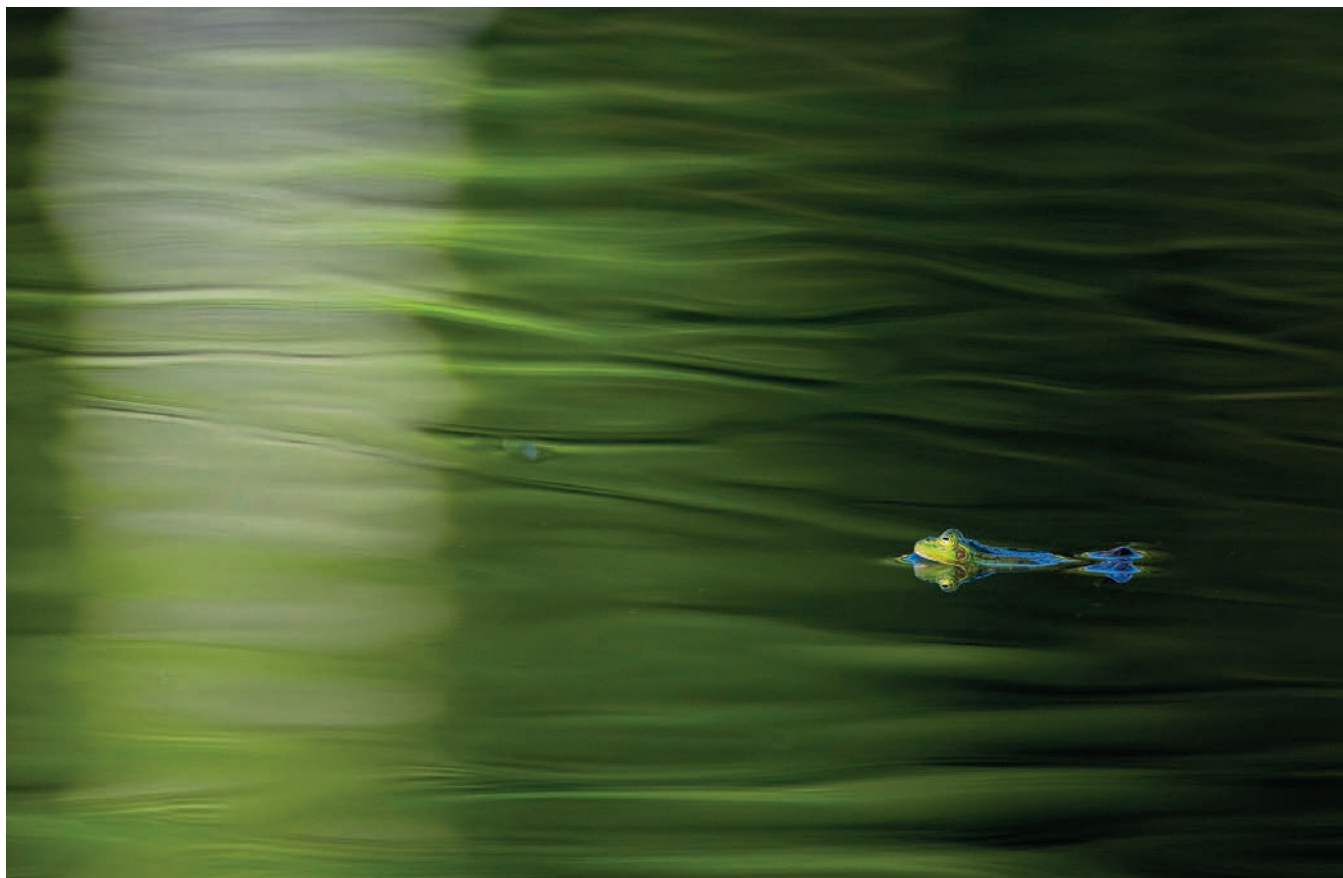
Mine loodusesse!



www.teleskoobid.ee

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Horisont auhindas Vereta Jahil konnapilti



Tänavusel fotovõistlusel Vereta Jaht pälvis Horisondi auhinna **Indrek Ilometsa pilt „Konn“**. Ilomets on lummava tabamuse sünni kirjeldanud nõnda: „Kui Vereta Jaht toimub Lõuna-Eestis ja erilist jahiõnne pole olnud, võib teha peatuse mõne metsade vahel oleva vanema tuletõrjeveevõtutiigi ääres. Seal saab kuulata tiigikonnade kontserti ja rahulikult otsida valgust, varju ja peegeldusi.“ Seekordne Vereta Jaht peeti maikuus Pärnumaal Särghaua ja Soomaa kandis. Ligi 70 fotost koosnevat valikut jahi parematest tabamustest saavad huvilised näha Tallinna loomaaia vabaõhunäitusel. Elektrooniliselt saab paremaid pilte vaadata riigimetsa majandamise keskuse Flickr'i keskkonna galeriis (vaata [rb.gy/40wcpf](https://www.flickr.com/photos/rbgy/40wcpf/)).

Eesti esimene katseklaasivarss on saanud nimeks Endex

21. augustil sündis Luunja tallis Eesti esimene katseklaasis loodud ja embrüona kandjamärasse siirdatud hobusevarss. Noor täkk Endex kasvab jõudsalt.

Kehaväliselt Eesti maaülikooli laboris loodud embrüo siirati ligi aasta tagasi. Varsa bioloogiline ema on kuueaastane lootustandev sporthobune Electra, kes elab samuti Luunja tallis. Varsa isa on üks Euroopa tipptäkke Belgiast Ermitage Kalone, kes võistles sel aastal ka Pariisi olümpiamängudel. Endexi asendusema on Luunja talli hobune Miss Dior, kes hoolitseb varsa eest hästi.

Sedalaadi meetodit arendatakse peamiselt seepärast, et tippspordi märasid ei tiinestata nende sportlaskarjääri tõttu. Ühtlasi on tipptäkkude sperma väga kallis.

Praegusajal luuakse hobuste katseklaasiembrüoid rohkem kui tavaembrüoid. Seni on Euroopas seda teenust pakkunud viis laborit. Luunja tall ja maaülikool asutavad koos hobuste biotehnoloogiakeskust. Juba sellel sügisel loodetakse Luunjas pakkuda kõnealust teenust kõikidele Eesti ja Euroopa hobusekasvatajatele.

Embrüoprojekti meeskonda kuuluvad Eesti maaülikooli teadlased Ulrika Tuppi, Ants Kavak, Anni Viljaste-Seera, Andres Reilend ja Elina Tsopp. Olulised koostööpartnerrid on Luunja tall ja Perila tall.

Sel suvel õnnestus Eesti maaülikooli teadlastel esimest korda luua ka hobuse kloonembrüo. Augustis siirati see kandjamära kehasse ning kui kõik hästi läheb, on Eesti esimese kloonvarsa sünni oodata järgmise aasta augustis. Hobuste kloonimine on vajalik ennekõike selleks, et hoida alles haruldasi ja ohustatud tõuge. •

Eesti maaülikool / Loodusajakiri

KÄTRIN ZUPSMANN



Taotle kohta noorteadlaste ja nobelistide kohtumisele

Eesti teaduste akadeemia ootab kandidaate, kes soovivad tuleval suvel 29. juunist kuni 4. juulini osaleda Saksamaal Lindau saarel noorteadlaste ja Nobeli auhinna laureaatide kohtumisel. See on pühendatud keemiaale. Kohtumisele saavad kutse asjaomase valdkonna nobelistid ja umbes 600 noort kõigilt maailmast.

Taotlusi võivad esitada keemia või sellega lähedalt seotud erialade bakalaureuse-, magistri- või doktoriõppe üliõpilased või noored teadlased (järel-doktorid).

Kandideerida saab 15. oktoobrini 2024 teaduste akadeemia e-keskkonnas:

<https://ta-konkursid.ee/>.

Lähemat teavet kandideerimise, sealhulgas korraldajate valikukriteeriumide kohta saab teaduste akadeemia veebilehelt. •

Teaduste akadeemia / Horisont



Tänavune Lindau kohtumine oli keskendunud füüsikale. Laureaatide galerii Lindau saarel





CFMOTO.EE



700CL-X Heritage

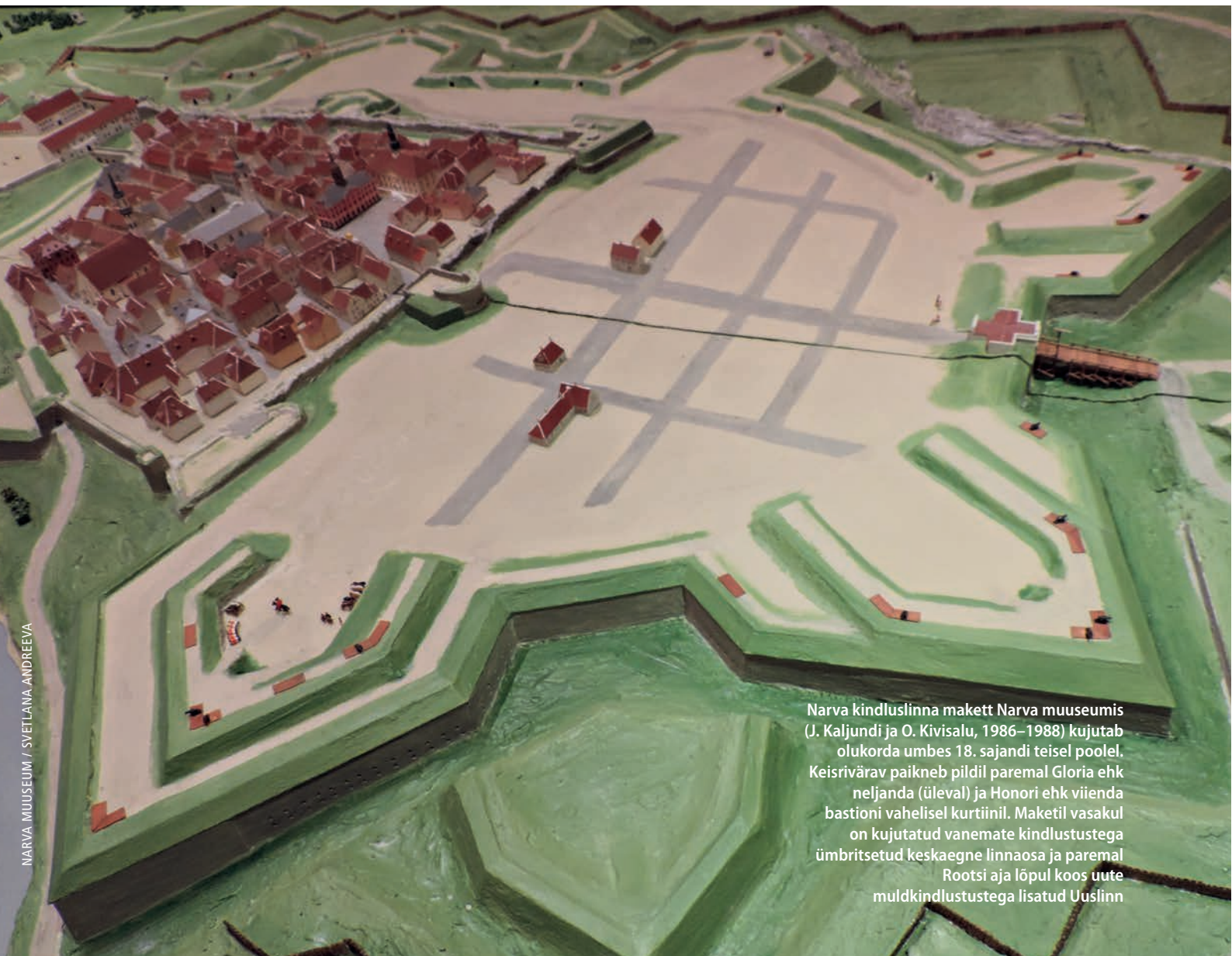
~~7190€~~
6190€

-1000€
700 CL-X

Narva Keisrivärv – Domenico Trezzini senitundmatu arhitektuuriteos

RAGNAR NURK

Ükskõik, kuidas hinnata Eesti minekut Põhjasõja tõttu Vene võimu alla, oli see Venemaa ajaloos siiski aeg, millal Peeter I püüdis lähendada oma maad Lääne-Euroopale. 1704. aastal oli Narva kõige euroopalikum linn Venemaa valduses. Peetrile oli isiklikult tähtis varem selle linna all kogetud kaotushäbi maha pesta. Mis võinuks triumfi paremini esile tõsta, kui ehitada valmis rootslastel pooleli jäänud linna peavärv, kinnitades sellele oma sümbolid?



Narva kindluslinna makett Narva muuseumis (J. Kaljundi ja O. Kivisalu, 1986–1988) kujutab olukorda umbes 18. sajandi teisel poolel. Keisrivärv paikneb pildil paremal Gloria ehk neljanda (üleväl) ja Honori ehk viienda bastioni vahelisel kurtiinil. Maketil vasakul on kujutatud vanemate kindlustustega ümbritsetud keskaegne linnaosa ja paremal Rootsi aja lõpul koos uute muldkindlustustega lisatud Uuslinn

Rootslaste alustatud Kuningavärv

Rootslastel olid Narvaga suured lootused ja suurejoonelised linnaehituskavad. Rootsi kuningriik hakkas Narva linna laiendama ja kindlustusi uuendama 1680. aastate alguses. Kindralkortermester Erik Dahlberghi projekti järgi rajati võimsad bastionaalkindlustused ja planeeriti korrapärase tänavavõrguga Uuslinna linnaosa. Linna uus peavärv – Kuningavärv (rts *Konungs port*, sks *Königspforte*) – kavandati põhjasuunda Gloria ja Honori bastioni vahelisele kurtiinile.

Seni on valitsenud segadus, millal Kuningavärv ehitati ja milline oli selle arhitektuur. Alates Sten Karlingi 1930. aastatel ilmunud Narva Rootsi-aeget arhitektuuri käsitlevast uurimusest on arvatud, et Kuningavärv jõuti valmis ehitada juba Rootsi võimu viimastel aastatel ja et see sarnanes ühe Rootsi sõjaarhiivis säilinud visandiga, mille Karling on omistanud Dahlberghile endale. Värava ehitust hakati tõsisemalt plaanima 1690. aastate alguses, kui jõe poolt alustatud uute bastionide ehitusega oli jõutud sinna kanti, kuid enne Põhjasõda suudeti rajada ainult vundament. Raidkivid värava jaoks saabusid Märjamaalt alles 1700. aasta kevadel, kui Põhjasõda oli juba alanud.

Põhjasõja ajal eksisteeris tõenäoliselt ajutine puust väravaehitis. Veel ühel 1703. aasta kevadest pärineval plaanil pole mingit suuremat väravaehitist kujutatud. Seletus on lihtne: et suurendada kindluse kaitsevõimet, oli rootslastel palju tähtsamatki teha. Pole kahtlust, et kivist värv sai valmis alles Vene võimu esimestel aastatel. 1721. aastal, kui Põhjasõda oli võidukalt lõpetatud, lasi Pöter I kuulutada end imperaatoriks ehk keisriks. Selle järgi sai värava nimeks Imperaatori- ehk Keisrivärv (vn *Императорские ворота*, sks *Kaiserpforte*).

Pole kahtlust, et kivist värv sai valmis alles Vene võimu esimestel aastatel.

Mis on mis?

bastion	suurem viisnurkse põhiplaaniga muldkindlustus
kurtiin	kaht bastioni ühendav vall
raveliin	bastionide vahel vallikraavis paiknev muldkindlustus
kasematt	kindlusehitise igasugune kaetud ruum



RIKSARKIVET

0 10M



VENEMAA RIIKLIK SÕJAAJALOO ARHIIV

Siin on samas mõõtkavas esitatud võrdlevalt rootslaste kindlusevärava fassaadikavand, mida on peetud Narva Kuningavärava omaks, ja venelaste tegelikult ehitatud Narva Keisrivärava fassaadijoonis 1728. aastast. Rootslaste väravajoonis ei kujuta endast pigem mitte suure linnavärava visandit, vaid mingi märksa väiksema kindlustuse väravaehitise kavandit (näiteks sarnaneb see paljuski Riia tsitadelli Kuningaväravaga)



Domenico Trezzini skulptuur Peterburis
Neeva kaldapealsel ja tema autograaf.
Ühtegi kindlat portreed temast ei ole teada

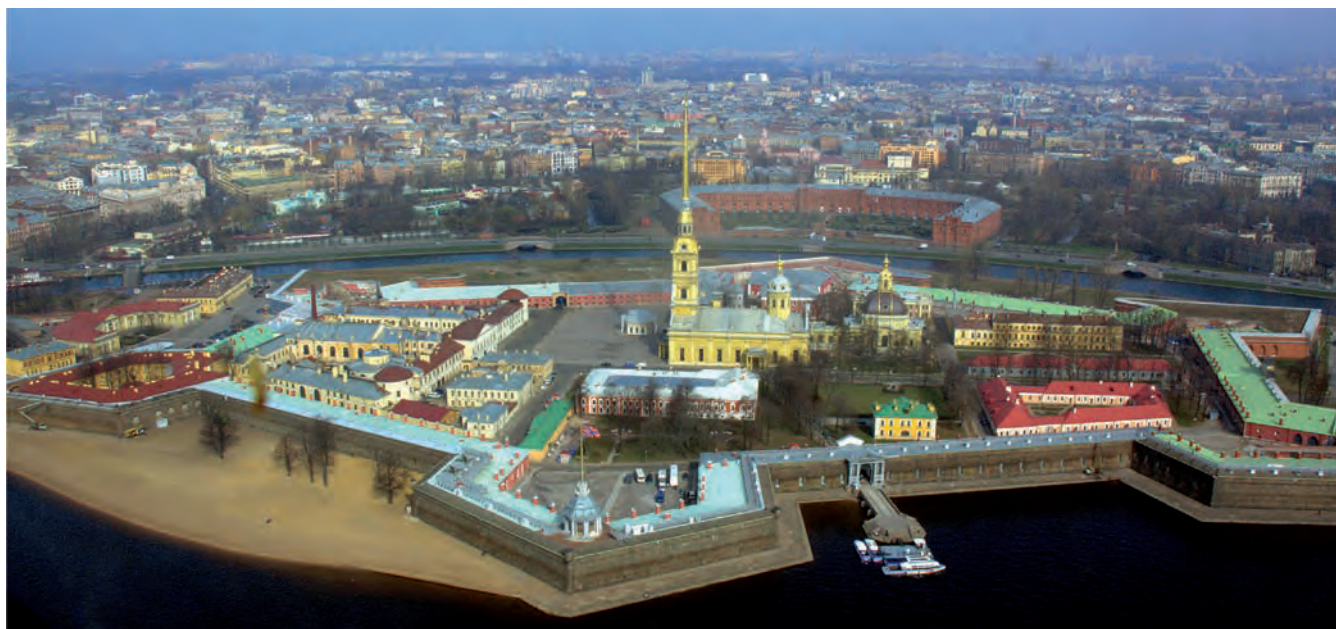
Domenico Trezzini (u 1670–1734)

Peeter I Venemaa olulisim arhitekt, kes on suuresti kujundanud nn Peetri-aegset barokkarhitektuuri.

- Pärines Astanost Lugano lähedalt, Šveitsi itaaliakeelsest osast; tõenäoliselt õppis arhitektuuri Roomas.
- 1703 Kopenhaagenis Taani kuninga teenistuses olles lasi end värvata tsaari teenistusse ja 1704. aasta alguses suundus tema käsul vast asutatud Peterburi.
- Tõenäoliselt oli umbes aastail 1704–1708 (?) seotud mitmesuguste ehitustöödega Narvas.
- Seejärel tegeles Peeter-Pauli kindluse valmishitamisega kivikindlustusena (alates 1706) ja Peeter-Pauli katedraali ehitusega (alates 1712).
- Paljudest tema kavandatud hoonetest on säilinud veel Peeter I suvepalee ja 12 kolleegiumi hoone ning Aleksander Nevski klooster.
- Töötanud välja näidisprojektid eri ühiskonnaklasside esindajate eluhoonete jaoks.
- Koostanud Peterburi linnaplaneerimisprojekte.



ANDREY BUTKO / WIKIPEDIA



I. M. MASSALITIN / WIKIPEDIA

Peeter-Pauli kindlus ja selle Peetri värav tänapäeval (üldvaatel paremal pool servas bastionide vahel)

Peeter I revanš ja andmed Narva Trezzini värava kohta

1704. aasta augusti alguses langes Narva piiramise ja tormijooksu läbi Peeter I juhitud Vene vägede kätte. Vallutust tähistasid võitjad kohapeal mõni päev hiljem, kui linnas oli rüüstamiste järel kord taastatud ja laibad tänavailt koristatud. Kuigi tol ajal polnud Põhjasõjas veel midagi otsustatud, ei lasknud tsaar Narvas taastada mitte üksnes piiramise käigus kannatada saanud kindlustusi, vaid võtta ette ka muid ehitusprojekte. Neist olulisemad olid endise linnakiriku ümberkujundamine õigeusklikuks ja Peeter I maja ehitamine jõe kaldapealsele. Erinevalt Tartust, mille venelased 1708. aastal enne Põhjasõja otsustavaid sündmusi purustasid ja maha jätsid, piirdusid nad Narvas üksnes elanike küüditamisega.

Pole täpselt teada, millal algas ja lõpetas Domenico Trezzini osa Narva ehitustöodes. Trezzini enda sõnul oli tema esimene töö Venemaal „linnaväraavad Narvas“. Kirjavahetuse järgi oli „arhitekt Sankt Peterburgist“ kindlasti Narvas tegev alates 1705. aasta suvest. Nimelt on siis küsitud valitsejalt juhtnööre, „millised figuurid väravale nikerdada“, samuti on saadetud heakskiitmiseks projektjoonis ja saadud tsaarilt ka vastus. Sellest selgub, et pakutud

Kuigi Põhjasõjas polnud veel midagi otsustatud, ei lasknud Peeter I Narvas taastada mitte üksnes piiramise käigus kannatada saanud kindlustusi, vaid võttis ette ka muid ehitusprojekte.

lahendus sobis tsaarile, kuid ta käskis isiklikult, et „kotka [st Venemaa riigivapi – R. N.] asemel tuleb keskele teha apostel Paulus“. Töenäoliselt andsid Narva ehitustööd Trezzinile võimaluse ennast tsaarile tõestada, millest algas pikaajaline koostöö Peterburi rajamisel.

Keisrivärava arhitektuur 1728. aasta ülesmõõtmisjooniste põhjal

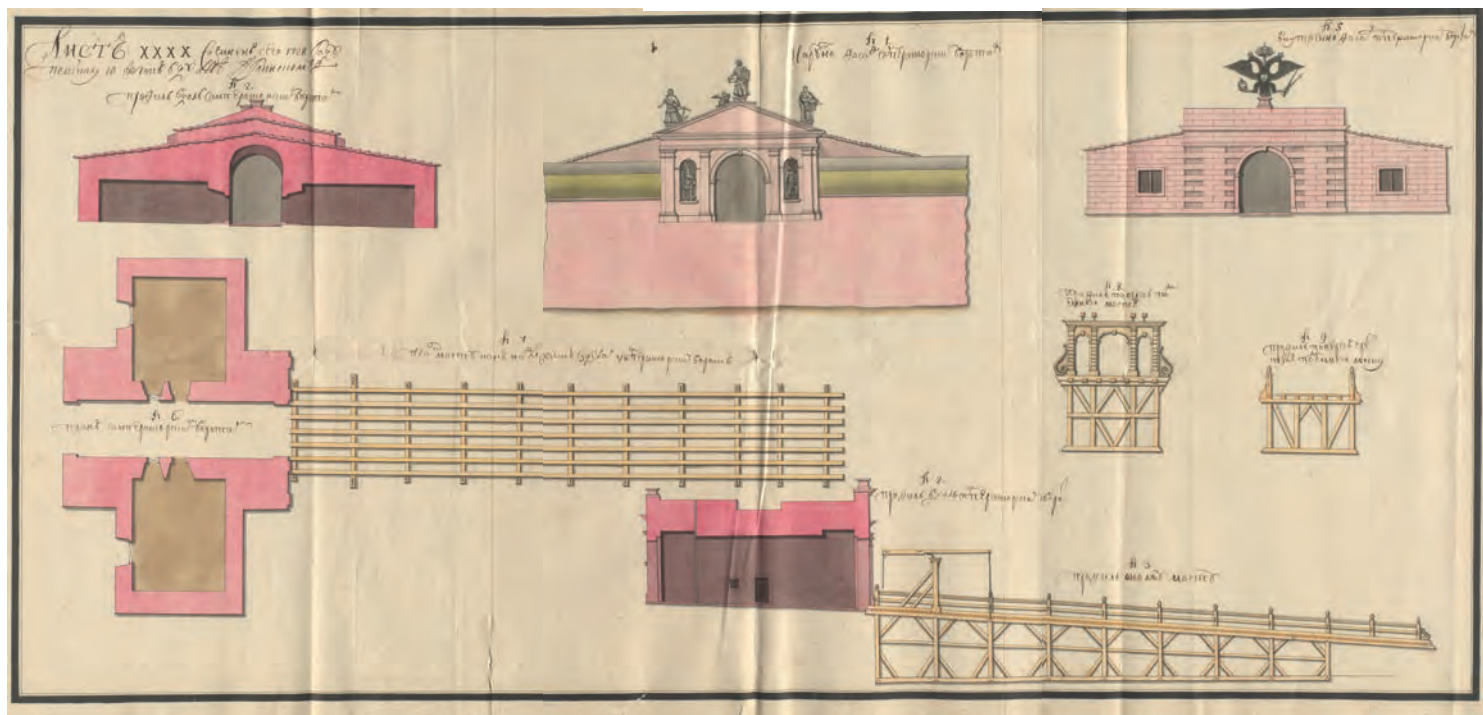
Selle kohta, millise linnavärava ehitusel Trezzini Narvas osales, annavad lõpliku selguse 1728. aasta Keisrivärava ülesmõõtmisjoonised, mis on hoiul Moskvas Venemaa sõjaajaloo arhiivis. Tol aastal võeti kindral Johann Ludwig Luberas von Potti juhatusel ette väga üksikasjalik Narva kindlustuste ülevaatus. Ühel lehel paljudest on ära toodud Keisrivärava ja selleesise puusilla plaani-, lõike- ja vaatejooniste komplekt. Värava arhitektuur ja skulptuurid jäta- vad sellel joonistusel veidi kohmaka

mulje, ent tuleb arvestada, et peaaesmärk ei olnud põhjalikult jäädvustada värava kunstimärgist.

Erinevalt rootslaste projektis ette nähtust ei olnud keskne võlvitud väravakäik visandatud mitte murtud kujuga, vaid kulges sirgjooneliselt. Joonistel ei ole väravakäigul näha mingeid märkimisväärseid kaitseelemente. Peale eeldatavate puuvärvade käigu kummaski otsas torkab silma vaid üks pikilõikel seina ja võlvi sisse jäetud soon – ilmselt saanuks sinna häda korral paigaldada veel ühe puidust tökkeseina.

Väravakäigu kummalgi küljel paiknes üks võlvitud kasematt. Tavaliselt olid sellised ruumid kindluseväravates kasutusel vahtkonnaruumide või arestikambrina. Suhteliselt suured aknaavad nii linna pool kui ka läbikäigu pool seintes justkui viitaksid vahtkonnaruumidele, aga samas pole kujutatud ühtegi kütteseadet. Omapärase ehitustehnilise asjaoluna paistab silma, et Narva värava

Domenico Trezzini pakutud värava lahendus sobis tsaarile, kuid ta käskis isiklikult, et kotka asemel tuleb keskele paigutada apostel Paulus.



Keisrivärav ja selle esine sild 1728. aasta ülesmõõtmisjoonistel:
üleval keskel on välisfassaad ja paremal sisefassaad, vasakul on põhiplaan ning lisatud on ka rist- ja pikilõige, samuti tõstesilla värava fassaad

katus ei ole kaetud mitte tavapärase savist katusekivide, vaid pigem (paekivist?) kiviplaatile. Kas juhus või mitte, aga samalaadsed kivatused on tuntud Šveitsi lõunaosa ehk Trezzini päritolukoha traditsioonilises ehituskunstis. Olgu öeldud, et joonistel fassaadidele akvarelliga antud roosakas toon on üksnes tingmärk, mis tähistab kivehitist.

Võiks arvata, et kõige tõenäolisemalt oli fassaadidel eksponeeritud ehedat tahutud looduskivi, nagu see oli rootslaste Tallinna ja Pärnu barokkvärvatel. Asjaolu, et rootslased olid jõudnud Märjamaalt raidkivid ehitusplatsile tuua, viib mõttele, et Trezzini kasutas need ära. Nii võib ka värava arhitektuur mingil määral kajastada rootslaste kavandatut. Näiteks oli üsna sarnane Riia linna-kindlustuste Karli värav, mis ehitati 1680. aastate keskel. Ei saa sugugi välistada, et ka rootslased olid näinud väravale ette isesuguseid inimfiguure, nii nagu need olid olemas Riia Karli väraval ja nagu need polnud tundmatud ka Narva barokkarhitektuuris (nt Poorteni majal ja kavandatud ka börsihoonele või tänini säilinud raekoja portaalil). Välisfassaadi poolest on tegu tüüpilise kolmeosalise triumfikaare tüüpi lahendusega, kus aga külgmiste avade asemel on nišid. Rangeilmelise pilastritega fassaadi kujundamisel paistab olevat lähitud Toscana orderist.

Keisrivärava välisilme rekonstruktsioon

Värava kõige kõrgemal aukohal asuva apostel Pauluse isiku, nagu nägime, oli ette andnud Peeter I ise. Kahest Pauluse atribuudist – märtrisurma märkiv mõök ja tema kirjadele viitav raamat – on kujutatud ainult avatud raamatut. Võib-olla tahtis tsaar Paulust valides rõhutada tema kui usukuulutaja sümbolset rolli, kus linn oli venelaste vaatekohast õigele usule tagasi võidetud? Eriti elegantne kaunistus oli inglise Pauluse kõrval, üle viilu serva jalgu kõlgutamas ja tulija poole alla kiikamas!

Apostli mõlemale käele viilu otstel

Värava sisefassaadi kohal eraldi skulptuurina paiknenud Venemaa riigivapp oli üle nelja meetri kõrge. Sellisena tuletas see linlastele kindlasti meelde, mis riigi alla nüüd kuulutakse.

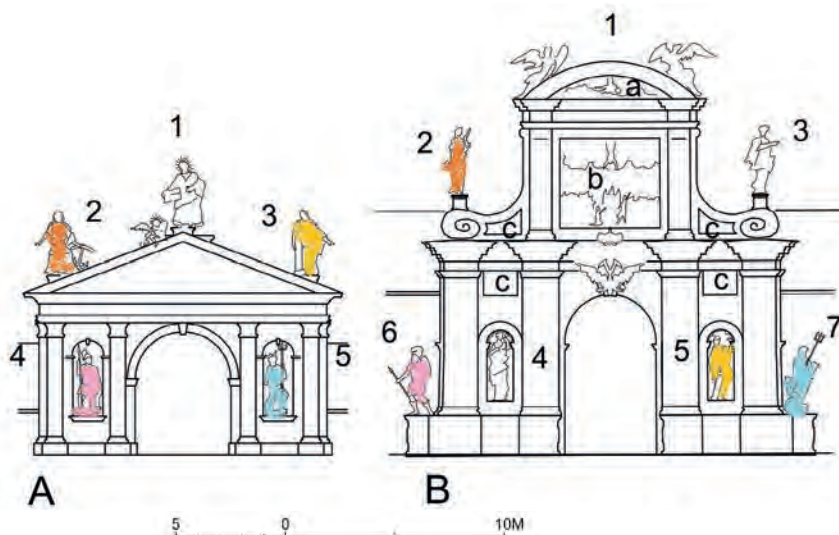
olid paigutatud vooruste kujutised. Paremal käel paiknes üks jumalikest voorustest Lootus (*Spes*): võluv vabas riides naisterahvas tavapärase atribuudi ankruga. Vasakul käel asetses Kindlameelsus (*Fortitudo*), kaetud rohke riietusega ja hoidmas kinni tema tunnuseks olevast toekast sambast. Miks just need voorused, seda võib tõlgenda-

da eri moodi, aga nende laiem mõte oli ilmselt väljendada linna uute peremeeste ja kaitsjate kõrget moraalsust.

Värava külgedel olevatesse nišidesse paigutati kindluseväravale ja sõjajale kohaselt kaks sõjakat Vana-Rooma jumalat. Sõjajumal Mars oli kaitserüüs ja relvis, hoides jalga maas lebaval lõvil. Merejumal Neptun oli kujutatud pikka-

Narva Keisrivärv ja Peeter-Pauli kindluse Peetri värv

Peetri ehk Peetruse väravat (*Петровские ворота*) on peetud arhitektuuri ja skulptuuri sünteesi esimeseks näiteks Peterburis. Väravat ehitati väga pikka aega: arvatavasti sai 1708. aastal alustatud värav enam-vähem meile tuntud kuju 1714.–1716. aasta ehitusetapis, kuigi töö skulptuuridega jätkus koguni järgmisel kümnendil. Asjaolu, et Peeter I käskis teha Peeter-Pauli kindluse värava otsesõnu „sarnase Narva omaga“, on üldiselt tuntud fakt. Arvestades tsaari sagedasi külaskäike, oli ta Narva linnaväravat kahtlemata valminuna näinud. Ent kui kaugelt see sarnasus läks, on seni olnud ebaselge. Narva Pauluse asemel troonis Peterburis aukohal Peetrus (täpsem kujutis pole säilinud). Ülejäänud kohta võime lisatud võrdluse põhjal öelda, et kõik inimfiguuride tegelaskujud võttis Trezzini üle Narvast, lisades vaid kaks voorust. Praeguseks on säilinud kaks nišides paiknevat skulptuuri, ja needki hiljem muudetud kujul. •



A. Narva Keisrivärv (1705. aasta paiku):

- 1 – apostel Paulus; atribuut raamat, tema jalge ees ingel;
- 2 – voorus Lootus (ld *Spes*); ankur;
- 3 – voorus Kindlameelsus (ld *Fortitudo*); sammas;
- 4 – Rooma sõjajumal Mars; oda, kilp, lõvi;
- 5 – Rooma merejumal Neptun; kolmhark, delfiin.

B. Peeter-Pauli kindluse Peetri värv (ehitusetapist 1714–1716):

- 1 – apostel Peetrus; atribuut kaks võtit (fassaadi ülesjoonistamise ajaks hävinud), tema kõrval inglid (algul käes pasunad);
- 2 – voorus Lootus (ld *Spes*); ankur;
- 3 – voorus Usk (ld *Fides*); rist, raamat;
- 4 – voorus Tarkus (ld *Prudentia*); peegel, madu;
- 5 – voorus Kindlameelsus (ld *Fortitudo*); sammas;
- 6 – Rooma sõjajumal Mars; oda, kilp;
- 7 – Rooma merejumal Neptun; kolmhark, delfiin;
- a – reljeef „Sabaoth – vägede issand“;
- b – allegooriline reljeef „Apostel Peetrus võidab Siimon Maguse“;
- c – reljeefid trofeedega



Narva Keisrivärv.

Rekonstruktsioon Ragnar Nurk, teostus Julia Lillo García ja Ana Ruiz Reche.

Pildi valmimist on toetanud Koit Rikson (OÜ Eostre Publications)

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

de juuste ja habemega ning atleetliku palja ülakehaga; merede valitsejana kandis ta peas krooni ja hoidis käes kolmharki, tema jalg toetus delfiinile. Marsiga samastas Peeter sageli iseenest; näiteks tema Narva maja portikuse kohale oli paigutatud Marsi skulptuur. Neptun tuletab meelde, et Narva oli sadamalinn ja ka sellisena alguses Peetrile oluline.

Kui Peetri liitlase Taani saadik admiral Just Juel oli Põhjasõja aastail tutvunud Narva kindlusega, mainis ta oma päevaraamatus selle värava tsaarikotkast. Pole ka ime, sest värava sisefassaadi kohal eraldi skulptuurina paiknenud Venemaa riigivapp oli üle nelja meetri kõrge. Sellisena tuletas see linlastele kindlasti hästi meelde, mis riigi alla nüüd kuulutakse. Tuginedes joonisele, oli riigivapil kummatigi erisusi võrreldes tavapärasega: riigidüna ja skepter paiknesid vastupidistes kotka küünistes ja skeptrile oli lisatud mõõk. Peeter I ajal oli mõõka mõnikord kujutatud riigivapil, aga Narvas võis see tõesti otseselt viidata linna alistamisele „tule ja mõõgaga“.

Skulptuuride puhul on tõenäoline, et need olid valmistatud puust ja värvitud, samamoodi nagu hiljem esimesed Peeter-Pauli kindluse Peetri värava skulptuurid. 1728. aasta joonise põhjal, mis kujutab kõiki figuure ühtlaselt valkja või hallina, võiks arvata, et neile oli püütud anda kivist antiiskulptuuri meenutav välimus. Samas ei saa välistada,



RAGNAR NURK

Reljeefi „Sabaoth – vägede issand“ puust originaal Peeter-Pauli kindluse muuseumis



VENEMAA RIIKLIK SÕJAAJALOO ARHIIV / FOTO-KOPIA: NARVA MUUSEUMI ARHIIV

19. sajandi alguses klassitsistlikuks ümber ehitatud Narva Keisrivärv. 1850. aasta ülesmõõtmisjoonis: välis- ja sisefassaad. Sõduri figuuri kõrgus on u 2,1 m



EESTI AJALOOMUUSEUM

Lammutatud Keisrivärvast tühjaks jäänud koht Uuslinna keskse Karja tänava otsas vaatega 4. raveliinilt üle vallikraavi. Parempoolsel tänavanurgal asuv madal hoone on endine Keisrivärava vahimaja. Vasakul paistab kurtiinivallile ehitatud Vladimiri vennastekoguduse kirik ja paremal rootsi-soome Mihkli kirik



JOONIS: RAGNAR NURK, ORTOFOTO: MAA-AMET

Keisrivärava asend (tähistatud punasega) Narva vanalinna põhjapoolse osa tänapäevase linnahoonestuse taustal. Värava paiknemist on täpsustatud 2024. aasta augustis-septembris sadeveetorustiku ehitusel Ilja Davõdovi arheoloogiliste andmete järgi. Tänapäevane liiklus kulgeb üle Honori bastioni rajatud Sepa tänava kaudu. Sinisega on tähistatud kunagise Uuslinna kvartalid

et ühevärvilisena kujutamine võis olla joonistaja mugavus või et esialgu polükroomsed skulptuurid olid hiljem üle värvitud. Pole teada, kes konkreetset skulptuurid valmistas. Ühe võimalusena tuleb kõne alla juba Rootsi võimu ajal Narvas töötanud kujur Jakob Leu, kellega Trezzini tegi Narvas koostööd ning kellel olid Vene võimumeestega lähedased suhted.

Kummaline on välisfassaadi viiluvälja tühjus. Tavapäraselt oli see vapi või mingi muu reljeefi koht – võimalik, et siin oli jäänud midagi värava dekoorist ellu viimata.

Skulptuuride kadumine ja värava ümberehitus

Pole teada, mis ajani täpselt püsisid väraval figuurid, kuid kindlasti võeti need maha juba enne 18. sajandi lõppu,

sest ühel 1784. aastast pärit visandlikul linnavaatel neid enam selgelt pole. Tõenäoliselt eemaldati 1807. aasta ümberehitustööde käigus viimased jäljed baroksest kujundusest ja anti väravale rangelt klassitsistlik ilme, nagu seda on näha 1850. aastast pärinevatel joonistel. Samas vähenes Keisrivärava tähtsus juba 1820. aastate alguses, kuna ehitati valmis liikumistee sillalt otse uude läänepoolsesse linnavärvasse, mis nimetati Peeter I auks Peetri värvaks. Keisrivärv lammutati tõenäoliselt üsna pea pärast kindluse demilitariseerimist

Keisrivärv lammutati tõenäoliselt üsna pea pärast kindluse demilitariseerimist 1864. aastal.

1864. aastal. Loodetavasti on tulevikus võimalik koos külgnevate bastionide restaureerimisega tuua linnaruumis paremini esile ka Narva kindluse kunagi kõige olulisem ja arhitektuuri poolest kõige silmapaistvam värav. •

Artikkel tugineb ajakirjas „Baltic Journal of Art History“ (2023, Vol 26) ilmunud põhjalikule ingliskeelsele teaduskäsitlusele.

Loe lisaks:
Rootsi-aegsest Narvast saab lähemalt lugeda koguteose „Eesti linnaehituse ajalugu“ 1. köitest.
„Riia värav – Pärnu unustatud linna- ja kindlusevärav“, Horisont, 2024, nr 3.

Ragnar Nurk (1983) on Tallinna linnaplaneerimise ameti muinsuskaitse osakonna arheoloog. Tema töö on seotud kesk- ja uusaja arheoloogiaga, sõjaliste kaitseehitiste ja linnaplaneerimise ajaloo.



Uus materjal jõuab kasutusse ainult siis, kui on olemas efektiivne tehnoloogia selle tootmiseks. Tulekindla vormitava silikoonvahu tootmise seadme prototüüp on arenenud koos materjaliga

Moodne materjaliteadus ammutab inspiratsiooni loodusest

Klassikaliselt on materjaliteadus toetunud kolmele alussambale: füüsika, keemia ja matemaatika. Aina enam otsivad materjaliteadlased inspiratsiooni elusloodusest. Kuidas luua elusaid materjale? Kas teadus pakub lahendust jäätmemurele? Miks tuleb klassikalise keemia ja füüsika kõrval õpetada materjaliteadust? Kõigest sellest on Tartu ülikooli rakendusliku materjaliteaduse professori Tarmo Tammega vestelnud Horisondi toimetaja Piret Pappel. (Intervjueeritava palvel läksime kohe alguses üle sina peale – P. P.)

Kuidas sa teaduse juurde jõudsid?

Ühte kindlat põhjust on raske esile tuua. Olen kolmandat põlve õppejõud. Minu vanaisa oli (mikrobioloog ja biokeemik – P. P.) Vello Tohver, kelle üldise biokeemia õpik on väga tuntud. Mulle on lapsest saati alati meeldinud aru saada, kuidas asjad töötavad. Mitte lihtsalt, kuidas töötab näiteks triikraud, vaid hoopis keerulisemad protsessid: kuidas tekib vikerkaar või toimib fotosüntees. See huvi pole kuskile kadunud. Siiani ei tegele ma süvitsi mitte ainult ühe asjaga, vaid osalen paljudes mitmekesis-tes projektides. Nii saab aidata inimestel eri probleeme lahendada, aga laieneb ka enda silmaring. Eriti mõnus tunne on siis, kui keegi teine saab asjadest aru. Kui tuleb ebamäärase pilguga tudeng, siis seletad, ja näed, nagu tuli läheks põlema.

Kas sul selle kõige kõrvalt jääb ka vaba aega?

Vaba aega tuleb teadlikult tegeleda. Mul on seda tüüpi töö, mis ei kao kusagile. Vahel tulevad kõige paremad mõtted pähe koju jalutades. Seega tulebki puhkamiseks eraldi aega võtta. Mulle meeldib liikuda ja looduses viibida. Tavaliselt on fotokaamera kaasas, aga ega ma seda alati kotist välja võtagi. Võimaluse korral teen sporti. Üritan lugeda, eelkõige psühholoogia kohta. Ja olen hakanud natukene pilli mängima. Igal nädalal ei leia selleks aega, aga täna hommikul ei olnud kiire. Mängisingi viisteist minutit kitarri.

Puutöö on ka lapsest saati väga armas olnud. Selle jaoks ei ole mul veel õiget aega ega kohta tekkinud, aga lastele olen valmistanud ühe kirjutuslaua. Olen aru saanud, et peab tegelema asjadega, mis meeldisid lapsepõlves: siis, kui inimene ei ole veel ühiskonna tugeva mõju all. Need on puhtad mõtted, lapsepõlve meenutades saad aru, mis kõige rohkem rõõmu pakub. Aga õnneks olen mõistnud, et ka minu töö on üks neist rõõmudest.

Kui puutöö meeldib, kas sellepärast ongi üks uurimisteedest tselluloos?

See teema on lihtsalt huvitav. Tselluloos on ju maailmas kõige enam levinud polümeer.

Kas te uurite siin majas ka teisi puidu koostisosi, näiteks ligniini?

Ligniini on hästi huvitav. Keeruline polümeer. Teen loengus nalja, näitan selle struktuuri üliõpilastele ja ütlen, et see on selline puuslik, vaadake ette!

Otseselt me ligniiniga ei tegele, aga proovime ühes uurimisprojekti kasutada puitu kui tervikut ehk töödelda tselluloosi ja ligniini koos. See ongi üks valdkond, millega tuleb järjest rohkem kursis olla. Eriti, kui see puudutab jäätmete väärdamist.

Kui lagundada kõik algseteks molekulideks, on energiakulu väga suur. Näiteks tekstiilijäätmetes on tihti mitu polümeeri koos. Ilmub küll teadusartikleid, kus kinnitatakse, et lagundamisprotsess toimub nullenergia-kuluga, aga tõenäoliselt võib olla tegemist tellimustööga. Kui ei pea komponente eraldama, siis on kokkuhoid alati palju suurem.

Üks asi, mis mind kõnetab ja mille poole Euroopas üha rohkem liigutakse, on see, et tootja vastutab oma tootmisprotsessi ja jäätmekäitluse eest. Kohapeal tekkinud jäätmete korral on teada nende koostis, need on puhtad. Tüüpiline olukord on see, et viime jäätmed minema. Heal juhul veame need teise Eesti otsa, kehvel juhul teise Euroopa riiki või hoopis mujale maailma. See tähendab energiakulu. Siis segame need viiest või viiekümnest allikast pärit jäätmed kokku, nende kvaliteet on erinev ja enam ei saa neid efektiivselt ära kasutada. Üritame liikuda selles suunas, et jäätmeid saaks ümber töötada tekkekohale võimalikult ligidal. Skandinaavia on roheline mõtlemise poolest meist eespool. Seal vaadatakse palju rohkem, kas äripartner on tasemel, kas ta hoolib nii oma inimestest kui ka keskkonnast.

Soomlased otsivad võimalusi töötada ümber igasuguseid tekstiilmaterjale, näiteks viskoosi.

Seda saadakse samuti tselluloosist. Minu unistus on saada süsinik ringest välja sellega, et me utiliseerime tekstiili- ja ka põllumajandusjäätmeid. Väidetavalt on kanep meie kliimavöötmes üks kõige kiiremini süsiniku siduvaid taimi. Eestis kasutatakse ära kanepiseemned, kuid suurem osa kanepiluumassist läheb lihtsalt hunnikusse lagunemist ootama. Kui teeks sellest ehitusmaterjali, paneks viiekümneks või sajaks aastaks majaseina, oleks see mass kogu selle aja süsinikuringest väljas.

Olen aru saanud, et peab tegelema asjadega, mis meeldisid lapsepõlves: siis, kui inimene ei ole veel ühiskonna tugeva mõju all.



Elusad materjalid on äärmiselt huvitavad, aga teinekord ka kunstipärased. Alumisel fotol on elusmaterjalilis moodustunud pärmikoloonia. Ülemisel näeb 3D-trükitud konstruktsiooni kahe eri rakukultuuri kombineerimiseks

TARMO TAMM

- Sündinud 31. juulil 1974 Tartus
- Lõpetanud Tartu II keskkooli (praegu M. Härma gümnaasium) 1992. aastal; õppinud keemiat Tartu ülikoolis, kaitsnud seal magistri- ja doktoritöö (2003) polümeerilise kvantkeemilise modelleerimise teemal.
- Töötanud eri ametikohtadel Tartu ülikoolis ja Tallinna tehnikülikoolis, samuti aktsiaseltsides Molcode ja Genecode.
- 2008–2020 TÜ tehnoloogiainstituudis materjali-teaduse vanemteadur; sama instituudi materjali-teaduse kaasprofessor 2021–2023 ja alates 2023. aasta septembrist rakendusliku materjaliteaduse professor, ühtlasi tehnika ja tehnoloogia doktori-programmi juht.
- Üle saja kõrgeima kategooria (1.1) teadus-artikli ja ühe patendi autor.
- Uurinud peamiselt eluslooduse ja materjalide interaktsioone, samuti teisest toormete väärindamist. Arendustöö on paljuski rakendusliku iseloomuga, pakkudes lahendusi Eesti ettevõtete tehnoloogilistele ja materjaliteaduse probleemidele. Hinnatud õppejõud (tänavu instituudi aasta õppejõud), loeb mitmesuguseid materjalidega seotud kursusi ja juhendab kõigi astmete üliõpilasi.
- Nelja lapse isa.

Kõikvõimalikud tekstiilidega seotud jäägid ja nende väärindamine eri viisidel on üks meie praeguse uurimistegevuse nurgakivi. Jälle sama jutt, aga tekstiili põhiprobleem on segakiud. Eraldamine on energiamahukas ja võib tekitada saastet. Aga lahenduste otsimisega tuleb tegeleda. Jalgpalli MMi ajal ringlesid pildid kõrbes vedelatest riidejääkidest. Ja need ilmselt jäävadki sinna, kui-vas kõrbes on ka biolagunemine ülimalt aeglane.

Eestis oleme olnud tarbimisfaasis pärast seda, kui olime vaeses ja meil ei olnud midagi. Nüüd saame aru, et liigne tarbimine on ohtlik.

See probleem on peidetud, me ei näe neid ära visatud asjade hunnikuid. Palju on rohepesu ja lihtsalt müra. Olen võtnud oma südameasjaks vähendada keskkonnamatemaatilist müra, proovida inimesi harida ja teha selgeks, mis lahendused toimivad ja mis on lihtsalt ilusad lubadused. Inimesed usuvad igasuguseid asju, et südametunnistuspäinu vähendada.

Üritame liikuda selles suunas, et jäätmeid saaks ümber töötada tekkekohale võimalikult ligidal.

Materjaliteaduse teemadest pisut mööda minnes tuleb öelda, et meie kõigi jaoks on olemas üks käega katsutav lahendus: tuleb lihtsalt vähem tarbida. Loota, et hoopis teadus leiab jäätmekriisile kiire ja tõhusa väljapääsu, on viisakalt öeldes utopistlik.

Üks väga põnev teadusprojekt on teil seotud tulekindlate vahtudega. Saan aru, et need uued materjalid on mõeldud selleks, et huligaanid ei saaks bussiistmeid põlema panna.

Buss võib ka liiklusõnnetuses põlema minna. See teema algas Euroopa Liidu õigusaktist ja sedapuhku on tegemist väga vajaliku seadusega. Olukorras, kus mingist põlevast ruumist, nagu kontserdisaalist või siis sõidukist, ei pääse kergesti välja, saab enamik inimesi mürgistuse. Nad ei hukku põletushaavade tõttu, vaid hingavad sisse põlemisel tekkivaid mürgiseid gaase.

Toole polsterdatakse enamasti porolooniga. See on vahtpolüuretaan, elastne, hästi tuntud materjal, odav. Ühesõnaga, super. Aga kui see põleb, siis eralduvad mürgist tsüanorühma sisaldavad kemikaalid. Poroloon süttib ja põleb juba väga madalal temperatuuril, isegi alla 300 Celsiuse kraadi. Kui kodus diivan põlema läheb, siis olge ettevaatlikud ja kutsuge parem professionaalsed tule-tõrjujad appi.

Euroopa Liit on sätestanud nõuded, millele peab istmematerjal vastama. Tavapärase puhas polüuretaan selleks enam ei sobi. Määrus jõustus kaks aastat tagasi, aga head porolooni alternatiivi ei olnud. Oskame küll materjale tulekindlamaks teha, sobivate lisanditega suurendame süttimistemperatuuri umbes 300 kraadilt näiteks 400 kraadini. See ei ole fundamentaalne lahendus, oht jääb endiselt alles: kui iste süttib, siis tekivad mürgised gaasid.

Ettevõtte, kes meid üles otsis, sooviski, et me leiaks parema lahenduse. Kuna suur osa plaste ja polümeere siiski põleb, jõudsim ringiga silikooni juurde. Silikooni molekuli peaahele on vaheldumisi räni ja hapnik, selle põhiline põlemissaadus on liiv, natuke tekib ka süsihappegaasi ja veeauru. Lisaks takistab tekkiv tihe tuha kiht edasist põlemist.

Alustasime tööd päris nullist, sest tahtsime teha paksus kihis vormitavat vahtu. Silikoonist tehakse küll vahtu, aga õhukese rullmaterjalina, sellest on kehv polstri löigata, palju läheks kaotsi. Pealegi ei saa seda taas kasutada, see pole biolagunev. Majanduslikus ja keskkonnavaates seega ebamõistlik.

Katseklaasis nullist pihta hakates sai selgeks, et paksu vahtu on tõepoolest võimalik teha.

Seejärel töötasime välja tehnoloogia, kuidas seda toota suuremas koguses. Alguses tegime ju põlve otsas ja natuke, aga tehas tahab saada materjali tonnide kaupa. Selle jaoks on meil tehnoloogiainstituudis olemas mehaanika- ja elektroonikainsenerid, ka robotikapädevus. Nad tulid appi ja tegid masina, millega seda vahtu toota.

Omaette probleem oli see, millega katta pinnad: silikoon jääb ju kergesti metalli külge kinni. Kuidas kaitseda pindu, kuidas segada, mis temperatuuril ja mis kiirusel? See oli puhas tehnoloogiaarendus ja masina prototüüpe valmis päris mitu. Praegu ongi pooleli ainult tehasekatsetused ja seejärel võiks tootmine alata.

Muidugi laienes uurimisprojekt veelgi, sest ühel tehase kliendil tekkis küsimus, kuidas on lood uue materjali mikroobivastaste omadustega: kas sellel vahul hakkavad bakterid kasvama või ei? Ütlesime ausalt, et me ei tea, ja sellest tekkis uus teadusprojekt, mille tulemusel saime teada, et omadused sarnanevad paljuskki poroloonide omadele. Peale selle uurisime, kuidas käituvad uuel materjalil need antibakteriaalsed lisandid, mida tavaliselt kasutatakse.

Leidsime lisandid, mis toimivad, ja need, mis ei toimi. Selles mõttes on see väga õpetlik lugu. Interdisiplinaarne, kokku said päris elu vajadused ja uued materjalid.

Räägime nüüd biomaterjalidest. Siin instituudis tehakse selles vallas põnevat teadustööd.

Jah, meid huvitab see, kuidas materjalid ja loodus omavahel suhestuvad. See teema puudutab meditsiini – implantaate, proteese, ravimi manustamist – ja ka prügmägesid, biolagunemist ning biotootmist.

Kui rääkida efektiivsusest ja keskkonnasõbralikkusest, siis traditsiooniline keemiatööstus ei paista kummagi poolest silma. Kui suudame tootmise viia rakkudesse, kasvatada neid mingis anumas, siis saame soovitud aineid rohkem ja tekib ka vähem jääke. Aga enamik sel-

listest rakkudest on geenmuundatud, pärast bioreaktori avamist tuleb need hävitada, et nad ei satuks keskkonda.

Meie idee on luua selline materjal, mille sees on rakud ja mida saaks korduvalt kasutada. Eri rakud, olgu siis pärmid, bakterid, seemed või vetikad, võiksid tegutseda ühes materjalis koos, nii et tekib omamoodi kaskaad: ühed rakud toodavad mingit ainet, mida kasutavad järgmised, ja lõpuks on valmis näiteks mingi ravim.

Sellistel materjalidel on veel üks eelis: neid saab külmkuivatatuna säilitada aastaid. Kui vaja, siis paned selle lihtsalt sobivasse lahusesse ja hakkad kasutama.

Nagu puljongikuubik.

Põhimõtteliselt. Aga teeb sulle mingit ravimit või muud vajalikku ainet, mida on hädasti tarvis. Ja mitte kogu aeg, vaid siis, kui on vaja. Räägitakse koloonia loomisest Marsile. Sinna oleks neid mugav kaasa võtta: kerged ja kannatavad pika kosmosereisi ära. See, kuidas rakud materjali mõjutavad, on väga põnev ja tuleb välja, et ka materjal mõjutab selles olevaid rakke. Siin on veel väga palju uurida. Ka praegused materjalid, mida me siin oleme kasutanud, on kaugel sellest, et neid saaks püsivalt rakkude elukeskkonnaks kasutada. Iga materjal selleks ei sobi. Terase sisse me rakke panna ei saa, aga neile sobivaid polümeer-geele oskame teha. Need kipuvad küll olema mehaaniliselt liiga nõrgad, et rakke saaks seal pikalt hoida. Nad murravad sealt lihtsalt välja.

Lisaks peab materjal olema piisavalt hõre, et rakud saaks toitaineid ja vajaduse korral hapnikku ja et nad oma elutegevuse jääkide sisse ei sureks.

Kuidas teada saada, kas rakkudel läheb katsetatavas materjalis hästi või on nad näljas?

Siin on eri võimalusi. Kromatograafia saab uurida, mis aineid koekultuur toodab.

Vaatame ka elektronmikroskoobiga, kasutame superkriitilist süsinikdioksiidi ekstraheerimist, et jätta proov võimalikult terveks, näha selle struktuuri. Nii saab tulemust õigesti interpreteerida. Väga lihtne on ju luua teooria kogemata ainult artefakti põhjal. Plaanis on hakata uurima, kuidas materjalis elamine rakkude stressi mõjutab.

Kas kõik see on alles arendusfaasis või on mingisugune elusa materjali tehnoloogia juba päriselt kasutusel?

Ei ole kuulnud, et selliseid materjale päriselt kasutatakse. Bioreaktorid on olemas. Californias on väga pikk biosünteesitradiitsioon. Seal rakendatakse klassikalisi reaktooreid, kus bakterid pannakse erilisse nõusse, teevad seal oma tööd ning pärast hävitatakse. Ka meditsiinis kasutatakse rakke näiteks implantaatide korral. Aga ma ei tea, et oleks selline reaktsioonikaskaad, mis annaks meile tõsiasjalt mingi aine, toote. Elusa materjali vaatenurk on väga uus ja sellele pööratakse nüüd rohkesti tähelepanu.

Intervjuud kokku leppides rääkisime, et klassikaliselt on materjaliteadus toetunud keemiale, füüsikale ja matemaatikale. Nüüd on lisandunud neljas samm, bioloogia. Miks peab materjaliteadust eraldi õpetama?

Siin peab nüüd mõtlema sellele, et juurde on vaja panna veel üks samm, raha. Aineid on ju igasuguseid, aga



Professor Tamm ja doktorant Ingrid Rebane, kes uurib eriomadustega silikoonvahtude tehnoloogiat

materjal on see, mida me päriselt kasutame. See on millegi jaoks hea, efektiivne. Räägime, et mingi materjal on parem kui teised. Võime arvestada energiakulu, süsihappegaasisäästu, elukaart. Kõik taandub ikkagi sellele, et see materjal on odavam. Kosmostehnoloogias, meditsiinis ja sõjanduses huvitab rahakulu meid natuke vähem, aga hind on siiski oluline. Materjaliteadlane ei pruugi olla täiuslik füüsika- või keemiaekspert, aga ta oskab analüüsida näiteks materjali elukaart ja mehaanilisi omadusi, mida keemik ei oska kohe esimese hooga hinnata. Materjaatika jookseb risti-põiki läbi, sest kasutame väga palju simulatsioone. Materjaliteaduse vaatenurk on väga praktiline. Muidugi tehakse ka alusuuringuid, aga eesmärk pole avastada uut loodusseadust, vaid luua midagi, millel on kasutusväärtus.

Ja siis lisanduvad veel pehmed aspektid, mille kohta me ka üliõpilastele järjest rohkem teadmisi anname. Kuidas materjali disainida, et luua esemeid, mida inimestele meeldib kasutada. Kusjuures ei saa lähtuda ainult komertshuvist. Kui tahame pakkuda keskkonnasõbralikumat lahendust, siis see ei tohi olla inimesele ebameeldiv. Peab arvestama kõike, alates sellest, mis häält materjal teeb ja kuidas see käes tundub, on see soe või külm, pehme või jäik.

Millegipärast meenusid kohe uued pudelikorgid, mida kirutakse.

Arvestades seda, et meil ei jõua kõik pudelid taaskasutusse, on see võib-olla tõesti üks näide, kus taheti parimat, aga päris nii ei läinud. Mina vaatan seda energiakulu nurga alt. Tootmine oli vaja ümber korraldada, et neid uusi pudeleid teha. Ilmselt oleks efektiivsemaid viise, kuidas plasti keskkonnamõju vähendada.

Samas on pudelikorgid probleem. Olen aru saanud, et mereprügist hõlmavad korgid suure osa.

Jah, need jõuavad igale poole. Kork ise on ju tugev ja püsib kaua. Võib-olla oleks lahendus mõelda mingi teise materjali peale. Kindel on see, et me võime teha igasuguseid materjale ja ka seadusi, aga kui inimene neid omaks ei võta, siis asi ei toimi. Keskkonnasõbralik alternatiiv ei tohi olla ebamugav. See tekitab trotsi.

Lahendused peavad olema terviklikud. Teeme

mingi supermaterjali valmis, aga kui see ei jõua ühiskonnani või serveerivad poliitikud uuendust valesti, võib see hakata iseendale vastu töötama. Ei saa vaadelda ainult füüsika või materjaliteaduse mätta otsast, tuleb kaasata ka psühholoogid uurimaks, kuidas inimestele uusi lahendusi pakkuda. Peame koostööd tegema, et neid muutusi teha. Ja kõik algab muidugi tarbimise vähendamisest.

Kas teed poliitikute ja seadusandjatega koostööd, jälgid, mis toimub?

See on tulevikumuusika, aga oleme kontaktis ühe ettevõtjaga, kes soovib vähendada toiduainete äraviskamist. Siin on tõesti seadused risti-põiki jalus. Kuupäev kukub ja seadus ütleb, et pood ei tohi toitu enam müüa. Meil võiks olla nutikad pakendid, mis jälgivad, mis toiduga toimub, ja annavad märku, kui see päriselt hakkab riknema. Nüüd ongi küsimus, kuidas seda seadusandlikult lahendada.

Probleem on eriti suur kalli toidukaubaga, nagu loomaliha, millel on ka hiiglaslik süsinikujalajalg. See on hästi oluline teema. Räägime sellest, et maailmas on toidupuudus, aga samal ajal viskame suure süsinikujalajäljega toitu minema lihtsalt sellepärast, et peab, igaks juhuks. See asi ei istu mulle kuidagi.

Saame ju määrata, kas õhukindlasse pakendisse on pääsenud hapnikku, mida seal ei tohiks olla. Või vastupidi, liha puhul saame vaadata, kas seal on endiselt hapnikku. Kala puhul saame otsida lagunemisele viitavaid lõhnamärgendeid.

Neid andureid ei saa panna odavale laiatarbetootlele, see teeks toidukauba tunduvalt kallimaks, aga neid võiks panna luksuskaubale ja eriti sellistele toodetele, millel on suur keskkonnamõju. See ei lahendaks kõiki toiduraiskamisega seotud muresid, kuid viiks meid samumukese õiges suunas edasi.

Plastpakendi kohta olen mõelnud, et plastireostus on kohutav, aga toiduhügieeni koha pealt teevad need pakendid ka palju head.

Ei tasu arvata, et lõpetame plastide kasutamise lähiajal ära. Seda ei juhtu. Plastid pakuvad selliseid võimalusi, mida varem ei olnud. Nüüd tuleb plastikasutus muuta lihtsalt nii palju mõistlikumaks kui võimalik.

Tagajärgede ehk jäätmetega tuleb ka rohkem tegeleda.

Alustada tuleb sellest, et mõelda tõelistele alternatiividele. Maisist polüetüleenile, mis laguneb keskkonnas samamoodi kui naftast tehtud polüetüleen, pole ju see. Võib-olla kulub selle maisipõllu kündmiseks rohkem diiselkütust, kui oleks kulunud naftat toorainena. Sellist vale ettekujutuse loomist peaks iga hinnaga vältima.

Kas on mingi keskkonnameede, millest on päriselt kasu, mis ei ole rohepesu või mõeldud inimeste südametunnistuse kergendamiseks?

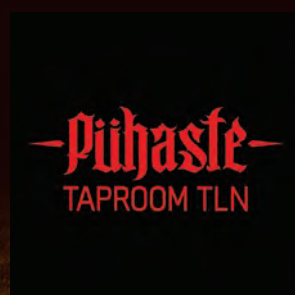
Euroopas kindlasti on, Eestis kipub meil mastaabi tõttu natukene vähem olema. Kui sa ostad Rootsis või Taanis tavalise tetrapakiga piima, siis see pakk läheb seal tagasi tehasesse ja need materjalid võetakse uuesti kasutusse. Meie pakid sinna ei jõua. Aga sellised lahendused on olemas ja neid tuleb ilmselt järjest juurde. Kõik nad ootavad mastaabiefekti. Soomes sorteerib prügi spektromeetriga automaat, mis jaotab eri materjalid ilusti ära. Meil teevad seda inimesed. •

Kütmisest saab sõidunauding! Võida auto päriseks!

Ajavahemikul 01.05.2024–30.04.2025

Võida Peugeot 208 päriseks!

Oktoobri auhinnafond – 20 finalisti autoloosi,
3x70 eur Pühaste TAPROOM TLN kinkekaart



📍 Pühaste TAPROOM TLN
📍 Rotermanni 2, Tallinn



Kingitustega tutvuge briketipoisid.ee ja FB lehel

Parimate hindadega tutvuge www.briketipoisid.ee

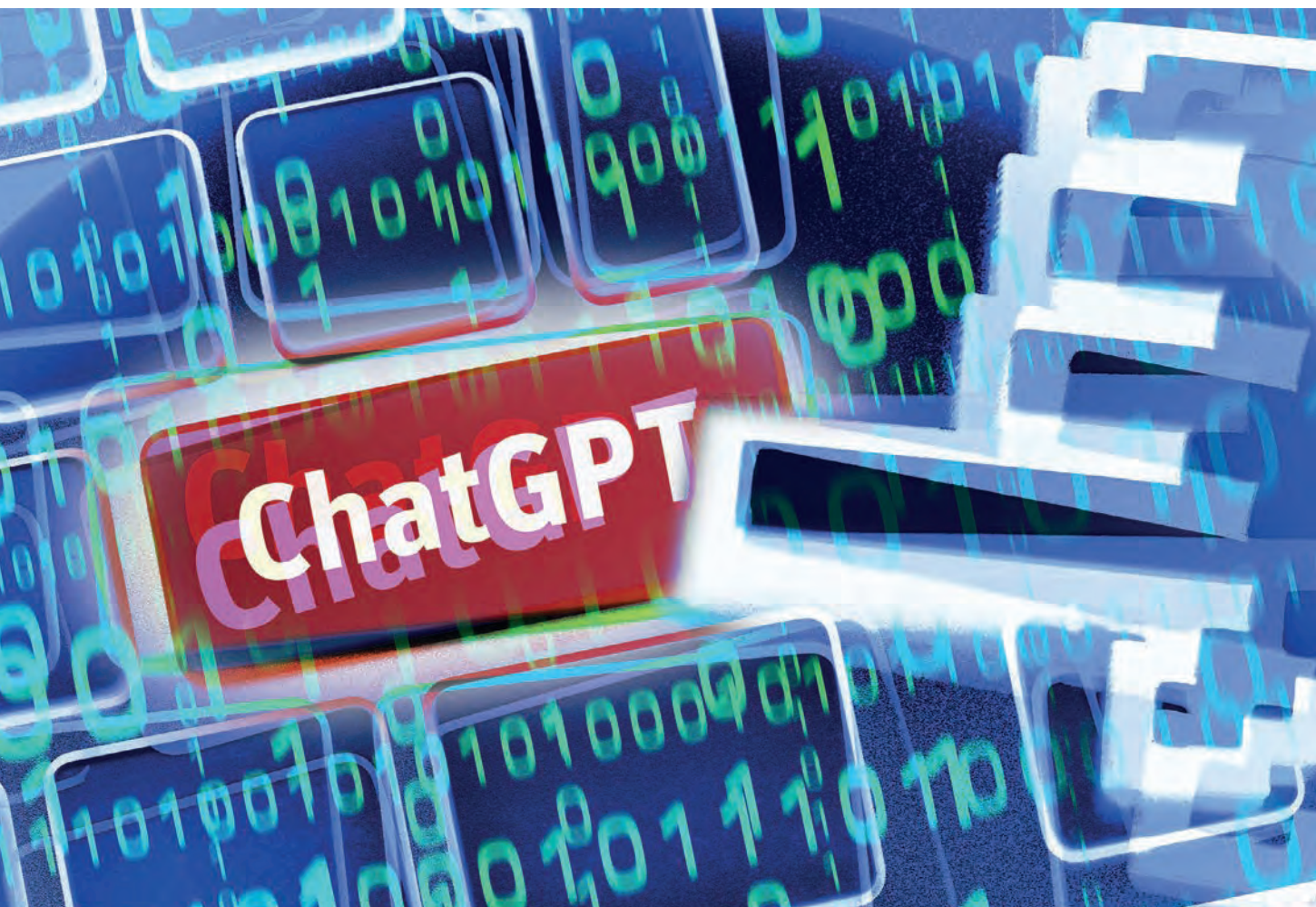
Vaheloosid iga kuu 07 kuupäeval. Peauhind loositakse välja 20.05.2025.

Kuidas keelemudelid otsuseid teevad

MAREK REI

Keelemudelitel põhinevad tehisintellekti assistendid on väga kiiresti laialdaselt kasutusele võetud. Üks paljudest keelemudelitest, mille vahel saab valida, on ChatGPT, mida kasutab iga kuu 180 miljonit inimest. Peale meelelahutuse on selliseid mudeleid hakatud rakendama määrava tähtsusega valdkondades, nagu juriidilised küsimused või tervishoiuteenused. Tehisarusüsteeme kasutatakse aktiivselt Eestiski, näiteks riigiasutustes koostatakse nende abil kirjade mustandeid ja dokumentide kokkuvõtteid. Ometi ei ole enamikul kasutajatel aimugi, mis toimub niisuguste süsteemide sees ja kuidas nad teevad otsuseid.

Vaatleme keelemudeleid lähemalt, saame teada, kuidas nad loovad meie küsimuse põhjal vastuse, ning tutvume uusimate võimalustega, mis aitavad keelemudeleid paremini mõista.



VIDA PRESS / ALAMY

Tehisintellektist assistent ehk keelemudel

Tehisintellekti rakendused, mis võimaldavad kasutajal vabas vormis suhelda ja küsimusi küsida, on enamasti loodud samalaadsete keelemudelite põhjal. Nende aluseks on eriline arvutiprogramm, närvivõrkudel põhinev masinõppesüsteem, mis on treenitud kõigi eelnevate sõnade põhjal ennustama järgmist sõna. See ongi ainuke asi, mida need mudelid teevad: ennustavad ühe sõna haaval, üha uuesti ja uuesti. Näiteks, kui varem on kirjutatud:

Tudengid avasid _____

Sel juhul analüüsib keelemudel neid sõnu ja ennustab, et võimalik järgmine sõna võiks tõenäoliselt olla „oma“. Seejärel koostatakse uus lause:

Tudengid avasid oma _____

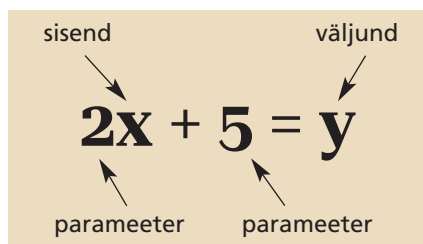
Nagu näha, on viimati pakutud sõnast saanud konteksti osa, mille põhjal hakkab mudel ennustama juba uusi sõnu. Järgmiseks saab ennustada sõna „raamatud“ ning protsessi muudkui korrata, kuni saame kokku terve lause:

Tudengid avasid oma raamatud ja hakkasid lugema.

Keelemudel on justkui rongijuht, kes laob enda ette rööpaid maha, ise samal ajal nende peal sõites. Iga järgnev sõna mõjutab lõplikku vastust ja kõiki tulevase sõnu, mida see mudel ennustab. Mõnikord võib juhtuda, et keelemudel pakub vale või sobimatu sõna. Kui läheb hästi, suudab ta ülejäänud tekstiga oma vea parandada ja kasutaja ei pane midagi tähele. Ent mõnikord suudab üksainus väär sõna viia kogu ülejäänud pika teksti valele tee.

Tuleviku ennustamine matemaatika abil

Sisemiselt on keelemudelid nagu matemaatilised funktsioonid: võtavad olemasoleva informatsiooni sisendiks, teevad selle põhjal palju arvutusi ja siis esitavad väljundina oma ennustused. Oletame, et meie funktsioon on näiteks selline:



Kui sellele funktsioonile anda sisendiks arv 4, siis saame väljundi väärtuse kohe välja arvutada:

$$2 \cdot 4 + 5 = 13$$

Sellel juhul oli meil ainult kaks parameetrit (2 ja 5), millega tuli vastuse saamiseks teha kaks matemaatikatehet. Praktilises kasutuses olevad keelemudelid on aga oluliselt suuremad ja nõuavad palju rohkem arvutusi. Näiteks keelemudelis GPT-4 on parameetreid, millega tuleb arvutusi teha, hinnanguliselt 1,76 triljonit ning Claude 3 Opuses kaks triljonit. Kindlasti töötavad teadlased praegu veelgi suuremate mudelite kallal.

Sisendina antakse keelemudelile kogu tekstihulk, mis parajasti olemas on. Et selle peal saaks teha matemaatika-tehteid, tõlgitakse sõnad spetsiaalsete meetoditega arvudeks. Näiteks sõna „tudengid“ on võimalik esitada arvude jadana, mis antakse siis keelemudelile sisendiks.

Keelemudeli väljundiks on iga võimaliku sõna tõenäosused, mis näitavad, kas just see sõna peaks olema tekstis järgmine. Kui keelemudeli sõnavaras on 50 000 sõna, tuleb iga järgmise ennustuse jaoks arvutada ka 50 000 tõenäosust, üks iga võimaliku sõna kohta. Võib-olla meie mudel ennustab, et sõna „raamatud“ on järgmine sõna tõenäosusega 0,32, „seljakotid“ tõenäosusega 0,25 ja „silmad“ tõenäosusega 0,11. Kuna 0,32 on nendest kõige suurem väärtus, otsustab mudel, et selles kontekstis peaks järgmine sõna ilmselt olema „raamatud“.

Mudel õpib maailma tundma

Keelemudeli treenimine tähendab, et sellele näidatakse rohkesti erilaadseid tekste, mille põhjal õpib mudel järgmisi sõnu ennustama. Treenimise ajal otsivad algoritmid kõigi mudeli parameetrite kohta sobivad väärtused niimoodi, et iga antud sisend annaks sellise väljundi, nagu meil on vaja.

Keelemudel on justkui rongijuht, kes laob enda ette rööpaid maha, ise samal ajal nende peal sõites.

Keelemudeli treenimine tähendab, et sellele näidatakse rohkesti erilaadseid tekste, mille põhjal õpib mudel järgmisi sõnu ennustama.

Treenimiseks kasutatakse kõiki ligipääsetavaid tekste: veebilehed, foorumid, artiklid, Wikipedia jne. Kogu teave koondatakse ja salvestatakse keelemudelisse. Kuna teksti on ääretult palju, kulgeb see mõningate kadudega. Laialdaselt levinud info salvestatakse väga selgelt, kuid haruldasemad infokillud võivad kaduma või segamini minna.

Sel moel õpib mudel üllatavalt palju ka faktilist infot ja kogub maailma kohta palju üldisi teadmisi. Näiteks, kui meil on vaja ennustada järgmist sõna sellisesse lausesse:

Ma tellisin endale õhtuks suure singi-juustu _____

Et õigesti valida järgmiseks sõnaks „pitsa“, peab keelemudel teadma, et pitsat saab õhtuks süüa, kuskilt tellida ning et singi-juustupitsa on söögiks sobiv kombinatsioon. Samamoodi näiteks:

Eesti suvepealinn on _____

Selleks et aimata ette kohanime „Pärnu“, peab keelemudel seda fakti teadma ja mäletama, olles seda tekstides varem näinud. Ühtlasi peab ta aru saama, et 'pealinn' ja 'suvepealinn' ei ole päris samad mõisted.

Kuigi keelemudel oskab üksnes ennustada järgmist sõna, teeb ta seda nii hästi, et suudab järgida meie juhi-seid ja vastata küsimustele. Niisuguseid mudeleid treenitakse märksa rohkemate andmete abil, kui inimene jõuab elu jooksul läbi lugeda, ning see võimaldab süsteemidel õppida tuvastama väga detailseid mustreid. Samas võib see kasutajatele jätta vale mulje: paistab, justkui kasutaks tehisintellekt samasugust loogilist otsustusprotsessi kui inimesed, ent tegelikult ta pigem lükib kokku sõnu, mis „tunduvad“ omavahel kokku sobivat. Ent see „tunne“ põhineb miljonitel arvutustel, mis tehakse tohutute andmehulkade põhjal, ning tulemuseks on süsteem, mis suudab edukalt lahendada hämmastavalt keerulisi ülesandeid.

Keelemudeli otsuste selgitamine

Paljude praktiliste rakenduste jaoks on oluline, et tehisintellektisüsteemid suudaksid oma otsuseid ka selgitada ja argumenteerida. Isegi kui vastused on enamasti õiged, vajavad kasutajad ka põhjendusi, kuidas nendele otsustele jõuti. Näiteks kui tehisintellekt loeb läbi kellegi CV ja otsustab ta tööle palgata, siis on oluline teada, kas see otsus sündis töölase kvalifikatsiooni põhjal või äkki eelistas mudel teda hoopis seepärast, et kandidaadil oli sama eesnimi, mis mitmel ettevõtte töötajal. Meditsiinilise diagnoosi panemisel ei piisa ainult diagnoosi koodist, vaid otsust on vaja selgitada arstidele ja patsientidele. Juriidilise nõu andmisel on samuti vaja viidata kindlatele seaduseelnõudele ja reeglistikele.

Otsuste selgitamine on oluline ka selleks, et tuvastada, kas keelemudeli vastus võib olla mõjutatud kasutaja sõnastusest. Teadlased on kindlaks teinud, et kõik suured keelemudelid eelistavad olla kasutaja vaadetega pigem nõus, kui nendele vastu vaielda. Katsetes paluti neutraalse sõnastusega keelemudelitel kommenteerida teatud diskussiooni argumentatsiooni ning sellele saadi ka neutraalne vastus. Kui aga samale küsimusele lisati märkus, et kasutajale niisugune argumentatsioon ei meeldi, siis väljendas ka keelemudel, et ei ole sellega nõus. Kui kasutaja kir-

jeldas, et on selle suhtes positiivselt meelestatud, andsid ka keelemudelid positiivse vastuse. Samalaadne efekt oli nähtav ka siis, kui küsimuses täpsustati, et antud argumentatsioon on kasutaja enda loodud. Niisugust üleliigset nõustumist põhjustavad protsessid, mida arendajad kasutavad tavalisest keelemudelist abistava assistendi treenimiseks. Selle käigus õpetatakse keelemudeleid tagasiside põhjal andma just sellises stiilis vastuseid, mida kasutajad eelistaksid. Tihtilugu eelistavad kasutajad seda, et nendega ollakse nõus.

Otsuseid põhjendada on keerulisem, kui tundub

Kuna me juba suhtleme tehisintellektiga vestluse vahendusel, siis kasutajate esimene reaktsioon selgituse saamiseks on küsida põhjendust süsteemilt endalt: miks ta tegi sellise otsuse? Selgub aga, et niisugune meetod ei anna üldse soovitud tulemust. Nagu enne nägime, on keelemudel loodud ennustama, milline sõna sobib järgmiseks teatud kontekstis. Ta on treenitud miljonite tekstide põhjal, mis on inimeste kirjutatud. Seepärast on ta õppinud väga hästi imiteerima seda, kuidas inimesed teatud kontekstis vastaksid. Teda pole kunagi õpetatud iseennast analüüsima ja oma otsustusprotsessi kommenteerima. Nii siis, kui küsime põhjendust mingile otsusele, siis saame vastuseks selgituse,

Teadlased on kindlaks teinud, et kõik suured keelemudelid eelistavad olla kasutaja vaadetega pigem nõus, kui nendele vastu vaielda.

mida võiks keelemudeli arvates selles olukorras kirjutada inimene, kuid see ei pruugi üldse kattuda keelemudeli tegeliku otsustusprotsessiga.

Näiteks küsisin kõigile kättesaadavalt GPT-4o mudelilt „Mis oli esimene ooper Estonia teatris?“. Vastus on vähe levinud fakt, mille võib internetist leida, kuid see on kirjas vaid mõnel üksikul lehel. Küsimus võib tekitada raskusi isegi mälumänguritele. Ka keelemudel teeb vea ja vastab mulle enesekindlalt toonil: „Faust“ 1906. aastal. Õige vastus on „Öömaja Granadas“ 1908. aastal. Ent kui ma nüüd küsin mudelilt „miks?“, et saada täpsem põhjendus, siis koostab ta pika neljaosalise selgituse kõigist teguritest, mida Estonia teater kaalus selleks, et jõuda „Fausti“ kui parima valikuni. Kuna esimene vastus ei olnud õige, ei pea ka see põhjendus paika. Kuid keelemudel on täitnud oma algse ülesande ja koostanud põhjenduse, mille tema arvates oleks selles olukorras kirjutanud inimene.



VIDA PRESS / ALAMY

Kuidas mudelid ikkagi ennast selgitama panna?

Üks võimalus selgituste täpsust paran-dada on lasta need genereerida mitte pärast, vaid enne otsuste tegemist. Nn *chain-of-thought* ehk mõtteahel on tegevus, mille käigus lastakse keelemudelil küsimustele vastata ja ülesandeid lahendada samm sammu haaval. Selle asemel et küsida keerulise matemaatika-võrrandi kohta vastust otse, antakse keelemudelile ülesanne selgitada kõiki tehteid ükshaaval. Kui on vaja teha keerulisi otsuseid, saab näiteks lasta välja kirjutada kõik plussid ja miinused. Alles pärast arutluskäigu lõppu nõutakse mudelilt küsimusele tervikvastust. Meetodi eelis on see, et otsuse tegemise ajal on kogu mõtteahel mudelile endale antud kontekstis nähtav. Kuna kontekst mõjutab iga järgmise ennustatud sõna, sünnib ka niisugune lõplik otsus, mis läheb kokku eelneva analüüsiga. Teadlased on ühtlasi avastanud, et sää-rane meetod parandab mudeli üldist täpsust, võrreldes sellega, kui küsida vastust otse. Ent teoreetiliselt see siiski ei taga seda, et otsus ja selgitus omavahel klapiivad või et keelemudel teeb tegelikult oma otsuse selgituse põhjal.

Selle tagamiseks saab vaatenurka veidi muuta ja kasutada keelemudelit pigem tõlgina kui otsuste tegijana. Mudelil saab lasta küsimuse formuleerida teistmoodi, et saaks tuletada lõpliku vastuse, mis kindlasti pakuks selgitusi. Näiteks on Carnegie Melloni ülikooli teadlased töötnud välja matemaatiliste probleemide lahendamise meetodi, kus vastuse otse küsimise asemel lastakse keelemudelil kirjutada Pythoni programm, mis oskab seda küsimust lahendada. Lõplik vastus ei tule sel juhul mitte keelemudelilt, vaid loodud arvutiprogrammi jooksutamise kaudu. Selgituseks piisab, kui vaadata programmi lähtekoodi, sest see on inimesele mõistetav.

Teine moodus keelemudeli otsuseid analüüsida on teha kindlaks, millised sisendiosad on arvutuskäiku kõige rohkem mõjutanud. Nagu eespool mainitud, esitatakse sisendi sõnu mudelis numbrite kujul ning väljundiks olevad otsused tehakse arvutuste kaudu. Algoritmide abil saame iga sõna kohta välja selgitada, kui palju on see sõna mõjutanud lõppväljundit. Nõnda saab teistest suurema kaaluga sõnadele osutada kui peamistele põhjustele, mis on teatud otsuse taga. Näiteks kui keelemudel on

tuvastanud, et raamatu arvustus oli positiivne, siis võib tema põhjenduse kuvada sellesama arvustuse kaudu:

Igal õhtul lugesin seda põnevusega. Kuigi algus oli aeglane, siis lõpus oli raske seda käest panna.

Fraasid „lugesin seda põnevusega“ ja „raske seda käest panna“ olid keelemudelile põhilised vahendid, mille põhjal pidada seda arvustust positiivseks. Samas fraas „igal õhtul“ ei olnud otsustamiseks oluline ja „algus oli aeglane“ viitab pigem negatiivsele hinnangule.

Tehisintellekt ja ajuteadus

Kuigi keelemudelid on inimeste enda loodud, salvestavad nad endas oleva info, jaotades selle miljardite parameetrite vahel. Nõnda on keeruline jälgida, kuidas nendes otsustusprotsessid käivad, ning selleks on vaja leiutada uudseid uurimisviise. Keerukuselt hakka-vad need mudelid lähenema inimaju tasemele, seetõttu on neid hakatud uurima ka neuroteadusest inspireeritud meetoditega.

Juba 1960. aastatel püstitati hüpotees, et inimajus on neuronid, mis reageerivad kindlatele mõistetele. 2005. aastal uurisid seda teooriat California tehnoloogiainstituudi ja Los Angeleses asuva California ülikooli teadlased. Nad tegid kindlaks neuroni, mille nimetasid Jennifer Anistoni neuroniks. Nimelt aktiveerus too neuron just siis, kui katsealusele näidati pilte sellest kuulsast Ameerika näitlejast. Nüüdseks on tehis-arufirma OpenAI rakendanud sedalaadi analüüsi ka keelemudelite peal. Teadlased näitasid tehisintellektile hulganisti teksti ning mõtsid iga neuroni aktiveerumise taset. Seejärel anti info mudelile GPT-4, et mustreid analüüsida ning leida, milliste mõistete korral iga neuron aktiveerub. Näiteks tuvastati selle käigus kindlad keelemudelite neuronid, mis reageerivad, kui keegi mainib mingil moel Kanada riiki, millegi õigesti tegemist, tsiteeringuid või analoogiaid.

Samamoodi kui inimajus tekivad ka keelemudelites neuronialad, mis reageerivad teatud mõistetele ja aitavad suunata üldist otsustusprotsessi.

Samas pidid uurijad tõdema, et paljude neuronite otstarvet ei suudetud täpselt määrata. Samuti oli neuroneid raskem kirjeldada mahukamate keelemudelite korral, eeldatavasti on põhjuseks mõistete jaotumine paljude neuronite vahel.

Ettevõtte Anthropic teadlased on üksikute neuronite asemel hiljuti uurinud neuronite aktiveerumiste kombinatsioone keelemudelil Claude 3 Sonnet. Selleks et avastada närvivõrkudest eri mustreid, treeniti eraldi masinõppe-mudel, piirates samal ajal aktiivsete neuronite arvu. Nõnda leidsid teadlased mustreid, mis tuvastasid edukalt näiteks Golden Gate'i silla, transiiditaristu, turismiobjektide või ajuteaduste mainimist. Ühtlasi leiti, et neid mustreid muutes või võimendades on võimalik keelemudeli väljundit mõjutada soovitud moel. Kui teadlased suurendasid väärtusi Golden Gate'i silda tuvastavas mustris, siis hakkas mudel ennast pidama sillaks, teatades kasutajale: „Olen Golden Gate'i sild, kuulus ripp-sild San Francisco lahe kohal“. Samamoodi tuvastasid teadlased neuronite aktiveerumise mustri, mis reageerib vigadele programmeerimiskoodis, ning seda vastupidiseks muutes õnnestus neil panna keelemudel vigast koodi pa-randama. Nende katsete tulemused viitavad, et samamoodi kui inimajus teki-vad ka keelemudelites neuronialad, mis reageerivad kindlatele mõistetele ja aitavad suunata üldist otsustusprotsessi.

Kokkuvõte

Keelemudelid on vaieldamatult väga võimekad ja toovad kasu paljudes valdkondades. Nende edukaks rakendamiseks on aga tihti vaja aru saada, mille põhjal nad oma otsuseid teevad. Mudelite mahu suurenedes on nad muutunud üha täpsemaks, kuid ühtlasi on aina keerulisem seletada nende otsustusprotsesse. Keelemudelilt endalt ei tasu siin abi küsida, kuid õnneks on teadlased välja töötnud mitu meetodit, mis heidavad süsteemidele veidi valgust. Sellel alal käib aktiivne teadustöö ning tulevikus näeme kindlasti ka mudeleid, mis saavad oma otsuste seletamisega paremini hakkama. •

Marek Rei (1986) on masinõppe teadlane ja õppejõud ülikoolis Imperial College London. Teadustöös keskendunud keelemudelite ja närvivõrkude arendamisele.

Kes suudab luua esimese täielikult isejuhtiva sõiduki?

ÜLAR ALLAS

Iseliikuvate autode kontseptsiooni esitles esimest korda General Motors 1939. aasta maailmanäitusel New Yorgis. Toona peeti seda ideed futuristlikuks unistuseks, kuid praegusajal püüavad iseliikuvaid autosid luua kümned ettevõtted. Tihedas konkurentsivõistlevad esikoha nimel Waymo ja Tesla. Olukorra teeb eriti põnevaks see, et kumbki tehnoloogiahiid lähtub arendustöös oma vaatenurgast.



DLU / WIKIPEDIA

Waymo isejuhtiv takso San Franciscos 2023. aastal

Isejuhtivad sõidukid, mis suudavad ilma inimese osaluseta iseseisvalt ümbritsevat tajuda ja liikuda, ei kuulu enam ammu ulmekirjanduse valdkonda. Eriti märkimisväärseid edusamme on saavutanud kaks ettevõtet: Waymo ja Tesla. Samas pole siiani selge, milline tehnoloogiline lahendus võimaldab autol kõige paremini maailma tajuda ja ohutult navigeerida. Waymo ja Tesla kaardistavad ümbruskonda ja teevad takistusi kindlaks võimsate masin-nägemissüsteemide ja tehisaru abil, kuid sellega sarnasused lõpevad. Tesla

juhiabisüsteem tugineb navigeerimisel vaid kaheksale kaamerale ja pardaarvutile, ent Waymo sõidukid kasutavad ka radarit ja laserskaneerimisseadet ehk lidarit. Tegu on kahe suuresti erineva käsitusega isejuhtivate autode tulevikust.

Google'i järeltulija

Waymo on välja kasvanud 2009. aastal asutatud Google'i isejuhtivate autode projektist. 2016. aastal läks Waymo Google'i emaettevõtte Alphabet valdusse. 2018. aastal soetas Waymo suure

partii elektrilisi linnamaastureid Jaguar I-Pace, lisas neile ümbruse seiramiseks andurid ning hakkas pakkuma taksoteenust. Isejuhtivate autode fännidele valmistas teenus siiski pettumuse, sest turvalisuse huvides istus rooli taga endiselt autojuht. Kui tarkvara tegi sõidu ajal vea, pidi juht sekkuma ning juhtumi hoolikalt dokumenteerima. Saadud andmete põhjal täiustati tarkvara. 2020. aastal algatas Waymo täielikult juhivaba sõiduteenuse Phoenixi eeslinnas, kus on laiad tänavad, hea nähtavus ja samas piisavalt palju oota-

Autojuhtimise autonoomsuse tasemed

0. Puudulik autonoomsus	1. Juhiabi	2. Osaline autonoomsus	3. Tinglik autonoomsus	4. Suur autonoomsus	5. Täis-autonoomsus
					
Juht teeb ise kõik toimingud, et liigelda.	Sõiduk abistab juhti, reguleerides kiirust püsikiirushoidikuga või aidates sõidukit teejoonte vahel hoida, korrigeerides veidi sõidusuunda.	Sõiduk saab kontrollida kiirust ja asetust sõidurajal.	Sõiduk ise on juhirollis, jälgides teed ja liiklust. Teavitab juhti, kui inimene peab juhtimise üle võtma.	Sõiduk on piisavalt autonoomne ja suudab sõita sihtkohta isegi siis, kui juht ei reageeri sõiduki märguandele sekkuda. Mõningaid takistusi võivad siiski tingida tee klassid ja piirkonna eripärad.	Juhi olemasolu sõidukis ei ole vajalik.

matuid liiklusolukordi. Nüüdseks on Waymo tehnoloogia usaldusväärsus suurenenud ning ettevõtte tegevus laienenud San Franciscosse ja Los Angelesse. Nendes linnades on juhita sõidukid kujunenud omalaadi turismimag-netiks. Kolme linna peale teevad isejuhtivad autod nädalas 50 000 sõitu. Autot saab tellida nutitelefoniraken-duse kaudu.

Kiirteel jääb hätta

Teiste autode seas graatsiliselt liikuv tühja esiistmega sõiduk avaldab muljet. Waymo sensorid jälgivad ümbrust 360 kraadi ulatuses. Tänu radarile on võimalik näha sõidukite alla ja taha ning märgata inimsilmale varjatud objekte. Waymo tähtsaim keskkonna tajumise vahend on lidar, mis tuvastab kuni 300 meetri kaugusel paiknevaid objekte. Ent Waymo tehnoloogial on mõningad puudused. Esiteks saavad juhita autod sõita üksnes väikesel piiratud alal, kus nende tarkvara on treenitud liikuma. Teiseks ei ole Waymo sõidukid täiesti iseseisvad, sest ohutuse huvides on autodel ühendus kaugoperaatoriga. Kui sõiduk ei ole täiesti kindel, et edasi liikuda on ohutu, jääb ta seisma ja palub kaugabi. See strateegia toimib väikestel sõidukiirustel, kuid mitte kiirteel. Seetõttu Waymo iseliikuvad taksoid kiirteedel ei sõida. Kriitikud märgivad, et piiratud liikumisraadiuse ja kaugoperaatorite tõttu on Waymo jõudnud tehnoloogilisse tupikusse.

Autopilot tegutseb autojuhi valve all

Elon Muski juhitud Tesla hakkas juhiabisüsteeme arendama 2014. aastal. Sellest ajast on tark- ja riistvara pidevalt täiustatud. Praegu pakutakse kahte

juhiabisüsteemi: Autopilot ja Full Self-Driving (täielikult isejuhtiv). Hoolimata kõlavatest nimedest peab autojuht mõlema lahenduse korral hoidma käed roolil ja olema valvel, et vajaduse korral juhtimine üle võtta. Autopilot oskab sõidukit automaatselt juhtida, kiirendada, pidurdada, parkida ja oma hinnangu järgi sõidurida vahetada. Full Self-Driving lisab võimaluse fooride ja stoppmärkide juures automaatselt peatuda ning edasi sõita. Sellegipoolest pole praegu veel ükski Tesla võimeline inimest täiesti iseseisvalt punktist A punkti B sõidutama. Waymo pakub juba praegu suure autonoomsusega neljanda taseme sõidusüsteemi, ent Tesla juhiabisüsteemid asetuvad teise ja kolmanda taseme vahele.

Pole selge, millal võiks Tesla saavutada viienda taseme autonoomsuse, kus juhi olemasolu sõidukis ei ole vajalik. See võib juhtuda üsna pea, sest sajad tuhanded autojuhid aitavad teadlikult või teadmatult katsetada Tesla isejuhtimistarkvara, makstes selle eest vabatahtlikult tuhandeid dollareid peale. Ettevõtte saab reaajas andmeid liiklusolukordade kohta ning kasutab neid tarkvara täiustamiseks. Kui Tesla juhiabisüsteem omandab võime liikuda kaugoperaatorite abita, paikkondlike piiranguteta ja kõikidel teetüüpidel, on Waymo tehnoloogia juhtpositsiooni kaotanud.

Mitmesugused mured

Mitte ükski isejuhtivate autode arendaja pole pääsenud probleemidest ega tagasilöökidest. Tänavu mais ei tuvastanud Full Self-Driving režiimis sõitnud Tesla raudteeülesõidukohal rongi ning põrutas 90-kilomeetrise tunni kiirusega vastu tõkkepuud. General Motorsi tütarette-

võte Cruise peatas möödunud aastal isejuhtiva taksoteenuse pärast seda, kui üks tema sõidukitest ei märganud ootamatult teele ilmunud jalakäijat ning lohistas teda enne peatumist kuus meetrit kaasa. Waymo on tänu õnnele või parematele kaitsemeetmetele seni suutnud suuremaid liiklusõnnetusi vältida. Tõsi, tänavu veebruaris ei osanud kaks Waymo isejuhtivat autot ennustada pukseeritava sõiduki liikumise teekonda ning põhjustasid avarii. Kompaa-nii leidis, et tegu oli tarkvaraveaga, ning eemaldas liiklusest 444 isejuhtivat sõidukit. Sellegipoolest ilmneb, et isejuhtivad sõidukid täidavad liikluseeskirju inimestest kuulekamalt. Kui inimjuhtidel registreeritakse miljoni läbitud miili kohta keskmiselt 2,78 vigastusega lõppenud õnnetust, siis Waymo juhita sõidukite korral vaid 0,4.

Küsimusele, milline isejuhtivate sõidukite tehnoloogia on parim, ei leidu lihtsaid vastuseid. Elon Musk on lidarit nimetanud totraks, kalliks ja tarbetuks, kuid just see seade tagab Waymo parema navigeerimisvõime. Maailmas leidub veel palju isejuhtivaid sõidukeid arendavaid ettevõtteid, kel pole kavat-sustki liidrikohta Waymole või Teslale loovutada. Samas ei usu isegi suurimad isejuhtiva tehnoloogia fännid, et ilma juhita sõidukid kiiresti igapäevaseks muutuvad, sest asjaomaste lubade taotlemine ja inimeste usalduse võitmine nõuab aega. •

Ülar Allas (1977) on molekulaarbioloog, Tartu ülikooli arvutiteaduse instituudi teadusarvutuskeskuse konsultant. Doktoritöös uurinud antibiootikumide toime-mehhanisme ja antibiootikumiresistentsust. Teinud koostööd 2017. aasta Nobeli keemiaauhinna laureaadiga Joachim Frankiga. Tuntud ka kui DJ Smaddy.

Kas sääsk ja elevand elavad samas maailmas?

ANDI HEKTOR JA KRISTJAN KANNIKE

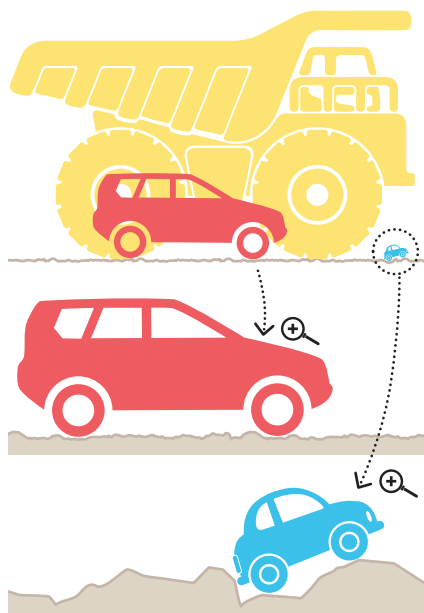
Kas olete kunagi mõelnud sellest, miks saab looduses väga paljusid nähtusi kirjeldada eraldiseisvana? Miks ei pea veevoolamist kirjeldades mõtlema igast veemolekulist või miks ei olene keemia seadused aatomituumas olevate prootonite ja neutronite ringituiklemisest seal.

Kui Isaac Newton taipas, et Kuu tõmbab Maad sama tugevasti külge kui Maa Kuud, ei pidanud ta taevakehade raskusjõudu kirjeldades midagi teadma kvantmehaanikast ega relatiivsusteooriast. Õnnekombel ei sõltu madala energia füüsika otseselt kõrgemal energial toimuvast: muidu oleks moodsa teaduse sünnil olnud võimatu. Samas tähendab see, et kõrge energia alusfüüsika tundmaõppimiseks peame rajama suuri kiirendeid, kus kõrge energia saavutada.

Piltlik näide madala ja kõrge energia füüsika seoste kohta on teepinna konaruse sõltuvus teel sõitva auto ratta suurusel. Üks ja sama kruusatee tundub mudelautole ületamatult künklikuna, sõiduautole konarlikuna, suurele kallurile aga siledana. Kui teame, kuidas konarlikkus ratta suurusel muutub, siis mõõtes selle ära sõiduauto ratta jaoks, saame ennustada, kui konarlik on tee mudelauto või hoopis suure kalluri jaoks.

Osakestefüüsikas on samamoodi seotud osakeste kokkupõrke tugevus eri energiate korral. Prantsuse füüsik Charles de Coulomb mõõdis 18. sajandi lõpus täpselt ära elektriliselt laetud kuulikeste vahelise jõu. Temanimeline konstant näitab, kui tugev on kahe ühesuguse elektrilaengu omavahelise tõukejõu tugevus.

20. sajandil selgus, et jõud on konstantne ainult siis, kui kuulikesed on üksteise suhtes paigal. Kiirendis saame laetud osakestele anda peaaegu valguse kiiruse. Kui kaks elektroni kiirendis kokku põrkavad, sõltub jõud, mis neid teineteisest eemale tõukab, tegelikult kokkupõrke energiast. Mida suurem on see energia, seda tugevamini elektronid üksteisest eemale tõukuvad.



Suure kaevandusauto, sõiduauto ja mänguauto juhtidele tundub sama teekond väga erinev. Sääsele sobivale mänguautole on teekond pikem, kuid elevandi mõõtu suure auto juht ei pane väikseid konarusi tähele. See näide kehtib väga hästi füüsikas: suuri objekte kirjeldavas füüsikas ei pea enamasti arvesse võtma kõiki väikese skaala füüsika erisusi. Hea näide on vedelike voolamise teooria ehk hüdrodünaamika. See kirjeldab väga hästi näiteks vee voolamist torudes, seal ei ole vaja teada, et vedelik koosneb aatomitest ja aatomid omakorda väiksematest osakestest

Meenutame, et vaakum, kus elektronid ringi lendavad, ei ole lihtsalt tühi ruum. Vaakum on elektromagnetvälja jaoks piltlikult öeldes täis konarusi nagu meie esimese näite autotee. Need konarused on juhuslikud kvantväljade kõikumised, millest elektromagnetväli tunneb laetud osakeste – elektroni,

müüoni ja teiste – mõju. Coulombi kuulikeste või elektrijuhtmes liikuvate elektronide jaoks on see mõju väike. Kui aga kiirendis elektrone kokku põrgatame, jõuavad nad üksteisele lähemale ja juhuslikud väljade kõikumised mõjutavad nende vahelist jõudu rohkem. Väga kõrge energia korral muutub ennustatav jõud koguni nii suureks, et me ei oska arvutada, mis tegelikult juhtub. Kui oleme jõu tugevuse kindlal kaugusel ära mõõtnud ja teame, kuidas väljade „konarused“ kauguse muutudes käituvad, siis saame ennustada, kui tugev see on väiksematel kaugustel – kõrgemate energiatega korral. Seda protseduuri nimetatakse renormeerimiseks.

Kvarkidega, millest koosnevad aatomituumade prootonid ja neutronid, on asi vastupidine. Neid koos hoiudev tugev vastastikmõju muutub tugevaks just madalal energial ja kaugustel. Neutronites ja prootonites on kvargid tugeva jõu tõttu vangis ja üksikut kvarki me näha ei saa. Kui neid aga suure jõuga kokku põrgatada – väga lähedale kokku pigistada –, muutub nende omavaheline vastastikmõju väiksemaks ja väga väikestel kaugustel käituvad kvargid vabade osakestena, mis üksteist peaaegu ei mõjuta.

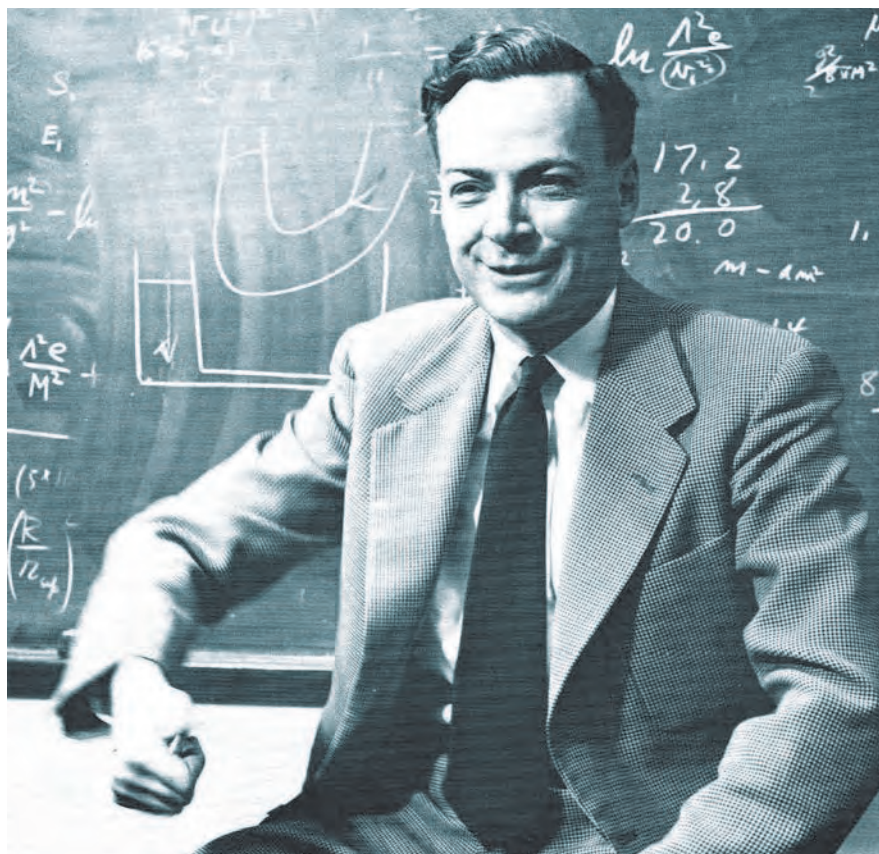
Pikka aega ei mõelnud füüsikud eriti sellele, miks ja kuidas täpselt eri pikkus- ja energiaskaaladel töötavad füüsikalised mudelid omavahel seotud on. (Tuletame lugejale meelde, et mikro-maailma füüsikas on pikkus ja energia omavahel seotud: mida lühem pikkus, seda suurem energia.) Näiteks vedelike voolamist kirjeldab hüdrodünaamika. Voolujoonelist laeva konstrueerides ei ole oluline, et vesi koosneb aatomitest või et aatomid koosnevad elektronidest ja aatomituumadest ja nii edasi.

Kuid 1940. aastatel hakkasid füüsikud ühendama kolme olulist füüsika-teooriat: elektrodünaamikat, kvantmehaanikat ja erirelatiivsusteooriat. Eespool mainitud elektronide kokkupõrget kirjeldab nende teooriate ühendus – kvantelektrodünaamika. Füüsikute arvates pidi see teooria kehtima sisuliselt iga energia korral. Aga kohe pörkasid nad probleemile: igati loogilised matemaatilised võrrandid ei kirjeldanud mõõtmistulemusi korrektselt, vastuseks tulid lõpmatult suured arvud. Mõni füüsik lausa kaotas usu, et kvantelektrodünaamika on mõistlik teooria.

Aastatel 1947–1950 mõtles rühm Ühendriikide füüsikuid siiski välja triki, mis taltsutas kvantelektrodünaamika. Seda trikki hakati kutsuma renormeerimiseks. Näiliselt lõpmatu elektroni laeng n-ö vahetati välja eksperimendist mõõdetud löpliku laengu suuruse vastu. Piltlikult öeldes muutis nad elektroni laengu sõltuvaks energiast. Paljudele füüsikutele tundus renormeerimine paraja vusserdamisena. Näiteks Paul Dirac, väga mõjukas füüsik ja elektroni ning positroni käitumist kirjeldava omanimelise võrrandi autor, jäi elu lõpuni skeptikuks. Richard Feynman, üks renormeerimise pakkujaid, oli selle suhtes üsna kriitiline veel aastakümneid hiljem.

Siiski töid 1960.–1970. aastad parema arusaamise probleemi olemusest. Tollal pandi tähele, et väga paljud näiliselt erinevad füüsikalised nähtused tahkete kehade füüsikas käituvad teatud olukorras väga ühtemoodi. Ühendriikide füüsik Kenneth G. Wilson selgitas välja, et faasisiirded, nagu vee jäätumine või magneti demagnetiseerumine kõrgel temperatuuril, käituvad samamoodi. Näiteks väikest magneetunud piirkonda kaugemalt vaadates näeme suuremat magneetunud piirkonda. See on sarnane meie teekonaruste näitega, kus suurem ratas tunneb väikseid konarusi korraga ühe suurena. Samuti tehti kindlaks, et selline käsitlus toimib hästi ka osakestefüüsikas. See andis täiesti uue arusaamise kvantelektrodünaamika

Teoreetiliselt võiks kõrge energia füüsika siiski salamahti madala energia füüsikat mõjutada. Muidugi on see oletuslik, kuid võiks anda lahendusi mõnele lahtisele küsimusele.



Paljudele füüsikutele tundus renormeerimine algul paraja vusserdamisena. Isegi üks renormeerimise väljapakkuja, USA füüsikateoreetik Richard Feynman (pildil), oli selle suhtes üsna kriitiline veel aastakümneid hiljem

renormeerimisest: olukorda hakati mõistma nii, nagu kirjeldasime eespool: vaakum ei ole tühi ruum ja eri kaugusel elektroni laengut mõõtes on selle mõju erisugune. Katseliselt kinnitati see CERNis LEPi-kiirendis, kus kättesaadava energia (200 GeV) korral oli elektronide-positronide pörkejõud umbes 8% tugevam kui madala energia korral.

Mõni füüsik on naljaga pooleks öelnud, et sellega raiuti läbi seosed eri energia- ja ruumiskaalade vahel füüsikas. Osakestefüüsika eksperimentaatoritelt võeti lootus teha madala energiaga eksperimentides avastusi väga kõrgetel energiatel kulgevate protsesside kohta.

Siiski ei pruugi see päris tõsi olla. Teoreetiliselt võiks kõrge energia füüsika siiski salamahti madala energia füüsikat mõjutada. Muidugi on see oletuslik, kuid võiks anda lahendusi mõnele lahtisele küsimusele. Teoreetikutel on tulnud murda pead, miks on Higgsi bosoni mass või tumeenergia skaala Plancki massiga võrreldes nii väike. Nimelt on Plancki mass meile teadaolevalt kõige suurem mass, mis osakesel olla võiks. Higgsi massist on see

kümme miljonit miljardit korda suurem. Tumeenergia skaala on veelgi pisem: see on isegi elektroni massist mitu miljonit korda väiksem.

Ühe võimalusena on pakutud, et madala ja kõrge energia füüsika ei ole siiski rangelt eraldatud. Autoga teel sõitmise analoogias tähendaks see, et väikesed konarusused mõjutaksid kaugelt sõiduauto ratast, kuigi nad otse kokku ei puutu. Nii võiks kõrge energia füüsika – nagu kvantgravitatsioon – avaldada mõju suhteliselt madala energia füüsikale ning Higgsi bosoni massi ja tumeenergia tugevust alla suruda. Muidugi tuleks sellise eksootilise teooria kinnitamiseks katseliselt näidata, et kõrge energia füüsika seda tõesti võimaldab. •

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

Kristjan Kannike (1978) on keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur, kelle teadustöö põhineb osakestefüüsika, kosmoloogia ja varajase universumi füüsika.

Kultuurievolutsioon ja memmeetika

EDIT TALPSEPP

Seletamaks inimese toimimissfääre, rakendatakse evolutsiooniteooriat kahel põhilisel viisil. Esimese puhul otsitakse vastust küsimusele, mil määral saab inimese kui evolutsiooni teel arenenud olevuse mõtlemise ja käitumise kohta rakendada evolutsioonilisi seletusi. Teise puhul proovitakse evolutsiooniteooria seletusmudeleid kasutada nähtuste ja arengute kohta, mis kuuluvad bioloogiavälistesse inimtegevuse valdkondadesse (nt majandus, poliitika, religioon, inimkultuur üldiselt).

Esimene käsitlus keskendub oma selgitustele, kuidas (mh näiteks kultuuriloomeliseks olevad) käitumis- ja mõttemustrid mõjutavad inimese (või inimpopulatsiooni) evolutsioonilist edukust või kohasust (ingl *fitness*). Teine meetod käsitleb evolutsioonile alluvate loodusliku (või siis kultuurilise) valiku ühikute inimese kultuuri fenomenide endid, üritades rakendada evolutsiooniteooriast laenatud printsiipe või mudeleid selleks, et ennustada, põhjendada ja seletada niisuguste fenomenide „evolutsioonilist“ edukust või ebaedu, st inimühiskonnas säilumist või sealt kadumist. Kuna tihti seletatakse seda säilumist või kadumist taoliste fenomenide evolutsioonilise kasu kaudu inimestele, on kaks eelkirjeldatud käsitlust küll omavahel tihedalt seotud, ent nende kahe pädevust ja rakendusulatust hinnates ja analüüsides ei tohiks neid siiski omavahel segamini ajada.

Esimese vaateviisi kuulsaimad, ent tänapäevaks küll mõneti aktuaalsust kaotanud näited on sotsiobioloogia ja evolutsioonipsühholoogia, teise puhul aga kultuurievolutsiooni darvinistlike printsiipide kaudu käsitlev memmeetika-teooria, mille keskne mõiste on kultuuriühikut tähistav „meem“.

Termini „meem“ leiutas ja võttis kasutusse Richard Dawkins oma 1976. aasta raamatus „Iseka geen“ („The Selfish Gene“), ehkki selle sõna juured ulatuvad vanakreekakeelse terminini *mīmēma*, mis tähendab imiteeritud asja. Nimetatud Dawkinsi teoses tutvustatava teooria kohaselt sõltuvad kõik



Daniel Dennetti väitel on meemid väikseimad elemendid, mis end usaldusväärselt replitseerivad, ning ka inimteadus ise on suur meemikompleks

evolutsioonilised protsessid informatsiooni varieerumisest, kopeerimisest ja valimisest; kopeeritavat infot nimetab autor replikaatoriks. Bioloogilise evolutsiooni aluseks oleva loodusliku valiku tõeliseks ja peamiseks ühikuks peab ta geeni, organismid on Dawkinsi arvates pelgalt geene kandvad masinad (ingl *vehicles*), geenidele keskkonnaga kontakti võimaldavad vahendid, interaktoriid. Tema väitel juhib ka kultuuri-evolutsiooni samalaadne protsess ning

replikaatoriteks on selles kontekstis iseseisva eksistentsiga meemid, mille näidetena nimetab ta selliseid nähtusi nagu moevoolum, viisijupid, tehnoloogiad millegi ehitamiseks jms. Nii loodusliku kui ka kultuurilise valiku aluseks on võitlus mingite piiratud (looduslike või inimeste ajades olevate vaimsete) ressursside pärast ning nii geenidel kui ka meemidel on põhjuslik mõju, st nende omadustest sõltub nende replitseerumine ja säilumine populatsioonis. (Tuleks tähele panna, et tänapäeval kasutatakse sõna „meem“ peamiselt internetimeemide kohta, mis aga hõlmavad meemidest laiemas mõttes ainult väikese osa. Internetimeemide levikut jms uurib internetimemmeetika.) Samamoodi kui geenid, mis võivad koostööd teha koadapteerunud geeni-kompleksidena, võivad Dawkinsi järgi ka meemid moodustada koadapteerunud komplekse ehk meemiplekse (ingl *memeplex*). Meemiplekside näidetena on ta muu hulgas nimetanud keeli, traditsioone, teadusteooriaid, majandus-institutsioone ja religioone. Neid viima-

Dawkinsi väitel on kultuurievolutsioonis replikaatoriteks iseseisva eksistentsiga meemid, mille näidetena nimetab ta selliseid nähtusi nagu moevoolum, viisijupid, tehnoloogiad millegi ehitamiseks jms.

seid nimetab Dawkins ise „vaimu viirusteks“ (ingl *viruses of the mind*).

Memeetikat toetavate tuntumate autorite hulka kuuluvad ka näiteks psühholoog Susan Blackmore ja filosoof Daniel Dennett. Blackmore arendas oma teooriat välja 1999. aastal avaldatud teoses „The meme machine“ (eestikeelne tõlge „Meemimasin“ ilmus 2003. aastal). Ta väidab, et peale geeni tekkis teine replikaator imiteerimiskäitumise väljaarenemise kaudu meie esivanematel ning inimesed koadapteerusid n-ö meemimasinateks, mis kopeerivad, varieeruvad ning valivad meeme kultuuris. Seejuures on meeme kopeerivas ja edastavas imiteerimistegevuses suur roll sotsiaalsel õppimisel ja õpetamisel.

Daniel Dennett arendas oma versiooni memeetikast 2017. aastal publitseeritud teoses „From bacteria to Bach and back: the evolution of minds“ („Bakterist Bachini ja tagasi: vaimu evolutsioon“) ning 1995. aastal ilmunud raamatus „Darwin's dangerous idea“ (eestikeelne tõlge „Darwini ohtlik idee“, 2011). Tema väitel on meemid väikseimad elemendid, mis end usaldusväärselt replitseerivad, ning ka inimteadvus ise on suur meemikompleks.

Memeetikaga seotud filosoofilised küsimused ja probleemid algavad juba põhimõiste, s.o meemi määratlemisega. Üks suur lõhe memeetikateoreetikute vahel on internalistide ja eksternalistide eristus. Internalistide (kelle hulka kuulub ka Richard Dawkins) väitel on meemideks kui kultuuriedastuse ühikuteks teadvusesisesed fenomenid (nn i-meemid), nt ideed, uskumused jne (ehk siis ideed moevooludest, tehnoloogiatest jms). Eksternalistid aga peavad meemideks vaadeldavaid esemeid ja käitumisi (nn e-meemid). Nende peamine kaitseargument on see, et vaimseid entiteete pole võimalik vaadelda, ning memeetika ei saa teadusena, eriti kvantitatiivse teadusena areneda, kui me ei keskendu kultuuri otseselt kvantifitseeritavatele aspektidele.

Internalistid omakorda väitsid, et enamiku kultuuriantropoloogide arvates koosneb kultuur uskumustest, mitte artefaktidest, ning et artefaktid ei saa olla replikaatorid samal viisil, kui seda on mentaalsed entiteetid (ja DNA). Samuti prognoosivad internalistid seda, et areneva tehnoloogia abil on kunagi tõenäoliselt võimalik otseselt vaadelda ka ajuseisundeid. 2011. aastal demonst-



Susan Blackmore kirjutab inimese ajumahu suurenemise tööriistade kasutuselevõtu arvele, ent evolutsiooni käiku mõjutas tema väitel tõenäoliselt ka imiteerimisoskus iseenest: looduslik valik võis mingil ajal hakata soosima indiviide, kes tegid tarku otsuseid selle kohta, milliseid meeme üldse imiteerida, ja olid heade imiteerimisoskustega

reeriski Adam McNamara neuroühendusi uurides võimalust vaadelda seda, kuidas inimesed sisemisi meeme (i-meeme) töötlevad. Susan Blackmore ei toetanud ei eksternalismi ega internalismi, tema väitel on meemid kõik nähtused, mida saab ühelt inimeselt teisele kopeerida, olgu need siis jutud, laulud, harjumused või muud sorti informatsioon.

Teine oluline küsimus on see, milline on meemide suhe geenidega. Mõne autori arvates on meemid iseseisvad replikaatorid, teiste sõnul sõltuvad need aga geenidest. Näiteks Blackmore'i sõnutsi on nii geenid kui ka meemid universaalsed replikaatorid, millel mõlemal on kolm omadust: suure usaldusväärsusega replitseerumine, suur „viljakus“ (ingl *fecundity*; võimalised olema aluseks paljudele koopiatele) ja „pikaelasticus“ (ingl *longevity*; kestavad paljude põlvkondade vältel). Samas pole meemid tema väitel siiski sama head replikaatorid kui geenid: kuna sama ideed võib väljendada erisuguste seda toetavate meemidega ning inimeste imiteerimisvõime sotsiaalse õppimise teel on ebausaldusväärsem kui geeni-replikatsioon, tuleb meemide kopeerimisel ette suuremaid „mutatsioone“ kui

geenide kopeerimisel ning koopiad on kopeeritavaga võrreldes ebatäiuslikumad ja varieeruvamad. Siiski on meemid tema väitel iseseisvad replikaatorid ega „allu“ geenidele, vaid võivad pigem mõnel juhul isegi geneetilisest evolutsioonist mõjutada. Näiteks inimese ajumahu suurenemise kirjutab Blackmore tööriistade kasutuselevõtu arvele, ent evolutsiooni käiku mõjutas tema väitel tõenäoliselt ka imiteerimisoskus iseenest: looduslik valik võis mingil ajal hakata soosima indiviide, kes tegid tarku otsuseid selle kohta, milliseid meeme üldse imiteerida, ja olid heade imiteerimisoskustega.

Uskumust, et meemid sõltuvad geenidest, illustreerib küllaltki tihti kõlav eeldus, mille järgi püsivad meemid inimühiskonnas seetõttu, et annavad oma kandjale evolutsioonilise eelise. Paljudel juhtudel see kahtlemata kehtib, ent leidub ka edukaid meeme, mis on oma kandjale suisa surmavad, seega evolutsioonilises plaanis kahjulikud. Daniel Dennett on niisugustest meemidest rääkides viidanud nn Wertheri efektile. See on saanud nime Goethe romaani „Noore Wertheri kannatused“ järgi, mille noorte lugejate seas levis väidetavalt kulutulena enesetappude laine. Mil määral on konkreetsel juhul tegu müüdi või realselt juhtunuga, pole päris selge, ent selliseid kultuurifenomenide tõukel aset leidvaid ja levi-vaid suitsiide ning ennastkahjustavaid käitumisviise on inimkonna ajaloos kahtlemata ette tulnud. Ka need nähtused illustreerivad ilmekalt, miks peaksime tähelepanu pöörama kirjatüki alguses esile toodud eristusele seletusmuustrite vahel: meemide „evolutsioonilise edu“ seletused erinevad seletustest selle kohta, millist evolutsioonilist kasu toovad need meemid end kandvale indiviididele või populatsioonidele. Siinkohal eksisteerib ka oht, et meemi sootsiumis püsimist või sealt kadumist võidakse (näiteks ideoloogilise kallutuse tõttu) põhjendada selle väidetava evolutsioonilise kahju või kasuga meemi kandvale indiviidile, isegi kui puuduvad võimalused seda kahju või kasu mõõta ning vastavasisulised väited on pelgalt spekulatiivsed.

Kim Sterelny ja Paul Griffiths on esitanud minu arvates kõige põhjapanevama kriitika evolutsiooniteooria mudelite kultuuriühikute evolutsioonile rakedamise kohta. Nimelt viitavad nad tõi-gale, et memeetika puhul jääb mõne-



DMITRY ROZHKOV / WIKIPEDIA

Biokultuurilise evolutsiooni teooria järgi on bioloogiline ja kultuuriline evolutsioon omavahel vastasmõjus. Pildil on Leticia Huerta temaatiline maaling USA-s North Scottsdale'i piirkonnas asuva kortermaja seinal

võrra küsitavaks selle seletusjõud ja selgituste fookus: milliseid fenomene memeeetika raames täpselt seletada üritatakse? Memeeetika loob tõepoolest kultuuri- (majandus-, poliitika-, ühiskonna- jms) fenomenide kirjeldusi evolutsiooniteooria keeles: nii nagu bioloogianähtuste korral, võime ka kultuurinähtuste korral tõepoolest märgata varieeruvust, edasipärandumist ja teatavat valikut. Ent selleks, et anda kultuurievolutsiooni kohta seletusi, ennustusi jms evolutsiooniteooria mudelitega, võivad paralleelid olla liiga nõrgad: bioloogiline evolutsioon sõltub paljudest detailidest, mida me meemievolutiooni puhul eeldada ei saa. Näiteks on paljudes kultuuriprotsessides võrreldes bioloogilise evolutsiooniga palju suurem roll tahtlikul planeerimisel (kuigi see pole ka bioloogilises evolutsioonis tähtsusetu) ning seega võivad valikumehhanismid kahes valdkonnas olla sootuks erisugused, kui memeeetika seda ette näeb.

Bioloogiaprofessor H. Allen Orr aga toonitab, et näiteks majanduse kontekstis võib turukonkurentsi ja bioloogilise olulusvõitluse võrdluse kitsaskohaks osutuda asjaolu, et evolutsiooniteooria seletusmudelites puuduvad turuhinnad, mis on majandusmudelites kesksel

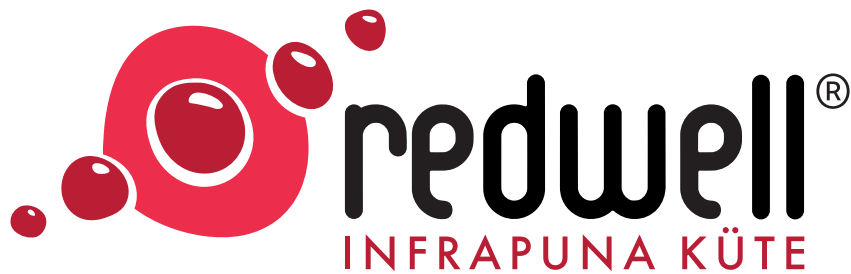
Praeguseks ajaks on memeeetika suures osas kaotanud tõsiselt võetava uurimisparadigma staatuse ning paljud tuntud memeeetika-teoreetikud on loobunud sellega tegelemast.

kohal. Sellise erinevuse korral saame aga rääkida vaid metafooridest, mitte ühe valdkonna seletuste rakendamisest teise valla nähtuste kohta. Griffiths ja Sterelny viitavad ka sellele, et bioloogiline evolutsioon kulgeb üldjuhul kumulatiivselt, tunnuste järkjärgulise muutumise teel, ning selleks peab mutatsioonide tase olema mõõdukalt madal. Ent nagu juba nägime, võib see meemide pärandumise korral olla väga kõrge. Seega, kui jätta kõrvale mõni spetsiifiline teadusharu, kus võib tõepoolest aja jooksul toimuda kumulatiivne teadmiste kasv, pole üldiste kultuurifenomenide (nt moevoolude) puhul selge, mida nende määratlemine „meemidena“ meile seletuslikult-ennustuslikult annab.

Kõike eelöeldut arvesse võttes pole eriti imestusväärne, et praeguseks ajaks on memeeetika suures osas kaotanud tõsiseltvõetava uurimisparadigma staa-

tuse ning paljud tuntud memeeetikateoreetikud on loobunud sellega tegelemast (näiteks Blackmore hakkas vabakutseliseks teaduskirjanikuks ning on keskendunud teadvuse ja kognitiivteaduse valdkonnale). Kultuurievolutsiooni uuringutest pole siiski loobunud, ent nende teoreetilised raamistikud on mõnevõrra muutunud. Memeeetikast populaarsem on tänapäeval näiteks topelt-pärilikkuse teooria (ingl *dual inheritance theory*, DIT) ehk geenikultuuri koevolutsiooni ehk biokultuurilise evolutsiooni teooria. Selle järgi on bioloogiline ja kultuuriline evolutsioon omavahel vastasmõjus (kultuuri mõistetakse siinkohal sotsiaalselt õpitud käitumisenähtuseks) ning kultuurievolutsiooni kirjeldamiseks või seletamiseks pole vaja meeme postuleerida. Selleks et kultuurievolutsiooni illustreerida ja ennustada, on hakatud kasutama ka arvutisimulatsioone, mida aina täiustatakse. Kuivõrd viljakaks uued uurimismeetodid ja mudelid osutuvad, näitab aeg, ent memeeetika traditsioonilisel kujul on tõenäoliselt oma aja ära elanud. •

Edit Talpsepp (1981) on Tartu ülikooli teadusfilosoofia teadur.

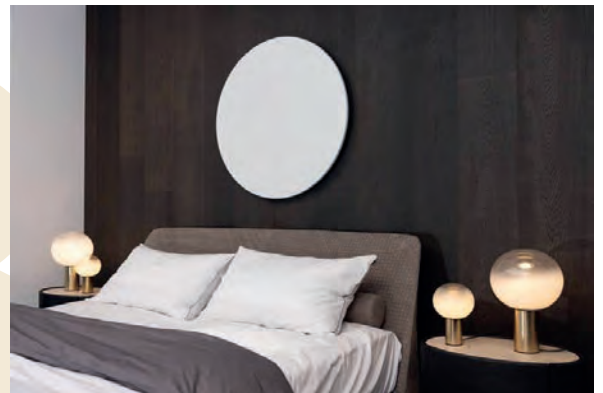


Redwelli infrapunaküte annab
kodusoojusele uue tähenduse.
Tervislik soojus ja uuenduslik disain -
Redwell ühendab meeldiva ilusaga.

Üle 20 aasta on Austria ettevõtte Redwell Manufaktur arendanud ja tootnud parima kvaliteedi ja lihtsa kasutusega infrapunaküttesüsteeme, et kütmine ei oleks tüütu ega energiamahukas tegevus. Küttekehade loomisel on silmas peetud, et soojaallikas oleks ka silmale ilus vaadata ja töökindel.

Redwelli infrapunakütte eelised

- Infrapunaküte, mis vastab kiirgusefektiivsuse standardile IEC 6075-3:2020!
- Lihtne paljude võimalustega paigaldus
- Tervislik sisekliima, puhtam õhk
- **Energiasääst** pindades salvestuva soojuse tõttu
- Ühtlane temperatuur kogu ruumis
- **Hooldus- ja müravaba**
- Võimalik ise kujundada ja kaunistada
- Mitmekülgne, nutikate lisafunktsioonidega
- Sobib ka niisketesse ruumidesse
- **Eri lahendused kõrgete ruumide jaoks**
- Garantii 10 aastat



Toodetega saab tutvuda veebilehel **redwell.ee**,
personaalsed pakkumised **info@redwell.ee**.

Soovi korral tuleme kohale, et koos parimad
lahendused leida.

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

„Uus aasta tuleb pliivaba“

KEN KALLING

Nõnda kuulutas Õhtuleht 1999. aasta detsembris. Uudis seisnes selles, et alates uuest aastatuhandest ei tohtinud Eesti tanklates enam müüa pliid sisaldavat bensini. See kaotas ühe pliimure põhjustest, ent pliisaaste tagajärgedega looduses peame veel kaua arvestama.



WOLFGANG SAUBER / WIKIPEDIA

Roomlaste pliist veetorud, mis on välja kaevatud Chesteri linnast Inglismaalt

Mürgine raskmetall

Vanasti tunti pliit seatina nime all. Oli ka inglistina ehk päris tina, kusjuures nende vahel ei pruugitud alati vahet teha. Tina (*stannum*, Sn) ongi paljudelt omadustelt pliiga (*plumbum*, Pb) sarnane raskmetall, aga neil on üks oluline vahe: erinevalt tinast on plii mürgine.

Pliid kasutatakse laialdaselt, sest ta on odav, lihtsasti hangitav, töödeldav ja korrosioonikindel, moodustab sulameid ning seob hästi pigmente. Teda leiab ka praegu akudest, klaasist, emaildest ja värvidest-lakkidest, meditsiinitarvikutest jne. Eesti keelde on plii jätanud jälje sellise hästi tuntud eseme nagu pliats nimetuses.

Organismi sattununa seostub plii vererakkudega ja pärsib kudedes mitme ensüümi sünteesi. Kroonilise mürgistuse sümptomid on unisus, kõhu- ja peavalu, oksendamine, kõhukinnisus, kaalulangus. Plii tekitab kehvreresust ning närvi-, neeru- ja südamekahjustusi, ilmselt ka vähki. Mürgistuse raskus on olemas pliiga kokkupuute kestusest, dooside suurusest ja inimese vanusest. Täiskasvanuil imendub organismi sat-

tunud pliist 5–10% (osa ladestub luudesse ja on vähem ohtlik), lastel kuni 50%. Siinkohal tuleb meele pidada, et plii on närvimürk. Loodetel ja väikelastel pidurdab mürgistus vaimset arengut ning põhjustab edaspidises elus tähelepanuhäireid ja agressiivsust.

Pliimürgistus võib olla tingitud nii eluviisist kui ka -keskkonnast. Looduses leiduv plii on küllaltki mitteaktiivne ega ohusta inimest. Probleemid algasid umbes 6500 eKr, kui nüüdse Türgi aladel õpiti seda metalli kaevandama ja kasutama. Edaspidi sattus plii inimorganismi õhust tolmuna, aga ka vee ja toiduga.

Kas Rooma allakäigu põhjustaja?

Plii mürgisust tajuti juba tuhandeid aastaid tagasi. Antiik-Kreeka arstid seostasid sellega koolikuid (ägedaid sisemisi valuhooge), verevaesust ja podagrat. Ka nüüdismeditsiin tunnistab pliimürgistust podagra sümptomite tekitajana.

Plii tootmise ja tarvituse kõrge saabus Rooma impeeriumi aegadel. Ka praegu Gröönimaa liustikest võetud

proovidest leitakse toona Hispaanias ja Kreekas asunud suurte kaevanduspiirkondade tekitatud atmosfäärisaastet. Roomas kasutas pliist valmistatud esemeid eeskätt eliit. Nende käsutuses olid laua- ja kööginõud, veinianumad, veetorustik, kosmeetika (plisulfiid ripsmetušis) jm. Usutakse, et toonase rikkuri organismi võis päevas sattuda kuni 35 milligrammi pliit (võibolla rohkemgi). Võrdluseks: pliibensini kasutamise kõrgajal oli see näitaja USA-s sada korda väiksem.

Selline olukord, arvestades pliimürgistuse kahju vaimutervisele, on viinud mõne ajaloolase mõttele, et plii võis olla Rooma allakäigu põhjus – sageli on seda kirjeldatud toonaste valitsejate moraalse ja vaimse degeneratsioonina. Tegelikult ilmselt selline ei olnud.

Plii tootmise ja tarvituse kõrge saabus Rooma impeeriumi aegadel. Roomas kasutas pliist valmistatud esemeid eeskätt eliit.

Roomlased teadsid plii kahjulikkusest, näiteks soovitati veetorud teha plii asemel puidust. Oli siiski üks viis, kuidas plii inimorganismi jõudis, ja see puudutas kõiki ühiskonnakihte.

Plii veinis

Roomlased teadsid, et pliisooladel on magus maitse, ning sedagi, et plii mürgisus takistas mikroorganisme kääritamast veini äädikaks. Seega lisati veinile *sapa*'t: viinamarjasiirupit, mis oli saadud kuumutamisel pliist anumates. Seda kasutati mujalgi toitudes. Kuivõrd mahla happelisus soodustas plii eraldumist, võis ühes liitris *sapa*'s olla kuni üks gramm pliid.

1690. aastal kirjeldati Ulmi linnas Saksamaal sagedaid raskeid koolikujuhtumeid. Sealne linnaarst pani tähele, et samas kloostri elavatest munkadest need, kes ei tarbinud veini, olid priid ka kõhuhädadest. Probleemi põhjus pidi niisiis peituma veinis. Täpsemalt uurides selgus, et veinile lisati parema säilivuse nimel ainet, mida tunti pliisuhkruna (pliiatsetaat). Kuivõrd linna heaolu olenes suuresti veinikaubandusest, keelati surmanuhtluse ähvardusel kasutada veinis pliiühendeid.

Kuigi Ulmis toimiti niimoodi, ei muutunud olukord mujal maailmas. Järgnevad sajandid olid tunnistajaks kooliku- ja podagrapuhangutele, mida juba tollal osati põhjendada kas siidri valmistuse mahlapresside pliidetailide, portveini pliisisalduse või õlleanumate mürgisusega. Üks esimesi USA rahvatervise vallas vastu võetud seadusi keelustas „tinapaberi“ tarvituse alkoholi-pudelite sulgemiseks.

Tinavalge, täpsemalt pliivalge

Pliimürgistusel on keskne koht töötervishoiu ajaloos. Juba sajandite eest kirjeldati pliiühenditega töötavate tööliste hirmuäratavaid sümptomeid. Pandi tähele, et ohtlikes oludes töötavad naised jäävad sageli lastetuks ja neil sündinud lapsed surevad varakult. Tähelepanekud plii ohtlikkuse kohta ei takistanud seda kasutamast omaaegsetes ravimites. Lähtudes „sarnast sarnasega“ ravilookest, raviti pliiühenditega ka koolikuid, sisuliselt pliimürgistusi.

Mürgistustele andis hoogu trükitööstus, kus pliist valmistati trükiplaate. Sellest metallist oli neid lihtne vormida ning hiljem järgmise teksti valamiseks ümber töötada.

Üks oluline tee, mille kaudu plii



Eestis keelati pliihaavlid 2013. aastal veelinnujahil; mullu veebruaris jõustus pliihaavlite tarvituse keeld märgaladel ja veekogude juures.

Juba loodusesse sattunud plii on röövlindudele siiski endiselt ohullikas. Tartus Eesti maaülikooli loomakliinikus ravi saanud merikotkas paranes sedavõrd, et lasti tagasi loodusesse

inimorganismi satub, on pikka aega olnud värvainete tootmine ja tarvitus. Minevikus tinavalgena tuntud värvipigmenti (pliivalge, aluseline pliiakarbonaat) õpiti tegema juba antiikajal. Kuni 20. sajandini oli tegemist olulisima valge värvi allikaga, mida kasutati hoonete, laevade jm objektide värvimiseks (mürgine aine kaitseb puitu), kuid ka kunstis. Siit huvitav fakt: kuivõrd plii neelab röntgenikiiri, on praegused kunstiteadlased hädas omaaegsete maalide röntgenuurimisega.

Oht elusloodusele

Plii kasutamist viimistlusvärvides hakati keelama juba saja aasta eest. Samal ajal, 1921. aastal, avastati, et plii aitab suurendada mootorikütuste oktaaniarvu ehk plahvatuskindlust. Kuigi aine mürgisus oli teada ning esimeses pliibensiini tootma hakanud vabrikus suri lühikese aja jooksul 17 inimest ja paljud lõpetasid „hullumajas“, levis „etüüli“ (tegelikult tetraetüülpilii) nime all bensiinile lisatava vahendi kasutamine jõudsalt. 20. sajandil said sisepõlemismootoritest peamised looduse saastajad.

Tänapäeva Eestis on pliihaavlid üks olulisim merikotkaste suremuse põhjustaja.

Usutavasti paiskus Euroopas 1970. aastatel õhku 200 000 tonni pliid. Esimesena lõpetas plii tarvituse bensiinis 1972. aastal Jaapan.

Pliibensiini mõju järelmid on endiselt pinnases, pealegi on inimesed praegugi võimelised end eri moel pliiga mürgitama. 1994. aastal tekkis Ungaris ränk tervishoiuprobleem, kuna pliiühendeid oli kasutatud selleks, et anda paprikapulbrile erksamat värvi. 2023. aastal hoiatati USA-s tarbijaid suure pliisisalduse eest kaneelipulbris. Kahtlustuse järgi on toodet tahtlikult rikutud, et parandada välimust ja suurendada kaalu. Arengumaades elavad sajad miljonid inimesed mürgistusohus, sest kasutavad kööginõusid, mida kohalikud meistrimehed teevad pliiga saastunud vanametallist.

Inimene ei ole ainus, kes pliimürgistuse käes kannatab. Tänapäeva Eestis on pliihaavlid üks olulisim merikotkaste suremuse põhjustaja. Need haavlid satuvad veelindudesse veekogudest ning muidugi otse püssitorudest. Maha jäetud saak jõuab paraku „looduse sanitaridesse“. Loodetavasti keelustatakse pliihaavlid lõplikult, sest õigupoolest on ka ulukiliha tarbivate inimeste pliisisaldus liiga suur. •

Ken Kalling (1963) on teadusloolane.

Kõik on suhteline

MATI LAUR

**Kui ajalugu oli hakatud pidama teadusdistsipliini, kujunes arusaam, et professionaalse ajalookirjutuse põhi-
adressaat ongi ajaloolased ise ning lugejaskond saabki
piirduda üksnes omaenese tsunftiga. Oht jääda ilma
laiemast publikust oli ajalookirjutuse muutuste varjukül, mis seadis ajaloolaste ette küsimuse „Kuhu edasi?“.**

19. sajandi lõpus tekkisid esimesed mõrad teaduse tormilisest arengust külvatud optimismi. Ratsionaalsuse asemel hakati rõhutama inimese irratsionaalsust: Sigmund Freud psühholoogias, Friedrich Nietzsche filosoofias, Fjodor Dostojevski kirjanduses. Albert Einsteini relatiivsusteooria tõi kaasa newtonliku maailmapildi kokkuvarisemise ja arusaama, et tõde on eelkõige jälgija positsioonist. Subjektiivsust tõstsid esile ka moodsad kunsti- ja kirjandusvoolud. Seni oli ajalookirjutuse teaduslikkust rõhutades nõutud kirjutaja subjektiivsuse elimineerimist, kuid nüüd hakati kahtlema, kas senine püüe hoida teaduslik käsitlus lahus uurijast ja tema kaasaja probleemidest on ikka õigustatud? Nietzsche hoiatas, et ajaloolase erapooletus ja distantseeritus oma uurimistest võib muuta ajalookirjutuse pelgalt faktiteadmiste kogumiks. Nietzsche meelest on nii üksikisikul kui ka rahval olemas optimaalne horisont, piiritlemaks, mida mäletada ja mida unustada. Totaalne mälu võib osutuda hukatuslikuks: kui ajaloo teadus esitab lakkamatult uusi fakte ja teadmisi, suutmata neid seostada, põhjustab see orientatsiooni kaotuse.

Uuskantiaani ajaloo teadvustamise subjektiivsusest

Filosoofilisel tasandil seadis positivistliku ajalookäsitluse eesmärgid kahtluse alla 19. sajandi lõpul kujunenud uuskantiaani koolkond Saksamaal, tõstatades küsimuse: mil määral saab ajaloo kulgu

tunnetada? Koolkonna eeskõnelejaid Wilhelm Windelband (1848–1915) oli veendunud, et loodusteaduslikke meetodeid ei saa ajaloo uurimisel kasutada. Windelbandi järgi eksisteerib ajalooline tõde ajaloolasest sõltumatult, samamoodi kui matemaatika reeglid, mis toimivad ka ilma neid avastamata. Unustamine ei mõjuta mõõdanikku, nagu ei mõjuta seda ka selle hilisem ajalookirjutuslik rekonstruktsioon. Eri- nevalt oleviku nähtustega tegelevatest loodusteadlastest ei ole ajaloolastel võimalik minevikku vahetult tunnetada. Sellest tuleneb kahekordne ajalookirjutuse subjektiivsus: esiteks allikate subjektiivsus – Windelband kõneleb „võitjatest, kes toodavad ajalooallikaid“ –, teiseks ajaloo uurija enda erapoolikus.

Et seaduspärasus eeldab lõputut kordumist, ajalooline areng on aga

pidevalt uuenev ja kordumatu, eitas ka Heinrich Rickert (1863–1936) võimalust otsida minevikust seaduspärasusi. Rickerti näitel võime küll täpsustada Rooma hullumeelse keisri Nero meditsiinilist haiguslugu teiste samalaadsete juhtumite järgi, seevastu Nero eluloos ette tulevaid lünki me teiste isikute elulugude põhjal täiendada ei saa: ajaloolasele on iga isik kordumatu.

Vaimuteaduste erinevust loodusteadustest rõhutas ka Wilhelm Dilthey (1833–1911), kelle arvates ei ole loodusteaduslik seletus vaimuteaduste tarbeks piisav. Peale küsimuse „kuidas?“ on inimkäitumise mõistmiseks vaja vastust küsimusele „miks?“. Kui loodusteaduslikke seletusi saab verifitseerida ehk kontrollida, siis vastused „miks?“-küsimustele jäävad Dilthey järgi paratamatult subjektiivseks, põhinedes meie endi läbielatu ülekandmisel minevikus toimunud. Nõnda süvenes 19. ja 20. sajandi vahetuseks arusaam, et ajalookirjutus on paratamatult seotud nii ajaloolase isiku kui ka tema ajastuga. Positivismi laineharjal tekkinud ettekujutus peatsest ajaloo uurimisest lõput taandus tõdemuse ees, et iga uus põlvkond kirjutab oma ajaloo, uurides taas üle möödunud ajalooetapid.

Max Weberi ideaaltüübid

Koos ajalookirjutuse subjektiivsuse tunnistamisega kujunes oht kalduda



WIKIPEDIA

Keiser Nero kui psühhopaadi haiguslugu võrrelda teiste sama laadi isikute omaga, aga üksikisikuna on Nero kordumatu, väitis Heinrich Rickert. Pildil (1785) on prantsuse kunstnik Hubert Robert kujutanud Rooma linna, mille oli väidetavalt põlema pannud Nero

Positivismi laineharjal tekkinud ettekujutus peatsest ajaloo uurimise lõput taandus tõdemuse ees, et iga uus põlvkond kirjutab oma ajaloo, uurides taas üle möödunud ajalooetapid.

teise äärmusse: ülemäärasesse relativismi. Sobivat keskteed otsinud Max Weber (1864–1920) leidis, et kuigi ajaloolist tegelikkust ei saa üldkehtivate seadustega hõlmata, ei puudu inimühiskonnas siiski oma reeglid ja seaduspärasused, mida on võimalik teaduslikult uurida. Ajaloouurimist nimetas Weber empiiriliseks sotsioloogiaks ning nägi võimalust luua näilises minevikukooses korrapära klassifitseerimise ja tüpologiseerimise abil. Selleks võttis Weber käibelee ideaaltüübi mõiste: uurija enda loodud mõttelise konstruktsiooni, millel Weberi järgi polnud reaalsuses kindlaid vasteid. Ideaaltüübid ise võisid ajas ja ruumis muutuda. Nagu keeltes luuakse korda grammatika, lauseõpetuse ja sõnastike abil, võimaldavad ideaaltüübid – Weberil näiteks rahvus, feodalism, kristlus – korradada ajaloo käigu tunnetamist. Järgnevad aastakümned on Weberi ideaaltüüpe nii kinnistanud kui ka kahtluse alla seadnud. Võtkem või vaidlus, kas rahvus on pelgalt sotsiaalne konstruktsioon või on ta ka tegelikkuses olemas.

Weberi tuntuim ajaloouurimus „Die protestantische Ethik und der „Geist“ des Kapitalismus“ („Protestantlik eetika ja kapitalismi vaim“, 1904) vastandub Marxi käsitlusele tootmisviisist kui ühiskonnakorraldust määravast tegurist ning rõhutab religiooni tähendust. Weberi väitel protestandid söövad hästi, seevastu katoliiklased magavad hästi. Protestantlike riikide majanduslikud edusammud nõudsid suuremat riskivalmidust ning edulugude kõrval ka leppimist kaotustega. Weberi arvates legitimeeris protestantlik eetika uue ratsionaalse elustiili ning muutis korrapärase töötamise kutsumuseks. Halvustav suhtumine meelelisusesse piiras tarbimist. Kõik see soodustas kapitali akumulatsiooni. Samas ei väitnud Weber sugugi, et protestantlik eetika on kapitalismi tekkeks ainus ja piisav tingimus, küll aga andis protestantidele teatava edumaa katoliiklastega võrreldes.

Õhtumaa allakäik

1914. aastal alanud Esimene maailmasõda külvas ajalookirjutusse uut pessimismi. Sõda tabas Euroopat suhteliselt ootamatult, majandusliku ja kultuurilise arengu kõrgpunktis. Seda rängemini tõi see kaasa ootustes pettumise ja läbikukkumise tunde. Esimese maailmasõjaga seostatakse ka tolle aja enim laineid löönud ajalookäsitluse „Der Untergang des Abendlandes“ („Õhtumaa



Max Weberi piltlikul väitel protestandid söövad hästi, seevastu katoliiklased magavad hästi. Siinsel maalil on Madalmaade kunstnik Pieter Bruegel vanem kujutanud talurahva pulmi 16. sajandi keskpaigas. Protestantismi mõju on silmanähtav

allakäik“, 1918–1922) edu, autoriks Oswald Spengler (1880–1936). Esialgse käsikirja sai Spengler valmis juba enne sõda. Avaldamine võttis loodetust kauem aega, kuid kogetud sõjavapustused aitasid Spengleri ideede vastuvõtu- le tublisti kaasa.

Inimkonna ajalugu vaatlleb Spengler kaheksa lokaalse ja suletud üksteisele järgneva kõrgkultuurina. Need on egiptuse, babüloonia, india, hiina, antiik-, araabia-bütsantsi, mehhiko (maia) ja õhtumaa kultuur. Spengleri järgi elab iga kultuur otsekui loodus läbi arengu kevadest talveni: ärkamise, tõusu ja languse. Iga tsükel kestab tuhatkond aastat. Esmased kultuuri algmed kujunevad talupojajühiskonnas, sealt kandub kultuur linnadesse, toetatuna vaimulikest, filosoofidest ja teistest õpetlastest, ning saavutab suurima ulatuse suurlinnades, kus ka pööbel selle omaks võtab. Siitpeale hakkab kultuur ilmutama languse märke: järsk sündivuse vähenemine, perekonnaelu lõdvenemine, enesetappude kasv, mida progresseeruv linnastumine üha süvendab. Germaani eeposte ja kangelaslauludega alanud õhtumaa kultuuri kevad jõuab Spengleri käsitluses suvisse küpsusesse Descartes'i filosoofia- ga, sügist viljakust tähistavad Kanti ja Hegeli filosoofilised süsteemid. Sotsialismiideede levikut Euroopas tõlgendab Spengler juba vaimujõu talvise hääbumisena. Tähtsaks kõrgkultuuri- riiks pidas Spengler slaavi kultuuri, ennustades selle õitsengut kolmandal aastatuhandel.

Spengleri meelest oli õhtumaa allakäik paratamatu: „Keegi ei oleta tuhande-aastase tamme puhul, et just nüüd algab tema tõeline kasv. Keegi ei oota rohutirtsult, nähes tema igapäevast kasvu, et ta võib kasvada veel mitu aastat. Siin tunneb igaüks, et on mingi piir, ning see on sisemise vormi tunne. Kuid ajaloo suhtes valitseb ohjeldamatu optimism.“ Lõplikku õhtumaa kultuuri kokkuvarisemist ennustas Spengler umbes 2000. aastaks, millal „tsivilisatsiooni möödumisega langeb lõpuks kokku ka tohutu maailmalinna kivist koloss“.

Spengleri ajalookäsitlus tekitas suurt huvi, kuid ajaloolaste leiris oli vastuvõtt jahe. Kuna Spengler ei olnud professionaalne ajaloolane, oli oponen- tidel lihtne nimetada teda diletandiks. 1924. aastal, oma kuulsuse tipul, käis Spengler ka Eestis, pidades Tallinnas Mustpeade majas ettekande siinsele publikule, peamiselt baltisakslastele. Spengleri ideedele pööras tähelepanu ka eesti haritlaskond – toona osati veel saksa keelt. Nii kõrvutas Anton Hansen Tammsaare Spenglerit teadusmaailma teise tipu Einsteiniga ning elas õhtumaa allakäigu kuulutajale kogu hingest kaasa.

Maailmasõda ei põhjustanud õhtumaa hävingut, kuid muutis märkimis- väärselt tema palet ja pilti. Nii mõndagi kuldsena tundunud ajast oli jäädavalt möödas ning ees ootas midagi sootuks uut. Uuendused terendasid ka ajaloo- kirjutuses. •

Mati Laur (1955) on Tartu ülikooli uusaja ajaloo professor.

Palverändurid teekonnal

ERKI RUSSOW

Liivimaa palverändurite teekonnast pühapaikadesse pole palju teada. Tavaliselt on mainitud üksnes sihtpunkti või ametlikult kinnitatud reisi sihtkohas või vahepeatuses viibimist. Aga meie kirjalikest allikatest ei selgu, kuidas teeline liikus või mis teda ees ootas. Samas võime üsna veendunult tõdeda, et Tallinnast, Tartust, Riiast või mujalt Liivimaalt retke alustanud läänekristliku kultuuri esindajate reisiräändajad ei erinenud mujalt Euroopast pärit palverändurite omadest.

BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE, LYON, MS 0565, F. 175



Piiskop õnnistamas palverändurite paunu ja sauasid, 16. sajandi algus

Nii siin kui ka mujal olid kõige populaarsemad lühirännud, mis ei viinud tuttavaist paigust kuigi kaugemale ning mahtusid päeva või paari sisse. Ent kui jalge alla võeti pikem reis, tuli kahtlemata põhjalikult valmistuda: igaks juhuks jagada viimseid korraldusi, vahel lasta vaimulikul õnnistada reisivarustust ning määrata nädalaid või kuid kestva retke tarbeks kindlaks vähemalt esimene sihtpunkt.

Milline oli esimene sihtpunkt, olenes loomulikult sellest, kust rändur oma teekonda alustas. Need, kes olid asunud pikale teele Kärkna kloostrist või Viljandi ordulinnusest, seadsid ilmselt sammud lähima sadamalinna poole: ehkki põhimõtteliselt võis süda-Euroopasse liikuda ka maitsi, oli mõistlikum purjetada esmalt mõnda Läänemere lõunakalda suuremasse keskusesse, nagu Gdańsk (Danzig), Stralsund, Lübeck või mõni muu linn. Näiteks sel-

leks, et külastada Saksamaal Brandenburgis asuvat Wilsnacki, üht hiliskesk-aegsete liivimaalaste populaarsemat palverännukohta, tasus purjetada Wismarisse ning sealt sadakond kilomeetrit jalgsi rännata.

Meritsi ja maitsi

Kaugematesse sihtpunktidesse jõudmiseks kasutati veetransporti järgmistelgi rännuetappidel, kui jalgsirännak tuhandete kilomeetrite kaugusele osutus mingil põhjusel keeruliseks või sobimatuks. Üle mere Lübeckisse jõudnud Santiago-rändur võis kõigepealt liikuda Hamburgi, sest sealt suundusid laevaga püha Jaakobuse hauale nii Saksa kui ka Skandinaavia maadest tulnud. Ka Pühale Maale mindi laevaga, esmajoones Veneetsiast, kus hiliskeskajal leidis arvukalt palverändurite vedamisele keskendunud reedereid.

Aga sai ka teisiti: jalgsi, ratsa või voo- riga, tehes vahepeatusi tee peale jäänud pühakohtades. Näiteks Lübeckist Aachenisse minnes käidi vahel kultuskohtades Alam-Saksimaal (nt Stinzed, Bremen), Vestfaalis (nt Blomberg) ja Reinimaal (kindlasti Köln, aga ka Düren, Trier jne) ja nii mõnigi suundus Aache- ni toomkirikust Lõuna-Prantsusmaal asuvasse Rocamadouri ja sealt Santiago de Compostelasse Galicias. Sedasi kujunesid aastasade jooksul välja kindlad marsruudid, mida mööda palverändurid reisisid. Vahel kattusid need iidsete kauba- ja sõjateedega, nagu näiteks Saksa-Rooma riigi ida-läänesuunaline, kuni Santiagoni küündinud Via Regia või põhja-lõunasuunaline Via Imperii, mis viis Rooma. Kuulsate miraaklite ja reliikviatega paiku leidis mõistagi ka ääremail, kuhu hakkas rahvast voorima alles pärast mõnda imetegu, näiteks



1436. aastal teelahkmele püstitatud teetähis suunas Lübeckisse jõudnud palverändurid Wilsnacki poole. Veel 20. sajandi alguses võis näha, et kivi kaunistas Wilsnacki palverännumärgi kujutis ning alamsaksakeelne tekst „Biddet Got vor | den ghever | des wige cruces | tor Wilsnake“. Nüüdseks on kiri ristil loetamatu

Wilsnackist sai üks Põhja- ja Kesk-Euroopa populaarsemaid palverännukohti pärast seda, kui linnas oli lõõmanud tulekahju, kuid tuleroaks langenud kabelist leiti kolm kahjutulest puutumata jäänud armulaualeiba.

Loomulikult ei mindud kaugele maale ainult hea õnne peale. Paljud teelised said abi nii kodus kui ka teel antud suulistest juhistest, kuid hiljemalt 12. sajandist alates koostati palverändureile mõeldud reisikirjeldusi ja vestmike ning trükikunsti tulekuga hakati 15. sajandi lõpukümnenditel valmistama asjakohaseid kaarte.

Nagu tänapäeval oli toonagi oluline hoolitseda reisilise heaolu eest. Nii ehitati usurändude kõrgeagadel reisi parema sujumise nimel spetsiaalseid tee-lõike ja sildu, samuti püstitati teeviitasid või hoolitseti kärestike ja mägede turvalisema ületamise eest. Sageli oli iga päevateekonna lõpus ees ootamas mõni

Teelolek ei olnud alati ohtudest ja katsumustest prii, kuid see kuulus rännu juurde: võõrsilt naasnuna oli omastele nii mõndagi rääkida.



Keskaegses Lübeckis oli vähemalt kolm palverändureile mõeldud võõrastemaja. 14. sajandil Püha Vaimu seegist välja kasvanud ja Gertrudile pühendatud hostel mahutas korraga kuni 140 rändurit, ruumide seinu katsid palverännuga seotud pühakupildid

klooster, seek või spetsiaalne võõrastemaja, kus palverändur sai vahel niisama, teisel raha eest ööks-paariks ulualust. Muidugi ei olnud teelolek alati ohtudest ja katsumustest prii, kuid see

kuulus rännu juurde: võõrsilt naasnuna oli omastele nii mõndagi rääkida. •

Erki Russow (1974) on Tallinna ülikooli arheoloogia teaduskogu vanemteadur.

Ilm ja tsunami

AIN KALLIS

Tsunami ajal hülga kõik ja põgene mäkke.
Jaapani soovitus
Karda maavärinat, äikest, tuld ja isa.
Jaapani vanasõna

Jaapan on andnud meile kõhedaid sõnu: *harakiri*, *kamikadze* ja *tsunami*. Neist kaks on seotud ilmaga. *Kamikaze* ('jumalik tuul') on teatavasti taifuun, mis kahel korral, aastatel 1274 ja 1281, hävitas suure osa Jaapani rannikule jõudnud mongolite sõjalaevastikust ja sundis selle taanduma. *Tsunami* aga tähendab jaapani keeles sadamalainet: *tsu* 'sadam', *nami* 'laine'. (Muide, „nami“ on seal maal ka naisenimi.) Tsunamisid tekitavad maavärinad, vulkaanipursked, maalihked või asteroidid.



26. detsembril 2004 oli India ookeanis maavärin, millega kaasnenud kuni 30 meetri kõrguste lainetega tsunami tagajärjel hukkus üle 230 000 inimese. Pildil paiskub tsunamilaine Tais Ao Nangi rannale

Tavalistest tuulelainetest erineb tsunamilaine mitme näitaja poolest. Tsunamilaine periood on pikk, vahel tunde (tuulelainete vahe on sekundeid), laine pikkus võib aga ulatuda sadade kilomeetriteni. Tsunamilaine kiirus on väga suur, kuni 900 km tunnis. Avaookeanil ei ole tsunamilaine kuigi kõrge, alla meetri. Nii jääb ta meremeestele märkamatuks, samuti on teda peaaegu võimalu avastada satelliitidega. Laine aeglustub alles rannikuvees ning temas sisalduv energiahulk läheb üle 10–30 meetri kõrguse veeseina kineetiliseks

energiaks. Eriti purustav on hiidlaine sadamais, sellest tuleneb ta nimetuski.

Enamiku tsunamite tekkepõhjused on tektoonilised, nimelt maavärinad. Vaid üks näide: 2011. aasta märtsis tekitas Sendai maavärin magnituudiga 9 Jaapani saarestiku lähedal 10–40-meetrise hiidlaine, mis viis rivist välja Fukushima tuumajaama.

Veealuste vulkaanide pursked on sageli hukatuslikud: 1883. aastal tekitas Indoneesia saarestikus asuva Krakatau purske 45 meetri kõrguse tsunamilaine, milles hukkus 36 400 inimest. Viimati

ne Hunga Tonga-Hunga Ha'apai vulkaani erupatsioon 2022. aastal tõi aga kaasa ilmkäraka, mis olevat Krakatau purske järel kõige kõvem, mida inimesed vähemalt paari sajandi jooksul on kuulnud.

Purskega kaasnenud helilaine levis Tonga saarestikust üheksa tunniga kõuekõminana 9700 km kaugusele Alaskale (võiks pidada uueks ilmarekordiks!), pauku kuuldi ka Fidžil ja Uus-Meremaal, samuti märgati õhurõhu muutusi väga laialdasel alal. Atmosfääris tekitas löökaine Uus-Meremaal ja Austraalias õhurõhumuutuse 7 hPa, Inglismaal 2 ja meil Tõraveres 1,7 hPa. Eesti maaülikooli SMEAR-i mõõtejaam Järveljal registreeris 15. jaanuaril kella 20.25 paiku õhurõhus kolm jonksu. Seega mõjutas see purse nii ilmastikunähtusi kui ka kliimat (atmosfääri saaste kaudu).

Megatsunamid

Megatsunamideks kutsutakse hiidlaineid, mille kõrgus kaldale sööstes ületab 100 meetrit. (Tavalise tsunامي kõrgusrekordiks on hinnatud 85 meetri kõrgune laine, mis ründas 24. aprillil 1771 Ishigaki saart Jaapani lõunaosas).

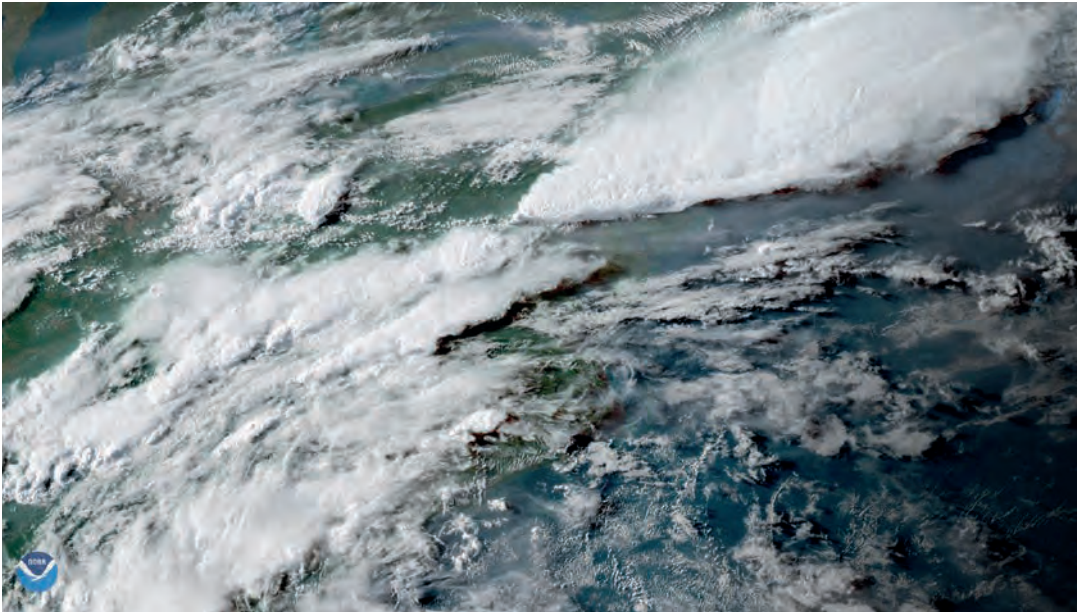
Võimsaimad megatsunamid on tingitud maalihkeist. Dokumenteeritud megatsunamidest on vägevaim 9. juulil 1958 Alaskal Lituya lahte rüüstanud 576 meetri kõrgune laine. Maavärin magnituudiga 7,5 põhjustas suure maalihke. Lahte plartsatas säärane kogus kive, et vesi paiskus vastaskaldale, puhastades seal kaljud metsast poole kilomeetri kõrguseni. Neljast meresopis kalastanud mehest pääses imekombel kaks.

Tohutuid laineid võivad tekitada ka maalihked, kui suured mäenõlvad vee kogude, näiteks fjordide kaldail, vihmaveest vettivad.

1963. aastal murdis Itaalias suur tükk Monte Toci mäe ja kukkus veehoidlasse. 250 meetri kõrguse megatsunami tõttu hukkus ligi 2000 inimest. See tragöödia kiirendas kõikjal asjakohaseid uuringuid. Osutus, et mägesid on võimalik n-ö tühjemaks pumbata. Esimene edukas katse tehti 1987. aastal Kanadas, hiljem korraldati seda Uus-Meremaal ja Šveitsis. Ohtu ei ole võimalik täielikult kõrvaldada, küll aga saab katastroofi kas või kümnekonna aasta võrra edasi lükata, nendivad seal sed geoloogid.

Viimati löi laineid megatsunami juhtum 2023. aasta septembris Ida-

DAVID RYDEVIK / WIKIPEDIA



Satelliidipilt 15. mail 2018 USA kirdeosa räsitud võimsatest äikesetormidest. Üle 500 000 voolukatkestuse ja viis surmajuhtumit põhjustanud tormid vallandasid ka meteotsunami: Delawarist Uus-Inglismaani ehk üle 1000 km pikkusel rannikualal mõõdeti ebaharilikult kõrgeid laineid

Gröönimaal, kus suur jääkamakas varises Dicksoni fjordi, tekitades ligi 200 meetri kõrguse veevoo, mis kahjustas Ella saarel asuvat sõjaväebaasi.

Ilmalikud sadamalained

Päris sageli tekivad meredel lained, mille ajendeid on raske avastada. Monograafias „Eesti kliima minevikus ja tänapäeval“ (2013) on toodud mitu ülestähendust ootamatute meretaseme kõikumiste kohta juba 19. sajandi algusaastail. Esmalt paar näidet Pärnu kohta.

1. septembril 1823 „ilmutas ennast siin mõistatuslik ja tähelepanuväärne loodusnähtus“: peaaegu tuuletu ilmaga kerkis keskpäeval jõgi, murdis silla ja viis kolm versta ülesvoolu.

Järgmine „sadamalaine“ ei lasknud Pärnus end kaua oodata. 1836. aasta 11. juulil nihutas äkiline veetõus jõel silda ning viis kaasa neli talumeest koos hobuste ja vankritega! Poole tunni pärast loksus sild jälle paika.

Kõige rohkem on tsiteeritud 1858. aasta juhtumit Hiiumaal. 15. jaanuari ööl tõusis torm. Kell 2 voolas merevesi Kärddla ojasse kuni 95 cm kõrguseni ning püsis seal üheksa minutit. Umbes viie minuti pärast saabus 107 cm kõrgune laine. Vesi taandus veerand tunni möödudes. Rootsis möllas samal ajal haruldane talvine äike.

Salapäraseid suuri laineid (ründavad ka selge ilmaga ja ilma eelneva maavärinata!) on registreeritud ning uuritud paar tuhat aastat. Ootamatutele meretaseme kõikumistele on maades, kus neid rohkem ette tuleb, antud ka

hüüdnimesid, nagu *abiki* Jaapanis, *ris-saga* Hispaanias, *marrobbio* Sitsiilias, *Seebär* Saksamaal, *sjösprång* (merehüpe) Rootsis.

Pool sajandit tagasi soovitati ilmateadlaste ringkondades niisuguste mere-nähtuste korral võtta kasutusele uus termin: *meteoroloogiline tsunami* ehk *meteotsunami*.

Enne selle termini käibelevõttu kutsuti nähtust ka minitsunamiiks. Kuigi vahel on lugu *mini*-st üpris kaugel: 1978. aastal rüüstas kuuemeetrine Aadria mere laine põhjalikult Vela Luka linna Horvaatias, aasta hiljem viiemeetrine Nagasaki sadamat. 1954. aastal hukkus Chicago rannal ootamatu veevoolu tõttu seitse päevitajat. Majanduslikud kahjud olid kõikjal väga suured.

Mis on meteotsunami eripära? Igat sorti tsunamide väline tegutsemismuster on sama: merel on laine peaaegu märkamatu, kitsastes lahtedes aga võimas. Kui n-ö tavaliste tsunamide tekkepõhjused on enamasti seismilised, siis nende ilmalike nimekaimude korral on tegu päris keeruliste meteoroloogiliste mõjutustega: järsud õhurõhu muutused, mis kaasnevad äikesetormidega, pagid jne.

Seejärel tulevad mängu resonantsinähtused, samuti ranna kalle. Kuulus 2010. aasta 8. augusti *derecho* ehk hiidpigi, mis põhjustas meil Põhja-Eestis palju pahandust, tekitas Soome lahel naabrite juures umbes meetrise äkilise veetõusu.

Lõpetuseks. Eesti olusid hästi tund-

va Moskva geoloogiaprofessori Andrei Nikonovi arvates on meie saari ja rannikut rünnanud vähemalt neli tsunamit, üks neist kahemeetrine. Ainult et madalaid tsunamilaineid on tavalisest tuulelaineist raske eristada. Küsimusele „Kas siin mail on varem ka hiidlaineid ette tulnud?“ vastas professor „Kalevi-poja“ abil: „Lage merena lainetas, / Vetevooge veeretelles. / Tuule tiivul kii-kumaie [---] Kustap meri murudelle, / Lained tulnud lagedalle.“ Pigem küll annavad tsiteeritud värsid pildi tormilainest ehk nn ajuveest tugeva läanetormi ajal.

Hoopis tõepärasema hüpoteesi Tallinna lähel umbes 90 aasta eest möllanud tsunami tekke kohta on püstitanud geograafidoktor Viivi Russak:

„Ebatavalised loodusnähtused salvestuvad kauaks rahva kollektiivmällu. Kui lahata kunagi väga populaarse laulu „Miki merehädas“ sõnu, võib sealt kergesti leida sõnumi tohutust lainest päris pealinna külje all. Neile, kes ei tea toda laulu, lühike sisukokkuvõte. Tuntud sõudja Mihkel (hüüdnimega Miki) läks Piritalt oma valge süstaga tavapärasele treeningule. Ilm oli igati soodus. Ootamatu hiidlaine (laulus Merehiid) viis aga sportlase uppumissurma äärele. Seega: kuna tiiburlaevu tollal Tallinna lähel veel ei kihutanud, võis üksiku ohtliku laine tekitaja olla vaid merealune maavärin.“ •

Ain Kallis (1942) on meteoroloog, klimatoloog ja publitsist. Tema peamine uurimisvaldkond on Eesti kiirguskliima. Töötab peaspetsialistina Eesti keskkonnaministriametis.

Kas peaks tundma muret ülitöödeldud toidu pärast?

KRISTEL VENE

Toit on toit. Või kas ikka on? Olin 11-aastane, kui Viru tänaval avati pidulikult Eesti esimene McDonalds. Elasin tol ajal Valgas, mistõttu kuulsin sellest ainult uudiste vahendusel ning minu esimene Happy Meal pidi mõned aastad ootama, kuni olime perega Tallinna kolinud. Ent mäletan seda emotsiooni, nagu oluks see eile: pehme magus burgerisai kergelt krõbeda koorikuga, ketšupi hapusus, liha mahlasus ja need soolased küllusliku maitsega friikartulid. Kas saab olla midagi veel maitsvamat?



PEXELS

mainitud 2010. aastal NOVA klassifikatsiooni raames Brasiilias. Tegemist on liigitusega, kus söödavad ained on rühmitatud nende töötlemise ulatuse ja eesmärgi alusel. Hoolimata aastakümneid koostatud toitumissoovitustest ja toidupüramiididest ilmneb inimestel järjest rohkem kroonilisi haigusi, teist tüüpi diabeeti ja rasvumist. Brasiilia epidemioloogid olid ühed esimesed, kes juhtisid tähelepanu toidu töötlemise astmele. Seni oli keskendunud üksnes toidus sisalduvatele makrotoitainetele, nagu valgud, rasvad ja süsivesikud.

Nagu uusi ideid ikka, on ka NOVA klassifikatsiooni palju kritiseeritud, sest nii mõnegi kõnealusesse toidurühma kuuluva toote koostis on makrotoitainete mõttes mitmekesine. Seetõttu on ülitöödeldud toitu väga keeruline üheselt määratleda. Ehkki NOVA ei ole arvestanud toitainelist koostist, on teadlased ühel meelel, et peame toitu käsitama keerulise kogumina, mitte ainult toitainete summana.

See on tähtis teema, kuna toit mängib inimeste tervise seisukohalt väga suurt rolli. Näiteks vaadeldakse seda, kui palju on vaja toitu enne neelamist närida, kuidas kontrollitakse küllastustunnet (millal saab aju signaali, et kõht on täis), kui kiiresti toitu seeditakse, mismoodi toimib hormonaalne sekretsioon, milline on toitainete bioaktiivsus ja -kättesaadavus, ainevahetus, toitainete sünergia ning soolestiku mikrobioomi mitmekesisus. Praegu rakendavad NOVA klassifikatsiooni paljud tervishoiu- ja toitumisorganisatsioonid, sealhulgas maailma terviseorganisatsioon (WHO) ja ÜRO toidu- ja põllumajandusorganisatsioon (FAO), et suunata toitumispoliitikaid ja teadusuuringuid kogu maailmas.

Ülitöödeldud toidu tootmisel on kasutatud toidust eraldatud ja puhastatud koostisosi, selline söögiipoolis maksab vähe ja säilib kaua

Tol ajal ei osanud ma muidugi ette näha, et minust saab toiduteadlane, kes muretsseb friikartulite akrüülamiidikoguse pärast ning selgitab vennalastele, et peab vältima just kõige tumedamaid kartuliviile, kus vähki tekitava ühendi sisaldus on kindlasti üle lubatud normi. (Akrüülamiid on kemikaal, mis tekib kõrge temperatuuril toiduainete, nagu friikartulite küpsetamisel ning võib suurtes kogustes suurendada vähiriski.)

Mingil määral töödeldakse peaaegu kõiki toiduaineid, näiteks isegi jahu,

oliiviõli ja tomatikonserve. See on täiesti normaalne osa toidutehnoloogiast ning tagab toidu ohutuse, tuttava maitse, säilimistingimused ja konsistentsi. Ülitöödeldud toidud ehk ultratöödeldud toidud (ingl *ultra processed foods*, UPF) on aga võrdlemisi uus termin. Toiduteadlased üle kogu maailma on hakanud neid toite üha enam uurima eri kontekstis, nagu inimeste tervis, toidusõltuvus, sotsiaal-majanduslik olukord, toidusüsteemide jätkusuutlikkus ja keskkond.

Ülitöödeldud toitu on esimest korda



PIXABAY

Toidupoodi, kus müüakse peamiselt töödeldud toitu, nimetatakse toidukõrbe

Säilib kaua ja peibutab maitsega

Lühidalt mõistetakse ülitöödeldud toitude all selliseid toite, kus on kasutatud toidust eraldatud ja puhastatud koostisosi, nagu hüdrogeenitud rasvad, modifitseeritud tärklised, hüdrolüüsitud valgu ja suure fruktoosisaldusega maisisiirup, või mis on saadud tehissünteesi teel, nagu kunstlikud magus-, värv-, lõhna- ja maitseained ning säilitusained, peale selle stabilisaatorid ja emulgaatorid ning muud koostisosad. Kodus toitu valmistades kasutatakse neid harva. Ultratöödeldud toidud on tavaliselt pika säilivusajaga ja mugavad tarbida. Sageli vajavad nad vähe või ei vaja üldse mitte mingisugust ettevalmistust ja on loodud ülimalt maitsevaks. Enamasti sisaldavad need toidud palju suhkrut, rasva ja soola – looduses neid omavahelises koosluses ei leia – ja on hinnatasemelt soodsad, sest neid on odavam toota.

Tõenäoliselt leidub enamiku inimeste toidulaul suuremal või vähemal määral ülitöödeldud toite. Levinud näited on suhkrurikkad karastusjoogid ja sünteetiliste magusainetega joogid, pakendatud suupisted, näksid ja kommid, kiirnuudlid ja -supid, keeksid, küpsised, jäätis.

Hea näide on pitsa. Kas pitsa on ülitöödeldud toit? Kui pitsa on valmistatud tainast, mis sisaldab jahu, soola, suhkrut, vett, oliiviõli ja pagaripärmi, ning katte koostises on kooritud tomat, küüslauk, värske basiilik, õli soola-pipraga ja mozzarella, praetud hakkliha või kanatükid, ei ole tegemist ultratöödeldud toiduga. Ülitöödeldud on aga enamik sügavkülmutatud pitsasid, mis



PIXABAY

Ise tehtud tainast pitsa, milles kasutame enda tehtud tomatikastet ja sobivaid lisandeid, on täiesti tavaline toit. Sügavkülmutatud pitsa tarbimisel tuleb mees pidada, et see on ülitöödeldud

sisaldavad peale eelmainitu säilitusaineid, antioksidante, stabilisaatoreid ja emulgaatoreid.

Miks me tarbime ultratöödeldud toitu nii suurel määral?

Ülitöödeldud toidud on tänapäevase toitumise oluline osa, eriti lääneriikides. Selle põhjus on peensusteni lihvitud ahvatlev maitse, lihtne kättesaadavus ja taskukohane hind. Näiteks Ühendkuningriigis hõlmavad sedalaadi söögid toidust 57 protsenti, kuid lastel ja väiksema sissetulekuga inimestel võib see osakaal ulatuda lausa 80 protsendini.

USA-s on samad näitajad kümnen-diku võrra suuremad. Ülitöödeldud toitu on hakatud rohkem tarbima, kuna

viimastel aastakümnetel on muutunud toidutootmis- ja turustamistavad. Selle ajend on globaliseerumine, linnastumine ja kiire elustiil. Selget erinevust näeme riikides, kus kulinaarsed traditsioonid ja toidukultuur on tugev, näiteks Vahemere maad: seal tarbitakse ülitöödeldud toitu vähem ja asjaomaste terviseprobleemide ilmneb samuti harvemini.

Ultratöödeldud toidud on tavaliselt pika säilivusajaga ja mugavad tarbida. Sageli vajavad nad vähe või ei vaja üldse mitte mingisugust ettevalmistust ja on loodud ülimalt maitsevaks.



PEXELS

Noortele reklaamitaksegi peamiselt ületöödeldud tooteid

USA ja Inglismaa on halvas mõttes head näited toidukõrbete kohta (ingl *food desert*). Toidukõrb on paikkond, tavaliselt väikese sissetulekuga linnalises või maapiirkondades, kus taskukohase ja toitva toidu kättesaadavus on piiratud või puudub täielikult, sest seal ei ole toidupood, taluturge ega tervislikku toitu müüvaid kauplusi. Seal elavate inimeste valik piirdub tihti üksnes mugavuspoodide ja kiirtoidukohtadega, kus tervislikke toite pakutakse vähe. See võib põhjustada ebatervislikku toitumist ja terviseprobleeme, nagu rasvumine ja diabeet. Ameerika Ühendriikide põllumajandusministeeriumi (USDA) hinnangul on selliseid toidukõrbeid üle 6500. Näiteks Kirde-Inglismaal on 100 000 inimese kohta 230 kiirtoidurestorani, samal ajal kui Inglismaa keskmine näitaja on 96 söögikohta 100 000 inimese kohta. See ei ole aga sugugi ainult nende kahe riigi probleem, vaid puudutab otseselt meidki.

Ka Eestis on järjest enam poode, mis müüvad valdavalt või ainult ületöödeldud toitu, näiteks Candy POP, Tiger või Koduekstra.

Toidukõrbete olemasolu ja tihedus pole ainus probleem. Muret teeb ülitöödeldud toiduainete ulatuslik ja üliatraktiivne turustamine. Sotsiaalse meedia, mida noored tarbivad, on täis asja-

omaste tootjate rahastatud meelelahutust. Youtube ulatub meie kõikide kodudesse. Milline lapsevanem poleks kokku puutunud Prime'i joogi, Takise krõpsude või Bulldogi ülivürtsikate nuudlitega, mida lapsed nii hirmsasti tahavad. Või kuulsustega, kes keelitavad meelt ja keha värskendama Pepsi või Coca-Colaga. See on menukas ja tundub elu loomuliku osana. Paljudest toodetest on juttu kaasahaaravates lauludes, nagu McDonald'si „Grimace Shake“. Sama käib ka mängude kohta, nagu kiirtoiduketi KFC loodud populaarne „Snack! In The Face“, kus nakatava muusika saatel libistatakse kanatükke naljaka kolonel Sandersi suhu. Mängu eesmärk on koguda teatav arv kanatükke, et võita KFC kanasnäki sooduskupong. Geniaalne! Isegi kui noored ei lähe kohe KFC-sse, on uuringud näidanud, et pärast osalust sellistes reklaamimängudes tarbivad lapsed rohkem toitainevaeseid näkse ning vähem puu- ja köögivilju.

Seose reklaami ja tarbitud toidu vahel on teinud kindlaks ka Yale'i ülikooli teadlased, kes on mahukas uurings jälginud lasteaialapsi multifilme vaatamas ja samal ajal näksimas. Selgus, et lapsed, kes vaatasid toidureklaame sisaldavat multifilmi, tarbisid 45 protsenti rohkem ebatervislikke näkse võr-

reldes lastega, kelle multifilmis reklaame ei olnud.

Noortele reklaamitaksegi peamiselt ülitöödeldud tooteid. Põhjus on lihtne: seesugust toitu toodetakse üle maailma, mastaabiefekti tõttu on see äärmiselt odav. Selline toit koosneb odavatest koostisosadest ja säilivusaeg on pikk. Näiteks maksavad inimesed Kit-Kati šokolaadi eest tootmishinnaga võrreldes märkimisväärselt rohkem. Ülitöödeldud tooteid ostetakse seega rohkem ning suur osa kasvust tuleneb reklaamist.

Miks peame ultratöödeldud toitade pärast muret tundma?

Üle 30 aasta tagasi tõstas Londoni King's College'i professor, epidemiooloog ja geneetik Tim Spector probleemi: miks ei ole identsete kaksikute tervislik seisund täiskasvanueas ühesugune? Ometi on neil samad geenid, nad näevad välja äravahetamiseni sarnased, naeravad samamoodi ja asetavad isegi joogiklaasi lauale ühtemoodi ja on kasvanud samas keskkonnas. Sellest hoolimata ilmnevad neil isesugused haigused, nt vähivormid, ja nad erinevad ka eluea poolest. Tim Spector on välja selgitanud, et isegi kui identsed kaksikud söövad täpselt sama toitu, erinevad nende vereanalüüsi tulemused suuresti.

Selle avastuse tõttu võeti käsi maailmakuulus kaksikute (TwinsUK) uuring, mille järgi ei põhjusta haigusi üksnes geenid. Tõestati, et identsete kaksikute soolestiku mikrobioloogiline koostis on niisama erinev kui kahel võõral inimesel. Ligi 30 aastat kestnud uuring jätkub. Tim Spector keskendus kaksikuid uurides just ülitöödeldud toitudele. Ta on teinud kindlaks, et identsetel kaksikutel, kes tarbisid ultratöödeldud toite eri määral, ilmneb suuri erinevusi kehakaalus ja tervisenäitajates. Veelgi enam: rohke ülitöödeldud toitade tarbimine kahjustab mikrobiomi mitmekesisust, mis omakorda põhjustab põletikke, ainevahetushäireid ja nõrka immuunsust. Need avastused on olnud aluseks paljudele uutele tõenditele, mis kinnitavad, et ülitöödeldud toidul on otsene tervisemõju, olenemata pärilikkusest.

Nendest mõjudest ja sellest, miks seda tüüpi toit inimest ahvatleb, saab lugeda rubriigi järgmisest artiklist. •

Kristel Vene (1984) on toiduteadlane, Tallinna tehnikaülikooli keemia ja biotehnoloogia instituudi vanemlektor.



Eritellimusmööbel



SINU MÖÖBEL – SINU MOODI!

Meie pikaaegsete kogemustega müügikonsultandid aitavad leida lahenduse ka kõige keerukamatele eritöödele

Tallinn
Järve keskuse 0-korrus
Aatriumi kassa taga
jarve@unolik.ee
5191 1255

Tartu
Jõe keskus
tartu@unolik.ee
5328 5747

unolik.ee



Tuumarelvade vaene sugulane aurustab kõik elusa

KADRI PAAS

Termobaarilise lõhkepeaga relvadel, nagu heal lapsel ikka, on mitu nime: „vaakumpommid“ või ilukirjanduslikumalt „vaese mehe tuumarelv“. Iseasi, kas neid on kohane hea lapsega võrrelda, sest hea laps ei tapa teisi inimesi piinarikkalt.



TOS-1 külwab surma. Alates sõja algusest on ukrainlased neid järjepidevalt hävitanud ja ära võtnud, ent neid jätkub Vene armeel siiani

Nimetus „termobaariline“ viitab nende pommide mõjule. Kreekakeelne sõna *termos* tähendab kuumust ja *baros* survet. Termobaariliste relvade lõhkepeade plahvatus võimendab õhurõhu ja kuumuse tekitatavat kahju.

Termobaarilised relvad töötati välja 1960. aastatel Nõukogude Liidus ja Ameerika Ühendriikides. Esimest korda kasutasidki sedalaadi relvi Ühendriikide väed, et puhastada Vietnami džunglites helikopteritele maandumiskohasid ja hävitada mässuliste tundeid. USA armee keskendus pigem termobaarilistele õhk-pind-relvadele.

Vene relvajõud on loonud mitmele oma relvale termobaarilist laskemoona, näiteks granaadi TBG-7V, mille surmava raadius on 10 meetrit ja mida saab lasta RPG-7-ga. GM-94 on 43 mm granaadi-

Nõukogude Liit võttis termobaarilised relvad innukalt kasutusele. Sovetid arendasid neid mitmel kujul, alates kaasaskantavatest rakettidest kuni mitmikraketiheitjate ja lennukipommideni.

heitja, mõeldud peamiselt selleks, et tulistada termobaarilisi granaate lähivõitluses. Granaat kaalub 250 grammi, sisaldab 160 grammi lõhkeainet, selle tappev ulatus on kolm meetrit, kuid granaadi „killuvaba“ konstruktsiooni tõttu peetakse laskjale ohutuks nelja meetrit.

Nõukogude Liit võttis termobaarilised relvad innukalt kasutusele. Sovetid arendasid neid mitmel kujul, alates kaasaskantavatest rakettidest kuni mitmikraketiheitjate ja lennukipommideni. Venelastel on need olnud käibel Afganistani, Tšetšeenia, Süüria ja kogu

Ukraina sõja vältel, sealhulgas aastatel 2014–2021 Donbassis.

Teadaolevalt kasutati TOS-1 rasket leegiheitjat ja kaasaskantavaid raketi-süsteeme RPO-A Šmel korduvalt Tšetšeenia sõdade ajal. Mõlemal relval on termobaarilised lõhkepead. Vene eriüksustel olid ka 2004. aasta Beslani pantvangikriisi ajal kooli vallutamiseks RPO-A Šmelid.

Hiljem leiti Spetsnazi positsioonidelt koguni üheksa RPO-A keret. Kreml tunnistas termobaariliste relvade tarvitust kriisi ajal. Kuna vaakum ei vali ohvreid, hukkusid niimoodi ka kõik majas viibinud elusad pantvangid.

Eriti meelsasti rakendavad Vene relvajõud termobaarilisi relvi linnades, sest põlev kütus täidab põleva aerosooliga punkrite, varjendite ja hoonete pilud ja praod. Selliste relvadega saab kõige kiiremini ja odavalt tappa korraga suurel hulgal vastaseid, sealhulgas vastase ja oma tsiviilelanikke.

Mitut tüüpi tapvad segud

Termobaarilisi relvi on mitmesuguseid. Nende hulka kuulub FAE (*Fuel Air Explosive*). FAE lõhkepea koosneb kütusest ja kahest lõhkelaengust, kusjuures laskemoon on seadistatud nii, et see plahvatab maapinnast kõrgemal. Esimene laeng hajutab kütuse laiale alale. Teine laeng lõhkab kütuse millisekundite jooksul.

Teised variandid on *Slurry Explosive Warhead*, mis koosneb põlevast vedelikust, segatuna suure koguse lõhkeainega (ka tahkega), ja *Reactive Surround Warhead*, õhukese seinaga mahuti, mis on täidetud põleva alumiiniumi ja nitrotselluloosiga.

Ukraina kontekstis on palju räägitud poolteisetonnistest laugpommidest FAB-1500, mida Vene hävitajad vallandavad sihtmärgist 60–70 kilomeetri kaugusel oma territooriumilt. Ent on olemas ka samalaadne, kuid palju tapvam relv. Kõige levinum venelaste

vaakumpomm on lennukipomm ODAB-500, mille abil on Kreml raken-danud Süürias ja Tšetšeenias põlenud maa taktikat.

ODAB-500PMV on õhusõidukilt heidetav FAE, mis kaalub 525 kg, sh 193 kg lõhkeainet. Seda saab lasta 200 – 12 000 meetri kõrguselt lennukitelt või 220–5000 meetri kõrguselt helikopteritelt. Su-34 võib kanda kuni nelja ODAB-500PMV-d. Mõne Süüria Su-22M-i kohta on teada, et nende tiivalusele on paigaldatud kuus ODAB-i.

Venemaa kaitseministeerium andis tänavu 4. aprillil teada, et nende õhuvägi kasutab nüüd uusi ODAB-500 termobaarilisi pomme. Neid lasevad välja lennukid Su-34, mida ukrainlased ühekaupa alla tulistavad. Venelaste videokaadritele on jäädvustatud lühikesed pommisähvatused, mis viitavad sellele, et pommi suunamis- ja korrigeerimismooduli tiivad on aktiveeritud. ODAB-500 hävitusulatus on 25–30 meetrit. Ta on kiiresti võimeline puhastama ka tankitõrjemiinivälju.

Ent venelased pommitavad Ukrainat ka samalaadse pommiga ODAB-1500, millel on suurem lõhkepea. Venelastel on teisigi termobaarilisi laskemoonavariante. Näiteks juhitalv pommil KAB-500-OD on 250 kg termobaariline lõhkepea. Juhitalv pommil KAB-1500S GLONASS/GPS on samuti termobaariline versioon.

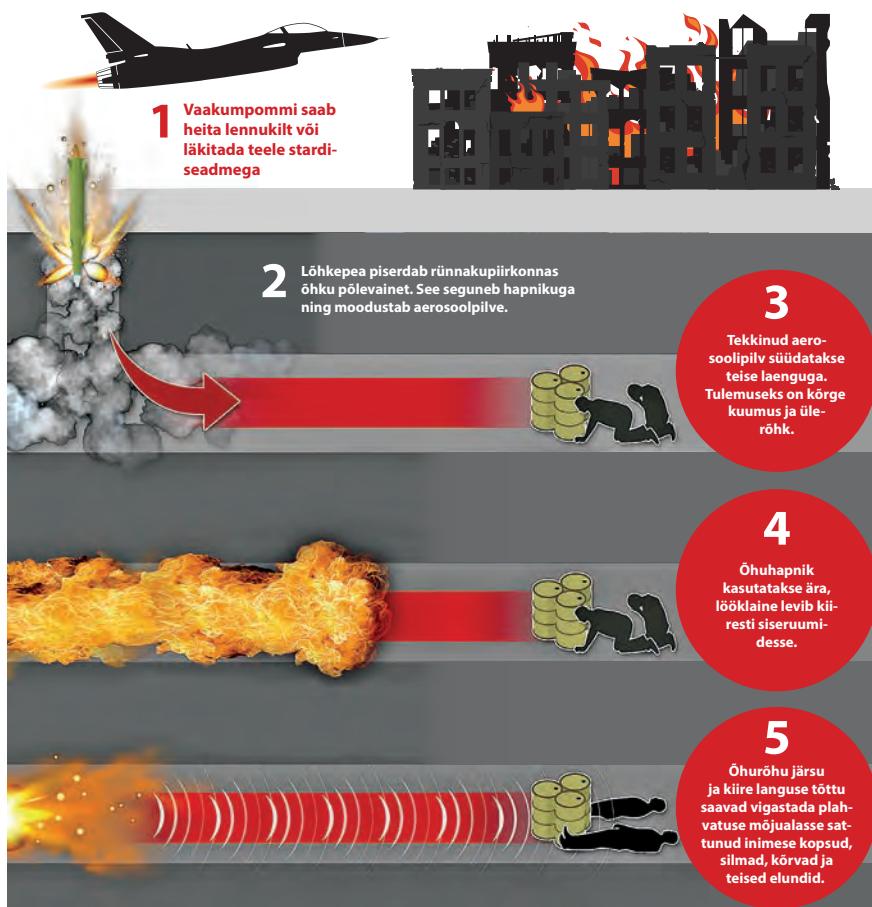
Piinarikas surm

Kui ODAB-1500 läheneb sihtmärgile kümne meetri kõrgusel, plahvatab esimene laeng, mille järel pihustub vedel lõhkeaine õhus aerosoolina laiali. See tungib kõikjale, mis ei ole hermeetiline. Seejärel plahvatab põhidetonaator ja aerosool süttib. Ükski elusolend ei jää ODAB-1500 plahvatuse järel 500 meetri raadiuses ellu.

Võrdluseks, tavalise lõhkeaine plahvatus samal kaugusel tekitaks ülerõhu 200 kilopaskalit (kPa), ent vaakumpommi oma põhjustab ülerõhu 2000 kPa. Toney Baskini ja John Holcombi 2005. aastal avaldatud uuringu järgi on plahvatuse ülerõhk 1380 kPa vabas õhus ühevõrra surmav.

Venemaa kaitseministeerium andis tänavu 4. aprillil teada, et nende õhuvägi kasutab nüüd uusi ODAB-500 termobaarilisi pomme.

Termobaarilise relva tööpõhimõte





ODAB-500-PMV mulaažid Vene sõjandusnäitusel

ALEXANDER PETROV / WIKIPEDIA

Erinevalt tavalistest lõhkelaengutest ei sisalda termobaarilised laengud hapnikku. Selle asemel põletavad nad ära ümbritseva õhu. Seetõttu võivad nad sama kaalu juures sisaldada oluliselt rohkem toimeainet kui tavapärased lõhkepead.

Põhiline erinevus termobaarilise relva ja tavalise lõhkeainega lõhkekeha vahel ongi plahvatuse kestus. Suurtüki lõhkeaine mõju võib vältida üksnes millisekundeid, kuid purustusjõud on palju suurem kui termobaarilisel lõhkepeal. See toimib kümneid millisekundeid, purustusjõud on väiksem, ent mõju elusolenditele igal juhul surmav.

Termobaariliste laengute plahvatusel tekivad tapvad rõhulöögid ja tulekera. Plahvatuse epitsentris võib temperatuur kerkida üle 3000 kraadi. Samal ajal põleb kogu ümbritsev hapnik ära, kujuneb vaakum. Sellega kaasneb märkimisväärne lööklaine, mis võib isegi õhusõiduki keret kahjustada. Peale selle põhjustab lööklaine tagasilöögi, tekitades rõhukõikumisi, mis võivad ulatuda koguni mitmesaja kilogrammini ruutsentimeetri kohta.

Termobaarilised relvad on eriti tõhusad välikindlustuste ja kergelt soomustatud sihtmärkide, näiteks koondunud jalaväeüksuste vastu. Ent mõistagi võib neid kasutada ka linnalistes asulates. Lõhkepeade võimsus on võrreldav taktiliste tuumarelvade löökidega. Ainult sihtmärk ei kiirga pärast hävinut radioaktiivselt.

Nii äkiliste rõhukõikumiste tõttu saavad inimesed piinarikkalt surma: plahvatus rebib mõjualasse sattunud inimesel kopsud katki, pressib silmumunad peast ja purustab kuulmekile. Hävitav mõju on veelgi suurem suletud ruumides, kuna lained rezoneeruvad. Südame-veresoonekonnas võib plahvatus põhjustada embooliat ja südame lihaskihi kahjustusi.

USA kaitseluureagentuuri tehtud uuringust selgub, et „plahvatuse tapmismehhanism elavate sihtmärkide vastu on ainulaadne ja ebameeldiv. Tapab rõhulöök, ja mis veelgi olulisem, sellele järgnev vaakum lõhub kopsu. Kui kütus põleb, kuid ei plahvata, saavad ohvrid põletushaavu ja tõenäoliselt hingavad põlevat kütust ka sisse. Kuna kõige levinumad FAE-kütused, etüleenoksiid ja propüleenoksiid, on väga mürgised, peaksid lõhkemata FAE-d osutama pilve sattunud inimestele niisama surmavaks kui enamik keemilisi mõju-reid“.

UKRAINA RIIKLIK PÄÄSTETEENISTUS / WIKIPEDIA



Venemaa ründas 9. juulil 2022 Tšassiv Jari linna Ukrainas Uragani rakettidega, kuid sealsete kortermajade pihta on lastud ka termobaarilisi rakette

Plahvatuse keskmes olevad inimesed hukuvad silmapilk. Kaugemal olivad saavad tõenäoliselt palju sisemisi vigastusi: neil lõhkevad kuulmekiled, sisekõrva elundid, rebenevad kopsud ja siseorganid ning ilmselt jäävad nad enne surma ka pimedaks. Kuna löögi- ja rõhulained ei põhjusta ajukoele kuigi palju kahju, ei pruugi FAE ohvrid plahvatusel kohe teadvust kaotada, vaid piinlevad elusalt veel mitu sekundit või minutit.

Kas lääne hirmutamiseks või sise-riiklikel põhjustel lõhkas Venemaa 2007. aasta septembris suurima termobaarrelva, mis eales valmistatud. Selle võimsus oli väidetavalt suurem kui väikseimatel tuumarelvadel.

Kreml nimetas selle relva „Kõigi pommide isaks“ vastuseks ameeriklaste „Kõigi pommide emale“, mis oli, tõi küll, tuumarelv. Vene pomm sisaldas ligikaudu seitse tonni rõhu all oleva etüleenoksiidi laengut, mis oli segatud nanoosakesega, näiteks alumiiniumiga, ja ümbritses tugevat plahvatusohtlikku lõhkepead. See tekitas plahvatuse, mis võrdus ligi 40 tonni trotüüli plahvatuse tugevusega.

Kaitsetute häving

Juba paar kuud pärast Ukraina sõja algust juunis kiideti Venemaa riigitelevisioonis, kuidas raske leegiheitja TOS-1A hävitab Ukrainas kõik elusa ja imeb ohvrite ehk Kremli-meelse meedia sõnul „natside“ kopsudest hapniku välja.

Suurbritannia kaitseministeerium andis 10. märtsil 2022 esimest korda teada, et Ühendkuningriigi kaitseministeeriumi andmetel kasutab Venemaa ukrainlaste vastu termobaarilist relva. Alates sõja algusest on ukrainlased TOS-1A-sid järjepidevalt hävitanud ja vangi langenud või jalga lasknud okupantidelt ära võtnud, ent neid jätkub siiani.

Ukrainlased teatasid mullu juulis, et võtsid okupantidelt ära TOS-1A ja kasutasid seda edaspidi Donetskis oblastis Torske lähedal asuvate Vene armee positsioonide tulistamiseks. Avatud allikatest pärineva teabe järgi oli Vene armee selleks ajaks kaotanud juba kuus TOS-1A-d: kolm purustatult ja kolm Ukraina vägedele.

15. juuni postitustest saab näha, kuidas termobaarilisi rakette lastakse hulgaliselt Tšassiv Jari kortermajade pihta. Samal päeval kasutasid okupandid TOS-1A-d Donetskis lõunaosas Kons-

KIRILL BORISENKO / WIKIPEDIA



TOS-1A Solntsepyok 2020. aastal Moskvas militaarmessil Armija-2020

tantinovka küla lähedal. Vanemleitnant Leonid Kartašov teenis venelaste poolt raskete leegiheitjate kompanii ülemana. „See oli hirmutav ainult esimesed 30 või 40 minutit. Pärast seda oli see lihtsalt rutiinne töö,“ uhkustas Kartašov.

Tänavu 17. juunil kelkisid Vene Telegrami-kanalid, kuidas Tuula õhudeessantvæeosa TOS-1A Solntsepyoki üksus hävitas Soledari lähedal ukrainlaste üksusi. Oma sõnade kinnituseks oli lisatud video. „Õhudeessantvæe spetsialistid annavad 220 mm termobaariliste mürskudega hävitavaid lööke AFU positsioonide vastu, põletades maha varjendeid, vaatlus- ja tugiposte, laske- moona ja suurtükiväe positsioone,“ väitsid kanalid.

Ent piinarikas surm saab kaela langeda ka lennukitelt. Tänavu 30. märtsil heitsid Venemaa õhujõud Sumõ oblastis Velikaja Vissarevka külale ODAB-1500 vaakumpommi. Kuigi ajakirja Bild Saksa sõjakorrespondent Julian Röpke väitis, et tegemist on esmakordse vaakumpommi kasutamisega Ukraina sõja jooksul, lükkas Ukraina sõjaväeluure juht Kõrõlo Budanov eksliku info ümber.

„ODAB-1500 pomme on kasutatud rohkem kui üks kord: nii rindel kui ka siis, kui Venemaa vabatahtlik korpus ja vabaduse leegion tegutsesid aktiivselt Venemaa föderatsiooni territooriumil,“ kinnitas Ukraina kindral. Õigupoolest kasutasid Vene relvajõud inimest aurustavat relva iseenda kodanike vastu.

Ukraina õhutõrjel ei ole kuigivõrd suutlikkust, hävitamaks 1500-kilogrammideid lauglevaid vaakumpomme või tavalise lõhkepeaga lennukipomme. Venemaal on tohtu hulk 1500 kilogrammi kaaluvaid pomme, mis võivad hävitada üheksakorruselise paneelmaja. Ukraina õhujõudude põhieesmärk on võidelda nende kandjate Su-34 ja Su-35 vastu.

Mais tulistas Vene hävitaja poolteise-tonnise vaakumpommi Kramatorskist 12 kilomeetri kaugusel asuvale Oleksijevo-Družkivka külale, purustades üle saja maja, kaheteistkümne auto ja kiriku. Vene väed olid võtnud sihikule eramajad ja nende elanikud.

Tanki kerele paigutatud surm

Tänavu kevadel andis Kreml teada, et on suurendatud raskete leegiheitjate TOS-1A Solntsepyok tootmise võimsust. Enne Ukraina sõda oli neid Vene armeel väidetavalt umbes 50. Vene allikad, mida ei ole võimalik kontrollida, väidavad, et nüüdseks on kõnealuste relvasüsteemide toodang kasvanud 250%. Seda ei maksa pimesi uskuda, kuid mõnevõrra võib toodangut siiski olla rohkem.

TOS-1A laialdane kasutuselevõtt kujutaks endast märksa suuremat ohtu kui tavaline suurtükivägi. Seda tüüpi leegiheitja tulistab termobaarilisi 220 mm rakette, mis kannavad 45 kg süütelõhkepead või 74 kg kaaluvat termobaarilist lõhkepead.

Termobaarilise raketi põlevaine



TOS-3 Dragoni fotod ilmusid sõjablogidesse ja foorumitesse tänavu

Suurema laskekaugusega raketid kipuvad paratamatult sagedamini hajuma, ja kuna neil on ühtlasi vähem lasketorusid, väheneb tule tõhusus tunduvalt. Nõnda muutub TOS täppisrelvast terrorisüsteemiks, mis ilmselt ongi üks venelaste eesmärk.

väiksem on tõenäosus, et laskemoon droonitabamuse korral plahvatab.

Uuendusena on Dragonil raketide stardikonteineri ümber droonitõrjepuur. Kas see säästab süsteemi, näitab päriselu lahinguväljal. TOS-3 laskemehhanism on laenatud TOS-2-lt; see on märkimisväärne löimitud laadimisüsteemi poolest. Arvatavasti on Dragon paigaldatud tanki T-90 šassiile. Selles platvormivalik viitab süsteemi vastupidavusele ja liikuvusele lahinguväljal.

TOS-3 Dragon kasutab TOS-2 laskekoona, mille laskekaugus on 10–15 kilomeetrit. Esialgu loodi TOS-1 täppisrelvaks, mis pidi punkreid ja varjendeid tabama kahe-kolme kilomeetri kauguselt. See ongi leegiheitja otstarve: otsene toetus rünnakutele kindlustatud punktide vastu.

Suurema laskekaugusega raketid kipuvad paratamatult sagedamini hajuma, ja kuna neil on ühtlasi vähem lasketorusid, väheneb tule tõhusus tunduvalt. Nõnda muutub TOS täppisrelvast terrorisüsteemiks, mis ilmselt ongi üks venelaste eesmärk.

Ukrainlastel ei ole raskeid leegiheitjaid ega termobaarilisi lennukipomme, välja arvatud need, mille nad on okupantidelt tervena rekvireerinud. Samas on Ukraina „keemikud“ arendanud välja FPV-droonidele paigaldatavad termobaarilised lõhkepead, millega saab tabada venelaste kaevikuid, punkreid ja tanke.

Tõsi, selliste laengute plahvatusjõud on väike ega suuda korraga tappa kompanii jagu jalaväelasi, ent parem siiski kui mitte midagi. „Näeme üha rohkem termobaarilisi FPV-lööke, kuna Ukraina toodab neid hulgaliselt,“ on kinnitanud relvaekspert David Hambling ajakirjale Newsweek. •

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

koosseisu kuulub propüülnitraadi vedelik ja magneesiumipulber. Pärast starti segab samuti lõhkepeas asuv eriseade need ained omavahel kokku. Raketi kaal on 173 kg ja laskekaugus süütelõhkepea korral kuni 3,6 km ja termobaarilise lõhkepea korral kuni 2,7 km. Ühe masina kogupaugu hävitusala on kuni 200 x 400 meetrit.

TOS-1A Solntsepkok on paigutatud tanki T-72 šassiile. Algul sisaldas see 30 termobaariliste lõhkepeadega raketti. Solntsepkokil on rakette vähendatud 24-ni, et terve salve saaks kiiremini tühjaks tulistada.

Lasu ettevalmistus on automatiseeritud ega nõua kolmeliikmeliselt meeskonnalt väljumist masinast. Seadmel on laserkaugusmõõtja, mis suudab määrata vastase asukoha kümne meetri täpsusega, peale selle on ballistiline arvesti, mis valmistab ette laskeandmed. Solntsepkok saavutab laskevõime 90 sekundit pärast peatumist, suutes rakette välja lasta kas ühe- või paarikaupa või kogupauna.

Rakettide vähendamine 24-ni pidi kõrvaldama ka TOS-1 põhipuuduse: väikese laskekauguse. Siiski on need eripärase välimusega relvad kõigi Ukraina droonioperaatorite ja tankitõrjerakettide operaatorite esmased sihtmärgid.

Samuti ei ole vaja palju, et pöörata tohutu jõud meeskonna vastu: isegi ühe mitte väga hästi kaitstud raketi kahjustamine kanderaketis võib vallandada ahelreaktsiooni ja maailmalõpulaadse plahvatuse. Ukraina täiemahulise sõja vältel on hävinud umbkaudu 25 niisugust leegiheitjat.

Nüüdseks on TOS-1A ja TOS-2 saanud järglase. Eri sõjanduskanalitesse ilmusid tänavu juunis fotod TOS-3 Dragonist. Ühte neist näidati huvilistele Venemaa keemiakaitsevägeade avalikul üritusel juuni alguses.

Dragonil on vähem laskepesasid: ainult 15 raketti. Võrdluseks: leegiheitjal TOS-1A on neid 24, TOS-2-l 18, aga TOS-1 Buratinol koguni 30. Mida vähem on plahvatusohtlikke rakette, seda

ENERGIASÄÄSTULAHENDUSED ÜLE EESTI

Projekteerimine

Uutele või rekonstrueeritavatele hoonetele energia-
säästlike lahenduste kavandamine, sealhulgas:

- Kütte-, ventilatsiooni- ja jahutussüsteemid
- Hoonete veevarustuse ja kanalisatsioonisüsteemid
- Kaugkütte ja -jahutuse asulavõrgud
- Veevarustuse ning kanalisatsiooni asulavõrgud
- Elektriprojektid (ka päikesepaneelide sidumine süsteemi)
- Soojustusprojektid

Meil on ulatuslikud kogemused kortermajadele komplektsete rekonstrueerimisprojektide koostamisel.

Konsultatsioonid

Energiasäästualane nõustamine ja vajaliku dokumentat-
siooni koostamine:

- Elamute, ühiskondlike hoonete ja ka tööstushoonete energiaauditid
- Tööstusettevõtete energia- ja ressursiauditid
- Hoonete energiakasutuse dünaamilised simulatsioonid
- Uutele ja põhjalikult rekonstrueeritavatele hoonetele arvutuslike energiamärgiste koostamine
- Olemasolevatele hoonetele tarbimisandmete põhjal energiamärgiste koostamine

Möötmised

Energiaõhususe valdkonna möödistustööd:

- Välispiirete õhutiheduse kontroll ehk *blowerdoor*, seal hulgas ka suurtele ($>10\,000\text{ m}^2$) hoonetele
- Välispiirete soojustuse kvaliteedi hindamine
- Hoonete sisekliima parameetrite möötmine ja jälgimine
- Küttesüsteemide vooluhulkade möötmine ja projekti-järgne häälestamine ehk tasakaalustus



www.termopilt.ee

tel 601 6500 · info@termopilt.ee



Tundmatu käsi: inimsäilmed ja nende väärikas kohtlemine muuseumis

MIREY RÜTMAN, MARI TÕRV

2023. aastal leiti Tallinna linnamuuseumi arheoloogiakogu korrastades üks salapärane ehk taustaandmeteta inimekäe katke koos vasesulamist sõrmusega. Kellele see kuulus? Kust see käsi pärit on ja kui vana? Arheoloogid otsivad nendele küsimustele vastust. Veelgi enam, see käekatke on tõstatanud hulga probleeme inimsäilmete väärika kohtlemise kohta. On tähtis, et muuseumitöötajad, teadlased ja ka üldsus teadvustaksid: paeluvate minevikulugude allikaks on kunagi elanud inimesed ja nende säilmed.

Inimsäilmed on määratletud inimese (*Homo Sapiens*'i) keha ja/või selle osadena (pehmed koed, organid, luud, sarvkest, juuksed, küüned, luuüdi, embrüod, preparaadid), nendeks võib pidada ka mingil moel muutunud või muundatud kehaosi. Selliseid säilmeid – peamiselt luudena – võib leida arheoloogiakogudest, aga ka näiteks Tartu ülikooli arstiteaduskonna meditsiini-kollektsioonist. Seda 19. sajandil alguse saanud kogu saab praegu vaadata teaduskeskuses Ahhaa. Inimsäilmeid leidub ka etnograafilistes kogudes, kus muu hulgas talletatakse inimese juustest valmistatud ehteid.

Miks me kogume inimsäilmeid?

Nüüdisajal jõuab valdav osa inimsäilmetest muuseumide kogudesse, aga ka teaduskollektsioonidesse peaaesjalikult arheoloogilistelt kaevamistelt. Miks? Oleme ühiskonnana kokku leppinud, et enne uute hoonete, torustike vm rajamist uurime läbi nende alade kultuurikihi, mis on väärtuslik allikas meie mineviku kohta. Muinsuskaitseaduse järgi on arheoloogiline kultuurikiht otsese inimtegevuse tulemusena või kaasmõjul tekkinud ladestus, mis võib muu hulgas sisaldada inim- ja loomaluud. Kuna seda laadi ladestustel on ajalooline, arheoloogiline, kultuuriline või

Oleme ühiskonnana kokku leppinud, et enne uute hoonete, torustike vm rajamist uurime läbi nende alade kultuurikihi, mis on väärtuslik allikas meie mineviku kohta.



MARI TÕRV

Tallinna linnamuuseumi kogust leitud salapärane käsi enne ja pärast proovivõttu



MEELI KÜTTIM



Aastatel 1885–1899 Cristina Kloopmanni juustest valmistatud sõrmus, mis on hoiul Tallinna linnamuuseumis (TLM_12578 H)

RAUL OLLO

uurimist taas maha. Samas jäetakse teadusele huvipakkuvad luustikud tulevas-tele põlvedele uurida. Teoreetiliselt saab kord maha maetud säilmed uuesti üles kaevata, aga see nõuab palju tööd: materjal tuleb taas korrastada, luud kirjeldada ja nummerdada. Kuigi mujal maailmas on üsna levinud tava tuua inimsäilmed kodumaale tagasi, võiks meie valdavalt kristlikest traditsioonidest pärit matuste kontekstis mõelda, kas saaks tagada säilmete haurahu hoopis hoidlates.

Miks on oluline inimsäilmeid uurida?

Inimene on paljude teadusvaldkondade uurimisallikas. Kuna praegusajal tun-neme inimese anatoomiat ja füsioloogia paremini kui eales varem, on meil näiteks isegi 20. sajandi algusega võrreldes tunduvalt vähenenud väikelaste suremus. Arheoloogiliselt kaevatud matmispaikadel nii linna- kui maakal-mistutel on igapäevane, et kolmandik maetutest on imikud ja väikelapsed. Kohtumeditiin lähtub kuritegusid la-hendades tihti just inimsäilmetest ja nende analüüsist. Samamoodi on aastasadu ja -tuhandeid tagasi elanud inimeste säilmed tänuväärne allikas minevikus toimunu ja kogetu kohta.

teaduslik väärtus, kaevatakse ja doku-menteeritakse neid spetsialistide eest-võttel. Nõnda kaevatakse ka kultuurkihi inimsäilmeid asjatundja juhatusel: tihti ei ole kaasatud mitte üksnes arheoloog, vaid ka osteoloog ehk luu-uurija. Uuri-mine ei piirdu ainult välitöödega, mis-tõttu jõuavad meie kogudesse koos esemetega ka kunagi elanud inimeste säilmed.

Eestis on enamjagu arheoloogilisi inimsäilmeid koondatud Tallinna üli-kooli arheoloogia teaduskogu luuhoid-lasse. Luuhoidlaks nimetatakse seda kogu seetõttu, et aastasadu ja -tuhandeid tagasi maetud inimeste pehmed koed meie kliimas üldjuhul ei säili. Sel-les kogus paikneb ligikaudu 17 000 karpi inim- ja loomaluid, mis on arheo-loogilistelt kaevamistelt kogutud viima-se saja aasta vältel. Inimluude kogu on ka Tartu ülikooli arheoloogiakabinetil. Enamiku nende säilmete päritolu ja vanus on teada, mis siiski ei tähenda, et nad on praeguseks oma teadusliku potentsiaali kaotanud: luukogud on väärtuslik infopank pikaks ajaks, sest uurimisvõimalused arenevad ning aja jooksul kerkivad ühiskonnas uued küsi-mused.

Eestis säilitatakse kõik säilmed, mis kuuluvad enne 13. sajandit elanud ja välja-kaevamistel ilmsiks tulnud inimestele, sest see on aeg, kus meil tuleb mineviku uurimiseks haarata igast ölekõrrest.

Eestis säilitatakse kõik säilmed, mis kuuluvad enne 13. sajandit elanud ja väljakaevamistel ilmsiks tulnud inimes-tele, sest see on aeg, kus meil tuleb mineviku uurimiseks haarata igast öle-kõrrest – puuduvad kirjalikud allikad. Hilisematest ajalooperioodidest leitud luustikud maetakse enamasti pärast

TALLINNA LINNAMUSEUMI ARHIIV



Tallinnas Ravi tänaval avastatud kalmistu väljakaevamised 1983. aastal. Töid juhtis Tallinna linnamuuseumi arheoloog Kaupo Deemant

Tuleme tagasi artikli algul mainitud salapärase käe juurde. Ehkki enamiku Eesti kogude inimsäilmete taust, st teave nende leiukoha, vanuse ja kaasleidude kohta, on teada, ei ole selle sõrmust kandva käe päritolu selgunud. Luude põhjal on tegemist vasaku käe kolmanda ja neljanda sõrmega. Käsi kuulus täiskasvanule. Leiuga samast karbist pärit esemete põhjal võib eeldada, et leid pärineb 13.–14. sajandist. Aga luu dateeringu järgi kuuluvad säilmed 16.–17. sajandisse. See tekitab uurijates ja koguhoidjates uusi küsimusi, ent lubab täpsemalt piiristada käeleiu konteksti. Miks on selline käsi sattunud Pirita kloostri arvele võtmata leidude hulka dokumenteerimata ja nummerdamata kujul? Kas tegu on Pirita kloostri leiuga? Tuleb mõista, et aja jooksul on arusaamad, arvelevõtmise süsteemid ja eetilised normid muutunud. See, mis eile oli iseenesestmõistetav, võib homme olla vastuvõetamatu.

Arheoloogiasügis Tallinna linnamuseumis

Arheoloogiakogu salapärase käsi ajendas korraldama sarja „Arheoloogiasügis“ üheksandat üritust teemal „Inimsäilmed muuseumis. Teadus või hauarüüste?“. Selle käigus on valminud väike näitus, kus saab vaadata inimsäilmeid ja kirstukaunistusi. Väljapaneku eesmärk on ajendada külastajaid mõtisklema, kas inimsäilmeid uurida ja eksponeerida on eetilise. Näituse koostamisel tekkinud küsimuste ja eetiliste probleemide üle vahetatakse mõtteid 16. oktoobril sümposiumil, kus eri valdkondade esindajad võtavad selle teema esimest korda arutlusele. Sümposiumi saab otse-ülekanadena jälgida Tallinna linnamuseumi Facebooki-lehel. Peale selle peavad loenguid allvee-arheoloog Maili Roio („Mererahust“, 19. oktoober) ja arheoloog Monika Reppo („Reliikviad purki ja klaasi taha kõigile vaatamiseks?“, 23. november).

Eetika ei ole universaalne, vaid oleneb alati kontekstist ja inimeste väärtushinnangutest. Aja jooksul võivad arusaamad muutuda. Sestap kutsume sind, hea lugeja, mõtisklema selle üle, milliseid väärtusi hindad ning kuidas need mõjutavad sinu suhet iidsete inimsäilmete kaevamisse, hoiustamisse, uurimisse ja kureerimisse? Kas oleksid nõus, et sinu säilmeid uuritakse tulevikus teaduslikel eesmärkidel? Kõik arvamused on oodatud näituse kogumiskasti või e-posti aadressil arvamus@linnamuseum.ee.

Miks on muuseumikogude inimsäilmed delikaatne teema?

Muuseumikogudes leidub tuhandeid esemeid. Neil kõigil on oma lugu, mis

mingil moel aitab mõista meie ühist minevikku. Esemed ei kutsu vaatajal tavaliselt esile suuri tundeid – võõristust, õõva ega hirmu –, kuid inimsäilmed võivad tekitada tugevaid emotsioone. Need on ju kunagi elanud inimese säilmed.

Samamoodi kui paljud põlisrahvad võivad teisedki arvata, et meie esivanemate koht ei ole muuseumikogudes: nad kuuluvad sinna, kuhu nad aastasadu või isegi -tuhandeid tagasi olid maetud. Rootsi arheoloog Liv Nilsson Stutz on oma 2003. aastal ilmunud artiklis „Between Objects of Science and Lived Lives. The legal liminality of old human remains in museums and research“ märkinud, et muuseumide ja teaduskogude inimsäilmed tekitavad poleemikat seetõttu, et nad asetsevad subjektsuse ja objektsuse teljel. Uurijale on inimsäilmed mingil ajal uurimisobjekt, kuid põlisrahvaste esindajatele on nad esivanemad, kelle koht on nende pühas pinnases, mitte hoidla riiulil ega näitusel. Praegused inimesed saavad ise avaldada tahet ja lubada oma kehasid teadusuuringus kasutada, kuid aastasadu või -tuhandeid tagasi surnud inimestel ei olnud võimalik seda teha. Samuti ei ole neil enamasti eestkostjaid. Kellel on õigus öelda, mida iidsete inimsäilmetega tohib teha ja mida mitte? •



TALLINNA ÜLIKOOLI ARHEOLOOGIA TEADUSKOGU

Tallinna ülikooli arheoloogia teaduskogu luuhoidlas paikneb ligikaudu 17 000 karpi inim- ja loomaliide, mis on arheoloogilistelt kaevamistelt kogutud viimase saja aasta vältel

Mirey Rütman (1986) on Tallinna linnamuseumi arheoloogiakogu hoidja.

Mari Tõrv (1983) on Tartu ülikooli ajaloo ja arheoloogia instituudi arheoloogia kaasprofessor ning TÜ keemia instituudi analüütilise ja füüsikalise keemia teadur.

TELESKOOP.EE

VÕTA PAREM TELESKOOP

Bresser Messier NT-130/1000 Exos-1

- D = 130 mm
- F = 1000 mm (f/7,7)
- 6x30 optiline otsija
- 2" fokuseerija üleminekuga 1,25"
- 26 mm Plössl okulaar (suurendus 38x)
- suurim teoreetiline suurendus 260x
- Exos-1 ekvaatoriline monteering
- stabiilne terastorudest kolmjalg
- päikesefilter

549 €
499 €



Bresser Messier AR-102/1000 Exos-2

- 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 204x
- Exos-2 ekvaatoriline monteering, GoTo valmidusega
- stabiilne terastorudest kolmjalg
- päikesefilter

679 €
639 €



Magamistoa, kabineti jne õhu kvaliteedi hindamiseks.
Mõõdud: 110x33x123 mm!
129 €
89 €

Võta julgelt ühendust!

Ostueelne ja -järgne nõustamine eesti keeles.



Digitaalne USB mikroskoop DST-1028 5 Mpix

Arvuti USB pesasse ühendatav suumobjektiiviga mikroskoop, mille pildi saad otse ekraanile kuvada!

- Suurendus 10x-280x
- LED rõngasvalgusti, heledus muudetav
- Sony IMX335 CMOS sensor, 2592x1944 pix
- metallist töölauga statiiiv

169 €



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 €

Sky-Watcher®



Skywatcher Starquest 102R

Lihtne klassikaline läätsteleskoop

- 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 €



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 €



CO² indikaator ruumi siseõhu kvaliteedi hindamiseks

Juhtmevaba (komplektis on laetavad Li-ion akud). Mälu ja tarkvara andmete analüüsimiseks.
Mõõdud: 2 50 x 160 x 65 mm.
189 €



Klassiruumi, elutoa ja muu suurema ruumi õhu kvaliteedi hindamiseks. Mõõdud: 388 x 43 x 288 mm.

269 €
229 €

- CO₂ indikaator, mis annab märku, kui on vaja ruumi tuulutada
- ühik on ppm (parts per million), mille näit võiks jääda alla 1000 ppm; selle näidu ületamisel tuleb ruumi tuulutada
- lisaks näitab seade õhutemperatuuri ja suhtelist õhuniiskust

MAKSA HILJEM | esto

Osta parem teleskoop ESTO järelmaksuga!

E-pood: teleskoop.ee

Helista: 528 9895

Kirjuta: taevatoru@teleskoop.ee

facebook.com/teleskoop.ee

Taust: NASA/JPL-Caltech/UCLA

Juuli keskelt septembri keskpaigani

■ **27. juulil** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti. Sellega taastas SpaceX edukad lennud pärast 11. juuli intsidenti kanderaketi viimase astmega.

■ **28. juulil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

■ **28. juulil** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 21 Starlinki sidesatelliiti.

■ **30. juulil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist United Launch Alliance'i kanderakett Atlas V ja viis missiooni USSF-51 raames orbiidile USA riikliku luureameti tehiskaaslase.

■ **2. augustil** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

■ **2. augustil** startis Uus-Meremaalt Rocket Labi baasist kanderakett Electron, mis viis orbiidile kaks Jaapani firma Synspec's Strix radarsatelliiti.

■ **4. augustil** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

■ **4. augustil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile firma Northrop Grumman veolaev Cygnus, pardal 3,7 tonni varustust kosmosejaama ISS. Hoolimata probleemidest Cygnuse tõukurmootoriga jõuti siiski ettenähtud ajal 6. augustil ISS-i robotkäe haardesse.

■ **6. augustil** startis Hiinast Taiyuani kosmoskeskusest kanderakett Long March 6A ja viis orbiidile 18 Qianfani seeria internetisatelliiti. Paraku purunes kanderaketi viimane aste seejärel tükkideks, jättes orbiidile üle 300 ühiku jälgitavat kosmoseprügi suurusega üle 10 cm. Plaani järgi peaks Qianfani internetisatelliite orbiidile jõudma ühtekokku 14 000.

■ **10. augustil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 21 Starlinki sidesatelliiti.

■ **11. augustil** startis Uus-Meremaalt Rocket Labi baasist kanderakett Electron ja viis orbiidile USA firma Capella Space radar-tehiskaaslase Acadia-3.

■ **11. augustil** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile kaks Space Norway seeria Arctic Satellite Broadband Missioni lairibasidesatelliiti.

■ **12. augustil** startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

■ **15. augustil** startis Kasahstanist Bajkongõri kosmodroomilt



ESA kanderaketi Vega viimane start 4. septembril Prantsuse Guajaana Kourou kosmodroomil

ESA / CNES / ARIANESPACE – CSG – JM GUILLON

Vene kanderakett Sojuz 2.1a ja viis orbiidile veolaeva Progress-MS28, pardal kolm tonni kütust, toiduaineid ja muud varustust kosmosejaama ISS. Selle Zvezda-mooduliga pökkuti 17. augustil.

■ **15. augustil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile firma Maxar maapinna-seiresatelliidid WorldView Legion 3 ja 4.

■ **16. augustil** startis Indiast Satish Dhawani kosmosekeskusest India kanderakett SSLV, et viia orbiidile India maavaatlustehiskaaslase EOS-08.

■ **16. augustil** startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Transporter 11 käigus orbiidile 116 mitmesugust väiketehiskaaslast.

■ **20. augustil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 22 Starlinki sidesatelliiti.

■ **28. augustil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 21 Starlinki sidesatelliiti. Kanderaketi esimesele astmele oli see rekordiline 23. start, kuid maandumine ebaõnnestus: rakett ei jäänud pargasele püsima, vaid kaldus ümber.

■ **29. augustil** startis Texase osariigist Blue Origini stardikompleksist rakett New Shepard ning viis suborbitaalsele lennule kuni 104 km kõrgusele kaheksa kosmoseturisti.

■ **31. augustil** startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 21 Starlinki sidesatelliiti, ning vaid 65 minutit hiljem startis Vandenbergi kosmose-



NORTHROP GRUMMAN / SPACE NORWAY

Kunstniku kujutus orbiidile jõudnud Arctic Satellite Broadband Missioni lairibasatelliidist

jõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis samuti orbiidile 21 Starlinki sidesatelliiti. Kanderakettide esimesed astmed maandusid seekord edukalt.

4. septembril startis ESA Prantsuse Guajaana Kourou kosmodroomilt oma viimasele lennule kanderakett Vega ja viis orbiidile maavaatlustehiskaas-lase Sentinel-2C. Edaspidi vahe-tab kanderaketi välja selle uus modifikatsioon Vega C.

5. septembril startis Canave-rali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 21 Starlinki sidesatel-liiti.

6. septembril startis Vanden-bergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni NROL-113 käigus orbiidile USA riikliku luureameti tehiskaaslased.

6. septembril eraldus kos-mosejaamast ISS firma Boeing kosmoselaev Starliner ning pärast sisenemist Maa atmos-fääri 7. septembril maandus selle maandumiskapsel Calypso edukalt USA New Mexico osa-riigis. Paraku kulges lend mehi-tamata automaatrežiimis, sest kosmoselaeva töukurmooto-ritega ilmnenud probleemide tõttu otsustas NASA astronau-did tagasi tuua 2025. aasta



7. septembril New Mexico osariigis maandunud kosmoselaeva Starliner maandumiskapsel Calypso



spacex / X

Kommertsmissiooni Polaris Dawn juht Jared Isaacman ajaloo esimesel tsiviilkosmosekõnnil

veebruaries SpaceX-i kosmoselaevaga Crew-9 Dragon.

10. septembril startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni Polaris Dawn käi-gus orbiidile kosmoselaeva Crew Dragon Resilience, pardal neli astronauti: Anna Menon, Scott Poteet, Jared Isaacman ja Sarah Gillis. Selle kommertslennu käigus eemaldutakse Maast 1400 km kaugusele ning kaks astronauti väljuvad ka avakos-mosesse.

11. septembril startis Kasahs-tanist Bajkongõri kosmo-droomilt Vene kanderakett



NASA

Vene kosmoselaev Sojuz läheneb rahvusvahelisele kosmose-jaamale, taustal Horvaatia rannik Aadria mere ääres

Sojuz 2.1a, et viia orbiidile kosmoselaev Sojuz MS-26, pardal Vene kosmonaudid Aleksei Ovtšin ja Ivan Vagner ning NASA astronaut Don Pettit. Umbes kolme tunni pärast põk-uti kosmosejaamaga ISS, kuhu jäädakse pooleks aastaks.

12. septembril startis Cana-verali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile viis firma AST SpaceMobile mobiilsidetehiskaaslast Bluebird, igaüks massiga 1,5 tonni.

13. septembril startis Vanden-bergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 21 Starlinki sidesatelliiti.

15. septembril maandus Meh-hiko lahes SpaceX-i kosmose-laeva Crew Dragon Resilience maandumiskapsel, tuues Maale tagasi neli astronauti, kes olid kommertsmissiooni Polaris Dawn käigus käinud kosmoses. Tasub märkida kahe astronauti väljumist avakosmosesse ilma õhulüüsita (kõik meeskonnaliik-med olid riietunud skafandri-tesse) ning eemaldumist Maast kõige kaugemale (1400 km) alates Apollo Kuu-programmi lõppemisest aastal 1972. SpaceX on nüüd alates ajast, kui 2020. aasta mais alustati mehitatud lende, lennutanud orbiidile 54 inimest.

Jüri Ivask, Horisondi kosmosekroonik

Maateaduste olümpiaad tõi Eestisse üheksa medalit

Eesti neljaliikmeline meeskond sai sel aastal rahvusvahelisel maateaduste olümpiaadil üheksa medalit, sealhulgas kolm meeskondlikku kuldmedalit. Pekingi võistlusel osales 136 õpilast 35 riigist.

Rahvusvaheline maateaduste olümpiaad katab laia teemaringi, kus peale geoloogia on käsitletud kliimamuutusi ja Maa loodusvarade paremat kasutamist, samuti keskkonnateemasid kuni Päikesesüsteemi planetoloogiani.

Tänavune võistlus koosnes teoreetilisest ja praktilisest osast ning geoloogilisest välitööst. Eestit esindasid Tallinna reaalkooli õpilased Liisa Pata (kolm medalit) ja Tuuli Hanson (üks medal),



Eesti meeskond Pekingis pärast rahvusvahelise maateaduste olümpiaadi lõputseremoniaat (vasakult): meeskonna juhendaja Alvar Soesoo, Tuuli Hanson, Liisa Pata, Silvia Nafthal, Aaron Unt ja teine juhendaja Siim Nirgi

Gustav Adolfi gümnaasiumist Silvia Nafthal (kaks medalit) ja Pärnu Koidula gümnaasiumist Aaron Unt (kolm medalit).

Eesti võistlejate juhendajad olid Tallinna tehnikaülikooli (TTÜ) geoloogia instituudi professor Alvar Soesoo ja Siim Nirgi Eesti geoloogiateenistusest. Meeskonna osalemist olümpiaadil toetasid

TTÜ, Tartu ülikool, Eesti geoloogiateenistus, Tallinna reaalkool, Gustav Adolfi gümnaasium, Pärnu Koidula gümnaasium, Pärnu haridusosakond, Eesti geoloogia selts, Eesti mäeselts ja OÜ Eesti Killustik.

TTÜ geoloogia instituut / Horisont

Esimeselt tehisaru-olümpiaadilt Eestile hõbemedal

Esmakordne rahvusvaheline tehisaruolümpiaad (IOAI) peeti augustis Bulgaarias Burgase linnas. Eesti neljaliikmeline võistkond pälvis hõbemedali.

Olümpiaadil osales kõigilt kuult mandrilt 200 õpilast, kes võtsid omavahel mõõtu 40 võistkonnana.

Eesti tiimi kuulusid Artur Bentsa Tallinna Tõnismäe reaalkoolist, Hendrik Pärli Gustav Adolfi gümnaasiumist, Kristjan Lepp Ülenurme gümnaasiumist ja Oskar Austa Tartu Tamme gümnaasiumist.

Teooriavoorus sai medali 21 võistkonda. Kuldsed võitsid Singapuri, Poola ja Letovo kooli meeskond. Hõbemedalid pälvisid Eesti võistkond, kaks võistkonda Ungarist ja Hiinast ning

Vietnami ja Mongoolia meeskond. Pronksmedalid said kaela Rumeenia, Poola, Vietnami, Kolumbia, Malaisia, Bulgaaria ja Iraani võistkond ning kaks tiimi Kanadast.

Praktikavoorus autasustati veel 21 võistkonda. Kuldsed auhinnad võitsid Bulgaaria, Poola, Austraalia ja USA. Hõbedased auhinnad said Araabi Ühendemiraatide, Ungari, Hongkongi, Kanada, Rumeenia, Letovo kooli ja Hiina meeskond. Pronksmedali pälvisid Hollandi, Jordaania, Tuneesia, Macau, Poola, Jaapani ja Colombia tiim ning kaks Vietnami ja USA meeskonda.

Eesti meeskonna liikme Hendrik Pärli kirjelduse järgi anti teooriavoorus võistlejatele kaheksa tundi, et lahendada kolm ülesannet, mis olid seotud ühega kolmest teemast, mida olümpiaad käsitles: arvutinägemine, masinõpe ja loomuliku keele töötlus.

Praktilises voores pidid õpilased tehisintellekti tarkvara abil tegema Bulgaaria popstaari Maria Ilieva laulule „Love“ kaanepildi ning laulu mõtet võimalikult loominguliselt ja oskuslikult kujutava 47-sekundilise video.

Eesti õpilaste ettevalmistust ja võistkonna lähetust tehisaruolümpiaadile toetas sihtasutus Solenum.

Tartu ülikooli teaduskool / Horisont



Rahvusvahelisel tehisintellekti olümpiaadil hõbemedalid saanud Eesti võistkond (vasakult): Artur Bentsa, Kristjan Lepp, Oskar Austa ja Hendrik Pärli

Informaatikaolümpiaadidel võideti Eestile pronksmedaleid

Tänavune olümpiaadisuvi oli meie noortele informaatikutele üsna edukas: igal võistlusel saadi vähemalt üks medal. Mai alguses Vilniuses peetud Balti informaatikaolümpiaadile, millest oleme kirjutanud Horisondi üle-eelmises numbris, järgnesid Euroopa tüdrukute informaatikaolümpiaad EGOI, Euroopa juunioride informaatikaolümpiaad EJOI, ülemaailmne tehisintellektiolümpiaad IOAI, mille kohta saab lugeda kõrvalolevast artiklist, ja ülemaailmne informaatikaolümpiaad IOI.

Euroopa tüdrukute informaatikaolümpiaad

Tänavu neljandat korda peetud EGOI nimetamine „Euroopa olümpiaadiks“ on küll natuke vaieldav: võistlusel osalesid 56 riigi esindused, ent neist tervelt 22 väljastpoolt Euroopat. Nii kaugete riikide nagu Austraalia, Uus-Meremaa ja Peruu osavõtt näitab selgelt, et huvi ja vajadus sellise mõõduvõtu järele on ülemaailmne.

Juuli viimasel nädalal Hollandis Eindhovenis peetud võistlusel kaitsesid meie lipuvärve Agnes Tennisberg (lõpetas kevadel Jaan Poska gümnaasiumi 10. klassi), Annika Märtin (Tallinna reaalkooli 10. klass), Violeta Jürgens (Hugo Treffneri gümnaasiumi 11. klass) ja Anneli Oro (Nõo reaalgümnaasiumi 12. klass). Kodustel võistlustel oma koondisekaaslastest selgelt üle olnud Agnes Tennisberg saavutas meie parima tulemuse ka rahvusvahelisel areenil ja naasis tulbimaalt pronksmedaliga. Päris veenva 100-punktilise ülekaaluga pälvis võistluse üldvõidu Slovakkia õppur Eliška Macáková, teist kohta jagasid Türgi ja USA õpilane.

Euroopa juunioride informaatikaolümpiaad

Juunioride olümpiaad, kus võivad osaleda kuni 15-aastased õpilased, on tüdrukute olümpiaadist veidi vanem: tänavu võeti üksteiselt mõõtu kaheksandat korda. Ka see võistlus ei piirdunud ainult Euroopa riikidega, aga oli siiski märksa vähem globaalne: 24 osalenud koondise hulgas oli mujalt tulnud vaid viis ja needki Euroopaga piirnevatest riikidest, nagu Türgi ja Gruusia.

Augusti keskel peetud võistlusel kuulusid Eesti esindusse Kristjan Lepp (Ülenurme gümnaasiumi 8. klass), Hannes Tsengov (Laagri kooli 7. klass), Kristjan Serk (Tallinna reaalkooli 8. klass) ja Bamdad Khoshkhah (Miina Härma gümnaasiumi 8. klass). Meie koondise esinumbri Kristjan Lepa võistlus kahjuks ebaõnnestus, seevastu Hannes Tsengov ületas ennast ja nii saime ka Moldova pealinnast Chişinăust pronksmedali. Üldvõitjaks tuli Rumeenia esindaja Roland Petrean, kelle edu teiseks jäänud poolaka Piotr Jan Dybichi ees oli pigem fotofiniši vääriline: 446,09 punkti 443,36 punkti vastu.

Ülemaailmne informaatikaolümpiaad

36. rahvusvaheline informaatikaolümpiaad oli 91 osalenud riigiga senise ajaloos suurim. Egiptuse kunagises pealinnas Aleksandrias esindasid meie noori informaatikuid Ralf Robert Paabo (Hugo Treffneri gümnaasiumi 11. klass), Kaarel Toomet (Nõo reaalgümnaasiumi 10. klass), Kristjan Lepp ja Arthur Harri Jaakko Antila (Tallinna reaalkooli 12. klass).

Huvitaval kombel läks ka sellel võistlusel meie koondisest kõige paremini just noorimatel liikmetel: Kaarel Toomet ja Kristjan Lepp said pronksmedalid. Võistluse peavõit läks, nagu viimastel aastatel sageli, Hiina esindajale, kelle üleolek kõigist teistest oli seekord mäekõrgune: Kangjang Zhou kulutas esimesel võistluspäeval täispunkti teenimiseks veidi alla kolme ja teisel päeval veidi alla nelja tunni; teiseks tulnud Adam Găşienica-Samek Poolast pidi mõlemal päeval pingutama viietunnise lahendamisaia lõpuni, et teenida 476 punkti 600 võimalikust.

Uus hooaeg algamas

Pärast rahvusvaheliste võistluste lõppu on kohe uke ees Eesti informaatikaolümpiaadi EIO uus hooaeg, mis algab 7.–13. oktoobril koduse lahtise võistlusega. Erinevalt teistest voorudest, kus saavad osaleda ainult õpilased, on lahtine võistlus mõeldud kõigile huvilistele. Nagu tavaks, plaanib žürii ka seekord esitada seitse erisuguse raskusega ülesannet, millest kõige lihtsam peaks mõningase nuputamise järel olema jõukohane kõigile, kes natukenegi programmeerida oskavad. Võistlusele eelneb nädalane proovivoor, tutvumaks hindamissüsteemiga. Kuni see voor ei ole veel alanud, võib arhiivist vaadata eelmiste aastate ülesandeid ja nende lahendusi.

LOE LISAKS:

EGOI: <https://egoi2024.nl>

EJOI: <https://ejoin2024.gov.md>, <https://tinyurl.com/ejoin24>

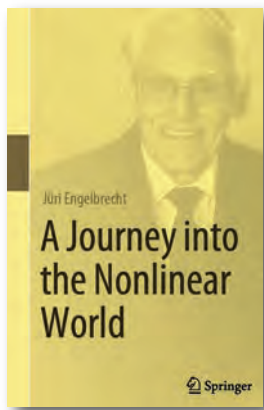
IOI: <https://ioi2024.eg>, <https://tinyurl.com/ioi24>

EIO: <https://eio.ee>

Ahto Truu, Eesti informaatikaolümpiaadi žürii liige



Eesti tublid noored informaatikatundjad pärast rahvusvahelise informaatikaolümpiaadi lõpuüritust (vasakult): Arthur Harri Jaakko Antila, Kristjan Lepp, koondise maskott Martin, Kaarel Toomet ja Ralf Robert Paabo



Jüri Engelbrecht
A JOURNEY INTO THE NONLINEAR WORLD
109 lk
Springer, 2024

Ilus ja huvitav reisiraamat

Olen tuttav Jüri Engelbrechti mitme varasema raamatuga, mõnega küll väga põgusalt. Need on erialased ja enamasti inglise keeles, kuid ma hindan eelkõige tema eestikeelseid kirjutisi Horisondis, Akadeemias, Sirbis ja mujal, ka eraldi raamatutena. Tuleb väärtustada seda, et tipteadlane, avaldades oma töid maailma tippajakirjades mitmes võõrkeeles, väljendab oma mõtteid ka eesti keeles, kirjutades oma rahvale sellest, mida ta teeb, miks see töö on oluline ja huvitav, samuti võimaldab näha ennast ja oma tegevust laiemas kontekstis kultuuris üldisemalt – kuidas kõik on kõigega seotud. Ühtlasi avaldada arvamusi teaduspoliitikast ja ühiskonnast nii Eesti riigis kui ka maailmas laiemalt. Teadus on ju osa kultuurist. Seetõttu on teadlastel omamoodi kohustus jagada oma seisukohti ja võtta sõna võimalikult paljude asjade ja olukordade kohta, milles me elame. Olen alati arvanud, et keegi ei ela päriselt elevandiluu tornis, sestap on teadlastel kohustus teha oma teadust, kuid niisama oluline on jagada oma teadmisi sellest rääkides ja kirjutades. Ainult rääkimisest tihti ei piisa: neile, kelleni jutt ei jõua kas siis ruumilistel või ajalistel põhjustel, on vaja maha jätta ka kirjalik jälg.

Kokkuvõtlikult: see on sisukas ja väärt raamat. Ilus täiendus eelmiste kõrvale.

Raamat on ilmunud väga mainekas teaduskirjastuses Springer, mis on avaldanud ka autori teadusmonograafiaid ja kogumikke. Selles mõttes on see ka Eesti tutvustus, mitte ainult ühe teadlase lugu.

See ei ole tõlge ega ka valik varem

ilmunud artiklitest, kuid olles lugenud paljusid Engelbrechti kirjutisi, on teinud siiski tuttavad. Loetu põhjal tekkis mõte, et see on mõnus reisikiri, nagu viitab pealkirgi. Seda võib tõlkida kui teekonda mittelineaarsesse maailma, ent eelkõige kui autori teekonda sellesse maailma. Samas on see pikem loeng või kõne. Klassikud on leidnud, et hea kõne peab vastama kolmele nõudele, ladina keeli *inventio*, *dispositio* ja *elucutio*. Teema leidmine, millest kõnelda, näidates, kui oluline ning olemuslik see on; mõjuv ja õige detailide järjekord (pildid luules) ning lõpuks kõne ise. Need tingimused on antud juhul täidetud.

Autori Inglismaa sõbra ja kolleegi Nicholas Manni kirjutatud saatesõnaga raamatus on üheksa peatükki ja lisa. Alguses on juttu sellest, mis on mittelineaarne maailm, kuhu autor meid viib. Edasised peatükid käsitlevad Engelbrechti elutee algust teise maailmasõja järgses Eestis, rohkem kui kolmekümnet aastat küberneetika instituudis ja ligi kahtkümmet aastat mittelineaarsete protsesside analüüsi keskuses CENS. Omaette peatükkides on juttu teaduspoliitikast nii Eesti teaduste akadeemias kui ka Euroopa ja maailma teadusorganisatsioonides. Isiklikult mulle on kõige nauditavamad kaks viimast peatükki, mis puudutavad nn nähtamatut kolledžit (*Invisible College*) ning üldisemalt mittelineaarsuste ilu ehk teaduse ilu (võib öelda ka teisipidi: ilu teaduses).

Minu meelest on paar asja, mis iseloomustavad kogu raamatut. Need on mõtteselgus ja nauditav esitlusstiil. Mis meelde jäi? See, et maailm on keerukas, ja samuti tõsiasi, miks võib tervik olla tihti suurem kui osade summa. Ideedel on vahel imeline areng ja seejuures peaks otsima lihtsust, unustamata samas kahelda. Teed, mis kauni poole viivad, ei ole lihtsad seletused. Lahendused ei tohi olla lihtsad – siin on oluline sild ning dialoog humanitaaria ja täppisteaduste vahel.

Nähtamatu kolledž ei kätke endas pelgalt teadustöö kaasautoreid, vaid palju olulisemaid teadusala ühishuvisid, konverentse, kohtumisi, kaasamõtlumist, sarnast arusaama maailmast, elust, teadmiste, inimlike väärtuste, kirjanduse ning muusika väärtustamist. Mõiste *nähtamatu kolledž* on täpsem kui sõna *võrgustik*. Nähtamatu kolledž ei ole ainult füüsilised kokkusaamised, vaid sinna võivad kuuluda ka inimesed, kellele ei ole kunagi kohtunud. Tähtis on informaalne kommunikatsioon intellektuaalide vahel, mõningane ühishuvide

kattuvus ja püüe ning pühendumus. Ka erinev taust aitab paremini maailma mõista. Nähtamatu kolledž kujuneb samm-sammult aastate vältel, sidemed hoiavad selle toimivana.

Engelbrechtil on niisuguse kolledži kujunemisel oluline roll eri ülikoolidel, mida on tabavalt määratletud kui kohti, kus inimesed mõtleavad. Sinna kuuluvad nii matemaatikud, disainerid, poeedid, diplomaadid kui ka näitlejad. Eestist on autor oma kolledžikaaslastena nimetanud näiteks mehaanikateadlast Nikolai Alumäed, teoloog Toomas Pauli ning luuletajat ja kirjastajat Hando Runnelit. Ideed ei teki mitte ainult teaduslike monograafiatega töötades, vaid ka näiteks väärt kirjandust lugedes või muusikat kuulates. Mis on seejuures raamatukogu roll? Igal inimesel on see isesugune, kuid küsimus on valikus. Kedagi kodus külastades olen sageli huviga süüvinud ka tema koduraamatukogu valikusse. Muljet on avaldanud mitme täppisteadlase huvi humanitaaria vastu ning ka vastupidi.

Uurimistöö kui intellektuaalne süsteem on olemuslikult iseorganiseeruv, uute ideede genereerimisel ei ole seejuures olulised mitte niivõrd formaalsed seosed, vaid pigem avatus ja püüe mõista. Muidugi ka kultuurifaktor.

Kui suur on nähtamatu kolledž? Raamatus on sellena nimetatud Dunbari arvu, mis on 150. See on ligikaudne arv teadlasi ja intellektuaale, kellega on võimalik hoida stabiilset sotsiaalset sidet. Kõikidel on oma nähtamatu kolledž, kuid erinevused ilmnevad siis, kui vaadata, kuivõrd viljakas see on. Tähtis on seejuures kvaliteet, mitte kvantiteet.

Meie pragmaatilises maailmas peab mõtlema ka esteetiliste väärtuste peale – ka teaduse ilust ja ilust teaduses. Ilu määratlusi on palju, ent neist ühe järgi on ilu mingi inimese või asja omaduste kombinatsioon, mis rõõmustab meeli, on nauditav. Ilu on lihtsuse ja kompleksuse kombinatsioon, mida enamasti seostatakse looduse ja kunstiga. Ilu on vaataja silmades.

Samas me räägime ka seletuste või kirjelduste ja teooriate ilust. Ühes raamatu nauditavas peatükis on selle kohta esitatud näited matemaatikast.

Lõpetuseks. Raamatu autori teekond on olnud täis värve, ennustamatuid sündmusi, ideid ja emotsioone. Võiks öelda, et peale väärt sisukuse on tema uus raamat ka ilus. •

Toomas Tiivel, bioloog



Uno Veismann
INIMENE
ILMARUUMIS
222 lk
Ilmamaa, 2024

Kõik inimesed rändavad koos maakera ilmaruumis. Ühel ränduril, Uno Veismannil, täitub 12. novembril 90 aastaringi ümber Päikese. Mis võiks olla parem viis sellist väarikat sündmust tähistada kui anda välja raamat: artiklikogumik, mis sisaldab nii varem ilmunud lugusid kui ka uut originaalset kirjatükki, mis kannab pealkirja „Inimene ja ilmaruum”.

Inimene pani jala ilmaruumi ukse vahele üle kuuekümneme aasta tagasi: siis jahmatas Juri Gagarini kosmoselend ameeriklasi. See jahmatas aitas kiirendada ettevalmistusi Kuu-lennuks ning vaid kaheksa aastat hiljem astus esimene inimene Kuu pinnale. Ometi on nüüdseks Kuul kõndinud või ringi sõitnud ainult 12 inimest. Kuue- ja seitsmesaja vahele jääv kosmoses lennanute koguarv pole samuti teab mis suur. Kosmoseajastu algaegade suurejoonelised unistused peatsest Kuu ja Marsi asustamisest pole täitunud.

Sellisel taustal arutleb autor erudeeritult ja rohkelt näiteid tuues paljude tõsiste küsimuste üle: kas oleme valmis planeetidevahelisteks reisideks ja väljarännuks teistele planeetidele?, kas inimkonnal on lootust jääda püsima ilmaruumis, kui oleme oma koduplaneedi Maa elamiskõlbmatuks muutnud?, kas loodetavad võidud on väärt ohverdusi ja kaotusi, mis paratamatult kaasnevad? Käsitletakse klassikalist dilemmat: kas panustada ilmaruumi uurimisel mehitatud kosmolaevadele või automaatjaamadele-robotitele? Kui teiste taevakehade asustamist üldse reaalseks pidada, tulevad esimestena kõne alla neist lähimad – Kuu ja Marss. Üsna pikalt käib juttu Marsi võimaliku terraformimise ehk Maa-sarnaseks muutmise üle: kas seda saab teoks teha ja kas meil on selleks moraalne õigus? Uno Veismann on staažikas teadlane ning kogenud ja tunnustatud teadusest kirjutaja, kuid paljudele tõstatatud küsimustele pole temalgi üheseid ja lõplikke vastuseid kuskilt võtta. Nii jääb lugejale rohkelt võimalusi kaasa mõelda ja oma arvamust kujundada. Lühikese ja mõneti subjektiivse kokkuvõtte raamatu avaloost „Inimene ja ilmaruum” võib tõdeda, et kunagine entusiasm inimkonna kiire ja vältimatu kosmilise ekspansiooni üle on vaibumas. Inimese loomulik elupaik on planeedil Maa. Artikkel 2017. aastal Päikesesüsteemi külastanud tähtedevahelisest objektist Oumuamua annab rohkesti lisateadmisi võimalikest (või pigem võimatutest?) tähtedevahelistest lendudest, jõudes välja ulmeliste küsimusteni eluea pikendamisest, surematusest ja isegi kunagi elanud inimeste taastamisest. Kindlasti ei tea enamik lugejaid liiga palju Hiina tegemistest kosmose vallas. Kirjutis „Hiina ja kosmos” selgitab seda teemat.

Raamatu teise osa pealkiri „Kosmos impeeriumi varemetel” kõneleb enda eest. Kolm varem ajakirjas Akadeemia ilmunud artiklit kirjeldavad Venemaa kui kunagise kosmonautika-eestvedaja allakäiku 21. sajandil. Kirjutis „Venemaa Teaduste Akadeemia reformimine” annab üldtausta. Ülejäänud kahe artikli sisu ja tonaalsust iseloomustavad ilmekalt pealkirjad: „Ukraina ja Venemaa koostööst ja vastasseisust kosmosetegevuses” (algul ilmunud 2016) ning „Venemaa kosmosetööstuse näguripäevad” (esmalts ilmunud 2022, kirjutatud enne täiemahulise sõja algust). Kosmosetööstus, mis kunagi oli olnud suurriigi visiitkaart, on kaotanud suurema osa oma tootmisbaasist ja mainest. Lahedamat lugemist pakub inimese esimese kosmoselennu 60. aastapäevaks kirjutatud Postimehe-artikkel „Gagarini lend – salatsemise ja propaganda läbi sündinud kosmoselend”, mida on raamatu jaoks täiendatud.

Eestikeelse kosmosekirjanduse riikul on täienenud tähelepanuväärse teosega tuntud autorilt. •

Laurits Leedjärv, Tartu ülikooli Tartu observatooriumi kaasprofessor

Horisont 10/1974, LK 28



50 AASTAT TAGASI

Mark Sinisoo kirjeldab enneolematut reisi troopikamosaiiki Taisse:

„Võimalus sõita Taisse oli erakordselt ahvatlev: teadsime, et oleme seal esimesed Nõukogude turistid. Isegi „Inturist” oli meie pärast mures – puudusid Tai-reiside korraldamise ja kohaliku turismifirmaga asjaajamise kogemused. Pealegi oli kogu reisil keelatud vilja magus maik man, sest meie välispasides puudusid ... Tai viisad”.

Horisont 10/1984, LK 2

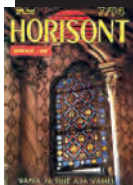


40 AASTAT TAGASI

Ukraina teadlased Boriss Nelepo, Gennadi Korotajev ja Gennadi Grišin selgitavad satelliidipildidelt ookeanide uurimise võimalusi:

„Tehiskaaslaste videoandmete põhjal on siselaineid suhteliselt lihtne kindlaks teha, sest nende ribaline edasiliikumine mööda veepinda mõjutab peegeldunud päikesekiirguse heledust. Selline moduleeritud valgus loob automaatjaama optikasüsteemi vahendusel siselaine kujutise”.

Horisont 7/1994, LK 27



30 AASTAT TAGASI

Ajaloolane Priit Raudkivi selgitab usutluses, kuidas temast sai keskaja uurija: „Keskaja uurijaks saamine oli juhus. Ülikoolis huvitas mind Läänemaa ajalugu 19. sajandi teisel poolel. See on väga põnev, sest Läänemaal on palju erinevaid usuliikumisi, mille psühholoogiline olemus on jäänud minu jaoks siiani mõistatuseks. Ajaloo instituudis oli lihtsalt professor Enn Tarveli sektoris vaba aspirandi koht ning endises ORKA-s asutuste arhiivide ja asjaajamise kontrollimisega ma elu lõpuni küll tegeleda ei tahtnud”.

Horisont 5/2004, LK 30

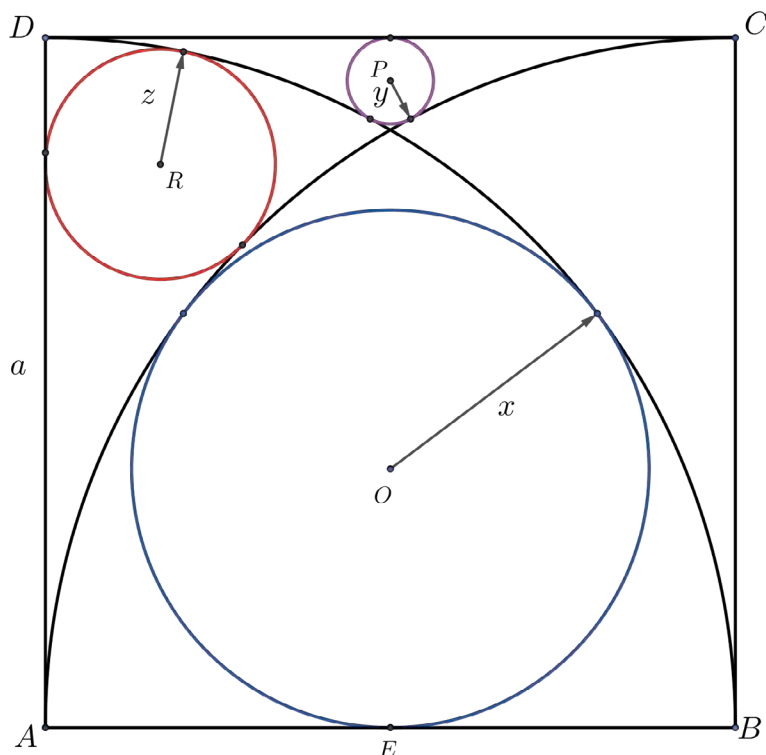


20 AASTAT TAGASI

Ajaloolane Tiit Saare vaatleb Eesti vapi sünnilugu: „1917. aastal omandas Tallinna vapp rahvusliku embleemi tähenduse kõigepealt loodavate rahvusväeosade pitsatites. Leopardid ehtisid Vabadussõja ajal auastmetunnuseid ning staabisõjaväelaste käiseembleemi. Nii oli loomulik, et ka riigivapiks esitati mitte kolm leopardset lõvi, nagu see olnuks vapiõiguslikult kohane, vaid Tallinna leopardid. Ligikaudu kuus aastat kestnud arutelu ja vaidluse tulemusena kinnitas II riigikogu 19. juunil 1925. aastal oma kolmandal lugemisel Eesti Vabariigi riigivapi. Mõiste leopardid esineb ka riigivapi kirjelduses. Taasiseseisvumisel leiti, et vapil on lõvid, mitte leopardid”.

Kolme ringjoone raadiuse leidmine

Ruudu, mille küljepikkus on a , sisse on joonistatud kaks veerandringjoont. Ruudu külgede ja veerandringjoontega piiratud kujundite sisse on joonistatud kolm ringjoont nii, nagu on näidatud alljärgneval joonisel. Avalda ruudu külje a kaudu nende ringjoonte raadius x , y ja z .



Vastuste ärasaatmise tähtaeg on 15. november 2024.

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

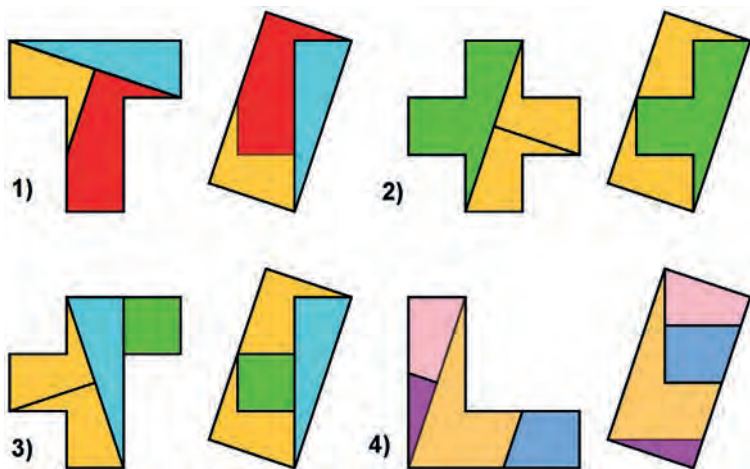
Vooru võitja

Vooru võitja saab kingituseks raamatu sarjast „Looduse raamatukogu“ või loodushäälte CD-plaadi. Sarjas ilmunud raamatute ja CD-plaatidega saab tutvuda veebilehel www.loodusajakiri.ee ja eelistustest teada anda toimetuse telefonil 610 4105 või meiliaadressil loodusajakiri@loodusajakiri.ee.

Enigma neljanda vooru auhinna võitis Aivar Kauge

Neljanda vooru ülesanded olid rasked. T- ja X-pentamino tükeldamisel saadi hakkama kolme tükiga, F- ja V-pentamino tulid aga jagada neljaks tükiks. Mini-maalse tükide arvuga tükkidest kahest ruudust koosneva doomino-kujundi kokkupanemine andis kaks punkti; see, kellel läks tükke rohkem tarvis, teenis ühe punkti. Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja kaheksa punkti said Aivar Kauge, Kalle Kulbok ja Kuldar Traks. Vooruahinna võitis seekordsetest lahendajatest Aivar Kauge.

Neljanda vooru vastused



Vaata veebilehelt

Tulemuste tabeli leiata aadressilt www.loodusajakiri.ee ja Horisondi Facebooki-seinalt.

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

VASTUSEID OOTAME 15. novembriks

aadressil horisont@horisont.ee või Rävala pst 10, 15042 Tallinn.

LAURI 12024	Riidesort	Endine näitleja	Käskveksli valdaja	<i>Kuma</i>	↓	Olümpia-rekord	Udara osa	Aukandja	Element nr. 86	<i>Kuma</i>	Mehe-nimi	Klahvistik
Kõhre-ümbrise-põletik	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
Naise-nimi	→	→	→	Eritis Teiste abita	→	→	→	→	→	Lühend kirjal Jõgi Euroopas	→	→
Viik males	→	→	→	→	→	Element nr. 106 Ja nii edasi	→	→	Saksa k. artikkel Urve	→	→	→
Kes on pildil?	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→	→
<i>Kuma</i>	→	Pits tanu esiärel Kõrbe-saar	→	→	→	→	Rebreanu romaan Suusk inglise k.	→	→	→	Asustus- tihedus	→
Ilmakaar	→	→	→	Kurvalt (muus.) Loom	→	→	→	→	→	Element nr. 85 Element nr. 77	→	→
<i>Kuma</i>	Küla Pai- de linnas Pärasool	→	→	→	→	Loom Mõnitus	→	→	→	→	→	→
Mandli-maitseline marja- likkoor	→	→	→	→	→	→	→	→	Soo Pär- numaal Eineta	→	→	→
Element nr. 99	→	→	Reporter ETV-s Lõik- heinaline	→	→	→	Järjest. tähed Briti arhitekt	→	→	Number Remondi- tehas	→	Laulja Parke- rasv
<i>Kuma</i>	→	Linn Pr.- maal Linn Sak- samaal	→	→	→	→	Lind Saaremaa rootsi k.	→	→	→	Noot Rühmitus	→
Dirigent	→	→	→	→	Imestus- hüüatus	→	→	→	→	→	→	→
Kristlik teoloogia ja filosoofia suund	→	→	→	→	→	→	→	→	→	Araabia hõbemünt Kompleks	→	→
Argentina jalgpallur	→	→	→	→	→	Induktiiv- pool	→	→	→	→	Siinus Mööda	→
					→	Ühe- sugused tähed	→	→	Panso pseudo- nuum Milli- gramm	→	→	→
					<i>Kuma</i>	→	→	Element nr. 12 Ühes. tähed	→	→	Leedu rahvalaul Noot	→
					→	Küla Mulgi vallas	→	→	→	→	→	→
					→	Järelliide	→	→	Küla Hääde- meeste vallas	→	→	→
					→	→	→	→	→	→	→	→



Pea ei saa
tööd teha,
.....

Kuma Havai-
keelne
tervitus

Noot Doonau
lisajõgi

Elevandi-
luust
mängu-
sarv

Kuma Noot
Rühmitus

Element nr. 22
Endine
minister

Sõjaväe-
line lään
Osmanite
Türgis

Araabia
hõbemünt
Kompleks

Siinus
Mööda

Element nr. 109
Mitte nii

Element nr. 71



Lahendajate vahel läheb loosi
Kuma Ristsõnaraamat nr 18.

Eelmise ristsõna vastus „ELUS PEAB LISAKS
TEADUSELE olema veel teine pool: kas teed trenni
või huvitud millestki muust“ viitab tänavuses
kolmandas Horisondis ilmunud intervjuule
professor Elin Oruga.

Loosi tahtel võitis Onu Uno Valitud Ristsõnade
aastatellimuse NELLI MARKUS.

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



Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK

Lugejate lemmiklugu eelmises numbris oli „Palverändurid ja pühakud“ (autor Anu Mänd).

Kui ei ole seda lugenud, osta (e-)ajakiri e-poest www.loodusajakiri.ee!

- 1** Küsitav on aasta keskmise temperatuuri järgi maailma kõige külmem pealinn. Linn asub umbes 1350 meetri kõrgusel merepinnast. Selle linnaga ligikaudu samal laiuskraadil asuvad München ja Seattle. Linna vapil on kujutatud müütilist lindu garundat. **Millisest pealinnast on jutt?** Fotol näete linnavalitsuse hooneid.



- 2** Kes oli see sõjaväelane ja maadeavastaja? 25-aastaselt avaldas ta artikli integraalarvutuste kohta. Ta võttis osa nii Seitsmeaastasest sõjast kui ka Ameerika iseseisvussõjast. Tema juhitud ekspeditsioon, mis purjetas ümber maakera, oli esimene, kuhu kaasati ka professionaalsed loodusteadlased ja geograafid. Tema nime kannab ühe saarestiku suurim saar.

- 3** Seda 17. sajandil loodud mõjukat kunstiteost on uuesti tõlgendanud mitu kunstnikku. Nii valmis Pablo Picassol sellest teosest inspireerituna sari 58 maalist, millest ühte maali ka näete. **Milline mõjukas kunstiteos see on?**



- 5** Küsitav poola päritolu näitlejanna sündis Riias, õppis sealses balletikoolis ning esines Varssavi teatrilaval, kuni teda märkas üks oma aja tuntud Austria filmirežissöör, kellest sai näitlejanna mentor ja abikaasa. Seejärel sai see näitlejanna Saksamaal väga populaarseks, mängides filmides põhiliselt naiivseid kaunitare. **Kes oli see Riias sirgunud filmitäht?**



- 4** Pildil olev väike Uue Maailma ahv kaalub alla poole kilogrammi. Selle ühe väikseima primaadi tunnusjoon on pealael kasvavad pikad lehvivad karvad. Tegemist on maailma ühe haruldasima primaadiga, keda on loodusesse jäänud vaid umbes 6000 isendit. **Millisest loomaliigist käib jutt?**

MÄLUSÄRU 4/2024 VASTUSED

1. Sir Henry Bessemer.
2. Sandarakipuu (Malta rahvuspuu).
3. Oranje Maurits (tema järgi on nime saanud Mauritiuse saar).
4. Kate Chopin (tuntuim teos „Virgumine“).
5. Reykjavík (Hallgrímskirkja).

● Mälusäru auhinnaraamatu, Stephen Jay Goldi „Imeline elu. Burgess Shale ja ajaloo olemus“ kirjastuselt Argo, võitsid REELIKA LAES, ANNELI SILD ja TIIT PRUUL.



Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid



VASTA JA VÕIDA RAAMAT!

Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut: Sarah Brown, „Kasside salakeel“. Kuidas nad meid esimesest määst ümber käpa keeravad“ kirjastuselt ARGO.

● Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbrile lemmikkirjutis.

VASTUSEID

ootame 15. novembriks aadressil Rävala 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 Ruusaar

TAMREX

UUS talvejope on kohal!

Ära enam oota,
võta kohe **PARIM!**



REPREVE

CORDURA
Advanced Fabrics

EN 343



EN 342



art 1112

265 €

SNICKERS WORKWEAR AllroundWork
Eemaldatava kapuutsiga veekindel talvejope



**ALLROUND
WORK**

- Veekindel, teibitud õmblused (EN 343)
- PrimaLoft Gold Airlgel külmakaitsega telefonitasku
- Tõhus REPREEVE® isolatsioonikiht (EN 342)
- Soe ja mugav eemaldatav kapuuts
- 3D lõige, eelpainutatud varrukad
- Fliisvoodriga kõrge krae
- Pöidlaaukudega sisemised kätised
- Mitmed CORDURA® tugevdused
- Funktsionaalsed sise ja väliskaskud
- Helkurdetailid



SNICKERS WORKWEAR
Universaalne talvejope

art 1158 **157 €**



SNICKERS WORKWEAR
Vetthülgav talvejope

art 1106 **197 €**



SNICKERS WORKWEAR
Veekindel
naiste talvejope

art 1177 **265 €**



SNICKERS WORKWEAR
Veekindel Parka

art 1801 **289 €**

TASUTA
talvemüts



Tasuta mütsi (SNICKERS
Workwear 9093/0418,
väärtus 69 €) saab kaasa
uute talvejopede (1112,
1177, 1106, 1117, 1801, 1158)
tavahinnaga ostu puhul.

Hinnad sisaldavad käibemaksu ja kehtivad, kuni kaupa jätkub!

TAMREX OHUTUSE OÜ

TARTU
UUS KAUPUS
Nõlvakaare 4

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

TALLINN Laki 5, Pärnu mnt 139c, Katusepapi 35 • TARTU Teemandi 2, Ringtee 37a, VALGA Vabaduse 39 • NARVA Ak. Maslovi 1 • HAAPSALU Ehitajate tee 2a • PAIDE Pikk 2 • JÕGEVA Tallinna mnt 7 • TÜRI Rakvere tee 23 • RAPLA Tallinna mnt 2a • KEILA Keki tee 1 • KURESSAARE Tallinna 80a