

KÕNDIMINE ON HEA TERVISE VUNDAMENT

horisont

SAJUSED
JAANI-
ÕHTUD

4/2024 • AUGUST-SEPTEMBER • HIND 6.90

NANOROBOTID jõuavad meditsiini

MERELEITSAKUD
KIMBUTAVAD
LÄÄNEMERD

TEHISARU
MUUDAB
ÕPPIMIST JA
ÕPETAMIST





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, 1 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, 1 korrus
Telefon: 5301 1529
Tallinn@kuuldeaparaadid.ee

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

VILJANDI Tervisekeskus, 1 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 |** Tänavune juuni püstitas mootmisajaloo kuumarekordi
- 4 |** Uus teaduspreemia innustab avaliku sektori andmevaldkonda
- 6 |** Eesti maaülikoolis kloonitakse hobust. Maailma suurimal sisalikul on raudkattega hambad
- 7 |** Horisondi kultuurilooline erinumber on jõudnud Austraaliasse. Asutatud on Eesti vähikeskus
- 8 |** JANNO TOROP, OLAVI REINSALU, MART ERNITS, VEIKKO LINKO, VERONIKA ZADIN
Elusorganisme matkiv robotika aitab luua tehismeeletega roboteid
Uudsed nanorobotid suudavad keskkonnast saadud signaalide põhjal muuta oma kuju, liigutada osasid või suunatult liikuda.
- 14 |** INTERVJU
Inimene peab liikuma
Tallinna ülikooli spordibioloogia professori Kristjan Pordiga vestles Horisondi peatoimetaja Ulvar Käärt.
- 20 |** KRISTJAN-JULIUS LAAK
Tehisaru muudab õppimist ja õpetamist
Tehisaru abil võib omandada aine-teadmisi, aga üldpädevuste arendamiseks on vaja aktiivset ja koostöist õpikeskkonda.
- 24 |** TEHNOKRAADI KROONIKAD
Mereplast paneb tehnoloogia arengu proovile
- 26 |** SÜNDMUSTE HORISONDIL
Kas astronoomilised mõõtmised nõuavad uut seletust tumeenergia kohta?
- 28 |** BIOLOOGIAFILOSOOFIA
Evolutsiooniteooria ja inimloomus
- 34 |** HARAKALE HAIGUS
Endeemiline struuma
- 36 |** KELLELE KIRJUTATAKSE AJALUGU?
Ajalugu ja teadus
- 38 |** PALVERÄNDURITE JÄLGEDEL
Palverändurid ja pühakud
- 40 |** RIHO PARAMONOV
Moderniseerumisaja öine linn meelitas põnevuse ja salapäraga
Öö- ja päevaajaga ümberkäimine on praktiline ja selgelt määratud ühiskondliku kokkuleppega.
- 44 |** MAA, ILM JA MÕNDA
Ilm ja jaanipühad
- 46 |** MARILIIS KÕUTS
Mereleitsakud kimbutavad Läänemere habrast elustikku
Mereleitsakud on globaalse kliimamuutuse järjekordne ebameeldiv tunnus.
- 52 |** KUNST JA TEADUS
Korra ja kaose ristumise väljal
- 54 |** LUU-UURIJA LEID
Vändra on ühe matmispaiga võrra rikkam.
- 56 |** KOSMOSEKROONIKA
- 58 |** OLÜMPIAAD
Uus koolidevaheline matemaatika-võistlus on võetud väga hästi vastu.
- 60 |** RAAMAT
Imeline elu. Burgess Shale ja ajaloo olemus.
Rajoonide aeg: 1950–1962
- 62 |** ENIGMA
PENTAMINO-kujunditest
DOMINO-kujundite tegemine
- 63 |** RISTSÕNA
- 64 |** MÄLUSÄRU
Auhinnaks raamat!



8



20



46



FOTO: VALLO KRUUSER

Selles Horisondis on kõigi muude põnevate teemade kõrval lähemalt juttu ühest mulle ütlema meelepärasest tegevusest ehk enda kehalisest liigutamisest. Otsustasin sel teemal intervjuuerida tuntud spordibioloogi Kristjan Porti. Tõuke andsid hiljutised muret tekitavad uudised, mille järgi on üha laialdasemalt vahav ülekaalulisus ja rasvumine muutunud meil üheks peamiseks tervisehäirete põhjuseks. Nimelt on tervise arengu instituudi andmetel Eesti elanikest juba veidi üle poole ülekaalulised. Seejuures on priskemaks muutunud ka meie lapsed: nende hulgas on koguni kolmandik ülekaalulisi ja iga kümnes rasvunud. Ülemäärasest kehakaalust tingitud südame-veresoonkonnahaiguste, teist tüüpi diabeedi, liigese- ja kõigi teiste seostuvate hädade ravi läheb riigile maksma ligikaudu 125 miljonit eurot aastas. Ja olukord läheb aina hullemaks!

Rasvumise peasüüdlaseks peetakse eeskätt valesid toitumisharjumisi ning liiga vähest liikumist ja kehalist aktiivsust. Miks me liigume vähe? Kuidas oma liikumisharjumusi targalt muuta? Kui kasulik on õues kõndida ning millised on aktiivsusmonitoride ja kaalulangetusravimite ohud?

Sellest ja paljust muust me Kristjan Pordiga vestlesimegi. Port viitab tabavalt, et liigsete kilodega võitlema asudes pole vaja ihata kiireid tulemusi ega end raske treeninguga ära kurnata ja vigastada: alustuseks piisab sellestki, kui näiteks parkida auto tavapärasest kohast veidi kaugemale, et saaks senisest natukenegi rohkem kõndida.

1980. ja 1990. aastatel maal kasvades olid kehalist aktiivsust pakkuvad talutööd minu elu loomulik osa. Meeldis see mulle või mitte, aga loomi pidi talitama, kartuli- ja aiamaa vajas hoolt, lehmadele oli vaja teha heina, talveks pidi kuurialuse täitma küttepüüritadega jne. Ülikoolipölvess maa-tööd kadusid. Uuesti muutus elu kehaliselt aktiivsemaks kaitseväes aega teenides. Seejärel algas töö- ja pereelu ning sportlikud tegevused jäid paljudeks aastateks soiku. Hommikuvõimlemise ja kõndimisega otsustasin iga päev tegelema hakata kolmekümnendate eluaastate keskel, kui avastasin, et kaalunäit oli hüpanud kunagiselt 80 kilogrammilt üle 90. Esialgu püüdsin oma päevadesse mahutada kuue-seitsme kilomeetri jagu kõndimist, ent sedamööda, kuidas kõndimine muutus harjumuseks, muutusid ka päevased liikumisringid pikemaks. Sel moel õnnestus mul eriliste sportlike pingutusteta kümnest liigsest kilost lahti saada umbes aastaga ja kaalunäit pole enam kerkinud. Nüüd, kui olen kõndi harrastanud juba üle viie aasta, julgen kinnitada, et see lihtne tegevus ei mõju hästi üksnes kehale, vaid kosutab väga tõhusalt ka vaimu.

Olen seda meelt, et enda igapäevane liigutamine peaks olema sama loomulik kui näiteks oma hügieeni eest hoolitsemine. Täpselt nagu osutab Kristjan Port usutluses: „Tsiviliseeritud inimene peab kasutama oma lihaseid ja luid. Meile tundub, et peaga töö tegemise ajal võib neid justkui kapi peale seisma panna, aga pea ei saa tööd teha, kui tema all ei tööta keha.“ •

Ulvart Käärt
Ulvart Käärt, peatoimetaja

ESIKAANEL: Inimese kehas haiguskoldesse ravimit transportiv liposoom. Niisuguste nanorobotitega on võimalik näiteks vähirakkudesse viia ravimeid nõnda, et terved rakud ei saa kahjustada.
FOTO: VIDA PRESS / ALAMY

horisont

Ulvart 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



Tänavune juuni püstitas mõõtmisajaloo kuumarekordi

Copernicuse andmed kinnitavad, et 2024. aasta juuni oli kaheteistkümnnes kuu, kui Maa temperatuur tõusis võrreldes tööstuseelse ajajärguga vähemalt 1,5 °C võrra kõrgemaks.

Juuni 2024 oli üle kogu Maa soojem kui kõik seni dokumenteeritud juunikuud. Copernicuse andmebaasi ERA5 põhjal oli pinnalähedase õhutemperatuuri kuu keskmine 16,66 °C, mis on 0,67 °C kõrgem kui normperioodi 1991–2020 juuni keskmine ja 0,14 °C kõrgem varasemast rekordiliselt soojast juunist 2023. aastal.

See oli kolmeteistkümnnes järjestikune kuu, mille keskmine näit on ERA5 andmebaasis vastava kuu kohta rekordiliselt kõrge. Ehkki see on ebatavaline, esines samalaadne rekordiliste globaalsete kuumade keskmete jada aastail 2015/2016.

ERA5 andmeil oli möödunud kuu näit 1,50 °C kõrgem juunikuu hinnangulisest keskmisest ajavahemikul 1850–1900, mis on kokkuleppeline tööstuseelne võrdlusaeg. Seega jõudis kaheteistkümnnes järjestikune kalendrikuu lävendini, mis tähistab tööstuseelsest perioodist 1,5 °C kõrgemat globaalset keskmist.

Juunis 2024 oli Euroopa kuukeskmine

1,57 °C kõrgem normperioodi 1991–2020 juunikuu keskmisest, jagades nõnda soojuselt teist kohta mõõtmisajaloos. Euroopa temperatuurid ületasid keskmisi kõige rohkem kagupiirkondades ja Türgis, kuid olid keskmisele lähedased või alla selle Lääne-Euroopas, Islandil ja Loode-Venemaal. Väljaspool Euroopat olid temperatuurid keskmistest palju kõrgemad Ida-Kanadas, Ühendriikide lääneosas ja Mehhikos, Brasiilias, Põhja-Siberis, Lähis-Idas, Põhja-Aafrikas ja Antarktika lääneosas.

Temperatuurid jäid keskmistele alla ekvatoriaalse Vaikse ookeani idaosas, mis viitab kujunevale La Niña nähtusele. Õhutemperatuurid merepinna lähedal püsisid ebatavaliselt kõrged paljude piirkondade kohal. Maailmamere pinnatemperatuuri keskmine laiuskraadide 60°S ja 60°N vahel oli 2024. aasta juunis 20,85 °C, mis on seni dokumenteeritud kõrgeim näit vastava kuu kohta. See oli viieteistkümnnes järjestikune kuu, kui maailmamere pinnatemperatuuri keskmine näit oli ERA5 andmebaasis vastava kuu kohta kõige kõrgem. •

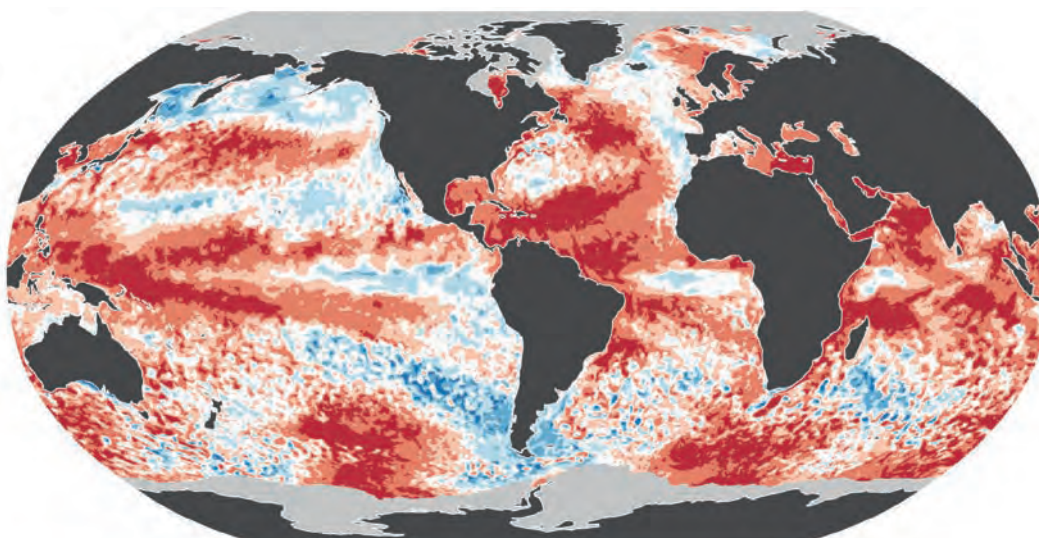
Horisont/Keskonnaagentuur



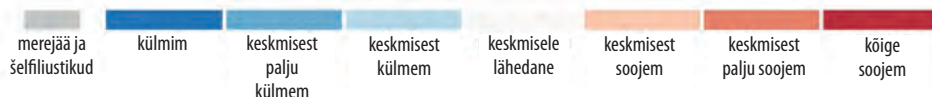
UNSPLASH



PEXELS



COPERNICUS C3S / ECMWF



Merepinna temperatuuri anomaaliad ja äärmused juunis 2024. Värvikategooriad viitavad ajavahemiku 1991–2020 temperatuurijaotuse protsentidele. Äärmuslikud kategooriad põhinevad aastate 1979–2024 andmetel

Uus teaduspreemia innustab avaliku sektori andmevaldkonda

Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium on esimest korda välja kuulutanud teaduspreemia konkursi, kus auhinnatakse avaliku sektori andmevaldkonna edendajaid. Auhindu antakse nii parimatele uurimistöödele kui ka teadusartiklitele.

Uurimistööde kategoorias saavad võistlusel osaleda Eesti ja välisriikide ülikoolide magistrandid ja bakalaureuseüliõpilased ning rakenduskõrgkoolide õppurid. Teadusartiklite kategoorias oodatakse osalema Eesti ja välisriikide ülikoolide doktorante ja teadustöötajaid.

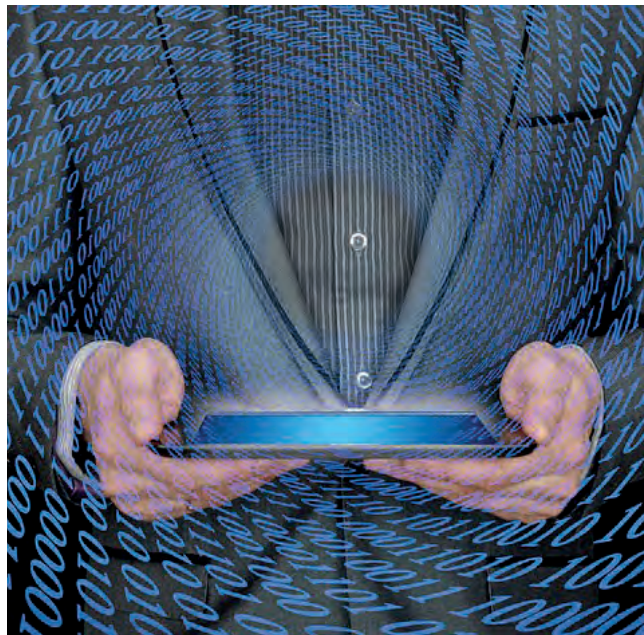
Võistlusele on oodatud järgmiste valdkondade tööd:

- 1) avaandmed – esitatavad tööd peavad keskenduma avaandmete avalikustamisele või kasutusele. Tööd võivad näiteks käsitleda uusi teenuseid ja digilahendusi, mis tuginevad avaandmetele; aitavad suurendada riigi ja ühiskonna läbipaistvust jne;
- 2) andmemajandus – tööd peavad keskenduma andmete jagamisele ja võimalustele suurendada nende majanduslikku väärtust, näidates, kuidas andmed võivad toetada uute toodete ja teenuste arendust;
- 3) avaliku sektori andmehaldus – tööd peavad keskenduma avaliku sektori andmete süsteemsele haldamisele ja varana käsitlemisele, näidates, kuidas saab parandada andmete kvaliteeti, leitavust ja taaskasutatavust.

Dokumente saab esitada kuni 25. septembrini; tulemused selguvad tänavu oktoobris.

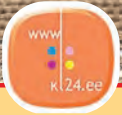
Loe täpsemalt <https://www.kratid.ee/teaduspreemia>. •

Horisont / Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium



PIXABAY

Avaliku sektori andmevaldkonna edendamise teaduspreemia võistluse auhinnafond on 7000 eurot



www.kl24.ee



www.helmic.ee

KÄSITÖÖSÖBRA KAUBAMAJA
24 H SINU ARVUTIS
KAASAEGNE PÄRLIPOOD

- Ühine postitus ja arveldus
- Sind ootab enam kui 190 000 toodet
- Kudumine, heegeldamine, kangad, lapitehnika, naha- ja pärlitöö, tikkimine
- JUKI, Janome õmblusmasinad ja overlokid
- Nika kudumismasinad

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

APTEEGIS · VAKTSINEERI

VAKTSINEERI PUUKENTSEFALIIDI VASTU APTEEGIS!

www.vaktsineeriapteegis.ee

KAMPAANIAT VIIB LÄBI EESTI PROVIISORAPTEEKIDE LIIT

BENU 

a. Apotheka

 **Südameapteek**

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Eesti maaülikoolis kloonitakse hobust

Eesti maaülikooli teadlastel on tüvirakke kasutades õnnestunud luua hobuse kloonembrüo. Kloonitud varsa sündi võib oodata järgmisel aastal. Saavutus on tähelepanuväärne, kuna Euroopas suudab seesugust protseduuri teha ainult üks Itaalia ettevõtte.

Kloonitav hobune Wodan M kuulub osaühingule Luunja Stud. Üks Luunja talli parimaid sugutäkke on andnud väga palju häid järglasi, kuid on juba 21-aastane ja hobuse kohta väärikas eas.

Embrüoloog Elina Tsopp süstis endise võistlustäku kehast pärit tüvirakud munarakkudesse, kust rakutuum oli enne eemaldatud. Tsoppi sõnul on hobuse kloonimine vajalik ennekõike selleks, et hoida alles ohustatud tõuge:

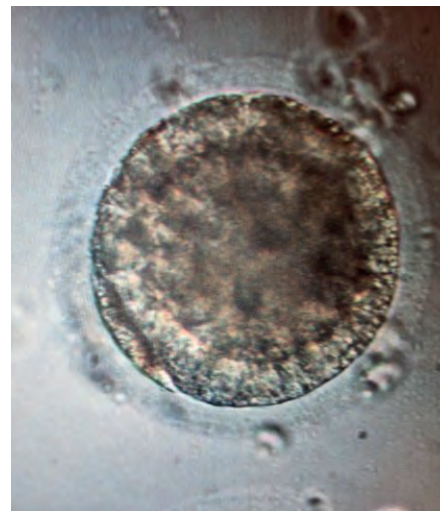
„Meil on Eestis kolm ohustatud hobusetõugu: eesti hobune, tori hobune ja eesti raskeveohobune. Skandinaavias ja Baltikumis on ohustatud hobusetõuge kümneid.“

Kloonimine võimaldab aretajatel oma tipp hobustelt järglasi saada ja seeläbi vähendada hobusekasvatuse riske. Ühtlasi saab sel moel aretuses kasutada ka viljatuid või steriliseeritud hobuseid.

Peale kloonimise kogub maaülikool hobuste koepröve geenipanka. Viimase kahe aasta jooksul on kogutud ja külmutatud Eesti hobusetõugude naharakke, tüvirakke ja spermat, et neid tulevikus aretuses kasutada. Geenipangas on hoiul ka Läti hobusetõugude proovid. Teenuse vastu tunnevad huvi ka Põhjamaad.

Eelmisel aastal siirdas Eesti maaülikooli embrüotöörühm esimest korda edukalt hobuse katseklaasiembrüo. Mära tiinus on kulgenud edukalt ja Eesti esimese katseklaasivarsa sündi on Luunja tallis oodata tänavu augusti lõpus. •

Eesti maaülikool / Horisont



EESTI MAAÜLIKOO

Hobuse kloonembrüo

Maailma suurimal sisalikul on raudkattega hambad

Komodo varaan on maailma suurim sisalik, kelle põnevad kohastumused (näiteks mürginäärmed) on zoolooge väga pikka aega paelunud. Nüüd on selgunud, et varaanihambaid kaitseb ainulaadne kate, mis hoiab hammaste sakilised servad teravana ega lase neil kuluda. Seda laadi katte olemasolu polnud varem teada ühegi loomaliigi puhul.

Kate avastati siis, kui zooloogidele oli jäänud silma, et komodo varaani hambatippe ja sakilisi servi katab oranž kiht. Seda uurides ilmnes, et hambaemal sisaldab rohkesti rauda, mis muudab

hambad eriti tugevaks ja kulumiskindlaks. Nii saavad komodo varaanid isegi suurest saakloomast kogukaid tükke rebida ega pea kartma hammaste kulumise pärast.

Täiskasvanud komodo varaan võib kasvada kolme meetri pikkuseks ja kaalub keskmiselt 80 kilogrammi. Liiki leidub vaid Väikestel Sunda saartel, nagu Komodo, Floresel ja Rincal. Varaanid kütivad peaaegu kõiki loomi, kellest nende jõud üle käib: väikelinnud, pühvlid või hoopistükki liigikaaslased. Mõnel juhul on komodo varaani rünnaku tõttu hukka

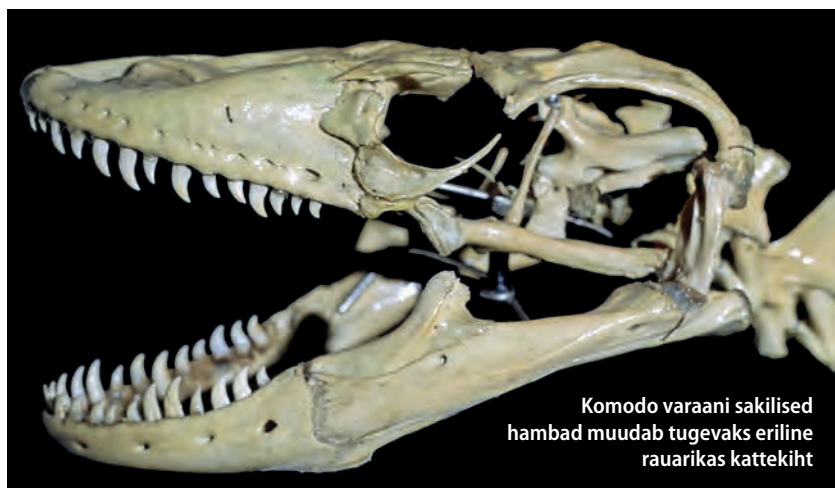
saanud ka inimesed.

Londonis asuva King's College'i teadlased on uurinud komodo varaanide hambaid ja nende ehitust nii skaneeriva elektronmikroskoobiga kui ka röntgenspektroskoopia abil. Hambaemal osutus õhukeseks, vaid 20 mikromeetri paksuseks, kuid selle välimine paari mikromeetri paksune kiht sisaldas tsinki ja ohtralt rauda. Võrdluses teiste roomajaliikide hammastega selgus, et sellist raudrikast katet leidub ka teistel varaanidel ja krokodillidelgi. Tõenäoliselt on kate roomajate seas laialt levinud, kuid seda ei ole varem lihtsalt avastatud.

Komodo varaani hambad sarnanevad kujult türannosauruste ja teiste röövtoiduliste sauruste omadega. Sestap arvavad ajakirjas Nature Ecology & Evolution ilmunud uurimuse autorid, et rauarohke kate võis olla juba hiidsisalikel. Selle kohta ei ole nad tõendusmaterjali leidnud. Samas ei saa välistada, et raudrikas kiht võis kaitsta röövtoiduliste hiidsisalike hambaid, kuna kivististe keemiline koostis võib olla aastamiljonite jooksul muutunud. Seda probleemi tuleb veel uurida.

Võib-olla saavad uuest zooloogiateadmisest kasu isegi hambaarstid. Varaani hammaste kattekihti jälgendades võidakse leida uusi viise, kuidas inimese hambaemali tugevdada või uuendada. •

Nature Ecology & Evolution / Horisont



MIA NOVITA RATNA SIWI / WIKIMEDIA COMMONS

Komodo varaani sakilised hambad muudab tugevaks eriline rauarikas kattekiht

Horisondi kultuurilooline erinumber on jõudnud Austraaliasse

Rõõm on teada anda, et hiljutine Eesti kultuuriloolise arhiivi (EKLA) 95. aastapäevale pühendatud Horisondi erinumber on jõudnud ka kaugele maakera kuklapoolele Austraaliasse. Erinumbris on avaldatud artikkel „Kalevipoja“ tõlkimise lugu – kingitus eestlastele maailmas“, milles EKLA vanemteadur Marin Laak kirjeldab lähemalt, kuidas 1944. aastal koos perega Eestist pagenud Triinu Kartus tõlkis Austraalias inglise keelde meie rahvuseepose. Kartuse ingliskeelse „Kalevipoja“ on illustreerinud samuti Austraalia väliseestlaste kogukonda kuulunud kunstnik Gunnar Neeme. Enne Eestisse saatmist oli eepose tõlketööga seotud pärand hoiul Neeme pere perekonnas. Pildil loeb Horisondi erinumbrit Gunnar Neeme noorem poeg Ants Neeme, kes elab Sydneys.

Ants oligi isa arhiivi Tartusse kirjandusmuuseumisse toomise hing. Muuseumile annetas ta nii isa käsikirjalise arhiivi kui ka pea-aegu 200 kunstiteost (maalid, skulptuurid jm).

Arhiivi toomise vaevarikka ja ka kalli teekonna kohta on Ants andnud kaasa sõnumi: „Isa elutöö Eestile“. Antsul aitasid 2016. aasta detsembris Melbourne'is mahukat arhiivi pakkida tema vanem vend, lavastaja Arne Neeme ning inglise keele õpetajast abikaasa Julie, tütar Ebe Riley ja muusikust poeg Kit.

Kogu Neeme pere perekond on väga loominguline. Arne tütar Imbi Neeme on kirjanik, tema romaan „The Spill“ võitis 2020. aastal Austraalias kirjandusauhinna. 2021. aastal on see teos pealkirjaga „Kokkupõrked“ ilmunud ka eesti keeles. Samas on Ants helilooja, kes on viisistanud ka isa Gunnari luuletusi.

Gunnar Neeme käsikirjakogu on praeguseks EKLA-s korrastatud ja kõigile huvilistele kättesaadav (EKM EKLA, f 423). Sealt leiab mitmesuguseid käsikirju, kirjavahetust, dokumente jm. Gunnar Neeme arhiivi Austraaliast Eestisse toomist ja selle korrastamist on väliseesti kultuuripärandi säilitamise programmi kaudu toetanud haridus- ja teadusministeerium. •

Horisont



ERAKOGU

Sydneys elav Ants Neeme sirvib EKLA 95. aastapäevale pühendatud Horisondi erinumbrit, milles on juttu tema isast Gunnarist

Asutatud on Eesti vähikeskus



ANDRES TENNUS / TARTU ÜLIKOO

Tartu ülikool ja sotsiaalministeerium sõlmisid juulis koostöölepingu, mille järgi luuakse Tartu ülikooli meditsiini-teaduste valdkonna koosseisu Eesti vähikeskus. Selle eesmärk on tõhustada rahvusvahelises koostöös vähiennetust ja -ravi Eestis. Eesti vähikeskus pole uus haigla, siht on luua ühtne üle-eestiline võrgustik, mis koondab vähivaldkonna ravi-, teadus- ja õppeasutusi ning patsiendiorganisatsioone. Samuti hõlbustab see osalust rahvusvahelistes projektides. Vähikeskus hakkab esindama Eesti riiki rahvusvahelistes vähitõrjeprogrammides, et tagada valdkonna areng Eestis ja vähendada siinsete elanike haigestumist vähki. •

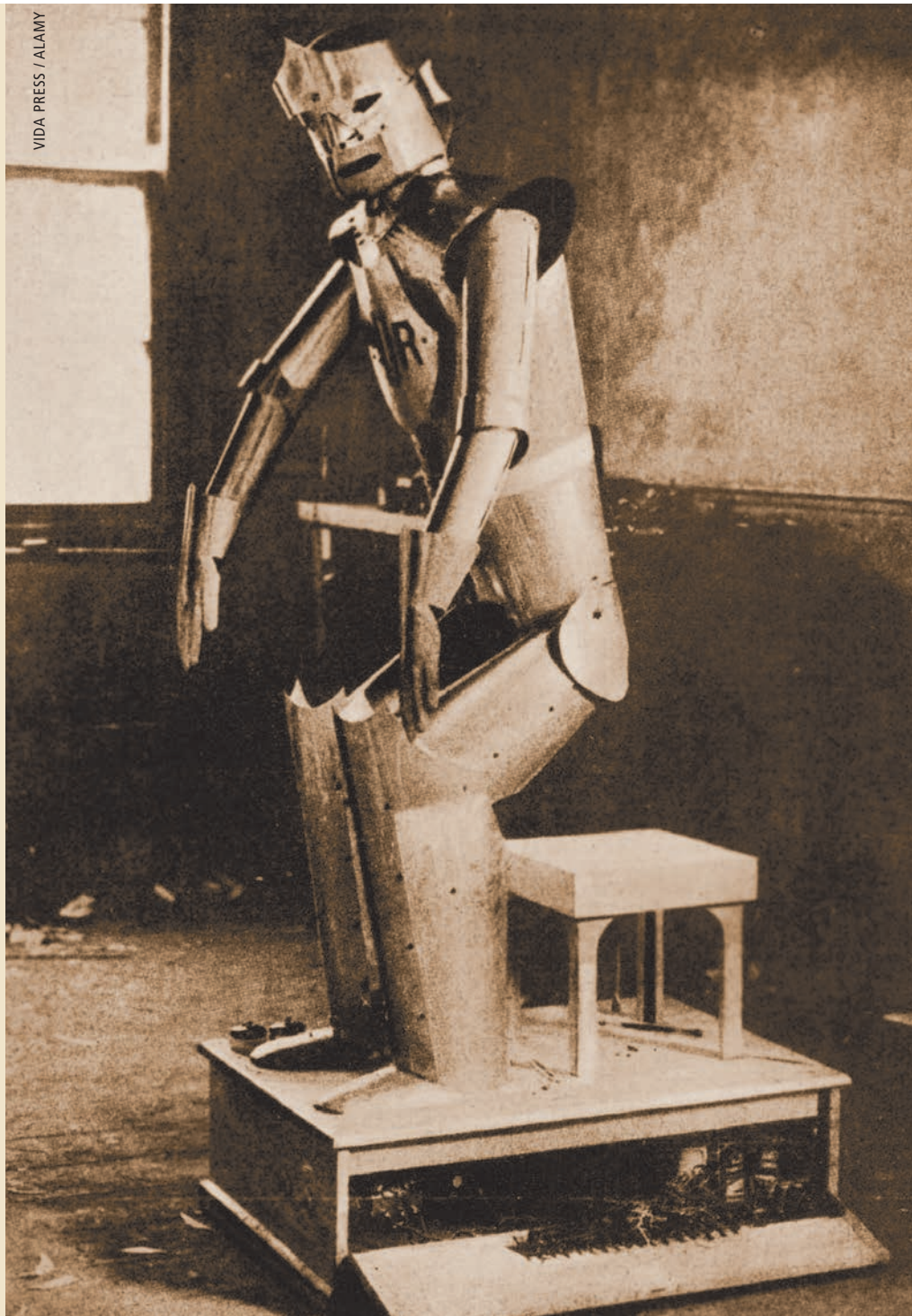
Tartu ülikool / Horisont

Elusorganisme matkiv robotika aitab luua tehismeeeltega roboteid

JANNO TOROP, OLAVI REINSALU, MART ERNITS, VEIKKO LINKO, VERONIKA ZADIN

Kui kõneleme robotitest, räägime tegelikult tšehhi pärisorjadest. Nimelt on robotist (tšehhi *robota* 'sunnitöö' või 'pärisori') kui fiktiivsest tegelaskujust esimest korda juttu Karel Čapeki 1920. aastatel populaarsust kogunud näidendis „Rossumovi univerzální roboti“ („Rossumi universaalsed robotid“, RUR). Näidend käsitleb kontrollimatu tehnoloogilise arengu võimalikke ohte ja eetilisi tagajärgi, mida põhjustab inimesest eristamatute mõistuslike tehisolendite loomine. Ent kuhu suundub robotika praegu, kui RUR-i ilmumisest on möödunud üle saja aasta?

Üks 1921. aastal lavastatud Čapeki ulmenäidendis üles astunud RUR-i robot



Elusolendid on keerukad, kohanemisvõimelised ja avatud süsteemid, kes suhtlevad pidevalt keskkonnaga ja muiganevad sellega mitmesuguste elu- ja ökoprotsesside kaudu. Nad on oma olemuselt keerukamad kui ükski loodud robot. Organismid tegutsevad muutlikus keskkonnas, alluvad füüsika- ja keemiaseadustele, kuid on veel midagi olemuslikku, mis ei seleta täielikult nende käitumist. Selline rakkude ökosüsteem on tunduvalt keerulisem kui robotitele kohandatud kindla ülesehitusega mudelkeskkonnad, milles praegu roboteid arendatakse. Enamasti seetõttu, et näeme roboteid kui tööriistu – täpselt samamoodi, nagu seda tegi RUR-is noore Rossumi tegelaskuju.

FRANK Q. BROWN / WIKIPEDIA

Tunnetusliku tagasisideta süsteemid

Hoolimata hiljutistest edusammudest tehisaru vallas kehtib endiselt paradigma, mille kohaselt ei saa inimeste loodud tööriistad olla targemad kui nende loojad. Kõikvõimalikud töömasinad suudavad inimesest tõhusamalt täita ainult kindlaid ülesandeid, mille tarbeks nad on loodud. Alates 1961. aastast on inseneridel õnnestunud luua tootmisroboteid (näiteks Unimate), mis suudavad inimesest paremini täita lihtsaid ülesandeid ja teha suurt tähelepanu nõudvaid rutiinseid töid. Teadupärast on niisugused robotid oma töös väga täpsed ja erakordselt vastupidavad, kui kõik toimib tõrgeteta. Ent praegusel tehisaru-, küber- ja tehnoloogiaajastul, mis viib meid liit- ja virtuaalreaalsuse elemente ühendavasse segareaalsusesse ning digitaalsesse universumisse ehk metaversumisse, soovitakse luua kognitiivseid roboteid või avatare, mis suudaksid tajuda eri aistinguid ja millel oleksid ka tunded.

Nüüdsed robotid on mehano-elektirilised süsteemid, millel puudub looduses tuntud tunnetuslik tagasiside, ning robotite projekteerimine on inseneritehniline moodus. Erinevalt praegustest masinatest polnud Čapeki RUR-is kirjeldatud robotid mehaanilist tüüpi seadeldised: neid toodeti keemilise sünteesi abil, nad olid teatud määral inimese- ja sarnased ja neid ei olnud võimalik

Praegusel tehisaru-, küber- ja tehnoloogiaajastul soovitakse luua kognitiivseid roboteid või avatare, mis suudaksid tajuda eri aistinguid ja millel oleksid ka tunded.



Mehhaniseeritud kohvipaus aastast 1967: robot Unimate kallab Los Angeleses Biltmore'i hotelli külalistajale kohvi

Ideed olid oma ajast ees

Peale mõistuslike tehisolendite loomise võimalike tagajärgede on näidendi „Rossumi universaalsed robotid“ keskmes eri põlvkondade ideelised vastuolud. Vanem Rossum, kes on noorema Rossumi onu, pidas roboteid arendades tähtsaks fundamentaalteadust. Noorem Rossum hindas eeskätt tootearendust ja teadustulemuste rakendamist tehnoloogias.

Vanema Rossumi arusaam tehisolendite konstrueerimisest oli erakordselt ambitsioonikas. Füsioloogina tahtis ta robotitele valmistada kõike täpselt nagu inimkehas: „See veidrik tahtis tegelikult teha inimesi“. Näidendist selgub, et vanema Rossumi lõppeesmärk oli luua robotid, millel oleks hinge stimuleerimiseks arenenud kõik meeled. Paraku jäid tema püüdlused näidendis saavutamata.

Robotid said näidendi järgi alguse järkjärgulistest keemilisest sünteesireaktsioonidest, millega taheti matkida protoplasmat. Edasise katsega avastatigi sünteetiline aine, mis oli omadustelt nagu elav aine, kuid siiski teistsuguse keemilise koostisega. Seega said Rossumi robotid alguse kujuteldava biokeemia taustal, mida näidendi ilmumise ajal omaette teadusharuna veel ei eksisteerinud. Tulemuseni jõuti tänu Rossum vanema mõningatele salapärasele avastustele „raken- dusliku“ biokeemia ja organite „redigeerimise“ valdkonnas. Sünteesiteekaart, mille siht oli valmistada vana Rossumi kirjeldatud kognitiivseid roboteid, oli oma ajast ilmselgelt ees, sest DNA avastamiseni oli jäänud veel üle 30 aasta.

Noor Rossum pooldab ja järgib rakendus- ja inseneriteadust. Tema peaesmärk on saavutada kasum, arendada ja laiendada majandustegevust ning turustada toodet. Ta mõistab, et vanema Rossumi välja mõeldud tootmisprotsess on liialt pikk: „Absurdne on kulutada kümme aastat mehe loomisele. Kui sa ei saa teda teha kiiremini kui loodus, võid sama hästi ka kohe poe kinni panna“. Ta ise asus süstemaatilisel uurimisel inimese anatoomiat, et teha kindlaks, mida võiks robotitel ära jätta või lihtsustada, arvestades, et inimene teeb paljut, mis on hästi töötava masina jaoks täiesti tarbetu. Sel moel optimeeris noor Rossum tootmist tõhusalt: „ta lükkas inimese arendamise kõrvale ja tegi roboti“.

ilmeksimatult inimesest eristada. Segarealsuse ja laiendatud kognitiivsuse võimalusi arvestades on see robotikas ainuõige arengusuund ka praegu, enam kui sajand hiljem.

Väga dünaamilises inimühiskonnas põhineb enamik tegevusi kognitiivsete ülesannete täitmisel, mistõttu ootame, et ka tulevased robotid saaksid säärase ülesannetega piisavalt hästi hakkama. Praeguse nn jäiga robotika võimaluste piirid on paljuki saavutatud. Mehaaniliste lahenduste abil on robotid muutunud küll väga täpseks, kuid nende staatiliste omaduste ja vabadusastmete eba piisavuse tõttu on raske ette kujutada, mismoodi saaks neist arendada masina, mida inimmeel ei suudaks inimesest eristada.

Läbimurret võivad pakkuda lahendused, mida uurib nn pehme robotika: keskkonnaolude muutustele tagasisidet pakkuvate ja muganduvate materjalide süntees ning nendega seotud rakendused. Pehme robotika on robotika tinglik alamvaldkond, mis tegeleb robotite loomisega väga paindlikest materjalidest, mille omadused sarnanevad elusorganismide ainesega. Suuresti tugineb pehme robotika sellele, kuidas elusorganismid liiguvad ja kohanevad keskkonnaga. Seepärast on niisugused robotid suurepärase platvorm, kasutamaks mitmesuguseid tehismeeli. Samamoodi kui RUR-is kirjeldatud tehnoloogias kasutatakse ka pehme robotika vallas robotseadmete ja nende osiste loomiseks keemilist sünteesi.

Meditsiinilised nanorobotid

Popkultuuris on kujutatud eri laadi ja mitmes suuruses roboteid, olgu need siis pilvelõhkujamõõtu hiiglased või mikroskoopilised enesekopeerijad, mis suudavad ennast peatumatult juurde toota. Viimane ulme ilming võis olla inspireeritud USA 1950. aastate mehitamata kosmoseprogrammi ühe võtmeisiku Albert Hibbsi ettekujutusest, mille järgi võiks robotid olla ka nanomõõdus ja tegutseda inimesele kasulikul moel, näiteks organismisisesest kirurgidena. Selle püüdluse esimesteks sammudeks võib pidada alla mikromeetrise läbimõõduga ravimikandjaid, mis on võimalised teatava täpsusega tuvastama organismis oma sihtmärgi ja vabastama sellesse ravimi.

Alates 1970. aastatest on sel eesmärgil arendatud liposoomi ehk mikroskoopilisi fosfolipiidikihiga ümbritsetud

Pehme robotika tegeleb robotite loomisega väga paindlikest materjalidest, mille omadused sarnanevad elusorganismide ainesega.

veeanumaid, mida saab täita ravimitega, lisades soovitud ülesannet täitvad molekulid. Eri riikide ravimiametid on näiteks vähivastases kemoterapias heaks kiitnud juba peaaegu 30 aastat kasutatud ravimi DOXIL, milles liposoomid kannavad vähiravimit doksorubiitsiini.

Praegusaja kiires sünteetilise bioloogia arengulaines on Hibbsi ennustus kõrgtasemelistest nanorobotitest jõudnud peaaegu käegakatsutavate tulemusteni. Valmistades meditsiinilisi nanoroboteid, on oluline osata sihipäraselt toota nanomeetrise täpsusega osakesi, mille materjal peab ühtaegu sobituma organismisisesse keskkonda: olema ohutu ja vastupidav, kuid samas kergesti kehas eemaldatav, kui ta on oma ülesande täitnud. Oleme harjunud mõttega, et pärilikkusaine DNA on selleks, et meie ja kogu ülejäänud elusloodus saaks geneetilise info edasi pärandada oma järglastele. Ent materiaalse aina kätkeb DNA kõiki eelnimetatud omadusi, millele peavad vastama meditsiinilised nanorobotid. DNA on ju ülimalt bioühilduv, samas saab DNA-ahela järjestuse alusel täpselt kindlaks määrata selle struktuuri.

Siin tulebki mängu uudne biosünteesi tehnoloogia – DNA-origami. DNA aluspaaride komplementaarsuspriinipi järgides on võimalik selle abil luua keerulisi detailseid kolmemõõtmelisi nanostruktuure. Muundatud DNA-ahelate sünteesimine on üha odavnev tehnoloogia, mis võimaldab soodsalt toota soovitud kuju ja ülesehitusega osakesi. Niisuguseid osakesi saab hõlpsasti täiustada nii bioloogiliste (valkude, antikehade, lipiidide jm) kui ka anorgaaniliste (metallide, silikooni, polümeeride jm) funktsionaalsete molekulide ja materjalidega. Enamgi veel, DNA-origamiga saadud materjale on võimalik luua dünaamilisena: seda laadi nanorobotid suudavad keskkonnast saadud signaalide, s.o temperatuuri, valguse, happesuse näitaja, kindlate molekulide leidumise jm põhjal muuta oma kuju, liigutada osasid või suunatult liikuda.

Seesuguse teadustöö tulemustena

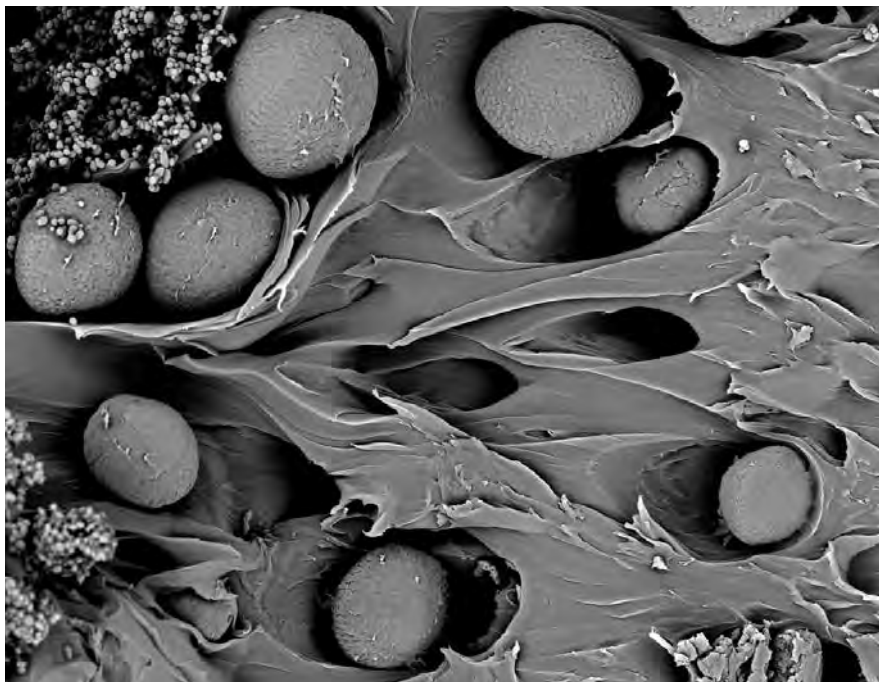
võib esile tõsta nanorobotid, mis kannavad endas teatud ravimit (näiteks antikehi või vähiravimeid), teevad kindlaks haigestunud kehapiirkonna ning mõne haiguse tunnusele (näiteks patogeeni molekulidele või happelisele vähktõvekeskkonnale) reageerides vabastavad seal kohaletoodud ravimi. Teadlased on Nobeliaga pärjatud nn CRISPR-Cas-geenoomitöötlamise ja DNA-origami tehnoloogiat kokku sobitades loonud häid eeldusi, et geneetiliste haiguste ravi saaks peagi täiendust varasemast täpsemate, ohutumate ja soodsamate ravimeetoditega. Seni pole veel ükski DNA-origami tehnoloogial põhinev ravimeetod turule jõudnud, kuid selle teadusharu kiire areng annab lootust, et saame uudeid meditsiinilisi nanoroboteid kasutada juba lähima kümnendi jooksul.

Olgu märgitud, et nii liposoomi- kui ka DNA-origami tehnoloogiat arendatakse ka Eestis. Näiteks Tartu ülikooli Euroopa teadusruumi õppetooli MATTER-i teadusrühm uurib funktsionaalseid materjale äärmuslikes keskkondades. Üks eesmärk on luua liposoomitehnoloogiat ja DNA-origamit ühildades uudeid biotehnoloogilisi ja meditsiinilisi menetlusi.



Püstises 50-mikromeetrise läbimõõduga kanalis olevad kollased pallikesed on Tartu ülikooli MATTER-i töörühma liikmete Olavi Reinsalu ja Mart Ernitsa loodud liposoomid. Niisuguste liposoomidega on võimalik näiteks vähirakkudesse viia ravimeid nõnda, et terved rakud ei saa kahjustada

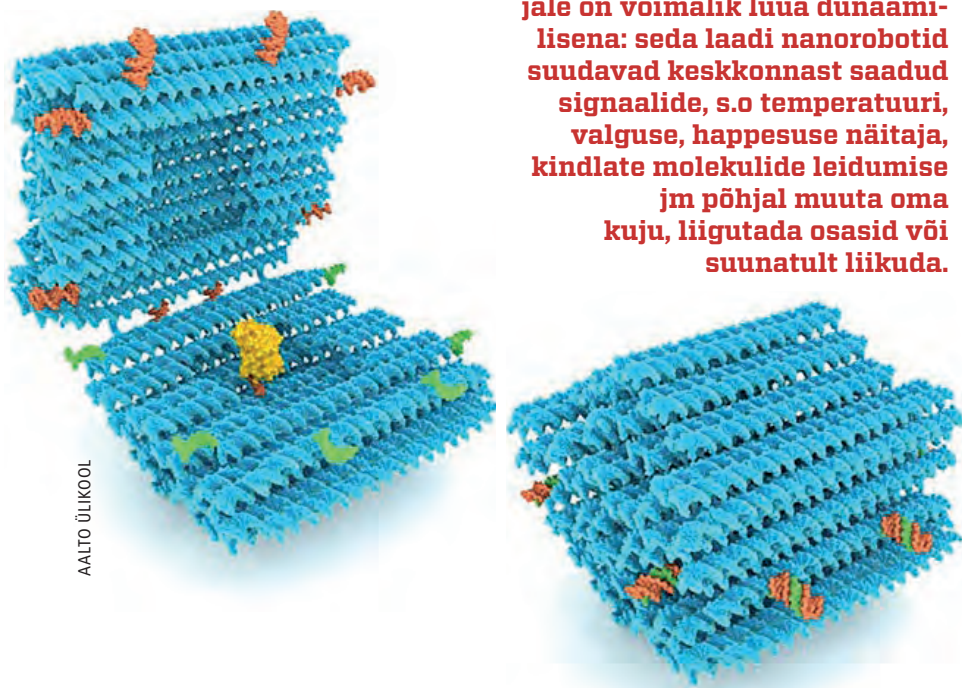
TÜ TEHNOLOOGIAINSTITUUT



Elus materjal kui biorobot. Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudi materjaliteaduse nooremteaduri Hans Priksi tehtud elektronmikroskoobipilt (vasakul) pärmirakkudega elusast materjalist. Suuremad pallid on pärmirakkude kolooniad, milles on koos sadu pärmirakke. Üks pärmirakk on näiteks golfipallist ligikaudu 10 000 korda väiksem. Pärmirakud on segatud muundatud triplokk-kopolümeeriga F127. Koos veega on see materjal külmalt vedel ja soojalt pastataoline. Need omadused võimaldavad sellesse polümeeri segada rakke ja hiljem saadud segu ka trükkida, ilma et rakud saaks kahjustada.

Parempoolsel pildil ongi näha üks sellisest elusast materjalist trükitud kuubik. Säärastes „hotellides“ saavad mitmesugused pärmid, bakterid või vetikad elada, paljuneda ja süüa ning toota sel moel meile midagi vajalikku. Niisugune tehnoloogia võib tulevikus muuta seda, kuidas toota näiteks ravimeid, vitamiine või ka õlut

DNA-origamiga saadud materjale on võimalik luua dünaamilisena: seda laadi nanorobotid suudavad keskkonnast saadud signaalide, s.o temperatuuri, valguse, happesuse näitaja, kindlate molekulide leidumise jm põhjal muuta oma kuju, liigutada osasid või suunatult liikuda.



AALTO ÜLIKOO

DNA nanokapsleid saab kasutada keskkonna happesusele reageerivate ravimikandjatena: aluselisemas keskkonnas need avanevad ning happelises keskkonnas sulguvad. Sellised pärilikkusainest loodud biomasinad võivad edukalt toimida inimese kehas ja täita varem määratud ülesandeid

Elektroonsed ja ioonsed sensorsüsteemid

Inimmeeli jälgendavad elektronsensorid, nagu nn nutikeeled ja -ninad, kaaskantavad spektromeetrid ja mitmesugused infrapunakaamerad, ületavad kindlaksmääratud keskkonnas juba praegu inimeste tajumisvõimet ja tundlikkust. Siiski ei ole veel olemas seadet, milles oleksid ühendatud kõikvõimalikud sensorid. Niisuguste keerukate tajuvõimeliste süsteemide ehk sensoorsete platvormide loomiseks on vaja paradigmuuutust, sest n-ö lihtne elektroonika ei suuda seejuures abi pakkuda. Elektroonses süsteemides on laengu kandjad ja signaali edastajad elektronid, ioonses süsteemides aga lahuses ja tahkes elektrolüüdis olevad ioonid. Tulevaste robotite tajuvõime arendamine põhineb ioonsete ja elektroonsete sensorsüsteemide (ingl *iontronics*) oskuslikul ühendamisel tehisaruga. Võrdluseks võib tuua elusorganismid, kes sünteesivad eri retseptoritelt pärinevad signaalid lõhnaaistinguks alles ajus.

Pannes materjaliteaduse, elusorganisme matkiva robotika ja tehisintel-

Eestlased arendavad biorobootikat

Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudis tegutseb intelligentsete materjalide ja süsteemide labor, mille eesmärk on arendada roboteid ning uusi materjale ja nende kasutuse viise. Uudsete materjalide abil saab luua paremaid roboteid ja seadmeid. Järgnevalt on vaatluse all labori olulisemad uurimisvaldkonnad.

Pehmed robotid keerulistes ülesannetes

Ülesehituselt elusorganismidega sarnanevad nn pehmed robotid on abiks nii mõneski keerulises olukorras: need suudavad hästi liikuda näiteks varemetes, käsitada õrnu esemeid ning ühitada teiste elusorganismidega. Labori biorobootikud Indrek Must ja Kadri-Ann Valdur on hiljuti välja töötanud ämbliku jalga jäljendava pehme roboti, mis koosneb valguskõvastuvast vaigust eksoskeletist ja polüüpüroolist tehtud tehislhasest. Tulevikus saaksid sellise tehnoloogia alusel loodud robotid tegutseda seal, kuhu inimene ei saa või ei tihka minna, näiteks liikuda operatsioonil nanorobotina inimese sees või otsida katastroofi piirkonnas ellujääjaid.

Ruumiliselt trükitud „elusad“ polümeerid

Elusad materjalid on justkui mikroorganismide hotellid, kus saavad elada, paljuneda, süüa ja niiviisi inimestele vajalikke aineid toota mitmesugused pärmid, bakterid või vetikad. Tulevikus võiks sel moel toota mõningaid kemikaale, näiteks ravimeid ja vitamiine, või hoopis õlut.

Kuna seesugused polümeerid on külmalt vedelad, saab nende sisse segada rakke, ilma et rakud kahjustuksid. Toatemperatuuril tardub polümeer pastataoliseks massiks, mida saab kasutada 3D-printeri trükimaterjalina. Sel moel saab luua mitmekesiseid mikroorganisme sisaldavaid osasid. Neist osadest saab luua kaskaadi, kus esimese kultuuriga osa läbinud lähteainest tekkinud saadus on toiduks järgmise osa mikroobikultuurile. Nõnda saab järgmistes osades saadust üha edasi töödelda. Näiteks võib tuua kaskaadi, kus esimeses „hotellis“ toodab vetikas fotosünteesiga glükoosi ning järgmises „hotellis“ elav pärm saab sellest omakorda toota biokütust.

Professor Tarmo Tamme uurimisrühma huvitavad polümeeride ja elusorganismide vastasmõjud. Koos doktorant Hans Priksiga on nad teinud kindlaks, et elusas materjalis näiteks pärmirakkude kasv aeglustub ja nad jäävad väiksemaks, kuid samas soodustab tekkinud stress nende rakkude ainevahetust ja „toodang“ tekib kiiremini kui lahuses vabalt elavate rakkude korral. Tähtis on seegi, et elusas materjalis on rakud kaitsitud igasuguste sissetungijate eest.

Mikroskaalas elektroaktiivsed polümeersed aktuaatorid ja sensorid

Professor Alvo Aabloo töörühmas arendatakse väikeste ja paindlike seadmete ehitamist võimaldavaid ioonseid elektroaktiivseid polümeere. Niisugused polümeerid võivad tulevikus asendada seni jäikadest materjalidest koosnevaid täitureid, manipulaatoreid ja sensorsüsteeme. Muu hulgas saab neid seadmeid kasutada meditsiinitehnoloogias, nii diagnostikas kui ka ravis, et pakkuda tulevikus kirurgidele paremaid ravivahendeid ja parandada ravikvaliteeti. Elektroaktiivsete polümeeride puhul on vaja veel arendada nende töökindlust, juhitavust ning tööstusliku tootmise võimalusi.

Hiljuti alanud projekti RoboScope eesmärk on siduda omavahel paindlikud bioühilduvad materjalid ja mikroelektroonika, et luua süsteem, mis võimaldab luua täpse, hääljuhitava seadme, millega saab reaajas jälgida soovitud kujutisi. Säärase seadmega saab parandada näiteks endoskoopiaprotseduure.

Koostöörobotoika

Paljudel on kodudes isejuhtivad robottolmuimejad ja muruniidukid. Aga kes neid iseiseisvalt toimetama õpetas? Robotont on hariduslik õppevahend, mis on mõeldud maailma levinuima robotikaplatvormi ehk ROS-i õpetamiseks. Kaasprofessor Karl Kruusamäe juhatusel on teadlased ja üliõpilased loonud 3D-trükitud osadest koosneva õpperoboti Robotont, et õpetada üliõpilastele ja õppuritele robotite juhtimist ja programmeerimist.

Samamoodi nagu inimene näeb Robotondi kaamera ümbristavat ruumi kolme mõõtmelise. Robotikapraktikumis võib üliõpilane saada ülesande programmeerida robot, mis oleks võimeline leidma kõige optimaalsema tee kohvimasina juurde. Robotont on võimekas robot, millega saab turvalises keskkonnas katsetada samu tehnoloogiaid, mida hakatakse tulevikus rakendama tööstuses, juhtimaks keerulisemaid roboteid.

Robotonti saab kasutada iga huviline, sest kõik selle tehnilised joonised ja tarkvara on vabalt kättesaadav Robotondi GitHubis. Robotont on kaugjuhitav ning võimeline liikuma igasse suunda. Õpperoboti kohta on valminud õppe- ja juhendmaterjalid nii eesti, inglise, prantsuse kui ka saksa keeles. Praeguseks on Robotonti näinud või juhtida saanud peaaegu tuhat Eesti õpilast. •

Margit Meiesaar, TÜ tehnoloogiainstituudi projektijuht

lekti hiljutised edusammud ning virtuaalse reaalsuse kasutuselevõtu RUR-i konteksti, tuleb tõdeda: kuigi kognitiivsete robotite või füüsiliste avataride tarbeks on olemas suurepärased sensorid, ei ole tehismeeletega masinate loomiseks „maagilist sünteetilist orgaanilist ainet“. Kui vaadata praegustest nutikatest materjalidest kaugemale, aitaks ioon- ja elektron-sensorsüsteemide ühildamine biosobivate materjalidega tagada nii roboti eeldatavat funktsionaalsust kui ka bioloogilist kokkusobivust. Ehk sisuliselt saaks sel moel luua „maagilist sünteetilist orgaanilist ainet“.

Tuleviku autonoomsete robotite energiatarve peab olema tagatud keskkonnast sõltumatu energiatootmisega. Üks suund on arendada nende juhtimissüsteemi niimoodi, et robotil areneb intelligentsus koos kuju muutva kehaga. Seejuures tulevad appi iseõppivad ja isetundlikud materjaliahelad. Aga kui vaadata pehmest robotoikast kaugemale, võiks meil tulevikus olla robotid või füüsilised avatarid, mille keha on võimeline ise arenema, taastuma ning muutma keskkonnast lähtuvate tingimuste või otstarbe põhjal oma kuju; elutsükli lõpus peaks selle koostisosad lagunema bioprotsesside toel tagasi keskkonda.

Aprillis 1986 tõdes Los Angeles Timesi kolumnist Jack Smith robotite kohta järgmist: „Aga ma ei ole veel mures. Niikaua kui neil puudub maitsemeel, ei ole me ohustatud. Robot, mis ei suuda eristada Napa Valley Chardonnay'd Diet Pepsist, ei ole tsivilisatsioonile ohtlik.“ Ka RUR-i robotitel ei olnud maitsemeelt, ent pärast aastakümneid kestnud arendustööd on laborioludes loodud tehiskeel ja -nina, aga ka teisi inimmeelt otstarvet täitvaid sensoreid, mida saab uue põlvkonna robotitele lisada. Kas me peaksime nüüd muretsema selle pärast, mis juhtub siis, kui sensorid suudavad eristada ühe veinimaja eri aastakäike? •

Janno Torop (1983) on Tartu ülikooli tehnoloogiainstituudi (TÜTI) rakendusliku materjaliteaduse kaasprofessor.

Olavi Reinsalu (1990) on TÜTI biomeditsiinitehnoloogia teadur.

Mart Ernits (1989) on TÜTI tehnoloogia nooremteadur.

Veikko Linko (1984) on TÜTI biomeditsiinitehnoloogia kaasprofessor.

Veronika Zadin (1982) on TÜTI materjalitehnoloogia professor.

I G A V E N E

01.06 – 22.09.2024

L I N N A H A L L

Foto: Mari Kalluste

F O R E V E R



Eesti Arhitektuurimuuseum
Estonian Museum of Architecture

Rotermanni soolaladu
Ahtri 2, Tallinn
T-P 11:00–18:00

Rotermann Salt Storage
Ahtri 2, Tallinn
Tue–Sun 11–18



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri



Inimene peab liikuma

Ülekaalulisus ja rasvumine on Eestis üks peamisi tervisehäirete põhjusi. Tervise arengu instituudi hinnangul läheb ülemäärases kehakaalust tingitud südameveresoonkonna haiguste, teist tüüpi diabeedi, liigese- ja kõigi teiste seostuvate hädade ravi riigile maksma ligikaudu 125 miljonit eurot aastas. Rasvumise peasüdlaseks peetakse eeskätt valesid toitumisharjumisi ning liiga vähest liikumist ja kehalist aktiivsust. Miks me liigume vähe? Kuidas oma liikumisharjumusi targalt muuta? Kui kasulik on õues kõndida ning millised on aktiivsuse monitoride ja kaalulangetusravimite ohud? Sellest ja paljust muustki on Tallinna ülikooli spordibioloogia professori Kristjan Pordiga vestelnud Horisondi peatoimetaja Ulvar Käärt.

Tervise arengu instituudi viimaste andmete järgi vohab eesti rahva seas ülekaalulisus ja rasvumine: elanikest veidi üle poole on ülekaalulised. Seejuures on laste hulgas koguni kolmandik ülekaalulisi ja iga kümnes rasvunud. Kuidas te niisugusele murele tekitavale suundumusele vaatate?

Olukord halveneb ajaga veelgi. Me teame, et asjad on halvad, aga samas ei pane niisugune teadmine inimesi siiski oma käitumist muutma. Siin võib tuua võrdluseks liidlusekirjad, mille järgi ei tohiks kiirust ületada, aga samas eksivad teinekord selle vastu isegi politseinikud.

Meid ümbritsev keskkond lihtsalt pakub pidevalt võimalusi käituda valesti. Teine asi, mis meie tervisekäitumist tugevalt mõjutab, on üldine kultuur, mis ütleb, et elu keskmik on töö. Töö võtab meilt palju energiat, aga hoiab meid liikumatuna. See omakorda kujundab ülejäänud väärtuste süsteemi, mille tõttu otsitakse töövälisel ajal kiiret meelelahutust, mis ei nõua füüsilist aktiivsust.

Töö võtab meilt palju energiat, aga hoiab meid liikumatuna. See omakorda kujundab ülejäänud väärtuste süsteemi, mille tõttu otsitakse töövälisel ajal kiiret meelelahutust, mis ei nõua füüsilist aktiivsust.

Tagajärg ongi see, et kuigi me võime probleemi teadvustada ja omada olukorra parandamiseks kõige paremaid teadmisi, siis paradoksaalsel kombel me ikkagi ei muuda oma käitumist. Kuulutame küll välja rituaalseid üritusi, näiteks aastavahetusel lubame end uuel aastal käsile võtta, aga tihti raugab esialgne tegutsemisind lühikese ajaga. Inimestel puudub kogemus, neil on illusioon, et kõike saab teha ja osta. Uuel aastal minnaksegi uutes dressides trenni, aga kannatamatusest tehakse endale palju liiga ja enam-vähem märtsiks on paljud treeningusaalidest kadunud.

Sel puhul meenub mulle kulturist Ott Kiivikase kunagine kirjelendus, kuidas tema juurde trenni liigse kehakaaluga võitlema tulnud tahtvat tulemusi saada mõne kuuga. Tal olevat siis kombeks neilt uurida, miks järsku nii kiire hakkas, kui seni oli lastud kilodel rahulikult koguneda aastate või isegi aastakümnete jooksul.

Tõsi, inimesed enamasti ei taju seda, et niisuguste soovide korral võiks midagi viltu olla. Jõusaalidel on tegelikult hotellide ärimudel: nad ei müü võimalust langetada kehakaalu ja arendada lihaseid, vaid ruutmeetreid. Neile meeldib, kui saali kasutavad harrastajad, mitte nii väga sportlased. Erinevalt motiveeritud trimmis tüüpidest on harrastaja ebakindel, ta kipub tundma ennast jõusaalis ebamugavalt, sest ei oska enda meelest vajalikke harjutusi piisavalt hästi teha jne. Peagi nad pettuvad ja hakkavad treeninguid vältima. Näiteks USA-s müüakse jõusaalide pindasid kaheksa korda üle, sest enamik kliente lihtsalt ei käi kohal, kuigi on treeningute eest pikemaks perioodiks ette maksnud. Kujuta nüüd ette, et lähed poodi, annad seal müüjale euro, aga saad selle eest palutud terve pätsi asemel vaid pool saia. Need jõusaali vältijad ei taha endale tunnistada, et ei võtnud ostetud saia koju kaasa! (Muigab – U. K.) Ja nad teevad seda korduvalt.

Kas siin pole teatavat seost, et kuivõrd ülekaalulisus on meil muutunud järjest tavalisemaks, justkui täiesti normaalseks nähtuseks, siis enam ei osatagi selles probleemi näha?

Seda seost on uuritud ja nii see kipub tõesti olema. Sotsiaalmeedia näitel on leitud, et kui su sõpruskonnas levib ülekaal, siis hakkab ka sinu kehakaal kasvama, sest sinu nii-öelda referentsruum muutub. Ülekaalulised muutuvad visuaalselt harjumuspäraseks, samas kuuleme ka enda sotsiaalmeedia sõpruskonnas ehk oma kõlakoja üha rohkem seda, et kaalu kasv on täitsa okei. Sel moel kuuled pidevalt seda, mis sulle meeldib, ja leiad õigustusi, miks jätta kaalu kasvule reageerimata. Niimoodi põletatakse paljud sillad ära ja lõpuks on väga raske oma tegelikku normaalset kaalu tagasi saada. Siis pahandatakse, et kool ja meditsiinisüsteem pole piisavalt teinud, ning teab mis kõik veel on halvasti.

Noorte seas leviva ülekaalu puhul kiputakse tõesti näpuga koolide poole näitama. Kui näiteks põhikooliklassides on kaks kehalise kasvatuset ehk liikumisõpetuse tundi nädalas, siis seda on vist vähe?

Seda on kindlasti vähe. Meil kipub olema illusioon, et kool peab õpetama lastele soorolle, enesekehtestamist, tervislikku toitumist ja kehalist aktiivsust. Aga tegelikult pole see ainult kooli ülesanne, vaid need oskused tulevad



KRISTJAN PORT

- Sündinud 9. mail 1960. aastal Tallinnas.
- 1978. aastal lõpetas Tallinna 2. keskkooli (praegu Tallinna reaal-kool), pärast seda asus õppima Tallinna pedagoogilisse instituuti (hiljem Tallinna pedagoogikaülikool, praegu Tallinna ülikool, TLÜ). Doktoritöö „Activation of adrenocortical function to muscular activity“ kaitses 1990. aastal Tartu ülikoolis.
- 1990–1998 Tallinna pedagoogikaülikooli dotsent, 1999–2004 erakorraline professor, 2005–2008 TLÜ kehakultuuriteaduskonna dekaan, 2008–2015 TLÜ terviseteaduste ja spordi instituudi direktor. 2015–2017 TLÜ loodus- ja terviseteaduste instituudi dotsent, alates 2017. aasta septembrist sama asutuse spordibioloogia professor.
- Tema juhendusel või kaasjuhendusel on kaitsnud kolm magistri-tööd ja üks doktoritöö.
- Tema osalusel on valminud üle saja teaduspublikatsiooni, millest kaheksa on kõrgeima taseme ehk 1.1-klassi artiklid.
- Eesti olümpiakomitee treenerite kutsekvalifikatsiooni komisjoni esimees, SA Eesti Antidoping nõukogu, Euroopa Komisjoni eksperdi-rühma „Oskuste ja inimressursi arendamine spordis“, Eesti olümpia-komitee täitevkomitee ja Tallinna ülikooli nõukogu liige.
- Alates 1997. aastast Raadio 2 saatejuht (kommenteerib tehnoloogiateemasid saates „Portaal“).
- 2019 pälvinud Eesti olümpiakomitee teenetemärgi, 2020 Valge-tähe III klassi teenetemärgi ja Tallinna ülikooli teenetemärgi.

Peale rattaspordi tegeleb Kristjan Port ka *rucking*'uga ehk paneb pikematel kõnniringidel selga raske, 18 kilogrammi kaaluva seljakoti

paljuski kodust. Tõsi, liikumisõpetus peaks andma noor-tele elukestvad liikumisoskused, aga paraku on kool just-kui ideaalkeskkond. Väljaspool kooli on hoopis teised tingumused: küll sajab õues vihma, on külm või siis tule-vad mängu muud tegurid, mis takistavad kehalist aktiiv-sust.

Alustuseks piisab juba sellestki, kui pargite oma auto parklast veidi kaugemale, et saaksite senisest natukenegi rohkem liikuda.

Meie koolisüsteemis peetakse tähtsaks niinimetatud STEM-ainete ehk loodus- ja täppisteaduste ning teh-noloogia õpetamist, aga tegelikult saab koolis edukalt isegi matemaatikat õpetada nii, et lapsed on kehaliselt aktiivsed. Kusjuures õpitav jääb sel moel lastele palju paremini meelde. Aga meil peavad lapsed koolitunnis istuma.

Olete soovitanud inimestel kaaluprobleemi vältimiseks järgida niinimetatud viie grammi lubadust. Ehk alates kahekümnenda-test eluaastast, mil meeste kehakaal hakkab päevas suurenema keskmiselt viie grammi jagu – sama palju kaalub kümnendine –, on lihtsam iga päev selle viie grammi vastu tegutseda, kui püüda aastate pärast lahti saada näiteks viiest kilogrammist.

Jah, aeglase ja väikeste tegevuste väärtus on tegelikult tohutu suur. Aga enamasti me ei mõista seda, sest meie kultuuriruumis on hinnatud kõik, mis on raju, tormakas ja kallid. Alustuseks piisab juba sellestki, kui pargite oma auto parklast veidi kaugemale, et saaksite senisest natukene rohkem liikuda.

Osama bin Ladeni tapmiseks korraldatud eduka eriooperatsiooni juhi, USA admirali William McRaveni 2017. aastal ilmunud raamat („Make Your Bed: Little Things That Can Change Your Life...And Maybe the World“ – U. K.) kannab tabavat sõnumit: kui tahad midagi suurt teha, siis alusta sellest, et teed hommikul oma voodi korda. See demonstreerib hästi, et me saame väikesed ülesanded lihtsasti tehtud. Aga kuidas meie käitume? Me hakkame kohe pihta väga suurte asjadega: kohe esimesest jaanuarist tahame langetada kehakaalu paarkümme kilogrammi ja saada omale hästi treenitud kõhu-lihased!

Millegipärast on meil levinud arusaam, et kui tahta ülekaaluga võidelda, siis tuleb kohe jooksma hakata. Aga see on ju vale teguviis?

Jah, sel moel tehakse endale palju viga. Siinkohal võiks vaadata Jaapani näidet. Sealsed inimesed elavad meist kauem ja ülekaalu neil praktiliselt ei esine. Jõusaale seal väga silma ei paista, aga samas just vanemaealised ehk nelja- ja viiekümneaastased ja sellest vanemad kõnnivad väga palju. Ja kõnnitakse kahekesi. Miks kahekesi kõndimine parem on? Esmalt seepärast, et sel juhul emb-kumb julgustab teist, kel mõnikord pole tuju kõndida, alati kaasa tulema. Kahekesi on ka kergem kõndida. Pealegi on kellegagi koos kõndimine ka intellektuaalne tegevus, sest kaaslasega saab vestelda. Samuti soodustab kõndimine mõttetööd.

Tund aega kõndi kulutab keskmiselt 200 kuni 300 kilokalorit. Seda pole palju, aga see tuleb peamiselt just rasva kulul. Rütmiline kõndimine, mille jooksul hingamine, pulsisagedus ja sammud on üllatavalt sünkroonsed, parandab ka verevarustust. See soodustab omakorda ainevahetust. Teada on, et füüsiline koormus mõjub pärsivalt vähktõvele. Vähirakud on tegelikult väga haprad ja kehalse aktiivsuse korral peetakse nad kiiremas verevoolus lihtsalt oimetuks. Seepärast esineb füüsiliselt aktiivsetel inimestel palju vähem metastaase.

Kõndides viibivad inimesed väljas kauem kui näiteks joostes, millega nad väsivad kiiremini. Pikema õues viibimisega kaasnevad veel mõned kasulikud mõjud. Väljas olles vaatame pidevalt nii lähedale kui ka kaugemale, mis on hea meie nägemismeelele. Näiteks Hiinas on juba umbes 70–80 protsenti noortest lühinägelikud pelgalt seepärast, et nad on kogu aeg keskendunud vaatama vaid 60–70 sentimeetri kaugusele. Vahepeal kaugemale vaatamine, nagu sa õues pidevalt teed, aitab ka kaugemale nägemise võimet hoida. Väljas olles tajud sa ju ka helisid ning kognitiivsedki protsessid on siis aktiivsemad.

Mõned aastad tagasi uuriti Uus-Meremaal tuhande 45-aastase vananemist. Osa vaatluse all olnuist vananes teatud tunnuste poolest kalendriaastaga vaid pool aastat, samas osa koguni kaks ja pool aastat. Vananemise kiirust hinnati näiteks kognitiivsete võimete, nägemise, tasakaalu hoidmise ja sõrmede surujõu järgi. Kõik need vananemisnäitajad on tegelikult seotud sellega, kui võrd palju inimesed kõnnivad.

Samamoodi kui lihased saadab ka luustik kehale signaale, kuidas peaks ainevahetust energiaefektiivsuse tagamiseks ümber korraldama. Seepärast saabki keha hakkama siis, kui füüsilist koormust natukene suurendada, ning ennast kehaliselt mobiliseerides põletad paremini ka rasvkudet.

Niipea kui sa istud, on kõik need kasulikud protsessid ära lõigatud. Tsiiviliseeritud inimene peab kasutama oma lihaseid ja luid. Meile tundub, et peaga töö tegemise ajal võib neid justkui kapi peale seisma panna, aga pea ei saa tööd teha, kui tema all ei tööta keha.

Teie sõnul pidavat istumine olema sama hea kui surm, kuna paraliisib ühtmoodi nii keha kui ka mõistust.

Nii see tõesti on. Kusjuures, kui istuda tööl päevas kaheksa kuni kaksteist tundi, siis sellest tekkinud kahju ei saa hiljem treeninguga olematuks teha. Tihti peale treeningu hoopis võimendab istumisest tekkinud kahju.

Mida kipuvad inimesed pärast pikka tööpäeva tegema? Nad mõtlevad, et kuna päev oli raske, siis nad ei taha mitte kergest koormust, vaid ikka rasket treeningut!

Viimastel aastatel on populaarseks muutunud erisugused aktiivsusmonitorid ja nutikellad, mis aitavad inimestel oma kehalist aktiivsust jälgida. Kui headeks abimeesteks te neid peate? Või panevad need liikuma pigem neid, kes niikuinii liiguvad?

Enamasti rahuldavad need seadmed tõesti pigem neid, kes niigi liiguvad ja on selleks hästi motiveeritud. Kindlasti on nendest kasu. Kui näiteks kellelegi niisugune kell kinkida, siis võib ta selle abil avastada, kui võrd vähe on tema päevades liikumist. Ehk nad aitavad märgata meie käitumises puudujääke. Samas peaks kasutaja õppima nende abil tunnetama oma keha. Muidu on oht, et inimesed võivad nendesse rumalalt kinni jääda. Mul on vaja veel samme teha! Isegi siis, kui on tunda, et keha on juba väsinud. Enamasti olen just harrastajate hulgas näinud neid, kes lähevad lausa pööraseks, kui näevad, et monitoris hakkavad neil graafikud langema. Ja siis nad ei kuula ega juhi oma keha, vaid hoopis ründavad graafikut. See tõttu kiputakse koormust kasvatama, tehakse endale liiga, tekib stress, süüakse valesti, pettutakse ja kõik võib lõpuks rööbastelt välja minna.

Hiljutise tervisekontrolli käigus kuulsin kardioloogilt, et kui tema jutule tulevad oma kunagisi ilusaid graafikuid tagasi ihkavad vanemad mehed, siis ta soovib neil viisakalt passi vaadata.

Tegelikult saaks neid graafikuid siiski parandada. Kui vaatame Eesti statistikat, siis tervena elatud aastaid jagub meil viiekümne kuue või viiekümne seitsmenda eluaastani ja me sureme keskmiselt seitsmekümne eluaastate teisel poolel. Järelikult oleme enne surma kaksküm-

Tsiiviliseeritud inimene peab kasutama oma lihaseid ja luid. Meile tundub, et peaga töö tegemise ajal võib neid justkui kapi peale seisma panna, aga pea ei saa tööd teha, kui tema all ei tööta keha.



mend aastat haiged. Samas on maailmas mitu korda kasvanud üle saja-aastaste inimeste hulk. Arvatakse, et juba aastaks 2030 on saja-aastasi maailmas üle miljoni. Praegu sündinud põlvkonnast elab tõenäoliselt enamik saja-aastaseks. Juhul kui nad oma eeldusi näiteks vale elustiiliga ära ei riku.

Niisuguse suundumuse tõttu ei peaks oma langevaid graafikuid parandada ihkavad vanemad mehed pingutama arsti soovitusel mitte vähem, vaid targalt. Uuringud on näidanud, et nii kestev kui ka intensiivne füüsiline töö on kasulik kardiovaskulaar- ja kesknärvisüsteemile. Tervishoiusüsteem alles hakkab hoomama, kui tähtis on kehaline aktiivsus. Näiteks psühhiaatrias saadakse juba aru, et liikumisest tulenev kehaline aktiivsus trumpab üle nii terapeutilise, farmakoloogilise kui ka kombineeritud ravi, eriti depressiooni korral.

Uuema nähtusena koguvad populaarsust kaalulangetusravimid. Kas need on rahva rasvumise vastu töötavad võluvitsad või tuleb nendegi puhul arvestada teatud ohtudega?

Niisugustel ravimitel on kindlasti omad plussid ja miinused. Kui need aitavad kaalu langetada väga tugevalt rasvunud, kellel on selle eesmärgi saavutamiseks väga raske oma käitumist muuta, siis see on ju hea. Sisuliselt aitavad need kasutajatel nälgida: see, mida oled armastanud varem süüa, muutub nüüd kolme-nelja ampsuga tülga-
tavaks. See tähendab, et inimene hakkab vähem sööma. Aga tema keha saab sel moel ka vähem toitaineid: olulisi aminohappeid ja mineraalaineid. Näiteks mineraalainete nappuse korral hakkavad luud hõrenema.

Kujuta ette, et oled nagu koonduslaagris, kus ei saa süüa: su kaal langeb ja nägu vajub auku, mis näitab, et ainevahetus ja kudede uuenemine on pidurdunud, lihasmass kaob ja koos sellega ka liikumisvõime. Siis hakatakse tarbima toidulisandeid, aga süsteemne keha kasutamine kannatab endiselt.

Kuna kaalulangetusravimid toimivad kesknärvisüsteemi kaudu, tekivad sellegagi seotud kõrvalmõjud. Kui naine kasutab niisuguseid ravimeid näiteks raseduse ajal, siis pole teada, kas need avaldavad mõju ka loote kesknärvisüsteemi retseptorite arengule.

Paradoksaalselt tuleb kaalulangetusravimite kasutajate hulgas rohkem ette enesetappusid. Kaalu langedes peaks elus justkui kõik paremaks minema, aga ometi on midagi valesti. Inimesed kipuvad rohkem sööma, sest toit on kõige kättesaadavam stressi maandamise vahend. Kui toit muutub ravimi tõttu vastumeelseks, siis osa inimesi ei leia enam elus lohutust, nad satuvad sügavasse depressiooni, mis võibki lõpuks viia enesetapuni.

Psühhiaatrias saadakse juba aru, et liikumisest tulenev kehaline aktiivsus trumpab üle nii terapeutilise, farmakoloogilise kui ka kombineeritud ravi, eriti depressiooni korral.

Kohe alguses ütlesite, et ülakaalulisuse levikuga lähevad meil asjad ajaga veelgi hullemaks. Kui kaua see aega võtab, et niisugune trend võiks positiivsemaks muutuda?

Alates praegusest kulub vähemalt mitu inimpõlve kestvat kriisi. Paraku inimesed ei suuda ennetustööst õppida.

Olete spordibioloogia professor. Mida spordibioloogia vallas Tallinna ülikoolis uuritakse?

Spordibioloogia on natuke sünteetiline sõna. Kui bioloogia üritab vastata küsimusele, mis on elu ja miks see on midagi enam kui üksikute osade summa, siis spordi kaudu püüame leida, kuidas me saaks elust kätte maksimaalse töövõime. Sport viitab alati võistlusmomendile, aga spordibioloogia mõte on vaadata suuremat pilti: uurida mitte ainult seda, kes hüppab kaugemale, vaid kuidas määravad sportlikku edu ka sotsiaalsed protsessid. Näiteks riigi sportlikku edukust määravaid tegureid uurides ilmnes meil kolm peamist mõjutajat: sisemajanduse kogutoodang, rahvaarv ja kliima, sest mitmekesised kliimaolud soosivad eri spordialadega tegelemist.

Kui varasematel aegadel tegelesime rohkem ka spordisotsioloogiaga, siis praegu on esiplaanil spordiorganisatsiooni mõtestamine ja rekreatsioonikorraldus. Viimases valdkonnas üritatakse korralda inimeste vaba aega ja rekreatiivseid tegevusi, mida on palju rohkem kui lihtsalt palli viskamine ja vilistamine.

Liikumiskultuuri seisukohast on sport liiga kitsas mõiste ning kui kutsutakse spordiüritusele, siis see tekitab paljudel teatavat vastumeelsust. Aga ei maksa sellesse kinni jääda, vaid sporti võiks näha kehakultuurina.

Kehakultuuri vallas oleme uurinud näiteks noori tiptasemel rattasportlasi ja sel alal kaua tegutsenud harrastajaid. Selle käigus vaatasime, kuidas vanus mõjutab töövõimet ning milline on nendele sihtrühmadele sobiv treeningukoormus.

Äsja avaldatud uuringus vaatlesime, kuidas on koroonapandeemia mõjutanud koolilaste kehalist aktiivsust ja tervislikke võimeid. Ilmnes selge muutus halvenemise poole, sest koroonat tõttu hakkasid lapsed järsult vähem liikuma.

Kuidas te ise ennast kehaliselt vormis hoiate?

Tegelen harrastussportlasena rattasõiduga ja käin ka võistlustel. Ma lihtsalt ei osale selles hulluses (*muigab* – U. K.), vaid olen ka vaatleja. Mul on osalemise kaudu väga huvitav näha suuremat pilti ehk miks rattasõit sobib meestele, millised on sel alal ootused ja pettumused. Olen iseendale nagu katseisik. •



Teleskoobid.ee



Ole tähtedele lähemal!



www.teleskoobid.ee

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Tehisaru muudab õppimist ja õpetamist

KRISTJAN-JULIUS LAAK

Eesti koolisüsteem on 2022. aasta PISA-testide järgi Euroopa parim. Meie riigi haridus on maailma absoluutses tipus. Sel puhul on paslik küsida, kas üldse tasub midagi muuta? Siiski, Eestis on üha süvenenud professionaalsete õpetajate puudus. Selles olukorras tundub ahvatlev kasutada tehisaru, mis on alati olemas ja valmis õppijaid toetama. Kas tehisaru toob revolutsiooni haridusse? Kas tehisaru kaasamine tagab hea hariduse igale lapsele?



VIDA PRESS / ALAMY

Kas parem kui tavaõpe?

Tehisarust rääkides peab märkima, et enne ChatGPT käikulaskmist 2022. aasta novembris kasutati tehisintellekti hariduses peamiselt personaalõppes. Juba alates 1960. aastatest on unistatud õppimist toetavatest intelligentsetest tuutorsüsteemidest. Sellised masinõppel põhinevad adaptiivõppesüsteemid teavad täpselt, milline on õppija teadmiste tase, pakkudes talle jõukohaseid ülesandeid, teste ja juhendamist. Individuaalsete õpisüsteemide arendust hoogustasid 1980. aastate alguses Benjamin Bloomi doktorantide tehtud katsed, mille järgi saavad õppijad teadmisi mõõtvates testides palju paremaid tulemusi, kui nad õpivad üks ühele tuutori käe all, mitte tavalises ühe õpetajaga klassis. See on ootuspärane ja loogiline: kui õpetaja saab täiel määral keskenduda ühele õpilasele, saab ta anda just seda tagasisidet, mida on sellel õpilasel tarvis. Adaptiivsete õpisüsteemide loomise maraton algas 1990. aastatel ja on kestnud tänini.

Nagu Bloomi doktorantide katsete

järgi saavad õppijad ka intelligentsete tuutorsüsteemide korral ainetestides paremaid tulemusi kui tavaklassis õppijad. Masinõppel põhinevad tuutorid võimaldavad aineteadmisi tõhusalt ja kiiresti omandada, sest nendel süsteemidel on mõningaid õppimisteadustel põhinevaid omadusi, mida traditsioonilisel klassiruumiõppel tavaliselt ei ole. Näiteks saavad õppurid iseseisvalt õppida omas tempos ja just siis, kui see neile kõige paremini sobib, õpitakse n-ö lähima arengu tsoonis (ingl *zone of proximal development*), programmid pakuvad õigel määral tuge (*scaffolding*) ja ajakohast tagasisidet, teadmisi omandatakse väikeste õpiampsude hajutatud kordamise teel (*distributed learning*) jms.

Kahjuks võrdlesid nii Bloomi doktorandid kui ka intelligentsete tuutorsüsteemide loojad oma tulemusi traditsioonilise õppe omadega, kus õpetaja annab lastele teadmisi, et nad edukalt kontrolltöö, lõpueksami või PISA-testi sooritaksid. Selle asemel et niisuguses tunnis istuda, oleks vähemalt osale õppijatele kasulikum õppida iseseisvalt

mõne adaptiivõppeprogrammi abil. Nõnda hoiaksid nad kokku väärtusliku aega, õppimaks endale huvitavaid ja kasulikke asju. Siin on aga kaks aga.

Enesejuhtitud õppimine

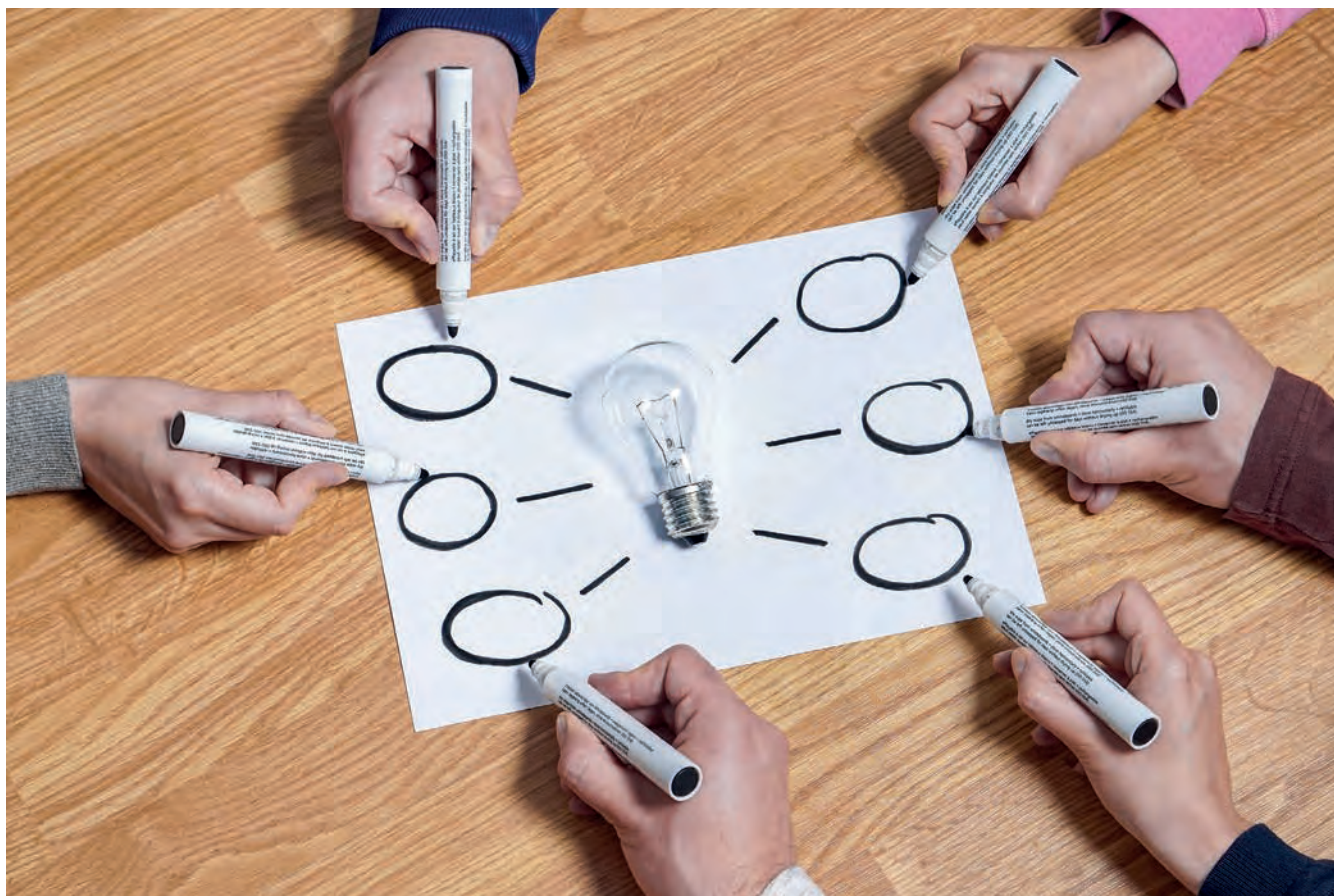
Esiteks, iseseisev õppimine toimib ainult juhul, kui lapsel on vajalikud enesejuhtimise oskused. Eesti haridusfoorumis kaugõppeuuringute järgi oli koroonapandeemia puhkedes iseseisvaks õppeks valmis veidi üle kolmandiku õppijatest, kes tundsid end kaugõppes paremini kui tavakoolis. Neid iseloomustas peamiselt hea enesejuhtimisoskus, mis väljendus näiteks oskuslikus ajaplaneerimises, võimes seada ja saavutada eesmärgid, positiivses suhtumises iseendasse, tugevas enesemotivatsioonis ning võimes tähtaegadest kinni pidada. Väljaarenemata enesejuhtimisoskustega õppurid tegid töid lohakalt või jätsid tegemata, neile oli omane nõrk õpimotivatsioon ja enesehinnang, kehvad tulemused, stress, suutmatus aega planeerida ning vajadus välise toe järele. Justnimelt oskus ennast juhtida on teadusuuringute põhjal hädavajalik iseseisvaks õppeks, näiteks arvuti abil.

Teiseks: enam ei ole hariduse ainuke ja peamine eesmärk omandada aineteadmisi. Milline on hea nüüdisharidus, mida iga laps väärrib? Üks praeguse kooli eesmärgid on valmistada laps ette elukestvaks õppeks. Muidugi läheb kõikidel koolilõpetajatel vaja põhiteadmisi, mille alusel mõelda ja millele järgmisi teadmisi laduda. Kuid järjest olulisemaks saavad ka iseseisvat mõtlemist ja õppimist toetavad üldpädevused, nagu enesejuhtimisoskus, metakognitsioon ja õpioskused. Parafraseerides ühe uuendusmeelse kooli õppejuhti: oleme õnnelikud, kui koolist lahkuvad head õpioskustega lapsed, kes ilmtingimata ei tea peast täpselt Ümera lahingu kuupäeva. Niisamuti on ajakohase hariduse eesmärk tagada lapse heaolu, oskus terveid suhteid luua ja iseendaga toime tulla. Enamiku üldpädevuste jaoks on tähtis osaleda elulistes ja koostöistes situatsioonides.

Iseseisev õppimine toimib ainult juhul, kui lapsel on vajalikud enesejuhtimise oskused.



Oskus ennast juhtida on teadusuuringute põhjal hädavajalik iseseisvaks õppeks, näiteks arvuti abil



VIDA PRESS / ALAMY

Aktiivset ja sotsiaalset õpet peab tegema koostöös teiste õppijatega. Koostööd tehes määravad lapsed ise oma tööde järjekorra ja ajakava, lepivad kaaslastega kokku rühmatöö ajad ning kontrollivad ja analüüsivad iseseisvalt oma õpitulemusi

Uuendusmeelsed koolid

Haridusteadlased on üle nelja aasta-kümne toetanud sotsiaalkonstruktivistlikku õpiteooriat, mille kohaselt on õppimine sotsiaalne ja aktiivne protsess. Aktiivset ja sotsiaalset õpet peabki tegema koostöös teiste õppijatega, mitte üksinda arvuti taga istudes. Selline õpe käib juba edukalt nii mõneski Eesti uuendusmeelses koolis.

Liina Kersna ja selle artikli autor on teinud nelja kooli esimeses kuni kuueklas-
siss vaatlusi, mille põhjal võib väita, et nendes õpperühmades on esindatud enamik kaasaegse õpikäsituse ja enesejuhitud õppe elementidest. Nendes era- ja munitsipaal- ja koolides ei vala õpetajad teadmisi õpilastele pähe. Veel enam, nad ei õpeta minutitki klassi ees! Lapsed õpivad etteantud õpijuhiste järgi nii iseseisvalt kui ka koostööd tehes. Nad määravad ise oma tööde järjekorra ja ajakava, lepivad kaaslastega kokku rühmatöö ajad ning kontrollivad ja analüüsivad iseseisvalt oma õpitulemusi. Õpetaja aeg kulub õppijate üks ühele juhendamisele. Õpetaja on koots

(coach), kes suulises vestluses peegeldab õppijale tema arengut ja aitab tal jõuda sügavamale arusaamale, samal ajal arendades õppija suulist eneseväljendust, sotsiaalseid oskusi, enesejuhtimist ja emotsionaalset intelligentsust. Selliste klasside õppijad on pidevalt töös, tugeva õpimotivatsiooniga ja üksteist toetavad tõelised tuleviku Eesti kasvandikud.

Ühe uurimuses osalenud kooli õpetaja on meile antud intervjuus nentinud: „Lastel on nii palju rohkem võimalusi abi saamiseks ja mõistmiseks, kui neid ei ole ära rikutud sellega, et pikalt omaette pusimine ja abi vajamine on halb, see tähendab, kui ei ole ajasurve, et asjaga peab kiiresti edasi jõudma.“ Meie uurimistöö eesmärk on jagada nende koolide kogemusi, et teised õpetajad saaksid uudeid meetodeid rakendada. Senimaani võivad õpetajatele toeks olla nii adaptiivõppeplatvormid kui ka näiteks veebipõhised kursused ja teised haridustehnoloogilised lahendused. Ent praegu räägime tehisarust laiemalt kui õpiprogrammide

Üks praeguse kooli eesmärgid on valmistada laps ette elukestvaks õppeks.

kontekstis. Kuidas sobitub loomevõimeline tehisarü nõiudisaegsesse haridusesse?

Õpetajate isiklik abiline

Kuigi adaptiivõppeplatvormid ei ole pärast ChatGPT tulekut kuhugi kadunud, räägitakse praegu hariduse kontekstis peamiselt loomevõimelisest tehisarust (generative AI). Uusimad mudelid (GPT-4, Claude 3.5 jt) suudavad elegantselt lahendada PISA-teste ja matemaatika riigieksamit ülesandeid ainuüksi testist tehtud foto abil, luua ladusaid kirjandeid ja luuletusi, kirjutada koodi jpm. Sellised vahendid tekitavad küsimuse: milleks üldse midagi õppida, kui tehisarü oskab kõike?

Tegelikult on olukord hariduse jaoks märksa positiivsem. Õpetajate esmaülesanne on veenduda, et nende antud kodutöid ja ülesandeid ei saaks lahendada tehisaru abil, et nad oleksid tehisarukindlad, kuid sel moel võib jõuda palju tõhusamate õppemeetoditeni. Alustuseks soovitame mõelda, millised ülesanded ja meetodid toetavad aktiivset ja enesejuhitud õppimist. Kuidas saaks panna õpilasi koostöiselt teemadega töötama, väikseid projekte tegema ja võtma vastutust oma õppimise eest? Selles võib aidata küsimine, milliseid üldpädevusi soovitakse lastes arendada.

Seega võiks öelda, et loomevõimeline tehisaru aitab kiiremini nüüdisaegse õpikäsituse poole liikuda! Koroonapandeemia ajal olid koolid üleöö sunnitud minema üle kaugõppele, nüüd on õpetajad poolsunniviisil sattunud olukorda, kus ainuke lahendus on rakendada ajakohast õpikäsitust. Meie uuringust selgus, et 35% Eesti üldhariduskoolide õpetajatest on hakanud pöörama rohkem tähelepanu õpilaste kriitilise mõtlemise arendamisele. Kuigi ainult 16% õpetajatest on proovinud muuta ülesandeid tehisarukindlaks, näiteks loobunud kirjalikest kodutöödest, on seegi suundumus positiivne. Ligi neljandik õpetajatest on kasutanud tehisaru õppeosana, näiteks selleks, et tehisaru ennast õpilastega koos tundma õppida või selle abil õpilaste analüüsivõimet arendada;

17% õpetajatest on selgemalt läbi mõelnud, millistes ülesannetes võib tehisaru kasutada ideede genereerimiseks ja info otsimiseks ja millistes mitte. Kahjuks ei ole 57% õpetajatest veel mõelnud, kuidas tehisaru kaudu õppimist toetada.

Hoopis teisiti on lugu õpetajate enda vajadustega. Kevadel tehtud uuringu järgi kasutab 72% üldhariduskoolide õpetajatest loomevõimelist tehisaru (peamiselt ChatGPT tasuta versiooni), selleks et lihtsustada oma erialaseid ülesandeid. Näiteks koostavad õpetajad niimoodi ülesandeid, teste ja kontrollküsimusi, uurivad mitmesuguseid õppemeetodeid ja diferentseeritud ülesandeid. Peale selle valmistatakse ette töötubasid, koostatakse jõulukontserdi stsenaariumi ja vastatakse lastevanemate e-kirjadele eriti juhul, kui vanemate emakeel ei ole eesti keel. Nii et ühtepidi säästab tehisaru ülekoormatud õpetajate aega ja energiat, teistpidi sunnib neid uuendama oma õppemeetodeid.

Päasetee passiivsusest

Mitme teadustöö põhjal suurendab loomevõimelise tehisaru kasutamine õpetajate produktiivsust. Siiski ei ole tehisaru kasu kõigile võrdne. Vastupidi intuitsioonile saavad tehisarust kasu eelkõige algajad, mitte kogenud töötajad. Hiljutine katse tõestas, et tehisaru aitab alustavatel klienditeenindajatel jõuda kiiremini samale tasemele koge-

Tehisaru mõjul ühtlustub algajate ja kogenud töötajate tase. See on hoiatus haridusvaldkonnale.

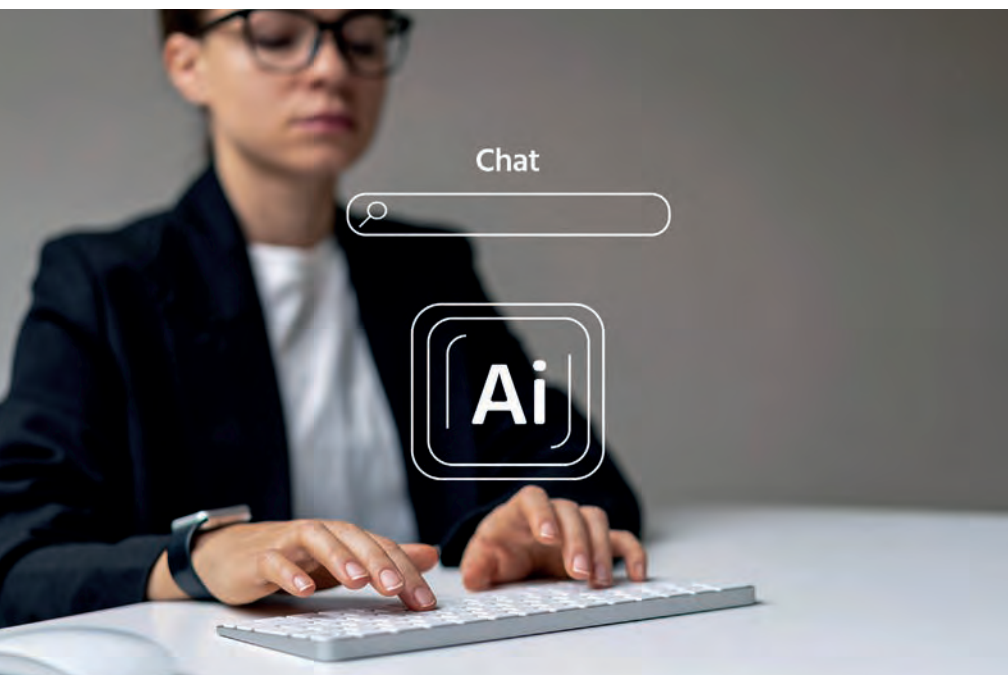
nenud kolleegidega, sest paraneb nende produktiivsus ja vestluste kvaliteet. Samal ajal oli tehisarul vähene või isegi vastupidine mõju ekspertide tööle. Seda laadi uuringute tulemus on sarnane: tehisarust saavad rohkem kasu algajad; ent kui kogenud töötajad toetuvad ülemäära tehisarule, halveneb nende töö kvaliteet.

Tehisaru mõjul ühtlustub algajate ja kogenud töötajate tase. See on hoiatus haridusvaldkonnale. Kuna tehisaru koostab oma allikates leiduvate teadmiste põhjal enamasti kõige levinuma vastuse, on keskpärasus temasse kodeeritud. Kui toetuda tehisarule passiivselt, ühtlustuvad teadmised ja oskused. Uuringute põhjal muudab tehisaru tarvituse õppurite töö üheülbisemaks, võrreldes olukorraga, kus õppijad töötavad ülesannetega iseseisvalt.

Tehisaru kasutamise passiivsusest võivad päästa head enesejuhtimisoskused, kriitiline mõtlemine, meediapädevus ning teadmised, mille põhjal osatakse esitada sügavamaid ja täpsemaid küsimusi. Näiteks on keeruline luua tehisaru abil arvutimängu, kui küsijal puuduvad alusteadmised, mille põhjal tehisarult küsida õiget programmijuppi ja visuaalse disaini elemente. Samuti on kasutajatel vaja eelteadmisi ja kriitilist mõtlemist, kontrollimaks võimalikke faktivigu tehisaru vastustes. Kokkuvõttes võib öelda, et loomevõimelisel tehisarul on potentsiaal toetada nii õpetajat kui ka õppurit, kui rakendada teda sihikindlalt ja mõtestatult.

Mis juhtub, kui Eesti hariduse edukust ei uurita enam PISA-testide, vaid näiteks õppija enesejuhtimisoskuste, heaolu ja emotsionaalse intelligentsuse kaudu? Tehisaru abil võib omandada aineteadmisi, aga üldpädevuste arendamiseks on vaja aktiivset ja koostöist õpikeskkonda. Selleks et edetabelite tipus püsida, tuleb Eesti maailmatasemel haridust kiiresti ja korralikult ajakohastada. Koolid ja õpetajad, kellelt õppida, on meil juba olemas. •

Kristjan-Julius Laak (1991) on Tartu ülikooli arvutiteaduse instituudi tehisintellekti noorenteadur. Doktoritöö uurib personaalõppes kasutatavaid tehisarualgoritme.



VIDA PRESS / ALAMY

Loomevõimelisel tehisarul on potentsiaal toetada nii õpetajat kui ka õppurit, kui rakendada tehisaru sihikindlalt ja mõtestatult

Mereplast paneb tehnoloogia arengu proovile

ÜLAR ALLAS

Hinnanguliselt hõljub ookeanides ligi 150 miljonit tonni plastijäätmeid. Selleks et tõrjuda plastireostust ja taastada mere ökosüsteemide seisundit, on algatud mitu tehnoloogilist projekti. Tuntuim neist on Ocean Cleanup.



FOTOD: OCEAN CLEANUP / MEEDIAPANK

Ocean Cleanupi töötajad on tõstnud pardale järjekordse ookeanist kogutud prügilasti

Aastas toodetakse 400 miljonit tonni plasti, mis on ligikaudu võrdne kogu inimkonna kaaluga. Umbes kaks miljonit tonni plasti uhutakse igal aastal vihma ja tuulega jõgedesse, mis kannavad selle edasi ookeanidesse. Enamik plastijäätmeid pärineb keskmise sissetulekuga riikidest, kus plasti kasutatakse järjest rohkem, kuid puuduvad korralikult toimivad jäätmekäitlussüsteemid. Palju plastitükke pärineb ka kalalaevadelt. Enim leidub mereprügis kalapüügi-võrke, sigaretikonisid, toidupakendeid ja plastpudeleid. Suuremad plastitükid

lagunevad päikese, lainetuse ja muude tegurite mõjul aegamööda mikroplastiks, mida on veest väga keeruline eemaldada. Praeguse tendentsi jätkudes leiduks 2050. aastal maailmameres kaalu poolest rohkem plasti kui kalu. Plastijäätmete tõttu hukkub aastas üle miljoni merelooma ja -linnu.

Ookeani sattunud plastijäätmed kuhjuvad hoovuste mõjul nn prügisarteks. Suuremaid prügisajaid on viis: kaks Atlandi ja Vaikses ookeanis ning üks India ookeanis. Neist kõige saastunum ja kõige paremini uuritud on kurikuu-

lus Suur Prügilaike, mis paikneb Vaikse ookeani põhjaosas Hawaii ja California vahel. Selle prügisajade pindala ulatub 1,6 miljoni ruutkilomeetrini, olles seega kolm korda suurem kui Prantsusmaa. Suures Prügilais ulpiva plasti kaalu hinnatakse 100 000 tonnile.

2013. aastal algatas 18-aastane hollandlane Boyan Slat ookeanide puhastamise projekti Ocean Cleanup. Soov olukorda parandada oli tal tekkinud paar aastat varem Kreekas, kui ta sukeldudes nägi vees rohkem kilekotte kui kalu. Entusiastlik noormees püstitas



Boyán Slat hoiab käes ansambli Coldplay vinüülplaati, mis on valmistatud mereprügist

eesmärgi kõrvaldada 2040. aastaks 90% ookeanides hõljuvast plastist. Tema esimene siht oli puhastada Suur Prügilaik. Õhinast hoolimata kulges projekt aeglaselt. Esimesed aastad kulusid peamiselt selle peale, et mõista probleemi ulatust.

Plasti koguvaid seadmeid tuli alatasa uuendada, sest algseid prototüübid osutusid ebatõhusaks. 2018. aastal katsetas Ocean Cleanup seadet Wilson. See kujutas endast 600 meetri pikkust vee-pinnal hõljuvat U-kujulist toru, mille all rippus kolme meetri sügavusele ulatuv võrk. Seadmel oli GPS-saatja. Iga paari kuu tagant käis Wilsoni juures laev, et võrku jäänud plast kokku koguda. Paraku olid tulemused vähelubavad: toru ulpis hoovuses ning prügi ei jäänud võrku kinni. Pealegi murdis lainetus konstruktsioonist tüki lahti, seetõttu pukseeriti seadeldis tagasi sadamasse. Remondi käigus lisati Wilsonile mere-ankur, et seadme liikumiskiirust pidurdada. 2019. aasta sügiseks oli võrku jäänud autorehv ja veidi plasti, ent oli selge, et sel moel pole võimalik Suurest Prügilaigust vabaneda. Kardeti, et Wilson ohustab mereloomi ja muutub ise ujuvaks prügiks.

Kaks aastat hiljem tuli Ocean Cleanup lagedale uut moodi seadmega, mis sai nimeks Jenny. Selle keskne komponent oli 800 meetri pikkune lehtrikujuline võrk, mida vedas läbi vee kaks laeva. Võrgu keskel paiknes prügi kogumiseks eritasku. Laevad liikusid aeglaselt, et vältida kahju mereelustikule. Kord nädalas sõitsid laevad lähestikku, et võrku püütud plast pardale laadida. 2022. aasta suveks oli Jenny läbi sõelunud Tartumaa suuruse ala ning kogun



Prügi kogumine Jamaical Kingstoni sadama lähedal

nud 100 tonni prügi. Seegi tulemus ei olnud rahuldav. Analüüs näitas, et kui 200 Jennyt töötaksid järjest 130 aastat, suudaksid nad kinni püüda ainult viis protsenti ookeanis ujuvast plastist. Samas raiskaksid laevad suurel hulgal kütust ning paiskaksid õhku märkimisväärselt koguse süsinikdioksiidi.

Mullu esitles Ocean Cleanup 2,2 kilomeetri pikkuse võrguga seadet Josh. See on viis korda võimekam kui Jenny ning suudab viie sekundiga puhastada jalgpalliväljaku suuruse ala. Ocean Cleanup loodab, et kümne Joshi abil saab kümnendi lõpuks eemaldada 80% Suure Prügilaigu jäätmetest. Praeguseks on ookeanist püütud umbes 250 tonni prügi, mis hõlmab Suure Prügilaigu varudest üksnes murdosa. Tööd raskendab asjaolu, et prügisaar ei ole risuga ühtlaselt kaetud: mõnes piirkonnas leidub plasti väga palju, teised alad on peaaegu tühjad. Plasti levikualad tehakse kindlaks tehisaruga kaamerate ja arvutusmodelite abil, võttes arvesse hoovuste liikumist.

Ookeani puhastamisest pole eriliselt kasu, kui jõed prügi pidevalt juurde kannavad. Paari aasta vanuse uuringu järgi jõuab 80% plastist ookeanidesse umbes tuhande enim saastunud jõe kaudu. Ocean Cleanupi kaugem siht on paigaldada nende jõgede suudmetesse jäätmeid filtreerivad süsteemid. Praegu kogutakse plasti 15 jõel, mis paiknevad Vietnamis, Indoneesias, USA-s, Jamaical, Dominikaanis, Malaisias, Guatemalas ja Tais. Kuna jõgede laius, sügavus ja voolukiirus erinevad suuresti, rakendatakse iga jõe puhul eri tehnoloogilisi mooduseid. Kõige levinum on lahendus, kus jõevoolust kantud jäätmed juhitakse tõkke abil katamaraani juurde ning tõstetakse konveierilindiga pardale.

Nüüdseks on Ocean Cleanup Suurest Prügilaigust ja jõesuudmetest eemaldanud 10 000 tonni prahti, mis kaalub ligikaudu niisama palju kui Eiffeli torn. Ühe kilogrammi prügi kogumine läheb maksma umbes 50 eurot. Projekti on rahastanud paljud ettevõtted ja eraisikud. Iroonilisel kombel kuulub toetajate hulka ka Coca-Cola, mida on korduvalt nimetatud üheks suurimaks plastiga reostajaks.

Peale kiituse on Ocean Cleanupi tegevus pälvinud omajagu kriitikat. Mitme merebioloogi arvates rikub prügi kogumise tehnoloogia looduslikke toiduahelaid ja toob mereelustikule rohkem kahju kui kasu. Probleem seisneb selles, et hoovus koondab plasti ja ookeani pinnakihtide mereelustiku samadesse piirkondadesse. Pisikesi organisme jahtima tulnud kalad, merikilpkonnad, peajalgseid ja teised suuremad liigid võivad võrku kinni jääda ning viga saada. Ocean Cleanup on võrgusilmi suurendanud ja teeb mereloomi kindlaks allveekaameratega, kuid ookeani-puhastuse tegelikku mõju keskkonnale ei osata hinnata. Pealegi kulub kõige selle tarbeks väga palju energiat.

Üksteist aastat tagasi arvas nooruke Boyán Slat, et hästi läbimõeldud ujuv-võrkude süsteemi abil võib Suure Prügilaigu kaotada viie aastaga. Hiljuti on ta kurnatud, et maailmamere puhastamine on osutunud raskemaks, kui ta eales oleks osanud ette kujutada, sest planeet on päris suur •

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

Kas astronoomilised mõõtmised nõuavad uut seletust tumeenergia kohta?

ANDI HEKTOR JA KRISTJAN KANNIKE

Füüsikud, täpsemalt kosmoloogid, on viimastel kuudel olnud ärevil. Põhjus on Ühendriikide teleskoobi-instrumendi DESI uued astronoomilised mõõtmisandmed. Need justkui viitavad, et suureskaalaline universum meie ümber on viimase miljardi aasta jooksul käitunud oodatust hoopis erinevalt.

Kui Albert Einstein esitas 1918. aastal üldrelatiivsusteooria, mis kirjeldab, kuidas aine mõjub aegruumile ja aegruum ainele, hakkasid tema ja teised füüsikud selle abil kohe uurima universumi käitumist. Nad teadsid, et universumis on üsna ühtlaselt laiali üksteisest kaugel asuvad galaktikad. Arvutustest nähtus, et selline universum ei saa olla muutumatu, vaid peab kas paisuma või kokku tõmbuma. Juba 1930. aastatel leidiski Ameerika astronoom Edwin Hubble kaugete galaktikate vaatluste põhjal, et universum tõepoolest paisub.

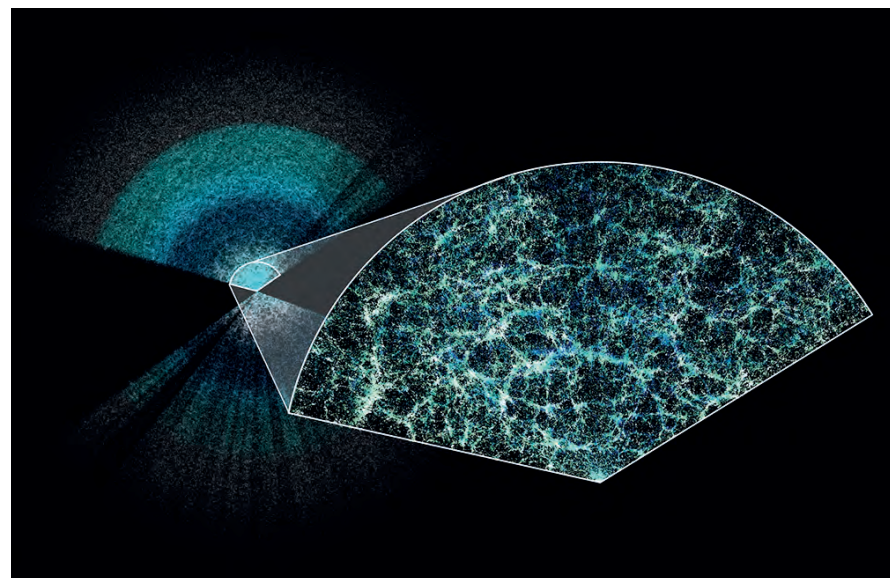
Kuid Einsteinini esialgne unistus oli hoopis muutumatu universum. Selleks kirjutas ta oma võrrandisse nn kosmoloogilise konstandi. Ta lootis, et see võimaldab kõrvaldada ainetolmuga täidetud kosmose ebastabiilsuse. Teised füüsikud aga näitasid peagi, et sellise konstandi mõju on palju hullem: see paneb universumi paisuma või kokku tõmbuma koguni kiirenevalt! Einstein hakkas kosmoloogilise konstandi pakku mist pidama oma suurimaks veaks.

Ajapikku muutusid taevavaatlused täpsemaks. 1970. aastateks sai selgeks, et nähtavat ainet on ligikaudu kümme korda vähem, kui nähakse vaatlustes. Eesti teadlased Jaan Einasto ja Enn Saar olid esimeste füüsikute seas, kes tegid selgeks, et universumis ja galaktikates peab tavalisele ainele lisaks olema mingi tumeaine.

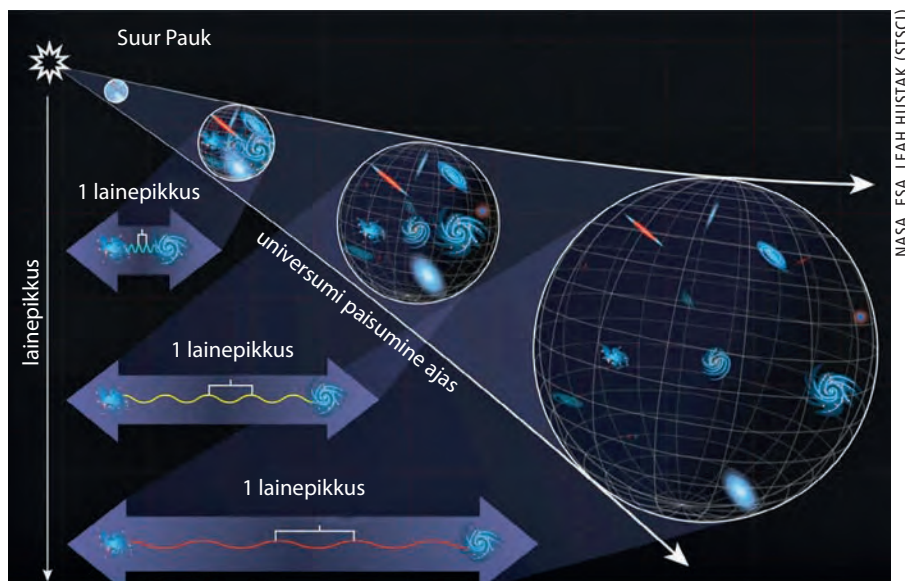
Ent midagi oli bilansist veel puudu. 1990. aastate lõpus hakkas täpsemate astronoomiliste mõõtmiste toel välja kooruma, et nähtav universum paisub kiirenevalt – „Einsteinini suurim viga“ ehk kosmoloogiline konstant võttis sisse aukoha vaatlusandmete seletamises ühe olulise uue parameetrina. Hüpotetiliselt ollust, mis põhjustab universumi kiirenevat paisumist, hakati kutsuma



Mayalli teleskoop ja DESI spektroskoop



Osa DESI universumi ruumilisest kaardist. Suurendusel on näha tihedamad seinad ja tühikud



NASA, ESA, LEAH HUSTAK (STSC)

Paisuvast ruumis leviva valguse lained venivad pikemaks. Seetõttu on kaugemate galaktikate valgus nihkunud spektri punase osa poole

tumeenergiaks. Nii et tegelikult tegi Einstein vea hoopis kosmoloogilist konstanti enneaegu maha kandes.

Panete tähele – kasutame nimetust „kosmoloogiline konstant“. See viitab, et see konstant on ajas muutumatu suurus. Füüsikud poleks füüsikud, kui mõni neist ei oleks spekulierenud, et see konstant võib ehk hoopis ajas muutuda. Tumeenergia lähem olemus on ju siiani teadmata. Ajas muutuva tumeenergia peal on kätt proovinud paljud (muu hulgas selle kirjutise autoridki). Ent selleks, et määrata kõnealuse energia muutumist ajas, tuleb teha üpris täpseid astrofüüsikalisi mõõtmisi.

Mida kaugemale me vaatame, seda kaugemast minevikust tulnud valgust näeme. Nii saab vaadata ajas tagasi ja mõõta mitte ainult praegust universumi paisumist, vaid ka selle ajalugu. Ruumi paisudes venib valguslaine välja ja tema lainepikkus nihkub spektris punase värvuse poole. Kauge galaktika valguse punanihke järgi määratakse, kas universum paisus minevikus kiiremini või aeglasemalt – kas tumeenergia on praegu tugevam või nõrgem, kui oli varajases universumis. Selle järgi võivad teadlased ära arvata, mis laadi tumeenergiaga on tegemist.

Et mõõta universumi paisumise kiiruse muutusi, peavad astronoomid mõõtma kosmiliste objektide kaugusi. Teades, kui kaugelt näiteks täheplahvatuse valgus saabub, teame, millal täht supernoovana plahvatas, ning valguse punanihe ütleb, kui kiiresti universum siis paisus. Supernoovalplahvatused on väga

heledad ja neid on kaugelt näha. Nimelt Ia-tüüpi supernoovade kohta on kindlaks tehtud, kuidas on seotud nende heledus ja see, kui kiiresti nad pärast plahvatamist tuhmuvad. Selle järgi, kui palju nende näiv heledus on nõrgem, saamegi kindlaks teha kauguse. Supernoovalde abil saame mõõta suhteliselt hiljutist universumi paisumist.

Uue võimaluse mõõta mõnevõrra kaugemaid kaugusi pakub tumeenergia spektroskoopiline instrument ehk lühidalt DESI, Californias Mayalli teleskoobi küljes olev suur spektrograaf. Et suunata spektrograafi õigete galaktikate valgus, kulub omajagu vaeva. DESI eelkäijas BOSS-is kasutati selleks alumiiniumplaate. Igasse plaati puuriti galaktikate asukohti arvestades tuhat auku, millesse torgati käsitsi valgust püüdvad klaaskiud. Nii läks taeva kaardistamine õige vaevaliselt. DESI-s püüavad galaktikate valgust 5000 robotjuhitavat klaaskiudu, mille suunab õigesse asendisse arvuti.

Esimese mõõtmisaasta järel on DESI koostanud universumist maailma suurima kolmemõõtmelise kaardi, millele on kantud 700 000 galaktikat ja kvasarit. Viie aastaga kaardistab DESI umbes 37 miljonit galaktikat ja 3 miljonit kvasarit, kattes 11 miljardit aastat universumi ajalugu.

Supernoovade asemel kasutab DESI kauguse mõõtmiseks ürgses plasmas levinud helilainete jälgi. Varajane universum oli kuum plasma, mis ei lasknud valgust läbi. Kui juhuslikult tekkis plasmas tihedam klomp, hakkas gravi-

tatsioon seda kokku tõmbama, aine kuumenes ja sellest levisid väljapoole helilained, omamoodi mullid, milles aine ja valgus liikusid koos. Kui universum jahtus ja valgusele läbipaistvaks muutus, pani valgus mullidest plehku. Helimullid aga „külmusid“ paigal. Kuna mulliseinad olid tihedamad kui ümbritsev aine, hakkasid just seal tekkima galaktikad. Tänapäeval saame nende galaktikate asukohtade järgi leida üles algsed helimullid. Kuna need mullid on keskeltläbi kõik ühesuurused, saab selle järgi, kui suur mull paistab, teha hästi kindlaks selle kauguse. Nii on helimullid DESI astronoomidele universumi paisumist mõõtes tollipulgaks. Nende uued tulemused aitavad näha, kas tumeenergia muutub või mitte.

Seniste andmetega on väga heas kooskõlas olnud oletus, et tumeenergia on kosmoloogiline konstant. DESI tulemus üksinda sellega vastuolus ei ole. Kui DESI andmeid kombineerida ligema aja universumi paisumise mõõtmistega supernoovade abil, näib aga, et tumeenergia osakaal kosmoses võis suhteliselt hiljuti väheneda. Nii võib juhtuda näiteks siis, kui tumeenergia võiks osaliselt muutuda tumeaineks. Kuid võib-olla pole andmete selgitamiseks üldse vaja arvata, et tumeenergia muutub. Võimalikud muutused pidid toimuma nii hilisel ajal, et kosmilises mõttes jääb meid ümbritsev piirkond, kust selle aja valgus tuleb, suhteliselt väikeseks. Tegu võib olla lihtsalt juhuslike kõikumistega või me ei saa supernoovadest piisavalt hästi aru.

DESI tulemused on muidugi esialgsed. Lähiajal on oodata DESI kolme aasta andmete vaatlustulemuse ja samuti tumeenergiat mõõtva Euclidi eksperimendi tulemuse. Kui DESI on teinud mõõtmisi maistes oludes, siis Euclid teeb oma mõõtmised kosmosest, kus segavaid mõjusid on tunduvalt vähem. Loodame, et see eksperiment annab täpsema vastuse, kas universumi kiirenev paisumine tõesti muutub ja kuidas see muutub. Aga seda võib tõdeda, et füüsikaline kosmoloogia on tõepoolest muutunud täppisteaduseks. •

Andi Hektor (1975) on ettevõtte GScan OÜ strateegiajuht ning keemilise ja bioloogilise füüsika instituudi vanemteadur, kelle tegevuse põhisuund on müiontomograafia rakendused.

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

Evolutsiooniteooria ja inimloomus

EDIT TALPSEPP

Võidukäiku teinud evolutsiooniteooriat on püütud sageli rakendada ka bioloogiavälistes valdkondades, nagu majandus- ja poliitikateooriate, sotsioloogia, teadusloo jms kontekstis. Seetõttu ei ole üllatav, et loodusliku valiku teel toimivatele adaptatsioonimehhanismidele on üritatud viidata ka põhjuslikes selgitustes inimekäitumise ja -mõtlemise ning üleüldse inimloomuse ja -kultuuri kohta. Ehkki niisugune evolutsiooniteooria traditsioonilise rakendusala laiendamine näib loomulik ja paljulubav, on sellised katsetused tekitanud teadusmetodoloogilistel ja ideoloogilistel põhjustel siiski ohtralt kõhklusid.



VIDA PRESS / ALAMY

Küsimus, kas ja mil määral rakendub looduslik valik inimesele, painas juba varajasi evolutsioniste, nagu darvinismiga sarnastele tulemustele jõudnud Alfred Wallace'it ning Charles Darwinit ennastki. Wallace nimelt pidas inimesi selles mõttes ülejäänud loomariigist eraldiseisvaks, et uskus neid kuuluvat väljapoole loodusliku valiku toimimisvalda, ning ehkki Darwin jäi selles

vastupidisele arvamusele, andis ta inimesele siiski mõneti erandliku positsiooni. Levinud arvamuse järgi eemaldas darvinism küll evolutsioonist progressiidee ja elusolendite n-ö väärtuse hierarhia, ent Darwin uskus siiski, et evolutsioonilise adapteerumise tõttu tekivad järjest arenenumad organismid, kellest kõige täiuslikum on inimene, eriti euroopiidest rassist valge inimene.

Darwin uskus siiski, et evolutsioonilise adapteerumise tõttu tekivad järjest arenenumad organismid, kellest kõige täiuslikum on inimene, eriti europiidest rassist valge inimene.

Darwin möönab ka oma inimevolutsiooni käsitlevas teoses „Inimese põlvnemine“ (1870), et erinevalt (teistest) loomadest peaks inimese kohasust (ingl *fitness*) mõõtma millegi muu kui sigimisedu põhjal, mida seostatakse järglaste arvuga. Tema väitel nimelt pole järglaste arv inimühiskonnas edukusega seostatud tunnuste väärtustega tihti-peale positiivses korrelatsioonis, st paremini „kohastunud“ inimestel ei pruugi olla palju lapsi ning vastupidi. Inimese metafüüsiline übermääratlemine Jumala näo järgi tehtud looduse kroonist n-ö pimeda loodusliku valiku vormitavaks bioloogiliseks organismiks oli ka peapõhjus, miks osa klerikaalseid ringkondi darvinismile vastu seisis (näiteks ideega liikide muutumisest lepi märksa hõlpsamalt ja laialdasemalt).

Ka tänapäeval on tehtud küllaldaselt katseid rakendada adaptatsioonilist programmi inimese käitumise ja mõtlemise kohta. Tuntuimad neist katsetest on sotsiobioloogia ja hiljem evolutsioonipsühholoogia; esimene üritab anda evolutsioonilisi seletusi inimese sotsiaalkäitumise ning teine õppimise aluseks olevate kognitiivsete struktuuride kohta. Ehkki teadusprojektidena on need tänapäeval suuresti oma usaldusväärsuse kaotanud, on osa sotsiobioloogiast ja evolutsioonipsühholoogiast inspireeritud ja mugavdatud eeldustest ning järelduskäikudest mõnes kontekstis, eriti ideoloogilistes ja sotsiaalpoliitilistes debattides, siiani liikvel ja kasutuses. Tihti peale ei kirjeldata siin pelgalt käitumiste ning suhtumiste evolutsioonilisi allikaid ja põhjusi, vaid neile antakse ka normatiivseid õigustusi. St teatavaid tegusid ja suhtumisi, sotsiaalseid suhteid ja hierarhiaid, võimu- ja muid inimtegevusega seotud struktuure õigustatakse selle alusel, kui „loomulikud“ nad on, kui hästi täidavad mingeid bioloogilisi funktsioone, kas neid saab näha kohastumustena jne.

Selles kirjatöös vaatlengi peamiselt sotsiobioloogia ja evolutsioonipsühholoogia näitel teatavaid metodoloogilisi ja ideoloogilisi laetud küsitavusi, mis võivad ette tulla, kui inimloomuse ning sellega seostatud käitumuslike ja kognitiivsete tunnuste kohta (eriti nende moraalse õigustamise eesmärgil) rakendatakse evolutsioonibioloogilisi mudeleid. See kõik ei tähenda, et inimekäitumisel ega -mõtlemisel pole mingeid evolutsioonilisi juuri või et neid ei tuleks uurida – peaksime lihtsalt silmas

pidama, kui kaugele me nende seletustega tegelikult minna saame, esitamata pelgalt kõrgeleennulisi, ent empiirilise toetusega spekulatsioone.

Evolutsioonilisi mudeleid inimekäitumise puhul rakendades tekib probleeme

Inimekäitumise ja -mõtlemise kohta püstitatud kohastumuslikke hüpoteese on üldiselt keeruline kontrollida. Esiteks on inimesed väga kehvad „katseloomad“. Nad on pika elueaga, st põlvkonnad vahetuvad aeglaselt, neid on kulukas pikalt katsekeskkonnas isoleeritud tingimustes „pidada“, samuti ilmneb palju eetilisi küsimusi. Probleemaatiline on seegi, et enamik inimese vahtu sugulasi on välja surnud, seega on raske kasutada võrdlevat fülogeneetilist meetodit, mille abil uuritakse psühholoogiliste ja sotsiaalsete tunnuste levikut sugulasliikide rühmades, tegemaks kindlaks, millisel evolutsiooni hetkel ning mille ajel on need tunnused tekkinud.

Samuti loob raskusi tõik, et inimeste elukeskkond ja ressursid (toit, biokeemiline keskkond, sotsiaalsete gruppide struktuur, tehisvalgus, elupaiga hoonetus, haridus- ja meditsiiniinstitutsioonid jne) muutuvad kiirelt, näiteks meie kiviaja esivanematel erinesid need meie omadest tõenäoliselt drastiliselt. Sellel erinevusel on asjaomase käsitluse mõttes vähemalt kaks tähtsat järeldust. Esiteks võib tunnuse algne ostarve olla muutunud – tunnuse ostarve uutes oludes võib öelda väga vähe selle eelneva evolutsioonilise ajaloo ja esialgse funktsiooni kohta. Euroopa rahvastiku populatsioonid on parema toitumise tõttu üldiselt kasvult palju pikemad kui sada aastat tagasi, samuti omandavad ja õpivad inimesed aja jooksul spontaanselt üha uusi käitumisviise ja -mustreid. Kiirelt muutuva keskkonna oludes ei pruugi lihtsalt olla asjakohane küsida, kas inimeste praegune kasv evolutsiooniliselt optimaalne.

Evolutsiooniliste seletuste puhul on üks tüüpiline mureküsimus see, millise tasandi evolutsioonilisele ülesandele vastab uuritav tunnus, st valikusurve ulatuslikkuse määratlemise probleem (ingl *grain problem*). Samuti pole tihti selge, kas tegu on ühe probleemi ja sellele vastusena arenenud tunnusega, või on tegu mitmest alaprobleemist koosneva probleemistikuga, kusjuures igale alaprobleemile võib olla vastuseks arenenud eri tunnus. Näiteks kas mandrilli

elektriline koon ning sama värvi genitaalid ja tagumik on osa ühest evolutsiooniliselt arenenud tunnusest või on need kõik oma evolutsioonilise ajaloo eri tunnused (st kas need on seotud või mosaiiksed tunnused)? Neid küsitavusi ei peeta iseenesest veel evolutsiooniliste seletuste välistamise põhjuseks, kuna selliseid määratlusprobleeme leidub teaduses ikka (ka väljaspool bioloogiat) ning tavaliselt usaldatakse bioloogi haritud otsustust (ükski bioloog ei pea tiigri oranži ja musti triipe eraldi evolutsioonilise ajaloo tunnusteks). Inimekäitumise puhul võib aga asi märksa keerulisem olla ning seda sotsiobioloogia näide ilmekalt illustreerib.

Sotsiobioloogia

Üks moodsama aja tuntumaid katseid rakendada adaptatsioonilistlikku mõtlemist inimekäitumise seletamiseks on Edward O. Wilsoni sotsiobioloogia programm. 1975. aastal ilmus tema sulest põhjalik ülevaade sotsiaalkäitumise evolutsioonist „Sociobiology: The New Synthesis“. See keskendus küll pigem mitteinimloomadele, ent esimeses ja viimases peatükis üritati nonde käitumise evolutsioonilisi mudeleid rakendada ka inimestele. Wilsoni üritas seda projekti edasi arendada oma 1978. aasta teoses „On Human Nature“ („Inimloomusest“). Wilsoni ja tema kolleegide tegevust juhtis arusaam, et mõni inim-



Kas mandrilli elektriline koon ning sama värvi genitaalid ja tagumik on osa ühest evolutsiooniliselt arenenud tunnusest või on need kõik oma evolutsioonilise ajaloo eri tunnused? Inimekäitumise puhul võivad sellised küsimused olla märksa keerulisemad

käitumine on kohastumuslik ja loodusliku valiku vormitud, täitmaks mingit otstarvet.

Uuritavate käitumiste hulka kuulusid näiteks intsesti vältimine, vägistamine, imikute tapmine, vaenulikkus võõraste suhtes ning meeste seksuaalne promiskuiteet ja naiste suhteline tagasihoidlikkus. Wilsoni jt väitel olevat kohastumuslikud käitumised kas mitte-tinglikud või tinglikud, st need ilmnevad kas arengu kestel nagunii või avalduvad ainult teatud tingimustes (nt lapsetapp ressurside nappuse korral või ohu eest põgenedes). Mitmel põhjusel pälvisid sotsiobioloogia meetodid ja tulemused siiski hulgaliselt tähelepanu ja kriitikat ning vallandasid n-ö sotsiobioloogilisi sõdu; sotsiobioloogiat kui distsipliini aga hakati peamiselt seostama inimkäitumise suhtes rakendamise projektiga, n-ö popsotsiobioloogiaga.

Nagu mainitud, on ka üks sotsiobioloogia raskusi küsimus, kuidas määrat-

leda ja üksteisest eristada relevantseid, st selles kontekstis otstarbekaid käitumuslikke tunnuseid ning neid tinginud evolutsioonilisi ülesandeid. Bioloogiafilosoofid Paul Griffiths ja Kim Sterelny väidavad, et näiteks inimese agressioon pole tõenäoliselt pelgalt üks tunnus, vaid nagu šimpansitel, kellele on omane nii dominantne kui ka alluvat tüüpi ähvarduskäitumine, võib ka inimestel olla mitut laadi agressiivse käitumise mustreid, mis on arenenud eri ajal ja eri põhjustel. Termin „agressioon“ hõlmaks sellisel juhul hulka tunnuseid, mis sarnanevad üksnes pealiskaudselt. Mõnes olukorras aga võib agressioon olla osa laiemast käitumisstrateegiast, mis teatud tingimustel tingib koostöö ning teistes oludes kättemaksu. Kui meil puudub kindel alus, mille järgi määratleda funktsionaalset tunnust ja vastavat valikusurvet, on keeruline anda ka evolutsioonilisi seletusi tunnuste otstarbe ning tekkepõhjuste kohta, ehk sotsiobioloogia puhul anda teaduslikult kinnitatud evolutsioonilisi seletusi (inimese) sotsiaalkäitumise kohta.

Peamine sotsiobioloogia kriitika seisnes selles, et sotsiobioloogiat saaks ehk küll rakendada instinktiivse käitumise seletamiseks, ent suur hulk inimkäitumisi on kompleksed. Inimkäitumine pole eraldiseisvate käitumisühikute kogum, nagu seda võib olla näiteks mesilaste hügieenikäitumine, vaid tõenäoliselt produtseeritud mentaalsete struktuuride poolt, mis on aluseks mitmele käitumisviisile. Pealegi, selleks et saaksime anda tunnuste kohta evolutsioonilisi seletusi, peavad need tunnused olema pärilikud, kuid mida komplekssemad on käitumised, seda vähem on need pärilikud. Pidagem silmas ka seda, et pärilikkus ei tähenda tingimata geenide poolt programmeeritust, vaid seda, kui suure tõenäosusega saab vanemorganismil esineva tunnuse ilmnenemist ennustada just nimelt selle vanema järglasorganismidel. Instinktiivse käitumise puhul võime üsna suure tõenäosusega ennustada, et kui tunnus esineb vanemorganismil, siis ilmneb ta ka järglasel. Ent keeruka tööriista käsitlemise, romaani kirjutamise või läbimõeldud võrgutamisstrateegia kasutamise puhul on seda korrelatsiooni ennustada märksa kahtlasem. Et sellest sotsiobioloogia probleemist kõrvale põigelda, pakuti sotsiobioloogiat asendama evolutsioonipsühholoogia idee.

Evolutsioonipsühholoogia

Evolutsioonipsühholoogia kohaselt ei peaks me inimloomuse evolutsioonilisi seletusi anda püüdes uurima mitte spetsiifilisi käitumisi, vaid neile aluseks olevaid psühholoogilisi mehhanisme. Seda seetõttu, et paljud inimkäitumised on uudsetes keskkonnatingimustes uued ning neil pole iseenesest adaptatsioonilist ajalugu, küll aga saab kohastumuslik ajalugu olla nende käitumiste aluseks olevatel kognitiivsetel mehhanismidel ja õppimisvõimel. Evolutsioonibioloog Richard D. Alexander väitis, et tänu sellele võimele õpime suurendama iseenda ja oma lähisugulaste (st kaasuvat, ingl *inclusive*) kohasust.

Evolutsioonipsühholoogia teoreetilised eeldused on järgmised. Aju on justkui kompuuter, mis on kohastunud keskkonnast infot saama, inimkäitumine on aga selle kompuutri tekitatud vastus keskkonnast saadud infole. Mõista käitumist tähendab mõista neid loonud kognitiivseid programme. Kognitiivsed programmid on kohastumuslikud, st need aitasid minevikus meie esivanematel algatada evolutsiooniliselt kasulikke käitumisi. Mitte kõik inimaju kognitiivsed programmid pole adaptiivsed praegu, vaid olid seda varem. Omaaju ehituslaadi mõistmine aitab meil ühtlasi mõista inimesele omaseid kultuurilisi ja sotsiaalseid nähtusi. Evolutsioonipsühholoogia toetus ka suure modulaarsuse teooriale (ingl *massive modularity theory*), mille kohaselt koosneb meie mõistus mitmest eri eesmärgiga, omavahel informatsiooniliselt isoleerunud n-ö moodulist.

Ka evolutsioonipsühholoogia polnud vaba evolutsiooniliste seletustega seotud komplikatsioonidest, nagu seda on valikusurve ja sellele vastuseks arenenud struktuuri määratlemise probleem (ingl *grain problem*). Evolutsioonipsühholoogias kerkib näiteks üles küsimus, kas partneri valik on üks keskkonnas lahendamist vajavaid probleeme või hoopis näiteks kogum järgmisi probleeme.

Evolutsioonipsühholoogia teoreetiliste eelduste järgi on aju justkui kompuuter, mis on kohastunud keskkonnast infot saama, inimkäitumine on aga selle kompuutri tekitatud vastus keskkonnast saadud infole.



UNSPASH

Bioloogiafilosoofid Paul Griffiths ja Kim Sterelny väidavad, et inimese agressioon pole tõenäoliselt pelgalt üks tunnus, vaid nagu šimpansitel, võib ka inimestel olla mitut laadi agressiivse käitumise mustreid, mis on arenenud eri ajal ja eri põhjustel

me: kas peaksin olema oma tavapärasele partnerile truu, millal peaksin hülama oma tavapärase partneri, kas peaksin aitama partnerit leida ka oma ödele-vendadel, millal ja kuidas peaksin karistama truudusetust?

Ühtlasi heideti evolutsioonipsühholoogiale ette liigset toetumist eeldusele, mille järgi eksisteerivad üksteisest informatsiooniliselt isoleeritud mentaalsed moodulid. Mõne keerulise ülesande, näiteks malemängu jaoks pole meil kohastumuslikku moodulit, samas leidub selliseid lihtsaid loogika- või tõenäosusülesandeid, mida enamik inimesi ei suuda lahendada. Isoleeritud moodulite hüpoteesi vastu tundub kõnelevat tõik, et aju on plastiline ning selle eri piirkonnad on võimelised üle võtma teiste piirkondade ülesandeid. Ent kuna ka aju massiivse modulaarsuse teooria pole kognitiivteadlaste seas enam kuigi populaarne, tegeleksime evolutsioonipsühholoogiat selle argumendi põhjal nahutades õigupoolest õlgmehikesega võitlemisega. Evolutsioonipsühholoogia puhul on olulisem tuua esile seda, et mõned inimloomuse evolutsioonilise selgitamise probleemkohad säilivad, isegi kui keskendume käitumiste asemel nende aluseks olevatele kognitiivsetele struktuuridele.

Alamääratuse probleem, essentsialism ja naturalistlik arutlusviga

Evolutsioonilise ülesande ja sellele vastava funktsionaalse tunnuse määratlemise raskustega on seotud teadusfilosoofiast tuntud alamääratuse (ingl *underdetermination*) probleem. Selle probleemi puhul on meil mõne fenomeni seletamiseks mitu sarnase kaaluga hüpoteesi ehk siinses kontekstis mitu oletust selle kohta, millise ülesande vastusena võis mingi tunnus areneda ning kas antud tunnus on üldlase kohastumus. Evolutsiooniliste ennustuste ja seletuste kontrollimine on matemaatiliste mudelite kasutuselevõtu tõttu teinud näiteks populatsioonigeneetikas võrreldes minevikuga suure arenguhüppe. Aga inimkäitumise, -mõtlemise ja -kultuuri puhul on selles kontekstis ikka veel päris palju oletuslikku ning tõlgendustes tihti üsna palju subjektiivsust. See kehtib muidugi eriti ilmekalt näiteks poliitilistes ja muudes sellistes olukordades, kus teaduse kui autoriteetse abivahendi poole pöördutakse ideoloogilistel eesmärkidel. Ent olukordades, kus ühegi konkreetse hüpoteesi veenvaks eelistamiseks pole piisavalt

Wilson väidab, et normaalse inimkäitumise omadused ei muutu isegi sotsiaalse keskkonna radikaalse muutumise tagajärjel, näiteks orjuse tingimustes või Iisraelis levinud vabatahtlikes ühismajandites kibutsites.

empiirilisi tõendeid, pole teadlasedki oma tõlgendustes päris objektiivsed ning võivad ka eriarvamustele jääda (nt selles, kas homoseksuaalsus on kohastumuslik tunnus või mitte, ning millist evolutsioonilist funktsiooni ta täidab). Sageli ei piirduta evolutsiooniliste seletuste puhul ainult kirjeldustega sellest, mis põhjusel on mingi tunnus arenenud, vaid liigutakse edasi järeldusteni, et millegi „loomuliku“ või „kohastumuslikuna“ peabki see asi nii olema.

Üsna levinud mõttekäik on sel juhul järgmine. Kõigepealt oletatakse mingi tunnuse universaalsuse põhjal, et tegemist on kaasasündinud/kohastumusliku tunnusega. Näiteks Wilsoni väitel näitab tunnuse pärilikkuse suurt määra selle ilmumine eri keskkondades ja kultuurides, ning vastupidi: pärilike tunnuste erinemine indiviiditi ilma erinevusega nende arengukeskkonnas. (Olgu märgitud, et evolutsioonipsühholoogia puhul ei ole kohastumuslike tunnustena fookuses küll konkreetsed käitumised, ent oletuslikest universaalsetest kognitiivsetest struktuuridest, nt seksuaalkäitumisega seotud moodulist, näikse ikkagi eeldatavat ka mõne enam-vähem universaalse suhtumise ja käitumise tingimist. Meestel väidetakse selliseks käitumiseks olevat näiteks kalduvus valida nooremaid ja viljakamaid partnereid, naistel aga kalduvus eelistada varakaid partnereid.) Eeldatavasti näitab niisugune universaalsus tunnuse vähest sõltuvust keskkonnateguritest. Lisaks toob Wilson tunnuse pärilikkuse indikaatoritena esile ka tunnuse ilmumise organismi varases arenguetaapis ning teatavate käitumuslike eripärade põhjustatuse geneetilistest sündroomidest.

Kaasasündinud/kohastumuslikud tunnused eeldatakse tihti olevat ka muutumatud. Wilson näiteks väidab, et normaalse inimkäitumise omadused ei muutu isegi sotsiaalse keskkonna radi-



UNSP/ASH

kaalse muutumise tagajärjel, näiteks orjuse tingimustes või Iisraelis levinud vabatahtlikes ühismajandites kibutsites. Tihti lisandub sellele mõttekäigule normatiivne mõõde, näiteks Wilsoni väitel enamasti ebaõnnestuvad katsed inimese käitumist selle pärilikkuse vormist hõlbima panna või võivad need põhjustada hukatuslikke tagajärgi. Ka ideoloogilistes kontekstides on väga levinud argumentid, millega viidatakse vajadusele hoida inimese bioloogilise evolutsiooni teel kujunenud loomust.

Wilsoni väitestik illustreerib kahte aspekti, mis on omased inimloomuse ja sellega seostatavate mõtlemise ja käitumise seletamisele ning õigustamisele bioloogiliste/evolutsiooniliste argumentidega: psühholoogiline essentsialism ja naturalistlik arutlusviga (ingl *naturalistic fallacy*). Psühholoogiline essentsialism tähendab seda, et teatavate gruppidele omistatakse mingeid olemuslike omadusi ning nende põhjal tehakse järeldusi grupi (antud juhul inimliigi, ent tihti ka näiteks sugude, rahvuste jms) liikmete ja nende tunnuste kohta, kusjuures eeldatavate olemuste rollis on nüüdiskontekstis enamasti geneetilised tegurid. Olemuslikke omadusi peetakse üldjuhul grupi liikmetele universaalseks ja muutumatuks. Ning ehkki inimeste kui bioloogiliste olevuste tunnustel on kahtlemata evolutsioonilist päritolu ja seoseid geneetiliste teguritega, peaksime ka inimloomuse selgitamise katsete korral olema ettevaatlikud, kuna selle loomusega seotud essentsialistlikud eeldused võivad panna meid inimeste ühisosa otsides ignoreerima nendevahelist varieeruvust ning tingida ka teisi valejäreldusi.

Üks essentsialistlik mõtlemisviga

võibki olla püüd eeldada meie grupilt üleliia suurt homogeensust ning pidada mõnda tunnust või käitumist tegelikult universaalsemaks. Seda viimast on tihti arvatud näiteks rassismi või ksenofoobia kohta, kuid tegelikult ei esine need kultuurideüleselt kõikjal. Richard Lewontini väitel leidub suguharusid ja ühiskondi, kus ksenofoobiat meile harjumuslikul kujul (peaaegu) ei ilmne. Ning isegi kui mingi tunnus esineb universaalselt, ei pruugi see olla kaasasündinud või tingitud loodusliku valiku poolt: niisugune käitumine, suhtumine või mõttemuster võib olla hoopis universaalsete õppimistingimuste tulemus. Näiteks isegi kui vaenulik-ettevaatlik suhtumine võõrastesse või teistsugustesse inimestesse on üsna laialdane, võib see olla sotsiaalselt edasi antud: väikestel lastel tihtipeale selliseid suhtumisi ei ole ning need omandatakse vanematelt kasvatuse käigus. Kolmandaks, isegi kui teatud käitumisel või suhtumisel on evolutsioonilised juured, võime nende käitumis- või mõttemustrite teadvustamise, jälgimise ja suunamise teel olla siiski võimelised neid muutma. Seega ei pruugi need olla paratamatud.

Ning neljandaks, tuletades käitumisi ja suhtumisi õigustavaid moraaliväiteid nende evolutsioonilisest allikast, sooritaksime naturalistliku arutlusvea. (Sama laadne on ka „on-peaks olema arutlusviga“ (ingl *is-ought fallacy*), mis tehakse siis, kui mingit asjade seisu õigustatakse näiteks traditsioonile viidates: „See on hea ja õigustatav, kuna on alati nii olnud“). Isegi kui mingil käitumisel või muul tunnusel (nt lapsetapp või vägistamine) on evolutsioonilised juured (selle hüpteesi empiirilisi tõendeid peetakse nende tunnuste korral siiski nõrgaks), ei õigusta see neid käitumismustreid tänapäeva moraali kontekstis. Sama kehtib kuulsa nn vanemliku investeerimise teooria kohta, mille järgi mehed on seksuaalselt vabameelsemad ehk promiskuiteetsamad kui naised, kuna munarakk on bioloogiliselt n-ö väärtuslikum ressurss kui seemnerakk ja naiste üldine investeering järglase

Sageli on inimeste ja loomade vahel loodud analoogiad kunstlikud ning põhinevad õigustamatul antropomorfismil.



CHARLES J. SHARP / WIKIPEDIA

Selleks et selgitada inimese puhul patriarhaalse ühiskonnakorraga seostatavaid käitumus-
mustreid ja vahel neid ka õigustada, kasutatakse mõnikord näiteks
lõvide asjaomase käitumise mudelit

kasvatamisse on suurem kui meestel. Isegi kui selle teooria järgi on niisugusel käitumisel (või selle aluseks olevatel kognitiivsetel struktuuridel) evolutsioonilised allikad, ei anna see automaatselt moraalset õigustust käituda seksuaalselt promiskuiteetselt vms. Eriti arvestades asjaolu, et tõenäoliselt pole sellised tunnused nii muutumatud, kui Wilson seda näiteks pärilike tunnuste kohta eeldas. Õigupoolest olid seesugused väited juba Wilsoni ajal ka sotsiobioloogiliste sõdade põhilised vallandajad.

Sotsiobioloogiast tuttavate seletuste puhul on markantne ka see, et midagi „loomulikuna“ või kohastumuslikuna esitledes tõmmatakse tihti paralleele teiste loomadega, valides selleks otstarbeks oma eesmärkidele sobiva loomarihma. Näiteks kui soovitakse seletada (ning mõnikord õigustada) patriarhaalse ühiskonnakorrale omaste soorolidega seostatavat seksuaalkäitumist, rakendatakse inimeste kohta lõvide asjaomase käitumise mudelit, homoseksuaalsuse evolutsiooniliste seletuste tarbeks viidatakse n-ö homopingiinidele, mõne tavapärasega võrreldes teistsuguse peremudeli võimalikkust propageerida sooviv feministlik autor võib viidata poegivatele isastele merihobukestele jne. Siinkohal tuleb siiski silmas pidada, et sageli on inimeste ja loomade vahel loodud analoogiad kunstlikud ning põhinevad õigustamatul antropomor-

fismil. Näiteks inimese seksuaalkäitumine võib ülejäänud loomade omaga võrreldes täita eri laadi lisafunktsioone ning selle seletamine või õigustamine lõvidele, kaladele või pingviinidele viidates ei pruugi meid inimloomuse evolutsioonilise mõistmise teel eriti kaugelt viia.

Kokkuvõtteks

Inimese kui bioloogilise olevuse käitumisel ja mõtlemisel on ilmselt teatavad evolutsioonilised juured, mille kohta tasub kahtlemata püüda anda ka teaduslikke seletusi. Paraku on sellistes seletustes veel palju alamääratust ning esitades väiteid inimese käitumuslike ja kognitiivsete tunnuste otstarbe ja evolutsiooniliste allikate kohta, võivad tooni anda isiklikest eesmärkidest kantud subjektiivsed arusaamad, eriti teadusvälistes ideoloogilistes kontekstides. Seega, ehkki ei peaks kaotama optimis-
mi selle suhtes, et inimloomust saab seletada evolutsiooni kaudu, ei tasuks neid seletusi hinnates siiski kaotada kriitilist meelt. Eriti kui nende alusel kavatsetakse teha otsuseid, mis kätkevad sotsiaalpoliitilises valdkonnas tähtsaid moraalseid hinnanguid ja õigustusi.

Edit Talpsepp (1981) on Tartu ülikooli teadusfilosoofia teadur.

Kaitstud linn, kindel kants

Uus püsinäitus suurtükitornis

◆ Kiek in de Kök ◆

Tallinna kaitsmisest läbi sajandite



Endeemiline struuma

KEN KALLING

Interneti avarustest võib leida lugusid sellest, kuidas saja aasta eest õnnestus lihtsa meetme abil parandada USA mõne piirkonna meeste intelligentsustestide tulemusi standardhälbe (15 punkti) võrra. Selleks oli vaja hakata nende emade toidule joodi lisama. Nii sooviti võidelda struumaga. Nüüd teame, et joodipuudus rasedatel põhjustab ka arengupeatust nende lastel. Kas nii lihtne oligi rumalust võita, selle üle alles vaieldakse, kahtlusi ei ole aga selles, et jood on meie toidus hädavajalik.

Kilpnäärmehaigused

Struuma (hõõtsik) on suurenenud kilpnääre või selle kude, tunnuseks silmanähtavalt jämenenud kael. Sel on palju vorme ning kilpnäärmehaiguste liig- või vaegtalitlusega on seotud mitu diagnoosi. Struumal on eri põhjusi, kuid 90% juhtudel on selleks joodipuudus. Organism nimelt püüab joodi, sealtskaudu kilpnäärmehormoonide vaegust, kompenseerida kilpnäärmehormoonide talitlust tugevdades, mille tõttu hakkabki see organ suurenema.

Kilpnääre toodab joodi sisaldavaid aine- ja soojusregulatsiooni ning närvi- ja lihastalitlust kontrollivaid hormoone, samuti aineid, mis tagavad (laste) arenguks vajalike valkude sünteesi. Kilpnäärmehaiguste sümptomid olenevad sellest, kas tegemist on liig- või vaegtalitlusega. Joodipuuduse tunnused sarnanevad vaegtalitluse omadega: kaalu tõus, juuste väljalangemine, külmakartus, väsimus ja nõrkus, südamepekslemine, häired naiste viljakuses ja laste arengus, õpiraskused ja mäluhäired. (Maailma terviseorganisatsioon WHO usub, et tänapäeval kannatab maailmas 50 miljonit inimest joodipuudusest põhjustatud vaimse alaarengu käes.)

Struumat tuleb ette ka loomadel, leidub piirkondi, kus minevikus oli võimatu mõnda kodulooma pidada. Joodi saavad imetajad toidust või veest, kuid alati ei ole see loodusolude tõttu võimalik. Neis paigus levib endeemiline struuma, mille tõrjeks lisatakse nüüdis-

**Minevikus oli struuma
endeemiline seal, kus
inimeste päevane joodi-
tarbimine oli alla
10 mikrogrammi.**



TARTU ÜLIKOOLI MUUSEUM

Struumahaige mees. Foto Tartu ülikooli kirurgiakliinikust 20. sajandi algusest

ajal enamikus maailma riikides joodi söögisoolale. Soovituslik on täiskasvanul tarbida 150 mikrogrammi joodi päevas, raseduse ja imetamise ajal rohkemgi.

Kretiinide külad

Joodi sisaldavad merekalad, -annid ja -taimed. Soodsa kasvukoha korral on võimalik joodi saada teraviljadest, pähklitest ja kikerhernestest. Minevikus oli struuma endeemiline seal, kus inimeste päevane jooditarbimine oli alla 10 mikrogrammi. Praegu on ohupiirkonnad Aasia ja Aafrika keskosad, kuid veel 1920. aastatel põdes USA „struuma-vööndis“ (Apalatsid, Suur Järvistu jne) kuni 70% lastest struumat. Ohustatud alasid leidis ka Alpides, Himaalajas, Kesk-Inglismaal jm.

Joodipuudus rasedatel põhjustab nende lastel sündroomi, mida 18. sajandil hakati nimetama kretinismiks. Sellest andis tunnistust struuma, kängunud kasv, hilinenud puberteet, vaimne alaareng jm. Mõiste päritolu on ebaselge, tegemist võib olla tuletisega prantsuse-alpi dialektsis „kristlast“ tähistavast sõnast, millega üksteist tervitati. Praegusajal on sõnal halvustav tähendus ning meditsiin eelistab rääkida kaasa-sündinud kilpnäärme alatalitlusest.

Juba antiikajal kirjeldati Alpide elanike jämedaid kaelu ning just Alpides hakati edaspidi rääkima ka „kretiinide küladest“. Mineviku teadus ei osanud nähtust seletada, oletati, et tegemist on kohaliku halva vee või õhuga. Nüüd teame, et joodi viib pinnase pealmisest kihist ära sagedane liigvesi (nt lume- ja liustikusulamisvesi). Joodi talletamist kilpnäärmes pärssivad ka mõned ained, mis muu hulgas sisalduvad toidus (toores kapsas, naerid, kaalid, rapsiseeme).

Milleks meile kilpnääre?

Antiikaja arstid arvasid, et tegemist on süljenäärme. Edaspidi räägiti organist, mis õlitab häälepaelu või talletab aju jaoks verd. Oli neidki, kes uskusid, et seal paikneb inimese hing. Kilpnäärme ladinakeelne (sellest on tuletatud ka eestikeelne) nimetus *glandula thyroidea* anti 1656. aastal. Lähtuti sellest, et organ meenutab antiikkreeka kilpi *thyos*. Eestis varem kasutusel olnud „hõõtsik“ tähendab ka linnu pugu.

Minevikus oli struuma pigem esteetiline probleem. Seda võidi pidada amoraalsuse, alkoholismi vms eest saadetud karistuseks. Ent kuivõrd nähtust

tuli ette ka eliidil, sai selles näha ka positiivset stigmat, „ilusat kaela“. Struumat leidub rohkem naistel, kellel minevikus arvestati kaela mõõte viljakuse hindamisel. Kuna struuma üheks põhjuseks peeti rasket tööd, seoti tööd tehes naiste kaela ümber side, millest hiljem kujunes välja omapärane ehteliik, mida siia maani Alpides kantakse. See aitab varjata ka struuma opereerimise järel tekkinud arme.

Suureks proovikiviks muutus struuma siis, kui oli vaja riietada sõjaväelasi ühtsesse vormi. Nüüd olid probleemiks mehed, kelle kael ei mahtunud kaelusesse. See on ka põhjus, miks Napoleoni peetakse üheks esimeseks, kes hakkas tundma huvi struuma leviku vastu.

19. sajandil hakkasid kilpnäärme ja struumaga seotud saladused lahenema. Keemiline element jood avastati 1811. aastal, peatselt oletati, et see on kuidagi seotud struumaga. 1896. aastal tehti kindlaks, et jood on oluline komponent kilpnäärme koes, 1907. aastal selgus, et jood tagab kilpnäärme korrapärase töö. 1895. aastal tõestati kilpnäärme osa ainevahetuses, hakkas kujunema arusaam selle organi seostest mitme diagnoosiga. Edaspidi leiti ja eraldati mitu kilpnäärme- ning selle talitlust ergutavat hormooni. Veel 1977. aastal anti Nobeli auhind ühe sellise, nimelt kilpnääret stimuleeriva hormooni TSH avastamise eest.

Skalpelli ja joodiga

Kogemuste põhjal raviti juba paljudes muistsetes kultuurides struumat joodi sisaldava mereadru või käsnade tuhaga. Varakult prooviti ka kirurgilisi võtteid, nt nõeltega torkimist. Ravi oli vajalik seetõttu, et kilpnäärme suurenemine võib takistada kõri ja neelu tööd. Kirurgia kõrgaeg saabus 19. sajandi lõpul. 1909. aastal sai šveitslane Theodor Kocher isegi Nobeli auhinna kilpnäärme uuringute ja kirurgilise ravi juurutamise eest. Paraku asendus esialgne vaimustus arusaamaga, et kilpnäärme eemaldamine toob kaasa selle alatalitlusele viitavad sümptomid. Tuli õppida eristama kilpnäärme ala- ja liigtalitluse ilminguid, et vajaduse korral eemaldada üksnes osa näärdest.

Uued võimalused pakkus nn koe-ravi. 1891. aastal raviti edukalt kilpnäärme vaegtalitlust, süstides inimesele lamba kilpnäärmest tehtud ekstrakti. 1914. aastal eraldati puhas kilpnäärme-hormoon – türoksiin, 1924. aastal osati

Esimene teadaolev katse saada ettekujutus struuma levikust Baltimaades tehti 1893. aastal.

seda ka sünteesida ning kuju võttis hormoonasendusravi.

Lahendus endeemilise struuma tõrjes saabus aga siis, kui tegelema hakati põhjusega – joodipuudusega. Juba 1830. aastal soovitati Prantsusmaal joodi sisaldavat looduslikku soola struuma vastu. 20. sajandi alguses sai joodist eelkirjeldatud avastuste tõttu tõeline imeravim, mis paraku põhjustas üledoseerimist. See tekitas otsustajates mõningast ettevaatlikkust. Nõnda hakati söögisoolale riiklikult joodi lisama alles 1920. aastatel, kõigepealt USA-s ja Šveitsis. Pärast seda on endeemiline struuma arenenud maailmas taandunud, kuid ohustab uue nähtusena näiteks veganeid.

Struuma Eestis

Esimene teadaolev katse saada ettekujutus struuma levikust Baltimaades tehti 1893. aastal: Tartu ülikooli professor Werner Zoege von Manteuffel saatis arstidele laiali küsimustiku, millele vastanud teavitasid 249 struumahaigest, peamiselt Tallinnas ja Tartus. Erakordselt suurenenud kilpnäärmega inimesi anti üles vähe, kretiine ainult üks. Elati veel ajal, kui struuma peapõhjustajaks peeti „halba“ vett, ning nii langes kahtlus mõnele kaevule, Tartus näiteks Jaani, Jakobi ja Jaama tänavale.

Sõdade vahel usuti, et mere lähedus (joodi piisav kättesaadavus) ei lase probleemil Eestis esile tõusta. Siiski uuriti, kuidas väetisena kasutatav mereadru mõjutab põllumajandustoodete joodisisaldust.

Olukord muutus sõja järel, kui Eesti (eriti Kagu-Eesti) kuulutati endeemilise struuma piirkonnaks. 1951. aastal, kui Eestis tegeles endokrinoloogiaga vaid kolm arsti, asutati Tartusse struumatõrje dispanser. Alates 1958. aastast juurutati Eestis jodeeritud keedusoola tarvitust. Endeemiline struuma hakkas seepeale taanduma, 1970. aastatel keskendus struumatõrje dispanser valdavalt muudele endokrinoloogilistele haigustele. •

Ken Kalling (1963) on teadusloolane.

Ajalugu ja teadus

MATI LAUR

Leopold von Rankel ja ta kaasaegsetel läks korda esitleda ajalookirjutust kui teadust, mis pühendub mineviku käsitlemisele „nii, kuidas see tegelikult oli“. Siitpeale ei kaheldud ajaloo teadusliku uurimise võimalikkuses. Vaieldi pigem selle üle, kas ajalooteadus peab toetuma loodusteadustega samalaadsele metodoloogiale või käima oma rada.

Ajalugu kui seaduspärasuste jada

Juba 18. sajandil hakati valgustusideede tuginedes otsima seaduspärasusi ka ajaloo protsessis. Lisainnustust pakus 19. sajandil alanud loodusteaduste võidukäik ning teadusfilosoofias mõjule pääsenud positivism. Positivismi rajajaks peetav prantsuse filosoof Auguste Comte (1798–1857) esitas teaduste püramiidse klassifikatsiooni, mille alus oli matemaatika, sellest kõrgemal järgnesid astronoomia ja füüsika, seejärel keemia ja bioloogia ning päris tipus ühiskonna arengut uuriv sotsioloogia. Comte'i järgi eristas sotsioloogiat tavapärasest ajalookirjutusest rõhutatud teaduslikkus. Juba 1824. aastal lubas Comte tõestada, et inimühiskonna arengut määravad samasugused seadused nagu kivi langemist – need tuleb vaid avastada. Samamoodi kui loodusteadustes pidi ka ühiskonna ajaloo uurimine põhinema „positiivsetel“ empiirilistel teadmistel ja faktidel ning välistama „metafüüsilised“ spekulatsioonid.

Comte'i seisukoht kogus kiiresti toetajaid. Prantsuse teadusfilosoofi Louis Bourdeau' (1824–1900) väitel kahaneks ajalookirjutuse väärtus tühipaljaks nulliks, kui ta õpetaks meile ainult seda, mis toimus möödunud ajas, ning jätkaks meid teadmatusse sellest, mida toob tulevik. Seepärast pole Bourdeau' järgi vaja tundma õppida suurmeeste tegusid ega juhuslikke sündmusi, vaid uurida seaduspärasusi ja ajaloos korduvaid fakte (*faits réguliers*).

Juba 1824. aastal lubas Comte tõestada, et inimühiskonna arengut määravad samasugused seadused nagu kivi langemist – need tuleb vaid avastada.

Klassikalise allikaõpetuse väljaarendajad Charles-Victor Langlois (1863–1929) ja Charles Seignobos (1854–1942) kuulutasid, et peagi saabub aeg, kus kõik allikmaterjalid on kriitiliselt läbi uuritud ning ajaloo uurimus ongi tulemuslikult lõpule jõudnud. See aeg ei tervendanud kaugel mägede taga, vaid vanemate ajaloo perioodide puhul juhtuvat see juba paari põlvkonna pärast, uuema aja kohta võtvat see allikate rohkuse tõttu küll rohkem aega. Muide, ka 1870. aastatel füüsikaõpinguid alustanud Max Plancki (1858–1947) hoiatati, et ta kaotab üksnes aega, sest füüsikas pole peagi enam midagi avastada. Kuna Planck hoiatust kuulda ei võtnud, võlgne me talle kvantfüüsika sünni.



Gabriel de Tarde pidas võimalikuks prognoosida ka moe levikut. Pildil kujutatud Prantsusmaa kuninganna Marie-Antoinette'i soenguid jäljendada oli iga pariislase enamasti küll kättesaamatu unistus

Miski ei sünni juhuslikult

Positivism tõi ajaloo uurimisse loodus- ja sotsiaalteaduslike meetodid ja mõtteviisi. Statistika kasutamine demograafiliste ja majandusprotsesside uurimisel, mida tänapäeval peetakse enesestmõistetavaks, tegi 19. sajandi ajalookirjutuses alles esimesi samme. Gabriel de Tarde (1843–1904), Collège de France filosoofiaprofessor ja Prantsusmaa statistikabüroo juhataja, tõdes raamatus „Les lois de l'imitation“ („Jäljendamise seadused“, 1890), et ühiskonnas toimuvad uuendused levivad jäljendamise teel geomeetrilises progressioonis. Nii jõudvat mood esmalt kuninga lähikonnast õukonda, sealt aadlilossidesse, hargnedes üha edasi, jõudes lõpuks ka tavainimeseni. Tarde'i sõnul ei võimalda statistika neid seaduspärasusi mitte ainult kirjeldada, vaid prognoosida ka tulevikku. Herbert Spencer (1820–1903) võttis Charles Darwini (1809–1882) evolutsiooni-teooriast üle käsitluse looduslikust valikust (Spenceril *survival of the fittest*), kandes selle üle inimühiskonda, püüdes konstrueerida ajaloo arengu seaduspärasusi bioloogiliste kategooriate abil. Eriti soodsa vastuvõtu pälvis Spenceri sotsiaalne darvinism Ameerika Ühendriikides, kus olid kätte jõudnud ettevõtluse tippajad.

Briti ajaloolane Henry Thomas Buckle (1821–1862), kes oli ühtaegu Inglismaa parimaid maletajaid, selgitas kaheköitelises üdini positivismi võtmes kirjutatud teoses „History of Civilization in England“ („Inglismaa tsivilisatsiooni ajalugu“, 1857–1861) kogu ajalookäiku vastuvaidlematute seaduspärasustega, jätmata vähimatki ruumi juhuslikkusele. Buckle'i ajalookäsitluses ei sõltunud üksikisikust mitte midagi. Mitte suurmehed ei määra ajaloo kulgu, väitis Buckle, vaid ajaloo kulg ise tõstab suurmehed esile. Kaasaegsed tituleerisid Buckle'i teadusliku ajalookirjutuse isaks (*The Father of Scientific History*). Uus ajaloolaste põlvkond vastandus varasemale rahvuslik-romantilisele ajalookirjutusele ning asus viimase esile tõstetud „müüte“ usinalt lammutama.

Ajaloo kulg oleneb loodusest

Senisest enam hakkasid ajaloolased pöörama tähelepanu looduslikele oludele ajaloo protsesside kujundajana. Kliima ja paikkondlike tegurite tähtsust ühiskonna arengus oli rõhutanud

Positivism töö ajaloo uurimises loodus- ja sotsiaalteaduslikud meetodid ja mõtteviisi.

juba Montesquieu. 19. sajandi teise poole ajalootekstides käsitleti loodusolusid märksa sügavamalt, sellest kujunes rahvuslike ajalookontseptsioonide telg. Nii selgitas Frederick Jackson Turner (1861–1932) raamatus „The Significance of the Frontier in American History“ („Rajamaa tähendus Ameerika ajaloo“, 1893) Põhja-Ameerika kolonisatsiooni ajalugu selle mandri ainulaadse loodusega. Kui seni oli tavaks käsitleda Ameerika ühiskonna kujunemist kui Briti liberalismi kohalikku jätkuprojekti, siis Turneri järgi ei sündinud Ameerika demokraatia Mayfloweri pardal Inglismaalt Uuele Mandrile purjetanud kolonistide omavahelisest kokkuleppest, vaid kohanemises kohapealsete looduslike tingimustega ning Metsiku Lääne sammamulise hõlvamisega. Just vaba maavalduse olemasolu ning külluslikud loodusvarad olid Turneri arvates olulised tegurid Ameerika ühiskonnale iseloomuliku demokraatia ja individualismi kujunemisel.

Kui Turner seletas looduslike tegurite toel ameeriklaste edulugu, siis Vene ajalookirjutuses teenis loodusoludele viitamine vabandusena sajanditepikkuse mahajäämuse pärast. 29-koitelises suurteoses „История России с древнейших времён“ („Venemaa ajalugu vanimast ajast alates“, 1851–1879) põhjendas Sergei Solovjov (1820–1879) Venemaa arengupeatust „erakordsete jõupingutustega“, mida nõudis sealse rahvalt „Euroopa äärealade hõlvamine kristlikule tsivilisatsioonile“, mida Solovjov kujutas pideva heitlusena metsa ja stepi kui tsiviliseerituse ja barbaarsuse vahel. Vassili Kljutševski (1841–1911), käsitledes varakeskaegse Kiievi riigi kujunemist, seadis keskele kohale kaubatee „varjaagide juurest kreeklaste manu“ Konstantinoopolisse, mis määras jõgede võrgustikust lähtudes riigi keskpunktiks Kiievi. Kogu Venemaa ajalugu läbivaks teemaks pidas Kljutševski maa koloniseerimist – „Venemaa ajalugu on koloniseeritava maa ajalugu“ – ning piiramatut maarekursi olemasolu.

Positivism versus historism

Saksamaal töid uued uurimissuunad ja -meetodid kaasa elava diskussiooni



Frederick Jackson Turneri järgi oli Põhja-Ameerika ajaloo kõik seotud Uuele Mandrile purjetanud kolonistide kohanemisega kohapealsete looduslike tingimustega ning Metsiku Lääne sammamulise hõlvamisega. Just loodusolud olid Turneri arvates määravad Ameerika ühiskonnale iseloomuliku demokraatia ja individualismi kujunemisel

ajalookirjutuse eesmärkide üle. Karl Lamprecht (1856–1915), kelle positivistlikus võtmes kirjutatud „Deutsche Geschichte“ („Saksa ajalugu“, 1891–1909) leidis publiku hulgas väga soodsa vastuvõtu, seadis küsimärgi alla kaks Saksa senise ajalookirjutuse juhtmotet: riigi keske rolli ning tähelepanu pööramise isikutele ja sündmustele. Lamprecht sõnul oli ajalookirjutuses samamoodi kui loodusteadustes üksikfenomenide kirjeldamise aeg ammu möödas. Kirjeldava poliitilise ajaloo asemel, leidis Lamprecht, tuleb kasutada tüpiseerivaid ja võrdlevaid meetodeid, mis võimaldaksid esitada ajalookäiku seaduspärase arenguna. Lamprecht järgi polnud esmatähtis näidata ajaloo käiku nõnda, „kuidas see tegelikult oli“ (Ranke), vaid selgitada, „kuidas see seliseks kujunes“, pöörates senisest märksa suuremat tähelepanu majandus- ja kultuuriloole. Sellega heitis Lamprecht kinda 19. sajandi kõige loetumale Saksa ajaloolasele Heinrich von Treitschkele (1834–1896), kelle väitel ei olevat ajaloolased võimelised mineviku uurimise põhjal tulevikku ennustama, sest igal pool pörkub ajalooteadus ajalooliste isikute toimingute vastu, mis jäävad seletamatuks ja mõistematuteks: „Ajalugu teevad suurmehed, nagu Luther, Friedrich Suur ja Bismarck [...] ning miks läheb nii, et just need mehed tõusevad esile – õige mees õigel ajal –, jääb meile, lihtsurelikele, igaveseks mõistatuseks.“

Saksa ajalookirjutuses jäi positivismi mõju märksa tagasihoidlikumaks kui mujal Euroopas. Just Saksamaal kujunes välja positivismi vastassuund – historism, mis rõhutas ajalookäigu ainulaadsust ja kordumatust, mis ei võimalda seda kuidagi allutada seaduspärasusele.

19. sajandi lõpp oli ajajärk, mil ajalookirjutus püüdis end rohkem kui kunagi varem esitleda teaduslikuna, olenemata sellest, kas ajaloolane kaldus positivismi või historismi poole. Suurt tähelepanu pöörati täpsusele ja detailidele, sealhulgas dateeringutele. Enesestmõistetavaks sai viidata allikatele, mida hõlbustas mahukate allikakogumike jätkuv publitseerimine. Märkimisväärselt täiustus editsioonitehnika. Professionaalsed ajaloolased eristusid eelkäijatest ja kaasaja asjaarmastajatest pikaajaliste arhiiviuuringute, allikakriitika valdamise ning valdkonna kirjanuduse põhjaliku tundmise poolest.

Ajaloo pidamine teadusdisipliiniks kujundas arusaama, et professionaalse ajalookirjutuse põhiadressaat ongi ajaloolased ise ning lugejaskond saabki piirduda vaid omaenese tsunftiga. Oht jääda ilma laiemast publikust oli ajalookirjutuse muutuste varjukülj, mis seadis ajaloolaste ette küsimuse „Kuhu edasi?“ •

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

Palverändurid ja pühakud

ANU MÄND

**Keskaegsete palverändurite
välimuse kohta annavad
tunnistust toleaeagsed
kunstiteosed.**

Et ohutumalt rännata ja saada osa halastustegudest (näiteks almused ja ööbimiskoht), pidi palverändur olema äratuntav, st kandma spetsiaalset riie-
tust ja aksessuaare. Keskaegsete palve-
rändurite välimuse kohta annavad tun-
nistust toleaeagsed kunstiteosed: harili-
kult on rändureil pikk sau, laia servaga
müts, mis kaitses ilmastiku eest ja mille
külge sai kinnitada palverännumärke;
vööl või seljal rippuv jooginõu ja söögi-
kauss, mis ühtlasi täitis kerjakausi ots-
tarvet. Vagaduse ilminguna kandis rän-
dur kaelas või vööl palvehelmeid, mis
olid odavast materjalist, nagu puit, et
toonitada kandja alandlikkust ega ära-
tada kaasreisijates või maanteeröövli-
tes halbu kavatsusi. Pika teekonna tõttu
võisid rõivad olla rābaldunud ja jalatsid
auklikud. Mōnikord on kujutatud jalu-
tuid, pimedaid või muu kehalise puude-
ga palverāndureid. See annab aimu,
miks kurnav rānnutee oli ette vōetud:
sihtkohas asuva reliikvia juures loodeti
imekombel terveneda.

Teekonnal usaldasid palverāndurid
end mitme pūhaku kaitse alla, nagu
näiteks apostel Jaakobus Vanem, kōiki-
de teeliste kaitsja pūha Kristoforus ja
meresōitjate kaitsepūhak pūha Niko-
laus. Ka mitut pūhakut on taistes vōi-
malik āra tunda seelābi, et neid on
kujutatud palverāndurina. Tuntuim
ongi apostel Jaakobus Vanem, kelle
viimne puhkepaik Santiago de Com-
postelas oli ja on siiani Euroopa tāhtsa-
maid palverānnusihtkohti. Jaakobust
kujutatakse kūbaraga, millel on meri-
karp (Santiago palverānnumārk), ta
kannab rāndurikuube ja hoiab kāes
saua.

Apostel Jaakobus Vanem.
Kannatusretaabel. Michel Sittow (?),
umbes 1520. Niguliste muuseum



STANISLAV STEPASKO



STANISLAV STEPŠKO

Püha Elisabeth vigaste ja tõbiste palverändurite eest hoolitsemas. Tallinna Püha Vaimu kiriku retaabel. Bernt Notke töököda, Lübeck, 1483

Jaakobus oli väga armastatud pühak ka Läänemere ruumi hansalinnades. Lübeckis ja Riias pühitseti talle üks linna kogudusekirikutest, Eestis on ta Viru-Jaagupi, Pärnu-Jaagupi ja Saaremaa Püha kiriku kaitsepühak. Palverändurina on kunstiteostel kujutatud ka püha Rochust, kes oli eelkõige tuntud katku vastu avitajana, ja püha Joosti, keda eristab Jaakobusest vaid tema jalgees asuv kroon. Püha Joost oli üks Tallinna Jaani seegi kiriku kolmest kaitsepühakust.

Palverändurite eest hoolitsemisega olid seotud mõned naispühakud. Võõrsilt linna saabunute kael oli tihti pühendatud pühale Gertrudile, seda ka

Tallinnas (Suure Rannavärava ees), Riias ja Uus-Pärnus. Hoolitsusega vaeste, vigaste ja tõbiste eest on saanud tuntuks Tüüringi püha Elisabeth (1207–1231), kes ennastsalgava eluviisi tõttu suri väga noorelt ja kuulutati juba mõni aasta pärast surma pühakuks.

Tallinna Püha Vaimu kiriku altari-retaablil (ehisseinal), kus on kujutatud Elisabethi legendi, võib ühel pildil samuti näha püha Elisabethi haigete eest hoolitsemas: neid pesemas ja voodisse puhkama sättimas. Kolmes karkudega abivajajas võib ära tunda palveränduri: neil on mütsil ja/või kuel palverändurimärgid, üks neist hoiab käes palvehelmeid. Vigaste ja tõbiste eest süvenenult

hoolt kandev Elisabeth ei märkagi, et ta peseb jalgu Kristusel enesel.

Sellistel pildidel oli õpetlik ja eeskujutav andev otstarve: äratada kaastunnet nende vastu, kellel on elus kehvasti läinud, ja osutada neile kristlikku halastust: jagada almuseid, pakkuda peavarju ja ravitseda haavu. Kuna Püha Vaimu kirik oli keskajal seegikompleksi osa – hoovis asusid hooned haigetele – oli püha Elisabethi legendi valimine altari kaunistuseks väga sobiv otsus, küllap oli Tallinna raad kui tellija selle hästi läbi mõelnud. •

Anu Mänd (1968) on Tartu ülikooli kunstiajaloo professor.

Moderniseerumisaja öine linn meelitas põnevuse ja salapäraga

RIHO PARAMONOV

Moodne linn on keerukas ja mitmekülgne nähtus. Mõistmaks selle tähendust süvitsi, tuleb tegeleda ka teemadega, millele uurijad tavapäraselt suuremat tähelepanu ei osuta. Üks selline on linnaöö.

Iseloomulikku
öisele
linnale

Öövalve
apteegi juures
Tallinnas
1930. aastatel.
TLM F 5202



Moderniseerumisajal ehk ajajärgul 19. sajandi lõpust teise maailmasõja alguseni oli öösel avalikus linnaruumis märksa vähem inimesi ja liikumist kui praeguses, kuid mõningad ametimehed viibisid seal ka alaliselt. Domineerisid laternasüütaja-öövaht (hiljem ainult laternasüütaja rollis), politseinik, voorimees ja taksojuht. Muidugi oli öiseid ametimehi veel, nt mustusevedajad ehk sibid ehk öökastimehed ja valvurid, ent

nende osa ei olnud kaugeltki võrreldav eelmainitute omaga. Kõiki nelja ametimeest kohtas ka väiksemates asulates, kuid ennekõike seostusid nad just linnaga. Seetõttu oli neil väga tähtis osa selles, kuidas inimesed linna tajusid ja kasutasid. Kui politseitöö välja jätta, on nimetatud ametimeestest suhteliselt vähe teada, mistõttu on tegu tänuväärse uurimisobjektiga.

Need ametid osutavad ööajal esile

kerkivale vajadusele valgustuse, korra ja sõiduvõimaluste järele. Korda ja transporti on tulnud tagada vanadest aegadest peale. Õigupoolest ka linnavalgustust, kuid gaasi- ja elektrivalgus ning mootorsõidukid seostuvad tehnilise progressi ja modernisusega.

Lülitudes öistele rütmidele

Päeva ja ööd on pikka aega nähtud vastandatavatena. Selle mõõdet annab hästi edasi töik, et ööpäeva kahe osa või ajarežiimi vahele asetus ühest režiimist väljajuhatav ja teise režiimi sissejuhatav vaheaeg, mida nimetatakse videvikuks (ka eha või hämarik). Piirina öö ja päeva vahel andis see märku, et päevane asjalikkus ja tegutsemine peab loovutama koha rahule ja eripärastele sotsiaalsuse vormidele, mis tööajal polnud võimalikud. Niisiis pihustus osa päeval kehtivatest piiridest öö tulekul, kuid ööajalgi olid oma piirid, millest oli arukas kinni pidada.

Veel 20. sajandi esimesel poolel olid maagilisele mõtlemisele omased hoiakud ühiskonnas endiselt tugevalt esil. Need avalduvad ennekõike öö tajumisesena liminaalsena, sest pimeduses ähmastus ühtlasi piir argise ja üleloomuliku vahel. Ilmekalt on seda edasi andnud 1914. aastal sündinud meremehesest koduloolane Jegard Kõmmus: „Eks minu noorpõlve ajal oli veel igasuguseid kodukäijaid, tonte ja kotermanne ning nende eest tuli ennast hoida. Pimedas liikudes ma väga kartlik ei olnud, aga seda mäletan küll, et sügis-

Oma lakkamatu sagimise ning tänava- ja sisevalgusega tähendab linn ühtlasi päeva pikenemist, laiendamist, tungimist öösse. Endine kolmikjaotus päev, videvik ja öö ei toimi enam.



Niimoodi valgustatud
vaateaknad aitasid
muuta ka tänavad
valgusrikkamaks. Elu- ja
ärihoone Tallinnas
Vene tänaval.

EAM FK 2185

tel kottpimedatel öödel, kui oli vaja kuskil käia, siis selja taha vaadata eriti ei julgenud. Siis oleks kindlasti midagi kahtlast juhtunud nägema, tondijutud kütsid fantaasia üles. Ja kui kodutoa välisuksest hakkasin sisse minema, siis tegin viimased sammud kiirustades, et tont või mõni teine paharet mind hõlmast tagasi ei jõuaks tirida“. Sellest mälestuskillust aimub päris hästi, mil viisil on tavapärased piirid laienenud: öö sunnib peale oma reeglid ja toob esile selle, mis päevavalguses on peidus. Sestap oli öö loomuldasa ohtlik.

Teisalt on just linn kui muutuse ja uuenemise keskus traditsioonilise mõtteviisi hääbumise tallermaa. Juba 19. sajandil koliti maalt hulganisti linna, et leida paremat äraelamist. On paratamatu, et maalt kaasa toodud arusaamad, väärtused ja elulaad teisesid linnakeskkonnas kiiresti. Linnas oli tehisvalgus ja piisavalt teisi inimesi, et hoida tagasi seda, mis ei kuulu argise, kontrollitava ja seega ka turvalise inimelu juurde, mistõttu linlasel polnud enam põhjust peljata üleloomulikkude, vaid ainult omasugust ehk teist inimest.

Oma lakkamatu sagimise ning tänav- ja sisevalgusega tähendab linn ühtlasi päeva pikenemist, laienemist, tungimist öösse. Endine kolmikjaotus päev, videvik ja öö ei toimi enam ning eel-

modernne tasakaal öö ja päeva rütmide vahel paratamatult häirub, mis jätab jälje linnaelaniku psüühile.

Selleks et aduda, milliseid tagajärgi toob kaasa eelmainitud tasakaalu kadu, heitkem pilk indiviidi tunnetusvälja avarumisele ja tugevnemisele öösel.

Öö teeb nähtavaks ülevaima kõigest, mida visuaalselt aistida saab: tähistaeva. Astronoomiaajakirjanik Stuart Clark on kirjutanud: „Enamikku inimestest, kes tähistaevast vaatlevad, valdavad rahu ja aukartus ning sageli tunnetavad nad iseenda tähtsusust. Toona said tähistaevast veel üsna hästi jälgida ka linlased, kes öösel majaseinte vahelt välja astusid. Taeva nägemine toimus päästikuna, mis võis vallandada mõlemad Clarki osunduses hõlmatud tajud, sest teatud juhtudel aitab tähistaevas tööpoolest tunnetada oma kohta ja piire ning mingis mõttes end uuesti üles ehitada. On rikkast kogemust vaadelda öötaevast, sest nagu on märkinud aja- ja kultuuriloolane Richard Tarnas, avab see ligipääsu transtsendentsile, sügavusele ja mitmekesisusele, kuna päikese tõttu on päeval vaid üks valgus, sellal kui öösel pääsevad esile eri laadi valgused, tähed, planeedid ja reaalsused. Täevasse vaat justkui lülitab sisse solarse teadlikkuse, mille tagajärjel tekib tervikult ja mõtteline ühendumine *anima*

*mundi*ga [maailma hingusega], millel on palju tähenduskeskusi.

Kuid teisalt võib tähistaeva vaatlemine süvendada rõhuvat väiksustunnet, mis leiab jätku päevaaja karmis tegelikkuses, kui tööle ruttav inimene tabab end mõttelt, et linn ja eriti vabrik oma võimsate seadmete ja inimmassidega teda võimatuseni rõhuvad. Nii nagu kirjanduses seda palju kordi ilmekalt kujutatud on, saab vabrikus ka töölisest hammasrattake, mille käik sõltub teisest samasugustest, mis kokku moodustavad hoomamatu ja peatamatu tehnilise süsteemi.

Korratuse ja korra võitlus

Kui saabub hämarus ja tööaeg hakkab lõppema, on töölise energiavarud ammendunud ja neurasteenilised ehk närvidega seotud tajud ja tunnetused saavutanud kõrgpunkti. Öö toob oodatud rahu ja vabanemise, vähemalt peaks ta seda tegema. Aga linn – see modernsuse ja ebaloomulikkuse kants, mis näib puhuti sarnanevat elava ja isegi tegevusvõimeka organismiga – ei taha anda inimest päris vabaks ka öösel, nii et viimasel ei ole mahti tähistaevasse vaadatagi (Tallinnas ei olnud see 1930. aastate teisel poolel tehistvalguse leviku tõttu igal pool enam võimalikki). Üha enam päevaga sarnanev linnaöö saadab välja ahvatlevaid signaale ja kutsub inimeses esile nietzschelikus mõttes dionüüsilise elemendi, mis päevavalguses alati varju jääb või varju jäetakse. See teistmoodi vabaks andmine, unustamine, minnalaskmine, põgenemine ja rahu otsimine avaldub kõrtsi- ja pidutsemiskultuuris ning tingib uute sotsiaalsete kihistuste tekke. Need kihistused hõlmavad nn sotsiaalset marginaali, millest osa jääb paratamatult dionüüsilistele tungidele alla ja hakkab juhinduma päevaste rütmide asemel öistest. Neist – sõltlastest, *homo novus*'test, huligaanidest, hasartmängureist, prostituutidest, lõbusaist üliõpilasist, tööpõlgureist, kodutuist jt – saab lahutamatu ja tähtis osa linnaööst.

**Sõltlastest,
homo novus'test,
huligaanidest, hasartmängureist,
prostituutidest,
lõbusaist üliõpilasist, tööpõlgureist,
kodutuist jt
saab lahutamatu ja
tähtis osa linnaööst.**



Õine vaade Tartu Kivisillalt. AM N 5631:1624

Kui linnaööst räägitakse, siis enamasti just kõnealuse kihistuse kaudu, mis omakorda märgib selle defineerivat sisu. Kuna sõjaeelses Eesti Vabariigis seostus pimedus huligaansuse ja kriminaalsusega, tuleneb siit ka põhjus, miks muutus üha olulisemaks politsei roll. Relvastatud kordnikud ei vaadanud mitte ainult seaduste ja määruste täitmise, avaliku korra ja liikluse järele, vaid võisid kahtluse korral sisse astuda ka asutustesse. Pikka aega rakendati avalikus ruumis nn alalisi politseiposte, ent 1930. aastate teisel poolel mindi tasapisi üle liikuvatele postidele (patrullid).

Helid ja lõhnad

Öö võimaldab jõuda suuremale teadlikkusele iseendast, oma kehalisusest, aga ka lähikeskkonnast, sest kui päevane rütm asendub öisega, tühjeneb linn segavast müra. Muidugi, helimaastik ei ole enam nii rikkalik kui päevaajal, kuid seevastu pääsevad üksikhelid tugevamini esile. Munakivisillutisel kajaavad selgelt vastu möödujate sammud, hobuste kabjaplagin ja hobusõidukite rataste nagin või kolin; hiljem ka mootorimüra suurematel tänavatel. Kuna 19. sajandil kasutati traskadel metallrattaid, võis kolin kõrvadele lausa haiget teha. Olukord paranes sajandivahtusel, kui hakkasid levima kummirehvid. Talvel sõitsid voorimehed väikeste saanidega, millel olid kaunit helisevad kellukesed või kuljused, neile sekundeeris sõidukijalaste kigin ja kriuksumine lumel. Seal, kus leidub lõbustus-

asutusi, on sageli kuulda kisa-kära ja laulu. Karl Ast Rumor on ööle iseloomuliku helina eristanud plekksiltide klöbinat. Selliseid detaile päevaajal üldiselt tähele ei pane.

Öösel aktiveeruvad ka loomad. Tänavatel piiksuivad vaevukuuldavalt toitu otsivad närilised. Kaugele kajab koerte haukumine ja kasside räuglemine. Neile sekundeerivad häälekaimad metsloomade seas. 19. sajandil oli äärelinnas talvekülmaga vahel igal ööl kuulda hundi ulgumist. Tallinna metsastel äärealadel võis võsavillemit mõnikord kuulda veel 1930. aastatel.

Viimane, kõiki inimesi puudutav heli öö ja päeva vahel on vabrikukorstna kume vile, mis kella viie-kuue ajal annab märku tööpäeva algusest. Loomulikkus, mille öö esile toi, peab tegema teed kellaajale, vabrikutööle, eesmärgistatud liikumisele, tehnikalistlikule korrale ja distsipliinile. Kui inimesed pöörduvad tööle, võib väljas olla veel pime. Samuti siis, kui nad töölt tulevad. Kojuminekust teatab taas vabrikuvile.

Ka lõhnu on öösel vähem kui päeval: peamiselt seotud tööstuse ja mehaanikaga. Üksikud mööduvad autod tekitavad vingugaasi-, õli- ja bensiinilõhna, mis jääb kauaks õhku rippuma ja levib üsna kaugele. Samamoodi võib vabri-

Öö- ja päevaajaga ümberkäimine on praktiline ja selgelt määratud ühiskondliku kokkuleppega.

kute ja uue päeva hakul tööd alustavate äride ja asutuste ümber hõljuda eripäraseid aroome, näiteks pagaritöökodade juures saialõhna ja kõrtside juures vast mitte nii meeldivat kõrtsihõngu.

Päeva- ja ööaja eristus

Päeva ja öö range eristamine ei kadunud ka omariikluse ajal, kuigi selle alus ei olnud enam päris sama mis varem. Öö- ja päevaajaga ümberkäimine on praktiline ja selgelt määratud ühiskondliku kokkuleppega: päeval tuleb teha tööd ja öösel sellest välja puhata. Napp aeg öö ja päeva vahel kulub enamasti kodusteks toimetusteks. Rahvusvaheliste töökorralduse konventsioonide järgi peetakse öiseks puhkeajaks vahemikku kella kümnest öhtul viieni hommikul või kella üheteistkümnest öhtul kuueni hommikul.

Seejuures on aga huvitav, et kuigi iga päev kirjutati ajalehtedes öörahu rikkumistest, ei olnud öörahu ometigi suundmäärustega selgelt tagatud. Kui 1930. aastatel hakati rääkima vajadusest asjaomased normid kehtestada, võeti seda teatud ringkondades kui isikuvabaduse piiramist.

Eespool oli juttu, et igal ööl liikus linnas ka selliseid ametimehi, kelle retked piirdusid tavaliselt käiguga töökoha ja kodu vahel, mistõttu ei olnud nad avalikus ruumis kuigi nähtavad. Ka nende arv oli piiratud, sest Eesti Vabariigis oli öine töötamine rangelt reglementeeritud. Seda võis teha vaid ametis, mis kuulus vastavasse nimekirja, mida täiendati vajadust mööda (trükitööline, ajakirjanik jms). Osas linnades oli lubatud ühekordne öötöö (kaheksa tundi) suurte pühade eel. Seda, et öötöökorrast kinni peetaks, jälgis politsei.

Kahe iseseisvuskümneni ajal olid öötöökeeluga eriti hädas pagarid, sest värskeid küpsetisi oli vaja juba hommikul. Osa pagariärisid proovis keelust mööda hiilida, aga kuna neid pisteliselt kontrolliti, riskisid äriomanikud karistusega. Nad kaitsesid end väitega, et tegu on ettevalmistava tööga, ja päristöö algab lubatud ajal. 1933. aastal palus pagarite ühing määrata öötöökeelu seaduse rikkumise eest suuremaid karistusi (50–300 krooni), et saada lahti neist, kes seadust järjekindlalt ignoreerisid. Kumatigi ei lõpetanud karmistatud nõuded rikkumisi. •

Riho Paramonov (1987) on kultuuriloolane, üks ERM-i näituse „Kellele kuulub öö?“ kuraatoreid.

Näitus

Kellele kuulub

öö?



www.erm.ee



Ilm ja jaanipühad

AIN KALLIS

*Millisel külal on suurem ja uhkem jaanituli, seda vägevam on küla.
Vanarahva tähelepanek*

Kaks korda aastas tekib kogu eesti rahval sügav ilmalik huvi usumeeste sünnipäevade vastu, muidugi Ristija Johannese ja Jeesuse omade. Kas jõulud tulevad valged? Kas jaanid on kuivad ja soojad? Selle, kumb ootus on meile tähtsam, on selgitanud välja Maaleht üheksa aastat tagasi. Kas üllatuda või mitte, kuid rahvas peab lumiseid jõule mõnusa ilmaga jaaniõhtust ja -päevast tähtsamaks (häälte vahekord 60 : 40).



Jaanituli peab olema vägev ja võimsa külgetõmbejõuga – paljudel rahvastel on lõkete süütamise eesmärk abistada päikest, et tal jätkuks jaksu tagada hea saak

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

Teatavasti on aastaegade vahetustel (nimetatud sünnipäevad on ju seal kandis) atmosfääris juhtuvat väga sageli kaunis ettearvamatu ennustada. Suurte ilmakeeskuste masinad muudkui treivad sel ajal uusi ilmaprognoose, mõne tunni pärast aga muudavad neid.

Suvel huvitab meid loomulikult see, kas jaanilaupäeva õhtu tuleb kuiv. Mis selles õhtus nii erilist on? Nii mõnigi

vastaks: traditsioonid eelkõige; looduse südasuvel pöördumine, kõige lühem öö (tegelikult on öö ligi nädal otsa sama pikk), võimalus soojal ajal õues pidutseda. Ja muidugi jaanituli.

Tuli on jaanipäevakommetes kõige tähtsam. See peab olema vägev ja võimsa külgetõmbejõuga – paljudel rahvastel on lõkete süütamise eesmärk abistada päikest, et tal jätkuks jaksu hea saagi tagamiseks.

1999. ja 2001. aasta pühade aegu peetud Grillfestidel püüti Haapsalus ja Stroomi rannas pääseda Guinnessi

rekordite raamatusse üle 20-meetriste lõkete. Takistuseks kujunesid esimesel juhul vihm ja teisel kõva tuul.

Teadmiseks: maailma kõrgeimad jaanituled põlevat hoopis Norras Ålesundi linnas, viimati oli lõke 47 meetri kõrgune. Kõrgeimad tuleriidad püstitatakse aga Põhja-Iirimaal ja Austrias. Põhja-Iirimaal tehakse seda 11. juulil, tähistamaks protestantliku kuninga Oranje Williami maabumist Ulsteri kandis 1690. aastal. Tänavu oli Põhja-Iirimaa sadamalinna Larnes'is kaubalus test tehtud lõkkesamba kõrgus rekordiline: 63 meetrit. Austriast on läinud Guinnessi rekordite raamatusse ametlik lõkke kõrgus – 60,64 meetrit –, püstitatud Lustenau linnas 2019. aasta 16. märtsil traditsioonilise karnevali lõpetamise puhul.

Ilm on see, mis loeb

Ilm on suviste pidude õnnestumist mõjutanud aastasadu. Näiteks võis 115 aasta eest lugeda Päevalehest järgmist: „Jaani laupäeva õhtut võib küll ilutsemise ööks nimetada. Kui 23. juunil peale lõunat taevast pilve läks, vaatasivad mitmed murelikult taeva poole, sest sadu võib ju ilusa õhtu ära rikkuda. Sellest küljest pörkavad tihti linnalaste ja maameeste kasud kokku, sest viimased ootasivad pikkisilmi vihma. Kuid suurt sadu ei tulnud, löi parajaste tolmu kinni.

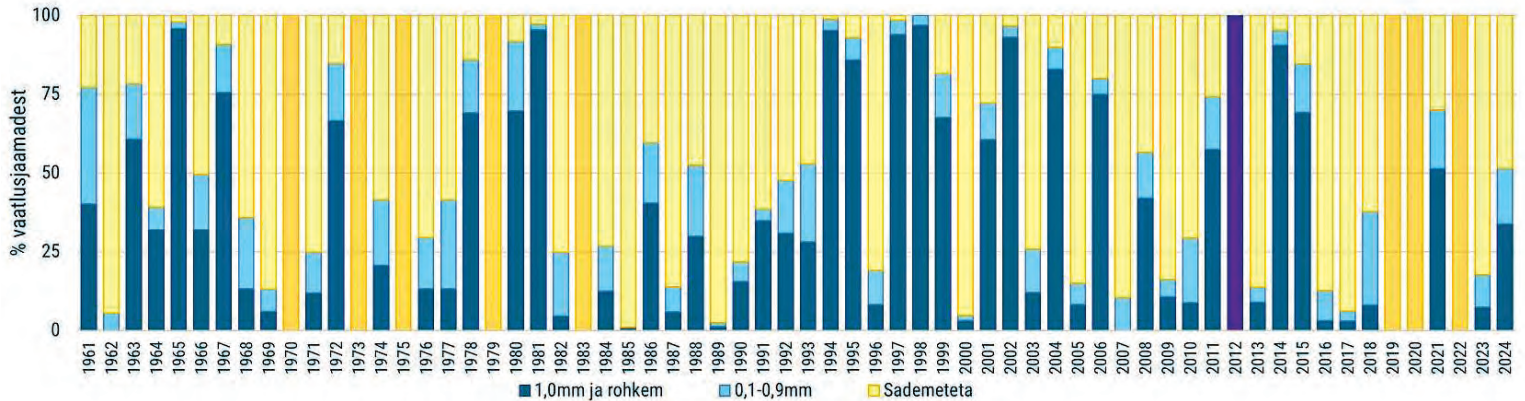
Raudteejaamade peal oli õhtul tungimine, pugemine, vihane ähkimine suur, nagu see meie juures pühade eel harilik nähtus on. Iga mees püüdis ometi ühekski päevaks linnast välja rutata, et suutäis värsket õhku maal haljal murul napsata. [---]

Kõige rohkem voolas rahvast Kadrioru kokku. Hakati jaanitulesid põlema panema. Meri oli paatidega nagu veenuppudega kaetud, paatide pealt helkisivad tuled ja mööda peeglivaikset veepinda lagunes Jaani öö mahe laul laiali. [---] Kord oli rahva hulgas ilus.“

Paiguti oli elu põnevam: Kambja kandis Saare talus oli jaanisimman, kus „pärast õlle võtmist ja jändamist järgnes taplemine“. Ilmaolud polnud olulised. Muide, mitte ainult „taplemisi“, vaid ka päris tapmisi juhtus vahel nende pühade aegu: 1914. aasta jaani-ööl lasti Põlva kõrtsis kaks pidulist revolvrast surnuks.

Jaanipühad on tegelikult ohtlik aeg üle kogu ilma. Näiteks tapeti ükskord Euroopa mõrvapealinna Midsomeris

Jaanilaupäeva (23. juuni) sademed 1961–2024 protsentides



Keskonnaagentuuri ilmavaatluste osakonna juhtivspetsialisti Riina Pärja koostatud jooniselt on näha, et aastail 1961–2024 on kogu Eestis olnud täiesti kuivi jaanilaupäevi ainult kaheksa. Samas on olnud vaid üks aasta – 2012 –, kui sadas kõikjal

(milline päevakohane nimi!) neli pidutsejat ära.

Meie lööme inglismanne pika puuga – 1934. aasta jaanipäevast Postimehest võis lugeda jubedat uudist: „230 tartlast kadus Taevaskoja metsa!“. Edasi kirjutati: „Ebasoodne ilmastik rikkus jaanipäeva väljasõidud. Raudteevalitsuse poolt korraldatud huvirongid Taevaskotta ja Elvasse jäid külma ja vihmase ilma tõttu võrdlemisi rahvakehvaks. Hommikul sõitis Taevaskotta 395 inimest, tagasi õhtul vaid 165.“ Ülejäänud olid „võidupäeva kestes kaotsi läinud“!

Jaanid ja kaupmehed

Praegusajal on pühad, ilm ja kaubandus väga tihedalt seotud. Külma jaaniga väheneb õlle ja jäätise läbimüük, kahaneb piduliste hulk. Ainult kahel aastal – 1998 ja 1999 – sooviti, ilmselt esimest korda jaanipühade ajaloos, tublit portsu vihma just parimal tuletegemise ajal. Ja seekord mitte tulekahjude kartuses, vaid lausa isikliku kasusaamise eesmärgil! Mäletatavasti laskis üks firma käiku meteoroloogilise reklaami: kui 23. juunil kella 18 ja 22 vahel sajab Tõraveres ja Harkus üle 6 mm vihma, saavad õigel ajal elektroonikat ostnud oma raha tagasi.

Vihmase ja tuulis-paskse 1998. aasta juuni tähtsa päeva õhtul ei mällanud kümnend kärsitud kella kukkumist oodata – kogu aeg olid jaamades telefonid tulised: „Kas teil ka sajab?“ – „Kas kõvasti tuleb? Meil Jõgeval ladistab!“

Määratud ajaks oli sademenõus vett Harkus 1,7 mm, Tõraveres 2,1 mm. Korralik sahmakas, aga mitte selline, nagu paljud lootsid. Kõige kangemad pakkusid altkäemaksu, üks kuraasikas

mees Otepäält lubanud koguni tuletõrjeautoga väljakut kastma sõita.

Järgmisel, unelmate suvel olid jaanipühad küll sajused, riskijaid oli aga vähe.

Pühade ilmarekorditest

Jaan avab taevaluugid, teab Nõo kandi rahvas. Üldiselt arvatakse, et pühadel ilma kõva vihmata ei pääse. Mida ütleb statistika? Tartu ilmajaama pika, 157-aastase vaatlusrea alusel võib väita, et vähe korralikumat vihma, üle 1 mm, on sadanud vaid 53 aasta jaanilaupäeval (kogu päeva jooksul, mitte ainult tähtsal õhtul!), seega peaaegu kolmandikul suvedel, aga veidi tibutanud (0,1 mm) on 47% juhtudel.

Kolleegid keskkonnaagentuurist on välja arvutanud viimase poolsajandi sajuta pühade osatähtsuse protsentides. Osutub, et jaanilaupäeval võiks pidutseda veel Tallinnas (Harku jaamas on täiesti kuiv olnud 64% suvedel) või Pakri poolsaarel, edasi võiks kolida lääne poole: jaanilaupäev ehk võidupäev on arvutuste kohaselt olnud kõige kuivem saarte rannikul: Ristnal, Sõrves ja Vilsandil (59–60%).

Meenutagem: viimaste aastate jaanilaupäevaõhtud on üldiselt olnud kenad: 2019. aastast praeguseni oleme saanud vihma (see-eest aga ohtralt) vaid 2021. aastal, kui Heltermaal tuli taevavett päeva jooksul 42 mm, Tõraveres tunniga 33 mm (Tartus vaid 4 mm). Põnevaimaks paigaks pühade aegu võiks nimetada Kuusikut: sellel ilmajaamal on kirjas mitu „auhinna-list“ kohta. Jaanilaupäeva kõrgeim õhutemperatuur 31,2 °C, mis registreeriti Kuusikul 1936. aastal, oli püsinud hil-

jutise 2021. aastani, kui Narvas mõõdeti soliidne näit 34,6 kraadi.

Kõige jahedam jaanipäev on samuti olnud Kuusikul: 1992. aastal märgiti selle päeva kõige madalamaks soojanäiduks 0,0 °C. Jaanipäeva kõrged temperatuurinäidud pärinevad valdavalt kaugetest aegadest: esikohal Tartu 31,2 °C aastast 1914; teisel kohal Narva-Jõesuu 30,4 °C aastast 1940. Sajuhulga poolest on jaanilaupäeval esikohal olnud Türi (55 mm, 1953), jaanipäeval aga Tudu Ida-Virumaal (61 mm, 1953).

Tänapäeval hoiatatakse liigse päevitamise eest. Juba mainitud 2021. aasta jaanilaupäeval küündis ultraviolettkiirguse indeks Roomassaares suisa hispaanialiku 8,2 ühikuni. Soovitaksin mõnda odavat ja ökoloogilist viisi, kuidas hoida oma nahka noli tähtsail päevil. Esiteks: jaanipäevahommikune kaste hoidvat näonaha terve ja klaari. Ning veel üks kiire soovitus: kes kolm päeva enne jaani sipelgapessa sülitab, sel ei kõrbe nägu suvel ära.

Lõpetuseks. Kõige kuumema ja pimedama jaanipäeva elasin üle 1965. aastal Tadžikistanis ekspeditsioonil olles: külalislahked kohalikud vedasid lõkkesse kümneid autokumme! Kõige kummalisema aga 1985. aastal Atlandil teaduslaeva Arnold Veimer pardal, üpris Titanicu hukkumise koha lähedal. Hilisõhtul ilmusid udust jäämäed ... Jaanilaupäeval! •

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

Mereleitsakud kimbutavad Läänemere habrast elustikku

MARILIIS KÕUTS

2024. aasta maikuu lõi temperatuurirekordeid ja jäi eredalt meelde kevadena, kus kevadet õieti polnudki. Välkkiirelt tormas loodus lumesajult ja miinuskraadidelt pikaajalisele suveleitsakule, jätmata isegi aega talveriideid kappi panna. Kevadise kuumalaine põhjustas atmosfäärne blokeering Skandinaavia kohal, mis tõi Läänemere kohale selge ilma ja kõrge õhutemperatuuri. Kuumalaine algas 14. mail ja vältas kokku ligi kolm nädalat.



AGE AAVASTE, TALLINNA TEHNIKAÜLKOOOLI MERESÜSTEEMIDE INSTITUUT

Sentinel-2 satelliidipilt laevadest tsüanobakterisupis Tallinna lahe suudmes 25. juunil 2024

Tavatult soe õhk asus omakorda soojendada Läänemerd ja tõi ulatuslikel merealadel kaasa mereleitsaku. Mereleiseks kuumalaineks ehk mereleitsakuks nimetatakse vähemalt viis päeva kestvat

anomaalset olukorda, kus mere pinnakihi temperatuur on kõrgem kui varasema aja 90 protsendil päevadest. Teisisõnu, mereleitsaku ajal on meri ebavaliselt soe ning see võib juhtuda aasta

ringi. Läänemeral on kevadsuviste mereliste kuumalainete teke enamasti seotud päikeselise ilma ja keskmisest kõrgema õhutemperatuuriga. Kuumalaine vastandnähtus on mereline külma-

laine, kus merepinna temperatuur on teatud aja jooksul anomaalselt külm. Tänavune kuumalaine näitas Läänemeres esimesi märke juba 14. mail ning saavutas oma maksimaalse ulatuse 4. juunil, hõlmates hinnanguliselt 70% Läänemere kogupindalast (294 000 km²). Siinsamas Soome lahes registreeriti mereleitsaku kõigi aegade rekord – 10,68 °C üle keskmise, milletaolisi maailmas seni mõõdetud ei ole.

Ilma jahenedes taandus mereleitsak aeglaselt, sest veekeskkond on atmosfääriga võrreldes termiliselt inertssem. Kokku vältas 2024. aasta kevadine mereleitsak 40 päeva.

Mereleitsakud on osa suuremast kliimamuutuse mustrist, sest tõusev keskmine atmosfääri temperatuur ja

ilmastikuekstremumid suurendavad omakorda mereliste kuumalainete sagedust ja kestust. Selle ilmestamiseks võib heita pilgu pikaajalisele globaalse merepinna temperatuuri graafikule, mille järgi ületavad 2023. ja 2024. aasta pikaajalist keskmist näitu hüppeliselt – soojenemine on haaranud suure osa maailmamerest.

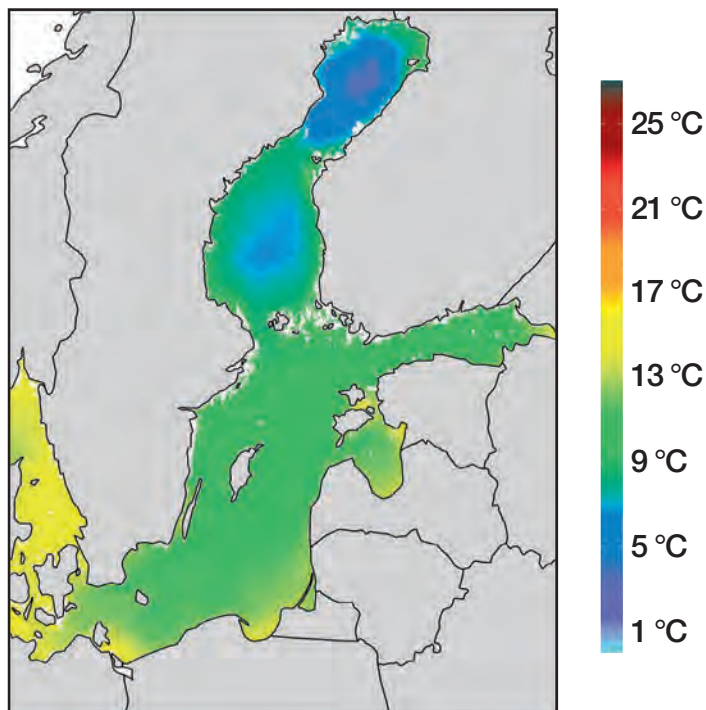
Mere kuumalained on globaalse kliimamuutuse järjekordne ebameeldiv tunnus. Pikemaajaskaalasid vaadates ilmneb nii atmosfääri kui ka mere kuumalainete leviku selge positiivne trend. Aastail 1925–2016 on leitsakupäevade koguhulk maailmameres suurenenud 54% võrra. Kuulsaimad näited on 2003. aasta Vahemere-leitsak, mille tõttu hukkus rannikulähedane põhjaloomas-

tik tuhandete kilomeetrite ulatuses, ning Vaikses ookeanis mitu aastat väldanud (katkendlikult 2013 kuni 2015/16) mastaapne kuumalaik The Blob, mis põhjustas kohalikes mereökosüsteemides suuri häiringuid ja isendite hulgihukku ning küündis mõjutama isegi Põhja-Ameerika ilmastikku.

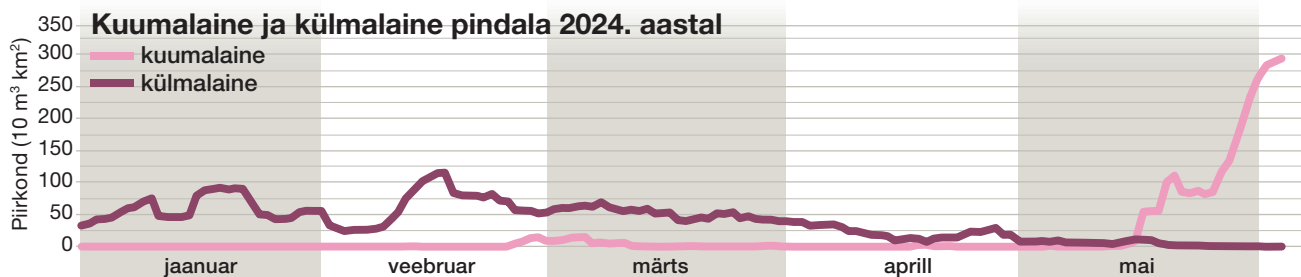
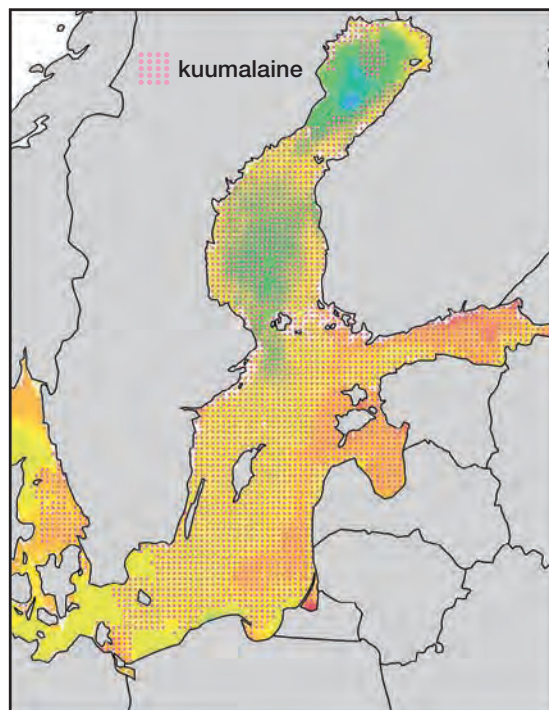
Nagu polaaraladel soojeneb meri

Mereliseks kuumalaineks ehk mereleitsakuks nimetatakse vähemalt viis päeva kestvat anomaalset olukorda, kus mere pinnakihi temperatuur on kõrgem kui varasema aja 90 protsendil päevadest.

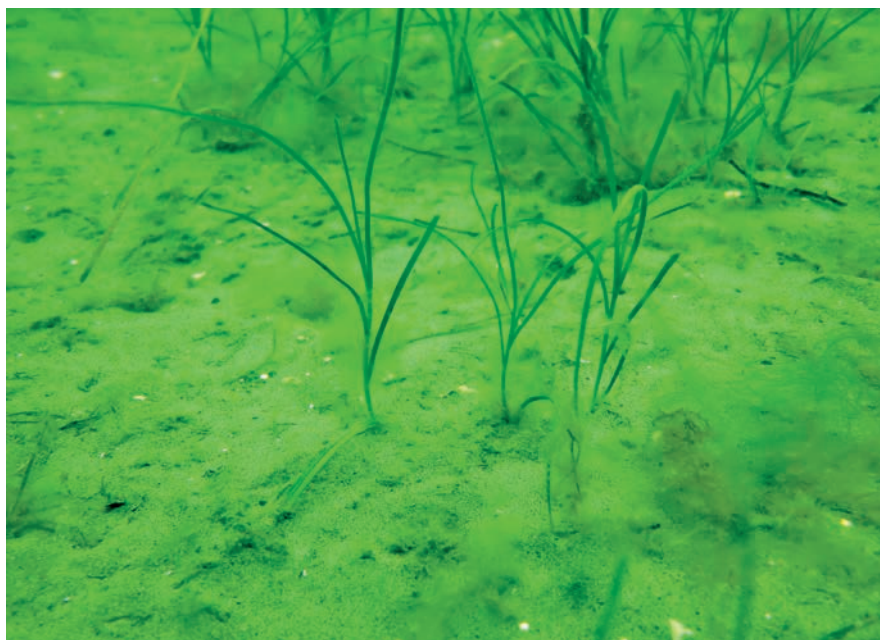
Läänemere 4. juuni keskmine merepinna temperatuur aastatel 1994–2023



Läänemere kuumalaine ulatus 4. juunil 2024



Allikad: Tallinna tehnikaülikooli meresüsteemide instituut, Copernicus Marine Service



Pikk merihein Pakri lahes. Meriheinakooklused on meres niisama liigirikkad ja olulised kui vihmametsad maismaal

IVAN KUPRIANOV

vähendab tunduvalt albeedot, teisisõnu, soojus hakkab kahanema jääkatte tõttu talvisel ajal meres aina enam neelduma.

Mäletame hästi hiljutist, 2018. aasta rekordiliselt sooja suve mereleitsakut Läänemeres. Kuulsaks on saanud samal suvel jäädvustatud NASA satelliidipilt rohelisest keerisest Hiiumaa ranniku lähedal, nimelt soodustavad suvised kuumalained ka soojalembeste sinivetikate vohangut.

Mereleitsak ja kasvuhoonegaasid

Maa biosfäär ja maailmameri selle osana kuuluvad keerulisse süsteemi. On selge, et anomaalsed olukorrad, näiteks temperatuuriekstreemsused, mis tekivad ühes süsteemiosas häiringu, kajastuvad ka selle teistes soppides. Nii avaldavad mereleitsakuga kaasnevad temperatuurianomaaliad märkimisväärset mõju Läänemere keskkonnale, mis on nagnunii tugeva surve all. Järsk soojenemine tingib muutusi mitmel tasandil korraga, mõjutades nii mere füüsikalisekeemilisi kui ka bioloogilisi näitajaid hapnikusisaldusest kuni liigirikkuseni. Loomulikult ei jää muutustest puutumata ka inimühiskond.

Hea näide globaalse biosfääri terviklikkuse kohta on üldise soojenemise ja kuumalainete mõju kasvuhoonegaaside, eriti süsihappegaasi ringele, kuhu on hõlmatud ka Läänemeri. Atmosfääri ja merepinna vahel käib pidev gaasivahetus, seetõttu on atmosfääri süsihappegaasisaldus otseselt seotud mereveesisaldusega: mida rohkem on õhus süsihappegaasi, seda enam lahustub gaasi ka merre. Osa merevees sisalduvast süsinikust viiakse lahustunud kujul või elusaine koosseisus merepõhja, kus see kaob laskuvate veemassidega pikaks ajaks aktiivsest ringlusest või mattub lõplikult. Väheolulised pole ka madalaveelistel aladel kasvavad veetaimed ja makrovetikad, kes samamoodi kui maismaataimed salvestavad süsinikku oma elusates kudedes. Seeläbi on meri tähtis kliimat tasakaalustav süsteem. Hinnanguliselt seob maailmameri umbes veerandi inimtekkelisest süsihappegaasist ning meres leidub süsiniku ligikaudu 50 korda rohkem kui atmosfääris.

Kuigi süsinikuringes tuleb arvestada paljude teguritega, on siiski selge, et järsk soojenemine võib nn süsinikupumba tõhusust tunduvalt vähendada. Soojemas meres lahustub vähem süsihappegaasi, mis hakkab piirama ülejää-



Põisadru puhmad Hiiumaa rannikul

IVAN KUPRIANOV

Läänemeres kliimamuutuse mõjul globaalsest keskmisest kiiremini, õigupoolest soojeneb meie kodumeri maailma rannikumeredest kõige kiiremini ja see suund tõenäoliselt jätkub. Läänemere muudab soojenemisele vastuvõtlikuks näiteks ümbritsetus maismaaga, vähene veevahetus ülejäänud ookeaniga ning kaitsva jääkatte kahanemine, mis

Meri on tähtis kliimat tasakaalustav süsteem. Hinnanguliselt seob maailmameri umbes veerandi inimtekkelisest süsihappegaasist ning meres leidub süsinikku ligikaudu 50 korda rohkem kui atmosfääris.

gi sidumist atmosfäärist. Samuti tugevneb kõrgemate pinnatemperatuuride korral veesamba kihistumine, mis omakorda pidurdab süsinikku siduva fütoplanktoni kasvu veepinnal. Nende tegurite koosmõjul võib tekkida nõiaringsid: mida vähem süsihappegaasi meri seob, seda rohkem atmosfäär soojeneb, mis omakorda soojendab merd ning muudab mereleitsakud tugevamaks.

Arvestada tuleb veel üht olulist asjaolu: temperatuuritõusu tagajärjel hakkab biomass merepõhjas hoogsamalt lagunema, mis toob kiiremini tagasi ringlusesse süsihappegaasi ja ka metaani, mis on mitu korda tugevam kasvuhooonegaas. Hinnangute järgi tekitab Soome rannikualadel intensiivse kasvuhooonegaasiheite, mis oli suurusjärgult võrreldav teiste kasvuhooonegaaside eraldumise tulipunktidega, nagu igikeltsast vabanevad arktilised ja boreaalsed alad.

Mõju hapnikuoludele

Suure toitainekoormusega Läänemeri on tugevalt eutrofeerunud veekogu, kus ulatuslikke alasid kimbutab krooniline hapnikupuudus. Kliimamuutus ja intensiivsed kevadsuvised mereleitsakud süvendavad aastaajalist hapnikupuudust veelgi, vähendades samamoodi kui süsihappegaasi korral ka hapniku lahustuvust vees ning kiirendades merepõhjas orgaanilise aine lagunemist. Surnud orgaanikat lagundavad mikroorganismid tarbivad tempokalt viimasedki olemasolevad hapnikuvahendid merepõhjas ja halvemal juhul ka kõrgemal veesambas. Pinnalähedases veekihi on hapnikku küll piisavalt, aga see ei saa põhja seguneda termilise kihistumise tõttu, mis on seda tugevam, mida suurem on temperatuurierinevus põhja ja pinna vahel. Tugeva kihistumise ning intensiivse hapnikutarbimise tagajärjel võivad põhjalähedased alad suvisel aastapoolel ummuksisse jääda isegi suhteliselt madalates, valgusküllastes merepiirkondades, mis paraku on ka elustiku poolest kõige rikkamad. Hapnikupuudus omakorda hakkab tagant tõukama protsesse, mis suuren-

Mida vähem süsihappegaasi meri seob, seda rohkem atmosfäär soojeneb, mis omakorda soojendab merd ning muudab mereleitsakud tugevamaks.

Maa biosfäär ja maailmameri selle osana kuuluvad keerulisse süsteemi. Mereleitsakuga kaasnevad temperatuurianomaaliad avaldavad märkimisväärselt mõju Läänemere keskkonnale, mis on nagunii tugeva surve all.

davad eutrofeerumist veelgi. Väheneb setteid õhutavate põhjaloomade ja taimede biomass, mis omakorda süvendab edasisi hapnikuprobleeme põhjas. Hapniku täielik kadumine käivitab niioeldada sisemise toitaineringe, mille käigus vabastatakse põhjasettesse salvestunud fosfor, mis läheb taas ringlusesse ning hakkab toitma edasisi vetikavohanguid, sealhulgas vohavad lämmastikku siduvad sinikud. Seeläbi väetavad lämmastik ja fosfor niigi liigtootelist süsteemi edasi, hapnikupuudus püsib ning süveneb iseenast toitev Läänemere surnud ring (ing *vicious circle*), mis järjekindlalt nurjab püüdeid vähendada eutrofeerumist.

Mereleitsaku mõju ökosüsteemidele

Läänemere jaheda kliimaga harjunud mereelustikule pole mere kuumalained samuti eriti meeltnööda. Üldiselt taluvad Läänemere kohalikud liigid varieeruvaid temperatuure üsna hästi, sest aastaringne temperatuuriamplituud võib kõikuda kuni paarkümmend kraadi. Ent äärmuslikud olud põhjustavad siiski suurt stressi. Mida pikem ja tugevam on mereleitsak, seda ebameeldivamad on tagajärjed; vähe tähtis pole ka kuumalaine ajastus.

Temperatuur on mereorganismide elus tähtis tegur, mis mõjutab fotosünteesi ja hingamist. Nendest omakorda olenevad isendi kasv, paljunemine ja ellujäämine. Mõju on seda suurem, et enamik mereorganisme on kõigusoojased: nad sõltuvad otseselt väliskeskkonnast temperatuurist. Samamoodi kui maismaasugulastel on igal meres elaval liigil füsioloogiline temperatuuritaluvus ehk termalne nišš. Seetõttu oleneb kuumalaine mõju liigile paljuski sellest, kuivõrd kompab anomaalne olukord tema taluvuse ülemist või alumist piiri.

Selle asjaolu tõttu soosivad mereleitsakud pigem soojematest meredest pärit võõrliike, mis on kõrgemate temperatuuridega harjunud, samal ajal kui

surve alla jäävad kohalikud, jahedama veega kohastunud Läänemere põlisliigid. Ent siingi leidub erandeid, näiteks iidne sinivetikate hõimkond, Läänemeres täiesti kohalik liik, lõikab õigele ajale sattunud kuumalainetest suurt kasu: soe ja tuulevaikne ilm loob nende kasvaks soodsad tingimused. Nii järgnes ka sellekevadisele kuumalainele ulatuslik tsüanobakterite vohang juunis.

Kõrgem temperatuur kiirendab organismide metabolismi ja suurendab energiavajadust, mida saab leevendada peamiselt kolmel viisil: rohkem süües, energiakulu vähendades (näiteks paljunemise kulul) või piirkonnast lahkudes.

Lahkuda saavad üksnes väga liikuvad avavees elavad (pelaagilised) loomaliigid, kes on võimelised pikka maad ujuma, või põhjaelulised (bentilised) elusorganismid, kes saavad liikuda sügavamasse ja jahedamasse põhjaveekihti. Kuna meres on temperatuur palju ühtlasem kui maismaal, kulutavad parema koha otsingud palju energiat. Maailmameris on hulgaliselt hukkunud ka mereleitsaku kätte jäänud kalu.

Need isendid, kes liikuma ei pääse, peavad tõhusamalt toituma või oma energiakulu vähendama: minema üle ellujäämisrežiimile, tihti paljunemise ja kasvu kulul. Kui eelnimetatud strateegiad ebaõnnestuvad või kaasnevad kuumalainega kaudsed tagajärjed, nagu hapnikupuudus, siis võivad isendid hukkuda. Vähem kahjulikuks ei saa pidada kuumalainetega kaasnevast stressist, mis küll otseselt ei tapa, kuid vähendab organismi loomulikku vastupidavust ning muudab ta vastuvõtlikuks kiskjatele ja haigustekitajatele, kelle tegutsemist ja levikut soojem temperatuur sageli soosib.

Lihtne pole ka neil, kes suudavad kehvade olude kiuste paljuneda. Mere liikide paljunemisviisid on keerulised: tihti on neile omane kehaväline viljastamine ning vastsed arenevad mitmes faasis, mistõttu on nii viljastamata kui ka viljastatud sugurakud kaitsetud ja iga-

Mereleitsakud soosivad pigem soojematest meredest pärit võõrliike, mis on kõrgemate temperatuuridega harjunud, samal ajal kui surve alla jäävad kohalikud, jahedama veega kohastunud Läänemere põlisliigid.



NASA EARTH OBSERVATORY

Laialdaste vetikavohangute ajal tekivad veepinnale keeriseid meenutavad struktuurid, mille suurus ja kuju oleneb vee liikumisest. NASA tehiskaaslane Landsat 8 on jäädvustanud foto Läänemere kohal 8. juulil 2018

suguste keskkonnamuutuste tõttu haavatavad. Arenevatel vastsetel võib anomaalse temperatuuriga keskkond põhjustada nii arengupeatust, väärarenguid kui ka hukku. Tundlik liik, kelle vastsete arengut anomaalselt soe temperatuur häirib, on näiteks Läänemere räim, kelle arvukuse vähenemise põhjuseks peetakse just liigsooja kevadilma. Samuti võib mereleitsak vähendada täiskasvanud mereorganismi sugurakkude hulka ja kvaliteeti, mille pärast paljunemisedukus hiljem väheneb.

Muidugi ei tule mere kuumalained enamasti ette üksi, vaid koos teiste stressoritega, millest Läänemere puhul võib esile tuua näiteks toksilised vetikavohangud, reostuse, intensiivse kalapüügi ja hapnikupuuduse. Kui kuumalained sagenevad, siis väheneb ka nendevaheline aeg, mis võimaldaks mereelustikul häiringutest taastuda. Kui eba-

soodsad olud langevad kokku, võib väheneda tervete populatsioonide vastupanuvõime. Seda laadi muutused võivad ökosüsteemides omakorda võimendada ning tingida sündmuste ahelaid. Säärane olukord võib tekkida, kui kannatada on saanud näiteks mõni lokaalsele kooslusele esmatähtis liik.

Maailmamerest võib tuua näiteid korallide, meriheina- ja vetikametsade kohta, mis on suurte ökosüsteemide vundament, nagu näiteks vihmametsad maismaal. Kui see tugisammas saab kannatada või kaob, siis kahjustab see kõiki seotud liike ning halvimal juhul väheneb selles piirkonnas elurikkus. Näiteks põhjustas 2005. aasta Kariibi mere kuumalaine ulatusliku korallide pleekimise, mille tagajärjel 40% korallidest hukkus.

Läänemeres on sellised mitmekesiseid kooslusi moodustavad liigid näi-

teks põisadru (*Fucus vesiculosus*) ja pikk merihein (*Zostera marina*). Mõlemad on temperatuurianomaaliatega ning nende otseste ja kaudsete tagajärgede suhtes tundlikud – kiired äkilised muutused ohustavad neid suuresti.

Samuti võib mereleitsaku mõju liikuda mööda toiduahelat ning jõuda pealt näha kaugete liikideni. Nii võivad vetikavohangute mürgid toiduahelas kuhjuda ja tekitada probleeme rannikul pesitsevatele karbi- ja kalatoidulistele lindudele või isegi inimestele, kes samuti tarvitavad mereande toiduks.

2024. aasta maikuine Läänemere kuumalaine langes tavalult varajasele ajale, kui talvised veetemperatuurid peaks sujuvalt üle minema suvisteks ja elustikul on tähtis kasvu- ja paljunemisaeg. Sellises olukorras tekitab probleeme nii temperatuuritõusu kiire tempo kui ka varane ajastus, mis põhjustab aeglasema muutusega kohastunud organismides suurt stressi, nagu on kirjutanud Jonne Kotta Novaatoris tänavu 28. mail. Näiteks Pärnu lahes ja Saaremaa läänerannikul tõusis veetemperatuur mai teisel poolel pelgalt nädalapoolteise jooksul 10 kraadi võrra, mis on tavapärasest mitu korda kiirem tempo. Kuidas see mõjutas elupaiku, isendite ja kohalike liikide arvukust ning dünaamikat, seda näitab vaid aeg.

Mereleitsaku sotsiaal-majanduslikud mõjud

Meie majandus ja heaolu olenevad keskkonnaseisundist, mistõttu kaasnevad sagenevate ja süvenevate mereleitsakutega ka sotsiaal-majanduslikud tagajärjed. Esmajoones mõjutavad kuumalained kalandust, kuhu koondub kalapüügist ning kala- ja teiste liikide kasvatuses saadav tulu, nii kohapealne kui ka eksport. Kui kalapüük mis tahes põhjusel kahaneb, võib see olulisel määral vähendada kohalikku tööhõivet, mis kalanduse puhul on tihti koondunud vähem asustatud aladele ja regionaalpoliitiliselt tähtis. Näiteks USA-s ja Austraalias on mere kuumalainetega kaasnev majanduslik kahju ja saamata jäänud tulu hinnatud miljardite dollarite suuruseks. Läänemeres on eri põhjustel vähenenud mitme liigi varud, näiteks tursal, angerjal ja ka räimel viimastel aastatel, mille tõttu on kahanevad ka kalasaagid. Need on hoiatavad näited selle kohta, kuidas merekeskkonna ja kohalike kalaliikide populatsioonide seisund puudutab meid siin Läänemere ääres otseselt.

Mereleitsak võib negatiivselt mõjutada rannikualade elu ja turismi, millega on seotud kohalike mereandide tarvitus ning randades ja merel veedetud aeg. Kui kaovad väärtuslikud mere-elupaigad ja populatsioonide seisund halveneb, võivad kohalikud ökosüsteemid tunduvalt vaesemaks muutuda. See omakorda vähendab ökosüsteemiteenuseid, mida oleme seni pidanud iseenesestmõistetavaks. Puhas vesi ja toit, elurikas ja tervislik elukeskkond ja kliimaekstreemsuste leevendamine on kõik mingil moel merega seotud – kui need kehvemaks muutuvad, ilmnevad otsesed sotsiaal-majanduslikud tagajärjed. Mida enam negatiivsed mõjud kuhjuvad ja sagenevad, seda suuremaks paisub ühiskonna tajutud ebamugavus, mis avaldub lõpuks paljudes valdkondades majandusest kuni kultuurini.

Kokkuvõtteks

Mereleitsakud, mis on üldise kliimamuutuse tõttu saagenud kogu maailmas, avaldavad Läänemere seisundile märkimisväärset mõju. Toime avaldub ka kasvuhõonegaaside ringes ja mere hapnikusisalduses. Elusorganismide

Puhas vesi ja toit, elurikas ja tervislik elukeskkond ja kliimaekstreemsuste leevendamine on kõik mingil moel merega seotud – kui need kehvemaks muutuvad, ilmnevad otsesed sotsiaal-majanduslikud tagajärjed.

kaudu võivad muutused kanduda kogu mereökosüsteemi, mis on nagunii suure inimtegevuse surve all. Halvimal juhul võivad aina sagedamad ja tugevamad mereleitsakud meie harjumuspärasest merekeskkonnast tundmatusest muuta. Mõistmaks muutuvat kliima oludes tervikpilti, on tähtis tunda ja prognoosida kuumalainete mõju. Kuigi merekuumalainete mõjusid on peaaegu võimatu ära hoida, saame süsteemselt lahendada probleemi algpõhjusi ja leevendada tagajärgi, toetades häiritud mereelustikku kaitsemeetmetega ning kohandades iseenda harjumusi uute oludega, mille kliimamuutus paratamatult kaasa toob.

Tallinna tehnikaülikooli mereleitsakute jälgimise teenus

Hindamaks kuumalainete võimalikke mõjusid mere ökosüsteemile ja sinimajandusele, on Tallinna tehnikaülikooli meresüsteemide instituudi teadlased välja arendanud kliimateenuse, mis võimaldab jälgida merepinna temperatuuri ja mere kuumalaineid. Saab jälgida kuumalainete arengut ajas ja ruumis, mille alusel on võimalik teha pikaajalisi analüüse nende ekstreemsete nähtuste sageduse ja ulatuse kohta. Veebipõhine süsteem tugineb autonoomsele andmetöötlusmodelile, mis arvutab satelliidipildidelt merepinna temperatuuri ja võrdleb seda pikaajalise keskmisega, et teha kindlaks kuumalainest mõjutatud piirkonnad Läänemeres. Üks autonoomse andmetöötluse rakendusviisi on näha joonisel (mere kuumalaine kaart).

Teenuse link:

<https://cmems.msi.ttu.ee/>.

Mariliis Kõuts (1987) on Tallinna tehnikaülikooli meresüsteemide instituudi teadur.



RETSEPT

Kiire suvesalat Brõnsa juustuga



/EpiimJuust



epiimjuust

Vaata retsepte
epiim.ee/retseptid

Korra ja kaose ristumise väljal

SULEV KUUSE, KÄRT SUMMATAVET

Tartu ülikooli (TÜ) loodusteaduste valdkonna mitme insituudi kultuuriklubide algatusel tekkis 2023. aasta alul mõte luua ürituste sari „Kord ja kaos“.

Tänavuse aasta alul korraldatigi sellest ajendatuna TÜ raamatukogus näitus mitmekülse kunstniku, TÜ Rahvushinnaga laureaadi Kaljo Põllu 90. sünniaastapäeva puhul. Samast näitusest kantud esimene kõnekoosolek ja arutlusürituse esimene sümposium „Igavene tagasitulek. Kust me tulime. Kes me oleme. Kuhu läheme“ olid pühendatud soome-ugri teemadele.

Ürituste sarja teine sümposium „Maailma tähendusest“ käsitles semiootika ja märgikeele tahke, mängides mõttega märgilisest maailmast, vaadelduna semiootiku, bioloogi, filoloogi, balleti-artisti ja astrofüüsiku silmade läbi.

Aprillis peetud semiootikasümposiumi peaesineja, TÜ biosemiootika professor Kalevi Kull kõneles semiootikast kui teadusest, mis uurib tähendusloomet. Tema ettekanne kätkes ülevaadet Tartu semiootikakoolkonna sünnist ja mõjust, mida on biosemiootika arengule avaldanud baltisaksa teadlased (näiteks D. G. Balk, Fr. W. Parrot, M. H. Rathke jt). Erilist tähelepanu pööras Kull Jakob von Uexkylli töödele – tema „funktsiooniringi“ ja „omailma“ käsitlustele –, mis andsid suure tõuke biosemiootika arengule. Ta käsitles ka Jan Baudouin de Courtenay'd, Balduin Kusbocki, Huno Rätseppa jt, kes olid teerajajad Juri Lotmani kultuuri-semiootika lähtekohtade väljatöötamisel. Lotmani kui Tartu-Moskva semiootikakoolkonna rajaja kasutusele võetud mõiste „semiosfäär“ – tähendusloome väli – võimaldab aru saada tähenduse märgisüsteemist.

Tähenduse eri vormidel peatudes jõudis Kull tõdemusele, et maailma mõistmisel on väga oluline tunda ära semioos ehk tõlgenduste süsteem ning seda mõtestada. Üksnes võimalusi kaaludes suudab mõtleval olend ehk inimene luua vastuolusid, aga teisalt ka neid lahendada.

Püüe mõista maailma saab alguse kodust ja emakeelest. Seepärast tõstis TÜ eesti keele professor Birute Klaas-Lang oma ettekandes esile, et koos keelekorraldusega tuleks korda teha meie terminimaastik, mis on omakeel-

ses teaduses väga tähtis. Terminiloomes on tema sõnul tähtis, sest üksnes ühine terminikasutus võimaldab eri alade inimestel mõtestada maailma ühtemoodi – see on üks osa semiosfääri paljususest. Klaas-Lang viitas sellele, et keelekorraldus ei saa olla üksnes kosmeetiline parandus, vaid pidev ja üldine terve organismi (ühiskonna) muutumine, kus keel saab kõnetada kõiki: vaid sel moel on võimalik hoida väikekeelte elujõulisust.

Semiootika magistrikraadiga balleti-artist Triinu Upkin rääkis isiklike kogemuste põhjal balletikeele märksüsteemidest, tunnetusest ja määrangutest

(individuaalsus), tuginedes balleti kui suure rühma töö eripäradele (kollektiivsus). Nende kahe poole – individuaalse ja kollektiivse – vahekorraest kujunebki balleti kui kunsti koos hoidev side.

TÜ rakubioloogia professor Toivo Maimets vaatles pärilikkuse eri tahkusi. Ta märkis, et kõige muu kõrval on eluslooduse mõtestamisel tähtis kultuuritaust ja kultuurilised muutused eri märgisüsteemides.

Loodusajakirjanik Juhani Püttsepp kõneles hundist ja tema olemusest inimese mõtetes, kirja- ja helikunstmis. Ta nentis, et kui inimene kaotab sideme loodusega, siis kaob meie maastikest ka hundiul. Nii vaesub meie mõttemaailm, muutub tundeelu ja kaob võime huvituda meie ürgsest loodusest.

Astrofüüsik ja teadusfilosoof Enn Kasak käsitles kvandilise maailma semiootika teemasid, püüdes mõtestada objekti kui semiootilist nähtust. Kuna ruum koosneb gravitatsiooni-kvantidest, aeg ruumikvantide keskmistatud protsessidest ja osakesed ruumis on väljade kvandid, saab tema sõnul öelda, et maailm koosneb täielikult ja ainult kvantväljadest.

Kultuuriklubide kolmas sümposium „Maailma geomeetria – geomeetiline maailm“ toimub 25. septembril TÜ raamatukogus. Kõnelema on lubanud tulla Laur Järv (üldrelatiivsusteooria geomeetria), Jaak Kikas (kvaasikristallid), Toivo Maimets (Alan Turing ja loomade nahamustrid ehk mustrid looduses), Tiina Kraav (matemaatiline volitamine), Elnara Taidre (geomeetrilised märgid Tõnis Vindi kunstikontseptsioonis), Arne Maasik (geomeetria ja metafüüsika) ning Kärt Summatavet (mõtted kunsti ja teaduse ühisväljal: kaootiline kord, korrastatud kaos).

Sarja neljas sümposium uurib selle aasta lõpus universumit.

Sulev Kuuse, Tartu ülikooli molekulaar- ja rakubioloogia instituudi nn Omicumi galerii eestvedaja.

Kärt Summatavet, Tartu ülikooli arvutiteaduste instituudi nn Delta galerii eestvedaja.

Kunstinäitused Tartu ülikooli seitsmes majas

Tartu ülikooli seitse galeriid on algatanud ühise näituste ja ürituste sarja „Kord ja kaos“, et süvendada koostööd, suurendada teaduse ja kunsti omavahelist sünergia ning leida uusi võimalusi, kuidas üksteist inspireerida. Ühistöö sünnile on kaasa aidanud eri õppehoonetes – Delta majas, Physicumis, Omicumis, TÜ raamatukogus, Philosophicumis, Tõraverse observatooriumis ja Oecologicumis – iseseisvalt tegutsevate galeriide kogemus ja veendumus, et nüüdisteaduses vajatakse täppisteadmisi, aga ka eksperimenterimist ja loomingulist vabadust.

Ürituste sarja „Kord ja kaos“ teemad on soome-ugri, semiootika, geomeetria ja universum. Need teemad seovad erilaadseid teadusvaldkondi kunstiga kõige laiemas mõttes ning toetuvad ülikooli tippteadlaste pädevusele. Sari pakub ka edaspidi teadlaste-kunstnike dialooge, vestlusi ja kultuuriklubi teemaseminare ja kunstiüritusi ning ühiselt ettevalmistatud näitusi.

Sarja idee algatajad on Kärt Summatavet (arvutiteaduse instituut, Delta), Jaak Kikas (Physicum), Sulev Kuuse (Omicum), Krista Aru ja Lilian Mengel (TÜ raamatukogu), Maarja Nõmmik (Philosophicum), Maret Einasto ja Marja-Liisa Plats (Tõraverse observatoorium) ning Maarja Öpik (Oecologicum). •

Tartu Ülikooli teadust ja kunsti ühendava
ürituste sarja "Kord ja kaos" avamine
TÜ raamatukogu konverentsisaalis
1. veebruaril 2024 kell 11.00.

I sümpoosion - soome-ugri

**"Igavene tagasitulek.
Kust me tulime.
Kes me oleme.
Kuhu läheme"**

▶ Vaata salvestust
tinyurl.com/Kustmetulime

Kaljo Põllu 90. sünniaastapäevale
pühendatud näitus Tartu Ülikooli
raamatukogu näituste saalis
25. jaanuar - 31.märts 2024.



Kaljo Põllu. Maailm nagu pada.
Sarjast Kodalased. Metsotinto 1974

Kaljo Põllu.
Teekond valgustumisse.
Sarjast "Kirgastumine".
Metsotinto 1992



Tartu Ülikooli
teadust ja kunsti ühendava
ürituste sarja „Kord ja kaos”

II sümpoosion - semiootika

Maailma tähendusest

▶ Vaata salvestust
tinyurl.com/Maailmatahendus

10.04 kell 11.00

Tartu Ülikooli raamatukogu
konverentsisaalis

III sümpoosion

Maailma geomeetria - geomeetiline maailm

25.september 2024
Tartu Ülikooli raamatukogu
konverentsisaalis



Kaljo Põllu. Sümpoosion ja maailm. Sarjast Tähted ja maa. Metsotinto 1980

Vändra on ühe matmispaiga võrra rikkam

MARTIN MALVE, KRISTO OKS

Tänavusel arheoloogiliste välitööde hooajal on juba avastatud kaks seni teadmata matmispaika. Ühe neist leidsid juuli alguses Vändra alevist kohalikud ajalooentusiastid.

Tavaliselt satutakse inimluudele ja haudadele ehituse või suuremate mullatööde käigus, kuid seekord leiti luud hoopis koera surnukeha sängitades. Tegelikult oli matmispaiga kohta teateid juba varem, nimelt on seda kalmistut tõenäoliselt kujutatud 17. sajandi lõpu kaardil, kus see on märgitud ristiga. Kohalike meenutuste järgi on varasemal ajal avastatud luud hoonete püstitamisel. Üksikuid toruluid on hiljuti välja tulnud kõrval asuva krundi aiaposti august ning 2022. aastal leiti kompostiauku tehes samuti skeletiosi, mis anti üle politseile. Paraku arheolooge ega muinsuskaitseametit leiuist ei teavitatud. Aastaid tagasi rajati veetorustik, mis läbib kalmistuala. Selle ümbrusest pärinevad detektorileiud ja luukatked, seega võivad matused olla kahjustatud.

Tänavu vaadati üle nii 2022. aasta komposti- kui ka hiljuti koerale kaevatud auk. Kummastki leiti üks täiskasvanu matus, mõlemad olid osaliselt välja kaevatud. Välitöödel uuriti läbi vaid lõhutud osa haudadest, ülejäänud jäeti puutumata. Surnud olid kristliku kombe kohaselt maetud peaga läände selili- ja siruliasendis. Matused jäid praegusest maapinnatasemest umbes 70 cm sügavusele. Üks leitud surnutest oli sängita-

tud laudkirstus, millest on säilinud kõdupuidu katkeid ja hulgaliselt sepanaelu. Rohkesti leidus mõlema haua täitepinnases segatud inimluud, mis pärinevad ülematmistega lõhutud haudadest. Irdsete skeletiosade hulgas on nii väikelaste, noorukite kui ka täiskasvanute luud, mis viitavad korduvatele ülematmistele. Peale selle koguti metalliotsijaga välja kaevatud pinnasest ja kalmistualalt 17.–18. sajandi münte: Rootsi ööre ja Vene dengasid, mis on tõenäoliselt pärit lõhutud matustest. Samuti leiti arvukalt kirstunaelu, üks rauast ja üks



Tõenäoliselt on tänavu Vändrast avastatud matmispaik ristiga märgitud 1690. aastast pärit Pärnumaa kaardil

EAA.308.2.13 LEHT 1

vasesulamist sõlg ning paar nuga. Praeguse seisuga võib öelda, et see on varasemaegne kalmistu. Varasemad leiud puuduvad ning tõenäoliselt lõpetati kalmistule sängitamine 18. sajandi viimasel veerandil Katariina II ja senati 1771–1772 määruse järgi.

Matmispaigal asunud kiriku või kabeli kohta ei ole märke, aga on teada, et Vändras on olnud mitu puukirikut, mis on korduvalt maha põlenud. Juba keskajal oli Vändras Püha Martini kirik. 17. sajandi algusest pärineb aga teade hilisema pühakojas pühitsemise kohta, mis võib olla seotud avastatud surnuaiaga. Samas ei saa välistada, et ühel ajal oli kasutusel mitu kalmistut.

Arvatavasti pärinevad leitud täiskasvanute matused kalmistu kasutusaja lõpuosast, 18. sajandi teisest poolest. Loodetavasti annavad tulevased uurinud ja leiud vihjeid keskaegse kiriku ja kalmistu kohta. Ei ole välistatud, et tulevikus võidakse Vändras või selle ümbruses sattuda mõnele matmispaigale, mille kohta pole ühtegi teadet ega allikat. Sellised avastused rikastavad meie ajaloolist maastikku ja teadmisi kunagi elanud inimeste matmiskommetest ja tervisest. •

Martin Malve (1984) on Tartu ülikooli arheoloogiaosakonna osteoarheoloog ja genoomika instituudi vana DNA uurimise spetsialist bioarheoloogia alal.

Kristo Oks (2000) on muinsuskaitseameti arheoloogiliste leidude nõunik.



FOTOD: KRISTO OKS

Avastatud matuse dokumenteerimine ja leitud inimluud

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.



Mikroskoop Biolux NV

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

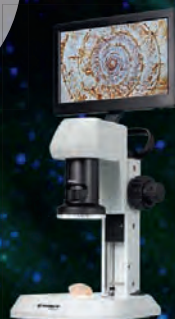
169 €
149 €

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 analüüsiks, 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 €

Juhtmevaba (komplektis on laetavad Li-ion akud). Mälu ja tarkvara andmete analüüsiks.

Mõõdud: 2
50 x 160 x 65 mm.
189 €



CO² indikaator ruumi siseõhu kvaliteedi hindamiseks

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



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 €

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

Mai keskelt juuli keskpaigani

NASA / JPL



NASA Maa polaarpriirkondade soojuskao uurimiseks korraldava missiooni PREFIRE logo

18. mail startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti. Kanderaketi esimesele astmele oli see rekordiline 21. start ja maandumine.

19. mail startis Texase osariigi Blue Origini stardikompleksist raket New Shepard, mis viis suborbitaalsele lennule kuni 105 km kõrgusele kuus kosmoseturisti. See tähistas lendude taastumist pärast 2022. aasta augusti vahejuhtumit, kus raketistart ebaõnnestus, kuid meeskonnakapsel maandus siiski ohutult.

21. mail startis Hiina loodeosast Jiuquani kosmosekeskusest kanderakett Kuaizhou-11, et viia orbiidile neli tehiskaaslast: Wuhan-1, Chutian-001, Tianyan-22 ja Lingque-3, mis hakkavad tegema kaugseiret ja atmosfääriuurimist.

22. mail startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni NROL-146 käigus orbiidile USA riikliku luureameti tehiskaaslast.

23. mail startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

24. mail startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

25. mail startis Uus-Mere-maalt Rocket Labi baasi stardikompleksist kanderakett Electron ja viis orbiidile esimese NASA kahest satelliidist PREFIRE, millega hakatakse uurima Maa polaarpriirkondade soojuskadu.

27. mail startis Põhja-Korea läänerrannikult kanderakett, et viia orbiidile luuretehiskaaslane. Kaks minutit pärast starti kanderakett plahvatas ja rusud kukkusid merre.

28. mail startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

28. mail startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile ESA ja Jaapani kosmoseagentuuri JAXA koostöös loodud tehiskaaslane EarthCARE, mis hakkab uurima pilvete aerosooli ja sellega seotud kiirgust.

28. mail väljusid Hiina kosmosejaamast Tiangong taikonaudid Ye Guangfu ja Li Guangsu ning töötasid avakosmoses 8,5 tundi, mis tähistab Hiina rekordit.

29. mail startis Hiina idaranniku lähedal ujuvalt stardiplatvormilt sealse ettevõtte Galactic Energy kanderakett Ceres-1 ja viis orbiidile neli Tianqisa andmesidetehiskaaslast.

30. mail startis Kasahstanist Bajkongõri kosmodroomilt Vene kanderakett Sojuz 2.1a, et viia orbiidile veolaev Progress 88, pardal kolm tonni kütust,



NASA JOHNSON SPACE CENTER

Rahvusvahelise kosmosejaamaga põkkunud mehitatud kosmose-laev Starliner

toiduaineid ja muud varustust kosmosejaama ISS. Jaama mooduliga Poisk põkkuti 1. juunil.

1. juunil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti.

5. juunil startis Uus-Mere-maalt Rocket Labi baasi stardikompleksist kanderakett Electron ja viis orbiidile NASA teise satelliidi PREFIRE.

5. juunil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 20 Starlinki sidesatelliiti.

5. juunil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist United Launch Alliance'i kanderakett Atlas V ja viis orbiidile firma Boeing kosmoselaeva Starliner, pardal kaks NASA veteran-astronauti Barry Wilmore ja Suni Williams. 6. juunil põkkuti ISS-iga, kuhu on plaanis jääda kaheksaks päevaks. Kõik ei läinud siiski plaanipäraselt: avastati mitu heeliumileket ning viis tõukurmoorit keeldusid esialgu töötamast. See oli Starlineri kosmoselaeva esimene mehitatud lend.

6. juunil startis SpaceX-i Boca Chica stardikompleksist neljandale katselennule SpaceX-i kosmoserakett Starship. Lend kulges seekord plaanipäraselt: kanderakett Super Heavy maan-



ESA / ATG

Kunstniku kujutus orbiidil töötavast satelliidist EarthCARE

dus kontrollitult Mehhiko lahes ning samaga sai hiljem hakama ka teine aste ehk Ship, ehkki atmosfääri sisenedes sai selle soojuskaitse osaliselt kahjustada.

8. juunil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 22 Starlinki sidesatelliiti. Ühtlasi oli see kolmesajast kord, kui Falcon 9 kanderaketi esimene aste maandus edukalt.

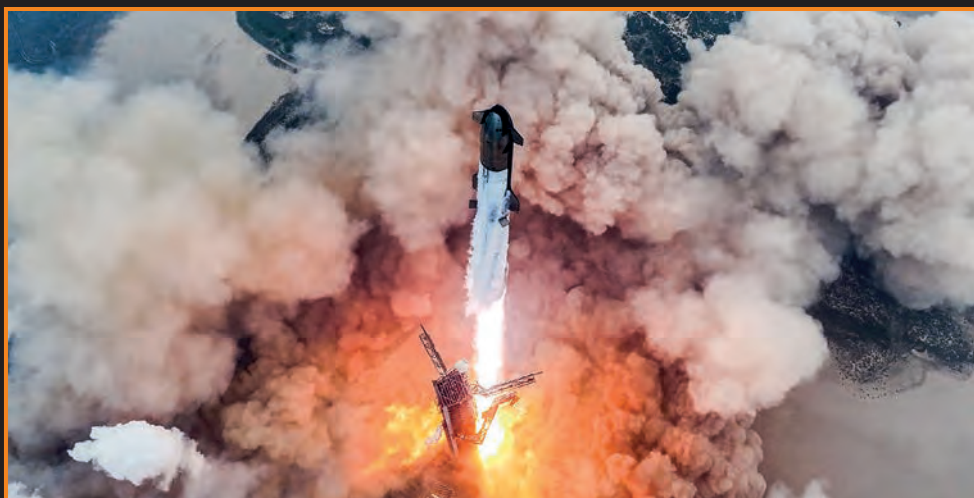
8. juunil startis New Mexico osariigist Virgin Galacticu stardikompleksist Spaceport America kandelennuk Eve ja viis 13,5 km kõrgusele kosmoselennuki VSS Unity, mis seejärel jätkas iseseisvat tõusu kuni 87,5 km kõrgusele. Pardal oli kaks meeskonnaliiget ja neli reisijat. See oli VSS Unity viimane lend, edaspidi vahetab tema välja uus mudel Delta.

19. juunil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 20 Starlinki sidesatelliiti.

20. juunil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile Luksemburgi telekomifirma SES satelliidi Astra 1P.



Firefly Aerospace'i kanderaketi start Vandenbergi kosmosejõudude baasis



Kosmoseraketi Starship neljanda katselennu start 6. juunil

SPACEX

21. juunil startis Uus-Meremaalt Rocket Labi baasi stardikompleksist kanderakett Electron ja viis orbiidile 5 Prantsuse firma Kinéis sidesatelliiti. See oli kanderaketi Electron viiekümnes edukas start.

23. juunil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 22 Starlinki sidesatelliiti.

24. juunil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, mis viis orbiidile 20 Starlinki sidesatelliiti.

25. juunil startis NASA Kennedy kosmosekeskusest SpaceX-i kanderakett Falcon Heavy ja viis orbiidile NOAA meteoroloogiatehiskaaslase GOES-U. See oli Falcon Heavy kümnes start.

27. juunil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 23 Starlinki sidesatelliiti. Kanderaketi esimesele astmele oli see rekordiline 22. start ja maandumine.

29. juunil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis missiooni NROL-186 raames orbiidile USA riikliku luureameti tehiskaaslased.

29. juunil startis Hiinast Hainani saarelt Wenchangi kosmosekeskusest kanderakett Long March 7A, mis viis geostatsionaarsele orbiidile sidesatelliidi ChinaSat-3A.

30. juunil startis Jaapanist Tanegashima kosmosekeskusest kanderakett H-3 ja viis orbiidile satelliidi Advanced Land Observing Satellite-4.

3. juulil väljusid Hiina kosmosejaamast Tiangong taikonaudid Ye Guangfu ja Li Cong ning töötasid avakosmoses umbes 6,5 tundi; muu hulgas paigaldati kaitse kosmoseprügi vastu.

3. juulil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile 20 Starlinki sidesatelliiti.

4. juulil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist Firefly Aerospace'i kanderakett Alpha, mis viis orbiidile kaheksa kuupsatelliiti.

8. juulil startis Canaverali neemelt kosmosejõudude stardikompleksist SpaceX-i kanderakett Falcon 9 ja viis orbiidile Türgi sidesatelliidi Turksat 6A.

9. juulil startis ESA Prantsuse Guajaana kosmodroomilt esimesele katselennule kanderakett Ariane 6, mis viis orbiidile üheksa kuupsatelliiti.

10. juulil startis Hiina loodeosast Jiuquani kosmosekeskusest Hiina firma iSpace'i kanderakett Hyperbola-1, et viia orbiidile kasulik last, kuid kanderaketi viimane aste tõrkus töötamast ja missioon nurjus. Hyperbola-1 seitsmest stardist on seni edukad olnud kolm.

11. juulil startis Vandenbergi kosmosejõudude baasist SpaceX-i kanderakett Falcon 9, et viia orbiidile 20 Starlinki sidesatelliiti. Paraku tekkis kanderaketi kõige ülemises astmes anomaalia ning missioon nurjus.

Jüri Ivask, Horisondi kosmosekroonik

Uus koolidevaheline matemaatikavõistlus on võetud väga hästi vastu

OLEG KOŠIK

Selle aasta 19. aprillil korraldasime Eestis juba kolmandat korda rahvusvahelise võistkondliku matemaatikavõistluse Náboj.

See on matemaatikavõistlus, kus osalevad viieliikmelised võistkonnad koolidest. Igal ajahetkel on võistkonnal lahendada kuus ülesannet. Kui mõni saab tehtud, antakse asemele järgmine. Kokku tuleb võistlusel kahe tunni jooksul lahendada 50–60 ülesannet, mis lähevad lihtsamast raskemaks.

Võistlus toimub ühel ajal 12 (valdavalt) Euroopa riigis. Mõõduvõtt sai alguse 1998. aastal Slovakkias, 2005. aastal ühines Tšehhi ning alates 2014. aastast on osalevate riikide hulk järjest suurenenud. Esimest korda korraldati võistlust Eestis 2022. aasta kevadel, kuid siis peeti seda ettearvamatu koroonalukorra tõttu veebi vahendusel. Mullu ja tänava peeti Náboj aga kohapeal, Eestis olid keskusteks Tallinn ja Tartu.

Viienda kuni seitsmenda klassi õpilastele on palju aastaid korraldatud viktoriini Nuputa, kuid vanematele õpilastele mõeldud võistkondlikku matemaatikavõistlust varem ei olnud. Náboj täitis selle lünka suurepäraselt.

Võisteldakse kahes vanuserühmas: nooremas rühmas kuni 10. klassi õpilased, vanemas rühmas ei ole vanusepiirangut. Kõik ühe võistkonna õpilased peavad olema samast koolist. Ülesanded on mõlemas rühmas samad, ent vanem rühm alustab lahendamist 11. ülesandest. Eestis peetakse arvestust ka põhikoolide vahel, sest koolidel, kus puudub gümnaasiumiosa, on muidu raske konkureerida täistsüklikoolide ja gümnaasiumidega.

Raskusastmelt sobivad Náboj üles-

anded nii õpilastele, kellel ei ole võistluskogemust, kui ka korduvalt olümpiaadidel osalenutele. Lihtsamatest raskemateni järjestatud ülesanded pakuvad noortele põneva võimaluse näha, kui kaugele võistkonnana jõutakse. Esialgu piisab, kui ülesandele antakse üksnes vastus, esitamata lahenduskäiku. Vastata võib mitu korda, kuid sama ülesande kolme vale vastuse korral küsitakse ka lahenduskäiku, et piirata vastuste pakkumist huupi.

Tallinnas peetakse võistlus Tallinna tehnikaülikooli aulas ning Tartus haridus- ja teadusministeeriumi saalis. Korraldajate nimel oleme palunud igal osaleval koolil saata õpilastega kaasa üks õpetaja. Õpetajate ülesanne oli kontrollida vastuseid, vahetada vastuselehti



MARIS VELSTRÖM

Tallinna tehnikaülikoolis peetud matemaatikavõistlus Náboj

uute vastu (kui ülesanne on lahendatud) ning skannida vastuselehtede ribakoode, et tulemused jõuaksid võistluse infosüsteemi.

Üritus on osutunud populaarseks, eelmisel aastal võistluse järel antud tagasiside oli nii õpilastel kui ka õpetajatel eranditult väga positiivne. Mullu, korraldades võistlust esimest korda kohapeal, lubasime Tallinnas võistleva 30 võistkonda ja Tartus 20. Tänavu suurendasime võistkondade piirarvu vastavalt 40 ja 24 peale. Nii mullu kui ka tänavu täitusid kõik kohad mitu päeva enne registreerumise lõpptähtaega. Veel suuremale osavõtule seab piirid ruumide mahutavus.

Eestis osales sel aastal kahes võistluskeskuses 64 viieliikmelist võistkonda 37 koolist, rahvusvaheliselt tegi kaasa 1200 võistkonda kokku 29 võistluskeskuses. Kõigis riikides lahendatakse ühel ajal samu ülesandeid; võistluskeskuste suurtel ekraanidel kuvatakse reaajas nii kohalik kui ka rahvusvaheline paremusjärjestus kummaski rühmas. Teistes mitme keskusega riikides peavad võistluskeskused eraldi ka oma arvestust ning autasustatakse selle järgi, kuid Eestis otsustasime konkurentsi huvides autasustada parimaid üleriigilise arvestuse põhjal. Eesti korralduse eripära on ka videosild Tallinna ja Tartu vahel: nii saavad võistlejad näha teises linnas osalejaid, samuti kuulata võistluse avamisel ja lõpetamisel mõlemas keskuses peetavaid tervituskõnesid ning elada ühiselt kaasa võitjate väljakuulutamisele.

Vanemas rühmas on seni kõigil kolmel korral võidutsenud Hugo Treffneri gümnaasiumi võistkond. Nooremas rühmas läks esimesel aastal võidukarikas samuti treffneristidele, kuid kahel viimasel aastal on esimeseks tulnud Tallinna reaalkooli põhikooliõpilaste võistkond. Seejuures saavutasid reaalkooli põhikooliõpilased ka rahvusvahelises arvestuses väga hea seitsmenda koha. Nii et järgmisel aastal on neil võimalus püüda veel paremat tulemust! Põhikoolide esikoht on seni vahetunud eri koolide vahel: 2022. aastal tuli esimeseks Pärnu Kuninga tänava põhikool, mullu Kuressaare Hariduse kool ja tänavu Tartu kesklinna kool.

Hea meel on tõdeda, et Náboj formaat võimaldab silma paista ka koolidel, mida me ei ole harjunud väga tihti nägema tavaliste matemaatikavõistluste eesotsas. Nii tuli tänavu nooremas rühmas teisele kohale Saaremaa gümnaasium, kus tiimi tuumikusse kuulusid



Nooremas rühmas võidutsenud ja rahvusvahelises arvestuses 7. koha saanud Tallinna reaalkooli võistkond (vasakult): Jasper Vähk (9. klass), Ralf Maapalu (9. klass), Hendrik Jaska (8. klass), Tau Sebastian Mölder (9. klass) ja Artur Rass (9. klass)

mullu põhikoolide hulgas esikoha pälvinud õpilased.

Rahvusvaheliselt domineerivad enamasti nii nooremas kui ka vanemas rühmas Poola koolide võistkonnad.

Suure võistluse sujuv pidamine kahes võistluskeskuses paneb korraldajad proovile, vaja on mitme poole head koostööd ja paljude inimeste panust. Nii korraldatakse võistlust Tartu ülikooli teaduskooli, Tallinna tehnikaülikooli ja Eesti matemaatika seltsi koostöös. Suur tänu ka kümnetele õpetajatele, kes aitavad korraldada võistlust kohapeal.

Sel aastal toetas võistlust aktsiaselts Cybernetica ning osalejaid varustasid jookidega Vichy ja Traditsiooniline Limonaad. Kuivõrd veel üsna uuel võistlusel ei ole praegu riiklikku sihttoetust, on väga tähtis eratoetajate panus. Endisel on väga oodatud ka teised toetajad.

Järgmisel aastal peetakse Náboj 14. märtsil; registreerumine algab veebruari alguses.

Oleg Košik, Náboj korraldaja Eestis

Valik Náboj näidisülesandeid

Matemaatikavõistluse Náboj lihtsamaid ülesandeid võivad proovida lahendada ka kõik matemaatikahuvilised Horisondi lugejad.

1. Pargis oli palju harakaid, matemaatikuid ja kentaure. Kokku oli neil 5 saba ja 94 kätt. Kui mitu jalga oli kokku?
2. Televisoris on kolm kanalit: Esimene, Teine ja Kolmas. Iga kanalit saab vahetada vaid kanali vastu, mille number erineb praegusest kanalist ühe võrra, nt Esimeselt kanalilt ainult Teisele. Teleri vaatamist alustatakse Teiselt kanalilt ja siis vahetatakse kanalit 11 korda. Kui mitu erinevat vaadatut kanalite järjestust saab luua?
3. Slovaki rahvalaulus „Kopala studienku“ („Ta kaevas kaevu“) kontrollib tüdruk, kas tema kaevu sügavus ja laius on võrdsed. Kaev on silindri kujuga, kaevu sügavus on silindri kõrgus ja laius silindri põhja diameeter. Tüdruk teab, et nädalaga suudab ta kaevata kaevu, mille laius on sobiv, kuid sügavus on $\frac{1}{3}$ sobivast sügavusest. Janko Matúška suudab nädalaga kaevata kaevu, mis on õige sügavusega, kuid mille laius on pool sobivast laiusest. Kaevamiseks tehtav töö on võrdeline eemaldatava pinnase ruumalaga. Kui mitu päeva kulub neil koos piisava suurusega kaevu kaevamiseks?



Stephen Jay Gould
IMELINE ELU.
BURGESS SHALE
JA AJALOO
OLEMUS
Tõlkinud
Oive Tinn
Toimetanud
Lauri Laanisto,
Karin Truuverk
384 lk
Argo, 2024

Eesti looduseuurijate seltsi raamatusari „Loodusteaduste klassikuid“ sai tänavu aprillis täienduse: ilmus 20. sajandi ühe silmapaistvama evolutsioonisti ja paleontoloogi Stephen Jay Gouldi (1941–2002) raamat „Imeline elu“ (inglise keeles esimest korda 1989). Sarja kolm esimest teost on Charles Darwini „Autobiograafia“ (2006), „Liikide tekkimine“ (2012) ja „Inimese põlvnemine“ (2015). Neljanda teosena on 2018. aastal avaldatud Mart Viikmaa „Pärilikkuse teerajajad“. Seega on klassikute sari saanud uue, viienda raamatuga igati väärrika jätku.

Stephen Jay Gould ja tema teosed ei ole eesti lugejale päris tundmatud. Vikerraare 1999. aasta kolmandas numbris on ilmunud Märt Väljataga tõlkes Gouldi artikkel „Evolutsiooni kolm tahku“ ja Varrak on 2001. aastal andnud välja Juhan Kahki tõlgitud raamatu „Vääriti mõõdetud inimene“ (inglise keeles esmalt 1981). Teadusringkondades on teada-tuntud Gouldi mitmeti kuulsaim teos „Ontogeny and Phylogeny“ (Harvard University Press, 1977).

Harvardi ülikooli zooloogiaprofessorina oli Gouldi peamine uurimisobjekt maismaatigude perekond *Cerion* – pika geoloogilise ajaloo ja suure liigilise mitmekesisusega maismaateod –, kuid see oli vaid kitsam eriala. Ta kirjutas ja rääkis palju evolutsioonibioloogiast, paleontoloogiast ja teaduse ajaloost. Laiem üldsus tunneb teda ka erakordselt võimeka, laiahaardelise ja produktiivse teaduse populariseerijana. Ajakirjas *Natural History Magazine*, kus on publitseeritud suur osa tema kirjutistest, on aastatel 1974–2001 pealkirja all „This View of Life“ ilmunud 300 kirjutist. Enamik neist on hiljem avaldatud esseekogumikes.

Loodusteaduslikes ringkondades sai Gould kuulsaks evolutsiooni puudutava katkestatud tasakaalu (ingl *punctuated equilibrium*) teooriaga, mille ta töötas välja koos Niles Eldredge'iga 1972. aastal. Paleontoloogilises materjalis fossiili-

de läbilõikeid detailselt uurides leidsid nad, et fossiilide võrdlemisel võib näha tunnuste järske teisenemisi, mitte pidevat muutumist. Teisenemistele järgnevad pikad, miljonite aastate pikkused peaaegu muutusteta perioodid. See teooria vastandus tol ajal traditsioonilisele vaatele, mille järgi toimuvad evolutsioonilised muutused ühtlaselt aeglase, peaaegu püsiva kiirusega pideva protsessina.

Briti Columbias kaugel ja kõrgel Kanada Kaljumäestikus asuv Burgess Shale, kust leitud palentoloogilistest materjalist ja selle uurimisest „Imeline elu“ räägib, on üks maailma olulisemaid fossiilileiukohti. Sealsetes mägedes avanevad kildakihid, milles leidub üle 500 miljoni aasta vanuseid ainulaadseid kivistisi. Teadus nimetab seda ammust ajajärku kambriumi plahvatuses: just siis ilmus geoloogilises mõttes suhteliselt lühikese aja jooksul enamik tänapäeval Maad asustavaid loomarühmi. Paljud on kadunud väljasuremise tõttu, kuid tolleaegse elustiku lahknevuse ulatus oli tähelepanuväärne ja sarnane meie praeguste ookeanides nähtavaga.

Burgess Shale'i imepärastelt säilinud fossiilid avastas 1909. aastal Ameerika teaduse suurkuju Charles Doolittle Walcott. Neid kivistisi on uurinud käsitletava raamatu tegelased Derek Briggs, Simon Conway Morris ja Harry Whittington, kuid kogu loo on üldistanud ja suureks kirjutanud Stephen Jay Gould. Ta tutvustab raamatus ammu kadunud maailma ebaharilikke asukaid ja, mis kõige põnevam ja olulisem, räägib paleontoloogide argipäevase töö kirjelduste kaudu sellest, kuidas tehakse sel alal teadust, kirjeldatakse uusi liike, üldistatakse uuritavat ja rekonstrueeritakse olnut. Ammu surnud loomad saavad elavaks, need olendid, kellest igapähele on oma lugu, jutustavad paeluvat lugu elust, ajast, mitmekesisusest, praeguse maailma kujunemisest. Nauditav on lugeda, kuidas töötavad paleontoloogid, nii väli-tingimustes kui ka hiljem laborites, uurides kogutud materjali ja püüdes seda paigutada olemasolevasse teaduslikku maailmapilti; mismoodi kirjeldatakse teadusele seni tundmatuid loomarühmi ja kuidas eristatakse uuritavas materjalis tähtsat ja huvitavat vähem tähtsast. See on raamat teaduse toimimisest, teaduse argipäevast ja teaduse tegijatest.

Gouldi esitatud elulindi taastamine tuleb meelde põnevat näidendit, kus on ka mõned olulisemad tegelased, kellele ta on pühendanud rohkem tähelepanu ning kes astuvad lavale, kui on õige

aeg. Mitme põlvkonna paleontoloogide avastatud ja kuulsaks kirjutatud elukatel, kelle kaudu elustub Burgess Shale'i ja kambriumi ajastu maailm, on poeetilised nimed: *Marella*, *Yohoia*, *Opabinia*, *Viwaxia*, *Anomalocaris*, *Pikaia* jne.

Need Burgess'i loomarühmad, mis omal ajal välja surid, ei paista olevat vähimalgi määral alaväärsemad ega kehavamad neist, mis on aegade vältel alles jäänud. Ennustamatu ajaloo sündmused oleksid võinud näiteks *Pikaia* ja tema sugulased ning seega ka meie enda esivanemad vabalt kustutada ja eelistada nende asemel mõnd teist loomarühma. Kui elulint taaskäivitatakse – Gouldi klassikaliseks saanud metafoori põhjal – võiks maailm praegu välja näha hoopis teistsugune. Gouldi oluline sõnum on see, et evolutsioon ei ole oma olemuselt ennustatav ning et inimliigi *Homo sapiens* evolutsioneerumine ei ole selle paratamatu kulminatsioon. Burgess Shale'i eriskummalised fossiilid ehk „veidrad imeelukad“, nagu Gould neid nimetab, on materjal, mille abil Gould analüüsib evolutsiooni suuri küsimusi. Klassikaliselt kujutatakse seda arengut puuna, mis tüve harunedes kulgeb vähestest ja lihtsa ehitusega esivanematest üha suureneva hulga mitmekesiste järglasteni. Leitud materjali põhjal tuleb tõdeda, et hulkraksete loomade evolutsiooniline ajalugu kätkeb ka kehaplaanide hulga vähenemist ja vaesumist. Suurenenud on ökoloogiline, kuid mitte anatoomiline mitmekesisus. Evolutsiooni puud (kui see ongi üleüldse puu?) saaks seega võrrelda jõulupuuga, millel on allpool oksa väga palju, kuid ladvaosas vähe.

Raamatu teisest osast kuni neljandani on detailselt juttu kuulsas Burgess Shale'is uuritust ja leitud, kõige selle analüüsist, vaidlustest ning vahekokkuvõtetest, ent viiendas, lõpupeatükis, kirjeldab Gould sattumuslikke sündmusi ning teisi evolutsiooni võimalusi, seitselt kronoloogiliselt järjestatud stsenaariumi alates eukarüootse raku evolutsioonist ja hulkraksete tekkest kuni *Homo sapiens*'i põlvnemiseni.

Nauditav oli lugeda hästi ja asjatundlikult tõlgitud ning toimetatud ilusas eesti keeles teadusraamatut. Väga informatiivsed ja olulised on raamatu lõpus tõlkija ja toimetajate kommentaarid. Teadus areneb edasi, leitakse uusi seletusi ning mitmed keerulisemad ja vaid eriala asjatundjatele arusaadavad detailid paigutuvad süsteemi. •

Toomas Tiivel, bioloog



Mati Laur, Tõnu Tannberg
RAJOONIDE AEG: 1950–1962
104 lk
EÜS kirjastus, 2023

Tartu ülikooli ajaloo professorite Mati Lauri ja Tõnu Tannbergi teos annab põgusa, ent värvika ülevaate kõigist 39 rajoonist, mis aastail 1950–1962 Eesti NSV-s eksisteerisid. Raamatu alguses on lühike, aga asjatundlik ülevaade rajoonide loomise eelloost, rajamisest ja nende arvu hilisemast vähendamisest aastail 1957–1962. Teose põhiosa on vormiliselt üles ehitatud entsüklopeedia laadis, ent sisu on kaugel akadeemilisest kuivusest. Iga rajooni on tutvustatud paarileheküljel. Huviline leiab siit haldusüksuse kohta palju olulisi statistilisi näitajaid (enamasti 1955. aasta seisuga): pindala, rahvaarv, halduskeskus ning linnaliste asulate ja külanõukogude nimekiri. Lisatud on ülevaade tähtsamatest haldusmuudatustest. Teisest leheküljest poole võtab enda alla rajooni kaart; ülejäänud täidab kohalikust rajoonilehest hoolikalt valitud artikkel, mis enamasti kajastab ehtnõukoguliku paatosega sotsialistliku ühiskonna eri aspekte (ei puudu ka varjuküljed), mõjudes praegusaja lugejale tahes-tahtmata (tragi)koomiliselt. Raamat on rikkalikult illustreeritud: tekstide kõrvalt leiab rohkelt rajooni eluolu iseloomustavaid fotosid, rajooniülevaadetele järgneb eraldi fotonurk omaaegsetest rajoonikeskuste tähtsamatest rajatistest (haldushooned, kultuurimajad, saunad jms); neist enamiku kohta on esitatud võrdlevad ülevõtted nii 20. sajandi keskpaigast kui ka tänapäevast. Teose lõpus peitub aga tõeline maiuspala ajaloolise kartograafia huvilistele: värviline Eesti NSV 1955. aasta haldusjaotuse kaart.

Kõnealune raamat annab põgusa ja vaimuka sissevaate teemasse, millega Eesti ajalooteaduses on tegeletud üsna kasinalt. Ilmselt tasub teemat edasi uurida, sest pole kahtlust, et rajoonide aeg on Eesti kohaliku asustus- ja haldusajalugu mõjutanud olulisel määral. Mitu praegugi õitsevat asulat, näiteks Põlva, mis rajoonikeskuseks saades oli alles küla, sai tuule tiibadesse just tol ajal. Huvitav on seegi, et paljud omaaegsed rajoonipiirid ei erine kuigivõrd 2017. aasta haldusreformi põhjal loodud valdade omadest. •

Madis Maasing, Tartu ülikooli varauusaja teadur



50 AASTAT TAGASI

HORISONT 8/1974, LK 32

Juhan Kerdi õpetab, kuidas kadakaid koduaeda istutada:

„Kadakaid istutame kevadel, kui võrsetippudes on märgata uut kasvu, see on maikuu teisel poolel, juuni algul või siis pärast kasvu lõpeta- mist augustis. Soovitav on seda teha õhtupooli- kul, pilves või sajusel päeval. Ettenägelikud aiapidajad istutavad looduslikult kasvualalt väljakaevatud noored ilusavõralsed kadakad oma aeda tagavarapeenrale. Seal kujuneb neile tihe juurestik ja ilmneb paremini võra dekora- tiivsus. Paari aasta pärast võib need istutada alalisele kasvukohale, ilma et pruugiks karta taimede hukkumist“.



40 AASTAT TAGASI

HORISONT 8/1984, LK 21

Naljakas lugu rubriigist „Kentsakaid kilde“:

„Loodusuurija Ernst Haeckeli (1834–1919) lauanaabriks ühel koosviibimisel osutus kõrge vaimulik. Kui viimane tahtis pärast einet suitsetada, pakkus Haeckel talle tuld. Vaimulik võttis tuletiku vastu, kuid see kustus enne, kui ta jõudis sigari süüdata. „Ennäe, teaduse tuli kustub!“ Haeckel noogutas: „Pole ka ime – kiriku käes!““.



30 AASTAT TAGASI

HORISONT 6/1994, LK 31

Keemik Helvi Hödrejärvi kirjutab musta nime- kirja kantud raskmetallidest:

„Inimene on muutnud metalliliste elementide ringlust looduses pöördumatult. Kuuludes alg- selt maakoore koostisesse, satuvad need õhuookeani tuule ja vee mõjul. Oma osa selles on ka tulemägede pursetel. Seejuures neli viiendikku keemiliste elementide perest moodustavad raskmetallid, need, mille tihedus ületab 4500 kg/m³. Biosfääri ehituskividenäna on ülekaalus kümme- konda neist, eeskätt raud, tsink, vask, mangaan, koobalt ja molübdeen. Raskmetallide mustas nimekirjas on elusorga- nismide jaoks võõrad metallid, nagu elavhõbe, seatina ja kaadmium“.



20 AASTAT TAGASI

HORISONT 5/2004, LK 16

Geoloog Ivar Murdmaa vaatleb kliimamuutuste tagamaid:

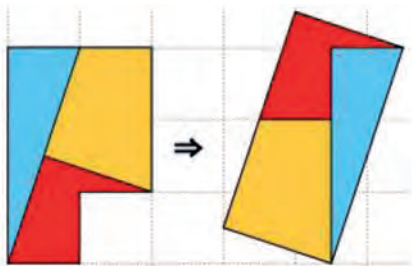
„Kliimamuutuste ennustamine on veel kahtla- sem asi kui ilmaennustus. Ometi lubab kliima- muutuste perioodilisus oletada, et praegune soojenemine pole mingi enneolematu katas- troof, vaid lihtsalt järjekordsele jääajavaheajale järgnev soojenemisperioodi külg, mis peaks veel mõnisaada aastat kestma, enne kui kliima viikingite aja taolise haripunkti jõuab, et siis kiiresti järjekordsesse jääaega triivida. Ei usu, et inimene selliste looduslike muutuste kulgu oluliselt muuta suudaks“.

PENTAMINO-kujunditest DOMINO-kujundite tegemine

Erinevaid pentamino-kujundeid on kaksteist ja need tekivad viie ühikruudu ühendamisel nii, et igal ruudul on vähemalt üks ühine külg mõne teise ruuduga ülejäänud neljast ruudust.

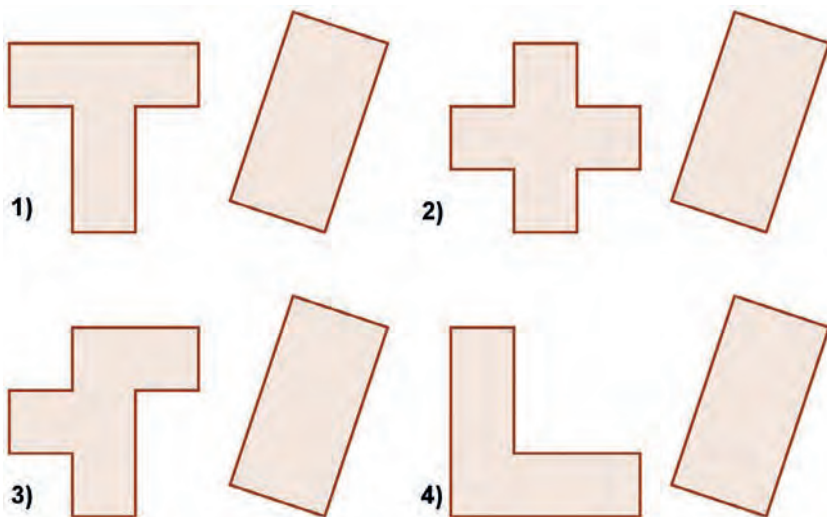
Seekord tuleb neli ette antud pentamino-kujundit (ehk T-, X-, F- ja V-pentamino) jaotada sirgete lõigete abil minimaalseks arvuks väiksemateks tükkideks nii, et iga kujundi tükkidest saaks kokku panna ühe kahest ühise küljega ruudust koosneva kujundi ehk domino-kujundi.

Alljärgnevas lihtsas näiteülesandes on seda tehtud P-pentamino kujundiga.



Kuigi näiteülesandes ei ole neid tükke pööratud, võib kõiki tükke pöörata ja ka ümber pöörata. Et erisuguseid minimaalse tükkide arvuga tükeldusi võib olla rohkem kui üks, siis seekord tuleb iga ülesande puhul teele saata üksainus selline lahendus, mille korral on tükke võimalikult vähe.

Ülesanded



Kolmanda vooru vastused

Ü1. $S = 7$

Ü2. $S = 55$

Ü3. $S = 11$

**Vastuste ärasaatmise
tähtaeg on
15. september 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 kolmanda vooru auhinna võitis Kuldar Traks

Kolmanda vooru ülesanded ei olnud väga rasked. Otsitavate kujundite pindala leidmisega said hakkama kõik lahendajad, kes vastused ära saatsid. Raskusi valmistas selle tõestamine, et otsitava kujundi pindala on just nii suur kui see, mille lahendaja vastusena teele saatis. Iga ülesande täielik lahendus andis kaks punkti. Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja kuus punkti teenisid Vladimir Jaanimägi, Aivar Kauge, Kalle Kulbok, Marko Orav, Kuldar Traks, Hannes Valk ja Martiina Viil.

Kuna nende ülesannete täielikud lahenduskäigud ei mahu Horisondi Enigma leheküljele ära, saab ühe võimaliku lahenduskäiguga (mis tuletab abivalemi kõigi selliste ülesannete tarbeks) tutvuda Horisondi koduleheküljel. Vooruahinna võitis seekordsetest lahendajatest Kuldar Traks.

Vaata veebilehelt

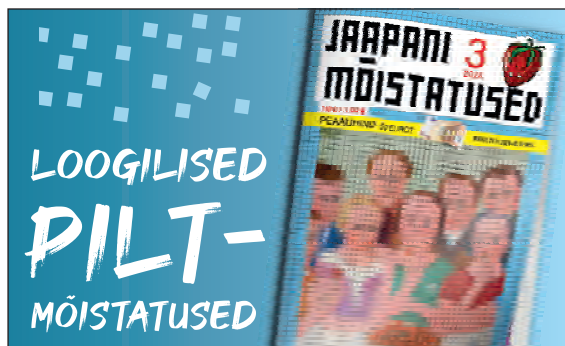
Tulemuste tabeli leiате aadressilt www.loodusajakiri.ee ja Horisondi Facebooki-seinalt.

Tõnu Tõnso, matemaatik, Tallinna ülikooli lektor

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

Madal, lamedas välislanguga muldvall kindluse vallikraavi ees	Kolm-varvas-laisik	Valge-	Naise-nimi	Taimeosade kõverdumis-liigutus mingi ärritaja toimel	Leedu kirjanik	LAURI 11900	Eesliide armeenia nimedel	Näiteks	Lüli-samba esimene lüli
Vana-Rooma arst						Vulkaan Itaalias			
Endine läti balletitantsija				Rakend		Närimis-tubaka-tükk			
Eituse eesliide	Liilialine						Juure ja varre keskosas		
Rootsi kroon	Näitleja		Endine teatri-mehe Kolm-				Asesõna		
Liitmis-viis					Koera-tõug Inglise krähv-kond		...-kaart		
Element nr. 49	Maali-kunstnik Ujumis-veteran				Händikäp			Kes on pildil?	
Emme kaasa			Käsn-körvits Lumetorm Venemaal			Ühes, tähed Vana-inimene			Möistus vene k.
Kuma	Hüüe metsas Sulg-pallur	Püstol Viltu riidet löigatud riba		F-1 legend Vormitu aine				Linn Soomes Terav ese	Naise-nimi
Lapikud kivikesed					WIK-LAND Keem.element			Doonau lisajogi Lambi-vari	Kuma
Ühe-sugused tähed	Välja-surunud närliline Element nr. 76	Naise-nimi Missis				Mõire inglise k. küllastu-matu sü-sivesinik		Element nr. 28 MUR-DOCH	Okay!
Külmi põhjatuul vanaaja kreeklastele			Alevik Harjum.-l	Tatraline Jõgi Eu-roopas				Amet	Tsentner
Rooma massi-ühik							Element nr. 31 Püha mõte	Mehe-nimi United States	
				Tainjas segu			Slaavlas-te hal-dusüksus Doktor		
				Element nr. 86		Rooma 6			
	Kuma			Spordi-reporter				Jooksma inglise k.	
				Esik (murdes)			Ardi Liivese romaan		

..... olema veel teine pool: kas teed trenni või huvitud millestki muust.



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



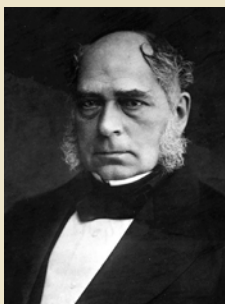
Arva ära!

LUGEJATE LEMMIK

Lugejate lemmiklugu eelmises numbris oli „Tehisaru ja loomulik lollus“ (autor Jaan Aru).

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

- 1** Küsitava, 19. sajandil tegutsenud inseneri ja leiutaja nimel on vähemalt 129 patenti. Ta sai juba 26-aastaselt Prantsuse Teaduste Akadeemia liikmeks optilise mikroskoobi täiustamise eest. Aastal 1856 sai ta oma tuntuima leiutise patendi, mille väljatöötamine oli seotud Krimmi sõjaga. Alates aastast 1874 on jagatud temanimelist kuldmedalit. Panuse eest teaduse arendamisel löödi ta 1879. aastal rüütliks ning ta sai ka Londoni Kuningliku Ühingu liikmeks. **Kellest on jutt?**



- 2** See ühe riigi rahvuspuu kuulub küpressiliste sugukonda. Puu koorest imbub vaiku, mis õhus kõvastub. Vaik sisaldab vaikhappeid ja eeterlikke õlisid ning seda kasutatakse lakkide ja eeterlike õlide valmistamiseks. Puit on väärtuslik ja vastupidav ning seda ei söö isegi termiidid. Puud kasutatakse tänapäeval ka taasmetsastamisel. Fotol on muu hulgas näha puu kähbid. **Puul on mitu nimekuju. Ent millist ametlikku eestikeelset nimetust see puu kannab?**



FOTOD: WIKIPEDIA

- 3** Nähtav vapp kuulus riigitegelasele ja väejuhile, kes taaselasustas ja revideeris Vegetiuse klassikalisi doktriine ning oli teerajaja uute Euroopa relvastusvormide ja sõjaväeharjutuste loomisel. Omal ajal on tema nimi antud ka ühele üle 500 kilomeetri pikkusele jõele, mis nüüd kannab ühe maadeavastaja nime. Aga praegugi kannab üks ligi 2000 ruutkilomeetri suurune saar nime, mis on antud küsitava auks. **Kellest käib jutt?**

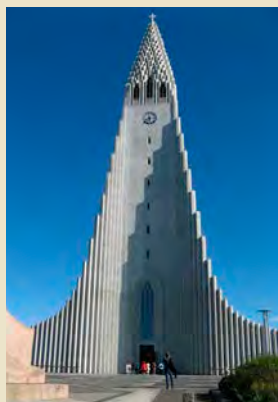


MÄLUSÄRU 3/2024 VASTUSED

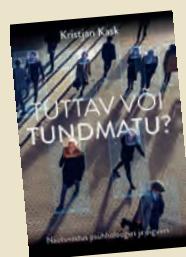
1. Jean-Léon Gérôme.
2. Harilik müürlook (*Arabidopsis thaliana*).
3. Primo Levi.
4. Orcus (90482 Orcus). Tolkien võttis kasutusele termini „orkid“.
5. Bulgaarias (Madara ratsanik).

● Mälusäru auhinnaraamatu, Kristjan Kase „Tuttav või tundmatu? Näotuvastus psühholoogias ja õiguses“ kirjastuselt Argo, võitsid MARTIINA VIIL, TIIT PRUUL ja HELIN PÖLDVE.

- 5** Millises linnas asub fotol olev 74,5 meetri kõrgune kirik? Ekspressionistlikus stiilis rajatud pühakojas väljendab viitab orelile ja selle viledele. Kirikus asub suur orel, millel on üle 5000 vile. Kirikut ehitati üle 40 aasta ning see on saanud nime 17. sajandil elanud poeedi ja vaimuliku järgi.



- 4** Küsitava USA naiskirjaniiku tuntuim teos valmis aastal 1899 ning see tõlgiti eesti keelde aastal 2002. Kõnealune romaan kutsus esile kriitikatormi, kuid praegu peetakse seda klassikaliseks feministlikuks teoseks. Kirjanik paigutas oma teoste tegevustiku Louisianasse, kirjeldades keerukat kreooli ja cajun'i ühiskonda, kus ta ka ise elas. Kokku kirjutas ta üle saja novelli, millest on 2023. aastal ilmunud valimik ka eesti keeles. Kirjaniku perekonnanime langeb kokku ühe tuntud helilooja perekonnanimega. **Kes on see kirjanik?**



Jevgeni Nurmla, Indrek Salis
mälumängurid



VASTA JA VÕIDA RAAMAT!

Vastanute vahel loosime välja kolm raamatut: Stephen Jay Gould, „Imeline elu. Burgess Shale ja ajaloo olemus“ kirjastuselt ARGO.
● Koos vastustega andke toimetusele teada ka selle numbri lemmikkirjutis.

VASTUSEID

ootame 15. septembriks aadressil Rävälä 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

Püsivalt lahe!

Kaasaegne töötaja vajab kaasaegset tööriivist. SNICKERS Workwear uue põlvkonna tööpükstel on suuremat liikumisvabadust andvad materjalid ja mugavam lõige. Tule proovi parimaid suviseid tööpükse ja ägedaid T-särke.



146 €



113 €

88 €



116 €

99 €



35 €



157 €



122 €



135 €



141 €



145 €



25 €



2512 / 5800 väärtus **13 €**

Osta mistahes SNICKERS Workwear lühikesed püksid tavahinnaga, saad selle **T-SÄRGI**

TASUTA

Tasuta T-särki saab kaasa mis iganes Snickers Workwear lühikeste pükste tavahinnaga ostu puhul. Kampania kestab kuni tasuta särke jätkub.

FLEXI
WORK

Hinnad sisaldavad käibemaksu ja kehtivad kuni kaup jätkub.

TAMREX OHUTUSE OÜ

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

TALLINN Laki 5, Pärnu mnt 139c, Katusenapi 35 • TARTU Teemandi 2, Ringtee 37a • PÄRNU Riia mnt 169a • RAKVERE Laada 22 • JÕHVI Tartu mnt 30 • VÕRU Piiri 2 • VIJANDI Tallinna 86
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