

Vostoki järv ja
teaduslik-poliitiline
võidujooks Antarktises



5 / september 2013
Hind 3.50

www.horizont.ee

horizont



■ I N I M E N E

■ L O O D U S

■ U N I V E R S U M

Maomürk TAPAB JA RAVIB

Mereökoloog
Jonne Kotta
globaalne
eksperiment

Kopeer-
raamatud
ajalooarhiivi
kogudes



autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

ÖNNELIK INIMENE VAATAB TAEVASSE TELESKOOP JA OBSERVATOORIUM, IDEEST LAHENDUSENI

BRESSER



**Bresser Messier
AR-90 EXOS 1**
ø90 mm, F=900 mm,
EXOS 1 ekv. monteering
Hea hinna/stabiilsuse suhe
359€

UUS HIND!

**Bresser
Jupiter**
70/700 mm
Lapsele sobiv
199€



**Bresser Messier
NT-130 EXOS 1**
ø130 mm, F=1000 mm, F/7,7
Eesti populaarseim teleskoop
alustavale astronoomiahuvilisele
459€

UUS HIND!

**Bresser
Lyra**
ø70/900
Lapsele sobiv
219€



**Bresser Messier
AR-102 EXOS 2**
ø102 mm, F=1000 mm, F/10
Hea platvorm astro-
fotograafiaga alustamiseks
549€

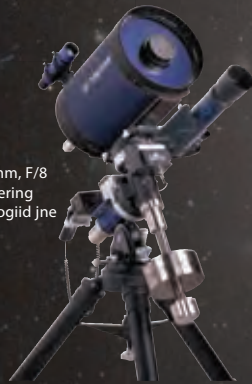
Taustapilt: ESA/Hubble & NASA

MEADE

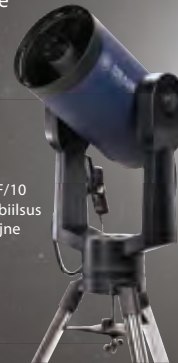
LX80 Eq/Az
monteering
ja teleskoop
ø115, 152, 203, 254 mm
Kolm monteeringut
ühes mehhanismis
alates **1549€**



**Meade LX800
StarLock**
ø130, 254, 301, 350 mm, F/8
kõige täpsem monteering
GPS, 2 kaamerat, autogiidid jne
alates **9999€**



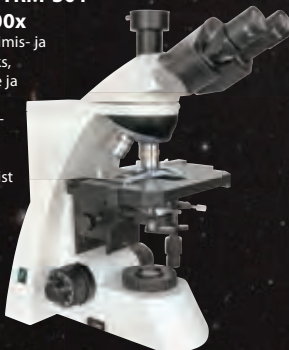
**Meade
LX90 ACF**
ø203, 254, 305 mm, F/10
optimaalne hind/stabiilsus
GPS, 26 mm okulaar jne
alates **2549€**



Meade LS ACF
ø152, 203 mm, F/10
kõige automaatsem
teleskoop
GPS, 26 mm okulaar jne
alates **1949€**



**Mikroskoop
Science TRM-301
40x-1000x**
Sobilik uurimis- ja
teadustööks,
üliõpilasele ja
laborisse;
rikkalik lisa-
varustus
tumevälja
kondensorist
kaamerani
790€



**Coronado SolarMax II
päikeseteleskoop**
ø60 mm, F=400 mm
Kitsas lainepikkuse vahemik
vesiniku alfajoone ümbruses
(656,3 nm) võimaldab
vaadelda päikese „pinna“
granulatsiooni, loiteid
ja muid detaile.
alates **1999€**



Sky Shed Pod kergelt paigaldatavad
vaatluspaviljonid, alates 3600 €



Automatiseeritud observatoorium

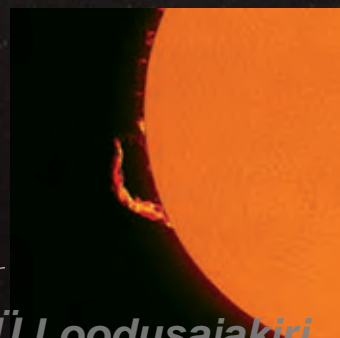
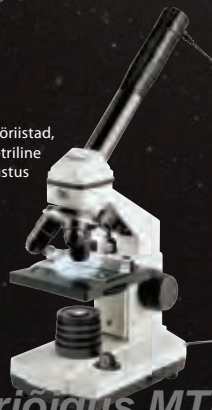
Helista: **528 9895**
Kirjuta: taevatoru@teleskoop.eu
E-pood:
www.teleskoop.eu

*
teleskoop.eu
*

**LCD ekraaniga
mikroskoop
40-1600x**
Pealt- ja alt-
valgustus,
mikromeetriline alus.
Sobilik koolile ja
uudishimulikule
209€



**Mikroskoop
Biolux NV**
Suurendus 20x-1280x
Kohver ja vajalikud tööriistad,
PC okulaar, mikromeetriline
alus, pealt- ja altvalgustus
Sobilik koolile!
99€



autorioõigus MTÜ Loodusajakiri
Suur päikeseloid H-alra valguses



Kuu eri faasides

SELLES NUMBRIS

Ene Siigur, Jüri Siigur **Madu ja maomürk – tapja ja ravija** 14

Maod on võlunud, lummanud ja tekitanud kartust läbi ajaloo. Tänapäeval oskame maomürgist valmistada antiseerumeid, aga maomürke kasutatakse ka ravimpreparaatides, mis kas vaigistavad valu, alandavad vererõhku, ennetavad või lagundavad trombe. Maomürgid on kasutusel ka diagnostikas ning nende koostise põhjal võib isegi hinnata keskkonna radioaktiivset saastatust. Oma panuse maomürkide uurimisse on andnud ka Eesti teadlased.

Rein Vaikmäe **Järvede maa, Antarktis!?** 32

Hetkel, mil teadusmaailm järvede olemasolu Antarktise jääkilbi all ametlikult aktsepteeris, algas võidujooks au nimel saada sealt esimesed proovid. Tuntuim Antarktise järvedest on kahtlemata Vostok, millest Vene puurimismeeskonnal õnnestus 2012. aastal võtta ka esimene proov. Sellest hoolimata tõde Vostoki järve elustiku kohta alles oodatakse.

Ulvar Käärt **Hilkka Hiiopiga kunsti konserveerimise kambrites** 40

Tallinnas Kadrioru veerel KUMU hoones asub muu hulgas Eesti Kunstimuuseumi kolmeteistkümne töötajaga kunsti konserveerimise osakond.

Jaan Lehtaru **Enne kserokoopiaste võidukäiku** 42

James Watti leiutatud kopeermasina ja kopeerimismeetodi levik oli kindlasti revolutsiooniline sündmus. Ka rahvusarhiivi ajalooarhiivi kogusid uurides võib leida märkimisväärset hulgal Watti kopeertehnikas tehtud kopeerraamatuid 19. sajandi teisest poolest ja hilisemastki ajast.



Leho Lõhmus **Nõmme postkontori sajand** 48

Tänavusest suvest vuvavad Nõmmel uued rongid. Huvitaval kombel on Nõmme raudteejaama areng käinud ikka käsikäes kohaliku postiteenistuse arenguga ning tosinkond viimast aastat töötab Nõmme postkontor taas Nõmme jaamahoones.

Jüri Kamenik **Pildide jäänud pilved** 50

Horisont toetab blogi „Ilm ja inimesed“ korraldatud fotovõistlust „Pilvepiir 2013“. Seekord avaldame kuus publikuhääletusel enim hääli saanud pilti. Üldvõitjad selguvad oktoobriks.

HORISONT KÜSIB

Üksainus küsimus kaladest kuival 4

Vastab Tallinna Tehnikaülikooli teadur Elga Mark-Kurik.

Intervjuu Eksperimenteerides evolutsiooni ja ökoloogia piirimail 24

Merebioloog Jonne Kottaga rääkis Läänemere tundlikku elusüsteemi mõjutavatest võõrliikidest ning muudest merebioloogia aktuaalsetest uurimissuundadest Ulvar Käärt.

Mina & teadus

 58

Kuidas on teadus mõjutanud tema elu, selle üle mõtiskleb filmirežissöör, lavastaja, teatrikunstnik ja muusik Hardi Volmer.

SIIT- JA SEALPOOLT HORISONTI

Jüri Ivask. Vabana sündinud planeedid ja Päikese teisikud	3
Siret Saar. Parimaks peeti elus lõksu	6
Tiit Kändler. Mustad augud ja uneaugud	8
Akadeemia ajad ja rajad: 1991–2000	10
Jüri Engelbrecht. Teerajaja ja innustaja	12

OLÜMPIAAD

Oleg Košik Kuuma ja päikeselisel kohvimaal	56
---	----

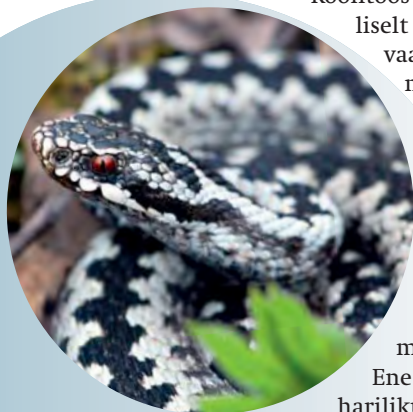
PRAKTILIST

Raamat Mart Lätte. Jäälahingu müüte murdes	59
Heino Arumäe. Raamat, milleta ma oma eriala ette ei kujuta	60
Jonne Kotta. Lugemiselamus ja e-maailm	61
Enigma Tõnu Tõson Lülide ühendamine	62
Ristsõna	63
Mälusäru	64
Nuputamist pakuvad mälu-mängijad Indrek Salis ja Jevgeni Nurmla.	



Toimetamistest jää, vee ja põranda all

September on lapsed taas kooli toonud. Sel puhul on õige meelde tuletada, et ka uuel õppeaastal jõuavad loodusajakirjad – Horisont, Eesti Loodus, Loodusesõber ja Eesti Mets – ning nende lisaväljaanded sarjast „Looduse raamatukogu” igasse kooli, et rikastada nii õpetajate kui ka õpilaste lugemislaua.



SCANPIX

Koolitöös on asendamatu tänapäevalgi veel raamat. Üht omapärast raamatut põhiselt ülemöödunud sajandist – kopeerraamatut – tutvustab ajalooarhiivi konservator Jaan Lehtaru. Saame aimu, kuidas on arenenud teabe kopeerimise meetodid ja kui leidlikud on olnud inimesed info kopeerimisel veel enne seda, kui ilmusid moodsad paljundusmasinad. Aga koopiaid on olnud vaja teha läbi sajandite – väidetavalt mõtles ka aurumasina arendaja ja täiustaja James Watt oma kopeerimismasina ja -meetodi välja eeskätt isiklikust vajadusest, sest tal oli vaja paljundada omaenda plaane ja jooniseid. Teisalt jagub loos näiteid sellestki, et kaugel Euroopas välja mõeldud kopeerimismeetod ei jäänud tundmatuks ka Eestimaal, kergendades siinsete arve- ja arhiivipidajate elu.

Septembris võib seeneline või marjuline metsas käies sattuda veel ka mõnele rästikule, kes talvituma asumisega ei ole kiirustanud. Jüri Siigur ja Ene Siigur kirjutavad selles numbris mitte ainult kodumaa ainsast mürkmaost harilikust rästikust, vaid madudest laiemalt, ja tegelikult mitte niivõrd madudest endist, kui sellest, kuhu ollakse tänapäeval jõutud maomürkide uurimisega. Sellesegi valdkonda panustavad meie oma teadlased.

Eesti teadlased uurivad ka Läänemerd, ja seda mitmest vaatenurgast. Horisondi lugejale peaksid olema hästi tuttavad meie laineuurijate tegemised, seekordse pika intervjuu teema on aga hoopis merebioloogia, milles Eestil on Läänemere mastaabis samuti olulisi saavutusi. Jonne Kotta nimetab viimastel aastatel Läänemere idaosas toimuvat lausa erakordseks, sest kui varem jõudsid meie rannikumerre vaid üksikud võõrliigid, siis alates üheksakümnendatest invasioonitempo hoogustus. Ent rõhutab ühtlasi, et ega meri polegi staatiline, vaid pidevas muutumises.

Kui suhteliselt hästi läbiuuritud Läänemeregi põhjaloomastikku alles kaardistatakse, siis seda enam on läbi uurimata kõik see, mis peidus Antarktise jääkilbi all. Vastupidiselt Läänemerele on Antarktise puhul põnev just see, et jääkilbi alused järved, seega ka seal leiduda võib elustik, on tõenäoliselt olnud atmosfääril isoleeritud ning arenenud miljoneid aastaid ilma keskkonna ja kliimamuutuste mõjutusteta. Mõni ime siis, et Vostoki ümber on kired loomamas ja avastustest kiputakse teatama ennatlikult, nagu tänavusel kevadusel. Geoloog Rein Vaikmäe, kes temaatikat tutvustab, on toimuvat võrrelnud mõneti kunagise võidujookuga esimesena Kuule jõudmise pärast.

September ja sügisilmad võivad kõige muu kõrval tähendada sedagi, et kõrv kuuleb toas laste vadina vahele ka hiirte krõbistamist seina taga või põranda all. Vahendeid, mille abil vanarahvas hiirte-rottidega jõudu katsus, tutvustab septembrikuu „Eesti asja” lugu. Kui elus lõks ehk looduse looming kass välja arvata, siis eks kajastu ju ka hiirelõksus leiutajate nutikus ja meisterdajate inseneriosavus. ●

Kärt Jänes-Kapp

ESIKAANEL: Kobra. FOTO: CORBIS / SCANPIX



Ilmub aastast 1967. 6 numbrit aastas.

- Toimetus: Endla 3, Tallinn 10122 / tel 610 4107 / faks 610 4109 / e-post: horisont@horisont.ee
- Peatoimetaja: Kärt Jänes-Kapp, kart@horisont.ee
- Toimetajad: Ulvar Käär, ulvar@horisont.ee, ja Toomas Tiivel, toomas@horisont.ee
- Keeletoimetaja: Signe Siim, signe@loodusajakiri.ee
- Kujundus: Kersti Tormis

• Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri, Endla 3, Tallinn 10122 / e-post: loodusajakiri@loodusajakiri.ee

Vastutav väljaandja: Indrek Rohtmets, indrek@horisont.ee

Reklaamijuht: Elo Algma, 610 4106, reklaam@loodusajakiri.ee

• Tellimine: 610 4105, loodusajakiri@loodusajakiri.ee

ISSN 2228-3471 (e-luger)

Autoriõigus: MTÜ Loodusajakiri, Horisont, 2013

Trükitud trükkokjas Kroonpress





KESKONNAINVESTEERINGUTE KESKUS

Ajakiri ilmub Keskonnainvesteeringute Keskuse toetusel

Vabana sündinud planeedid ja Päikese teisikud

Linnutee galaktikas võib olla kuni 200 miljardit vabalt hõljuvat planeeti. Seni on astronoomid arvanud, et niisugused hulkplaneedid on välja heidetud eksisteerivatest planeedisüsteemidest. Uued uuringud viitavad, et mõned neist võivad olla ka ise tekkinud.

Rootsi ja Soome astronoomide kollektiiv kasutas mitmeid teleskoobe (raadiolainelas, submillimeeter-lainete piirkonnas ja infrapunaalas), et uurida Roseti udu – hiiglasuurt gaasi- ja tolmu-pilve Üksarviku tähtkujus Maast 4600 valgusaasta kaugusel. Projektijuhi Gösta Gahmi sõnul on Roseti udu kodus rohkem kui sajale pilvele, mida nad nimetavad globulettideks. Need on väikesed, lähimõõduga, mis on vähem kui 50-kordne Päikese



Globuletid Roseti udugogus Üksarviku tähtkujus.

ja Neptuuni vahemaa. Varasemate andmete kohaselt peeti nende pilvede massi võrreldavaks planeetide massiga, seda peeti väikesemaks kui 13-kordne Jupiteri mass. Uus uurimus andis usaldusväärseid andmed nende objektide massi ja tiheduse kohta ning õnnestus ka mõõta, kui kiiresti need ümbritseva keskkonnaga võrreldes liiguvad.

Globuletid osutusid väga tihedaks ja kompaktses ning paljudel neist tuvastati väga tihe tuum. Sellest võib järeldada, et paljud neist kollapseeruvad oma massi mõjul ja moodustavad vabalt hõljuva planeedi. Kõige suurematest võivad moodustuda pruunid kääbustähed, mida nimetatakse mõnikord ka ebaõnnestunud tähtedeks – need

on taevakehad, mille mass on planeetide ja tähtede vahepealne ning liialt väike, et käivituksid termotuumareaktsioonid.

Selgus ka, et nimetatud väikesed pilved liiguvad suurte kiirustel – umbes 80 000 kilomeetrit tunnis – Roseti udust välja. Arvatakse, et pilved on end rebinud vabaks pikkadest tolmu-gaasisammastest, mille on vorminud noorte tähtede intensiivne kiirgus. Seejärel kiirendatakse need tänu udugogu keskmise asuvate kuumade tähtede kiirgusele udugogust välja.

Linnutee ajaloos on lugematu arv udugogusid läbinud oma öitsengu ja hääbunud. Kõigis neist peavad olema formeerunud sellised globuletid. Neid pilvi on nii palju, et need võivad olla viimastel aastatel avastatud vabalt hõljuvate planeetide märkimisväärne allikas.

Päikest on teleskoopidega vaadeldud üksnes 400 aastat – murdosa Päikese vanusest, mis on 4,6 miljardit aastat. Nii on raske meie tähe ajalugu ja edasist arengut tundma õppida. Seepärast jahitakse tähti, mis on peaaegu nagu Päike, ent läbimas eri eluetappe. Astronoomid ongi identifitseerinud tähe, mis on sisuliselt identne Päikesega, aga 4 miljardit aastat vanem – peaaegu nagu tegelik versioon relatiivsusteoorias tuntud kaksikute paradoksist.

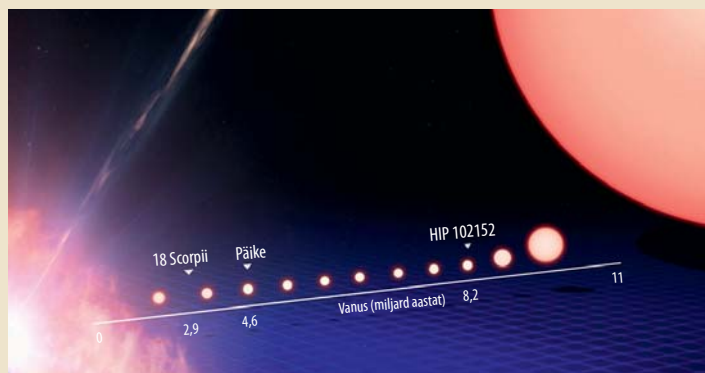
São Paulo ülikooli astronoomi Jorge Melendez sõnul on Päikese teisikuid otsitud aastakümneid. Esimene taoline avastati 1997, kuid kokkuvõttes on neid leitud väga vähe. Nüüd on Euroopa Lõunaobservatooriumi Väga Suure Teleskoobiga (VLT) saadud suurepärase kvaliteediga spektrid, mis võimaldavad uurida Päikese teisikuid äärmise täpsusega.

Astronoomid uurisid kahte Päikese teisikut – ühte, mis arvati

olevat noorem kui Päike (18 Scorpii), ja teist, mis arvati olevat vanem (HIP 102152). Selgus, et HIP 102152 Kaljukitse tähtkujust on vanim seni teadaolev Päikese teisik, hinnanguliselt 8,2 miljardit aastat vana. HIP 102152 tundmaõppimine lubab seega ennustada, mis võib juhtuda, kui Päike nii vanaks saab. Teisalt osutus 18 Scorpii tõepoolest nooremaks kui Päike, olles hinnanguliselt 2,9 miljardit aastat vana.

Uurijaid huvitas ka Päikese koostis – kas see on tüüpiline ja miks sisaldab Päike nii vähe liitiumi. Liitium, kolmas element perioodilisuse süsteemis, tekkis Suures Paugus koos vesiniku ja heeliumiga. Astronoomid pole aga suutnud seni ära seletada, miks mõnedes tähtedes on liitiumi vähem kui teistes.

Päikeses on praegu alles üksnes 1 protsent liitiumist, mis oli Päikese moodustanud aines. Päikesest nooremate teisikute uurimine on andnud vihjeid, et need sisaldavad märkimisväärselt rohkem liitiumi. HIP 102152 leiti aga olevat väga madala liitiumisisaldusega. Niisiis on nüüd üsna kindel, et tähed kuidagi hävitavad vananedes oma



Päikese-sarnase tähe elutsükkel.

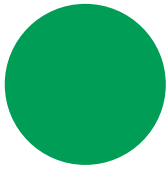
liitiumi ja Päikese liitiumisisaldus on normaalne.

Lisaks selgus, et HIP 102152 keemiline koostis erineb natuke enamikuga teistest Päikese teisikutest, ent sarnaneb Päikese omaga. See vihjab tugevalt asjaolule, et HIP 102152 ümber võib tiirelda Maa-tüüpi planeete.

„Nii uudis ematäheta sündivaist planeetidest kui ka teave Päikesele väga sarnasest tähest kuuluvad praegusa astronoomia meelisteemade rubriiki. Mõlemad avardavad tausta, mille suhtes saame hinnata toimuvaid ja tulevikus ette võetavaid pingutusi eluks kõlblike eksoplaneetide ülesleidmiseks. Ühest küljest on kodutud eksoplaneedid (kuigi

neid on Linnutee galaktikas hinnanguliselt sama palju kui tähti!) väga suure tõenäosusega elutud, sest neil puudub ematäht kui soojusallikas. Teisalt on teisikpäikeste identifitseerimine väga vajalik just Maa-tüüpi „elusate“ planeetide otsimispaikade väljavalimiseks. Lisaks osutab 8,2 miljardi aasta vanune teisik, et ka meie Päikese pinnatemperatuur ei pruugi lähimate aastamilljarde jooksul veel suureneda, nii et liigne kuumus võiks siinsele elule ohtlikuks saada,” kommenteerib Tartu Observatooriumi astronoom Indrek Kolka.

• Jüri Ivask



kaladest kuival

Kui haruldased on Narva karjäärist Devoni kihtidest tänavu saadud kalaleiud?

Kui rühm Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituudi teadureid saabus Narva põlevkivikarjääri, oli neil kavas lahendada mitmeid sealse paelasundi probleeme. Kuumal juunikuu päeval sarnanes tuulevaikne karjäär pigem põrgu eeskojaga. Kuid samas ootas geolooge ees üllatus, mille väärtust teadis ainult üks sellest välitööst osavõtja. See oli instituudi teaduskogude kuraator Ursula Toom, kes tundis nimetatud kivimurdu varasemast ajast ning hoopis teisest küljest. Nimelt kogus ta üliõpilasena siit põlevkivist märksa noorematest, Devoni kihtidest kalakivistisi.



Otsingud Narva põlevkivikarjääris.

GENNADI BARANOV, TTÜ GI

Selgituseks nii palju, et Kirde-Eestis Narva jõgikonnas leidub väheldasel alal Devoni ladestu kihte. Viimased on hoopis enam tuntud Lõuna-Eestist, umbes Pärnu-Mustvee joonest lõuna pool. Devoni paljandeist on tuntumad nn Tori põrgu, Tamme paljand Võrtsjärve idakaldal, Taevaskoja kaldakaljud Põlvamaal, liivakivi paljandid Võhandu ja Piusa jõel. Devoni kihtide iseärasuseks Kirde-Eestis on nende lasuvus märksa vanemal, Ordoviitsiumi ladestu lubjakivil, milles leidubki põlevkivi. Ordoviitsiumi ja Devoni kihtide teket lahutab umbes 70 miljoni aasta pikkune ajavahemik. Devoni kivimeid (dolokivi ja liivakivi) seelses karjääris ei kasutata ning need moodustavad tohutu suure ja järsu varikalde. Kihid, mis paljanduvad Narva karjääris, on olulised selle poolest, et need maapinnal peaaegu ei avane. Kuuluvad need Narva lademe Vadja alamlademesse, mille paksus on viidatud piirkonnas ligikaudu 16 meetrit.

Esimesele kalaleiule varikaldes järgnes vilgas fossiilide otsing, millest kõik geoloogid õhinal osa võtsid. Kogujad, kellel „kala näkkas” eriti hästi, olid Tarmo Kiipli, Gennadi Baranov, Liina Paluveer ja Ursula Toom.

Neid üllatas eeskätt fossiilide säilivus. Nii leiti mitmel kivilahmakal suuri kalasoomuste kogumikke. Taoline kivististe säilivus ongi see, mis teeb Narva karjääri leiud erakordseks.



ERAKOGU

Vastab Tallinna Tehnikaülikooli teadur

ELGA MARK-KURIK

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

Muidugi on lisaks tore mainida, et mitmed suured soomuskatte eksemplarid ning nendega koos esinevad kolju- ja teised väliskeleti luud kuuluvad tõenäoliselt uuele lihasuimsete kalade (*Sarcopterygii*) liigile perekonnast *Glyptolepis*. Võimalik, et siin esineb veel teinegi uus liik, sedapuhku rüükalade (*Placodermi*) hulgast. Varem on samast karjäärast leitud mitmeid rüükalu – ühe Eestis senitundmatu perekonna esindaja ning teise, tuntud perekonna uus liik.

Kui varasemad leiud sellest karjäärast koosnesid üksikutest kalade skeletiosadest, siis tänavuse saagi hulka kuulusid mitmed lihasuimsete kalade soomuskatte osad, pikkusega kuni 30 cm. Kalajäänused helehallis peeneteralises liivakivis on valkjad, meenutades pisut värsket kalagi. Eesti aluspõhjast on seni teada üksnes paar kalade soomuskatte leidu, mis on aga hoopis väiksemad ning kuuluvad psammosteiididele, st lõuatutele kaladele alamklassist *Agnatha*.

Seega on Narva karjääri kalaleiud meie Devoni kihtidest üliharuldased. Nende kuju ei ole märkimisväärselt moonunud, mida võib täheldada teistest piirkondadest, näiteks Saksamaalt ja Šotimaalt leitud kalafossiilidel.

Veel tuleb mainida, et kalaleiud meie Devoni kihtidest on tegelikult kõik haruldased. Nii paljandite kui ka puursüdame andmetel esineb mitukümmend meetrit pakse kihte, mis on n-ö tühjad. Seda näitas kujukalt kalakivististe otsing Ahja jõe äärsetes arvukates suurtes paljandites, mille tulemuseks oli ainult üks soomus Suurest Taevaskojast. Sama äpardus tabas geolooge paar aastat tagasi uue Koidula raudteejaama stüendis, milles paljandus sadu meetrit Devoni kihte. Sealtki saadi saagiks ainult poolik kala lõualuu. Mulje, et meie aluspõhjas on rohkesti Devoni kalu, põhineb suurtel kogudel. Need on pärit peamiselt mõnest rikkalikust leiu kohast ning saadud aastaid kestnud kaevamiste tulemusena.

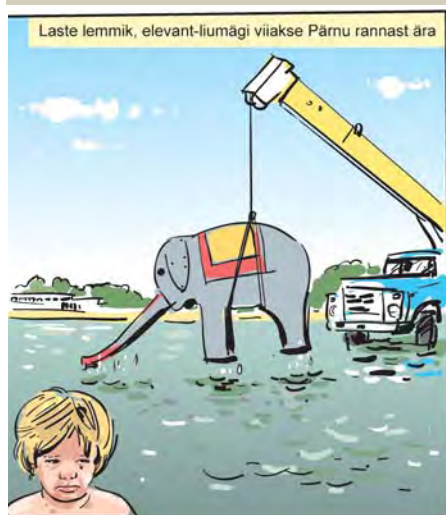
Loodusjõud toimivad nagu tohtu veski ning meid lahub ajast, mil need kalad elasid, ligi 400 miljonit aastat. ●

Tänavu Devoni ladestu kihtidest leitud mitmed lihasuimsete kalade soomuskatte osad olid kuni 30 cm pikad. Kalajäänused helehallis peeneteralises liivakivis on valkjad, meenutades pisut värsket kalagi.

GENNADI BARANOV, TTÜ GI



horisont ☺



TOOMAS PÄÄSÜKE

Parimaks peeti elus lõksu

ERM-i kogude hiirelõksud (kasutatud ka nimetusi lausk, lauts, lõuk, lõudas) on tänapäeva mõistes väga suured (pikim 57 cm), nende valmistamisega ei ole märkimisväärselt vaeva nähtud, need on robustsed ning vähese viimistlusega.



FOTOD: ARP KARM

ERM A 390:6 RÕUGE

Selle riistaga on püütud hiiri mesilastarust. „Lipatsile” pandi leib söödaks. Vedru on tehtud vanast vikatirootsust. Kogutud 1933. aastal, valmistaja Jaan Kõva Rõuge kihelkonnast.

ERM ARVUDES

Eesti Rahva Muuseumi kogus on 22 hiirelõksu ja 15 rotilõksu.

Lõksude valmistamisaeg jääb 19. sajandi lõppu ja 20. sajandi algusesse – vanim on aastast 1812, noorim 1981. Materjalina on enamasti kasutatud puitu ja metalli. Paariks erandiks on kastlõksud, kus külgedel klaasruudud.

Lisaks esemetele on ERM-is lõksudest etnograafilisi jooni- seid, huvitavaid fakte saab ka arhiivis olevatest korrespondentide vastustest.

Ootuspäraselt peeti parimaks elus lõksu ehk kassi. Lisaks sellele, et kass pidi aeg-ajalt kambris kassihaisu tegema, soovitati kõrvalhoonete tarvis kassiauku: „Ei ole kuulnud ega teata midagi eri abinõu, mis oleks takistanud hiirte aita pääsemist, küll aga jäeti aida uksele alla tagumisse nurka auk sisse, kust kass läbi mahuks pugema, et aita minna hiiri hävitama.”

Museaale on keeruline jäigalt liigutada, aga tinglikult on hiirelõkse 3 tüüpi.



ERM A 558:16 OTEPÄÄ

1 Languksega kastlõksud, kuhu närilised jäid elusalt sisse. Kui rott siseneb lõksu, vajub tema raskuse tõttu laua tagumine ots alla ja võimaldab rotil siseneda esimese võre alt võre vahelisse ruumi lõksu tagaosas. Pärast seda tõuseb laua tagumine ots uuesti üles ja suleb rotile tagasitee.



ERM A 602:46 LÜGANUSE

2 Raskusega surmavad langlõksud – sööta haarav loom vabastab tema kohal oleva raskuse sulusest. Sööt asus kahe laua vahel liistakul. Kui liistakut puudutada, langeb ülemine laud kokku ja lõmastab hiire. Raskuseks pandi peale kivi. Valmistatud 1867. aastal Lüganause kihelkonnas.



A 493:326 OSMUSSAARE

3 Metallvedruka lööklõksud. Vanemat tüüpi vedrulõksu pealislauale andis suurema löögijõu vedruna keerdu väänatud nõör. Lõks on väljastpoolt neljakandiline, seest ümmarguse õõnega. Toru pealmises küljes avapoolsest otsast 1,3 cm kaugusel on pilu, samast otsast 4,5 cm kaugusel kaks auku. Samasugused augud samas kohas ka toru alumises, vastasasuvas küljes. Pilu kohal toruõõne seintes ringsoon, mis vastab terasvedru otsas asuvalle traatrõngale.

Põnevad teated pärinevad Pühalepa kihelkonnast: „Hiirte aita tungimist takistati järgmiselt: valmistati väikesed tiivad, mis kinnitati varda otsa. Varda teises otsas oli tuulde sihtija, mis tiivad alati tuules hoidsid. Keset varrast läbis nael, mis jälle kinnitatud pika kepi külge. Nael pidi nii kergelt puud läbima, et see vabalt siia ja sinna pöörata võis. Pikk kepp oli jällegi kahelt poolt harkpuudega kinnitatud aida seina külge. Kui nüüd tuul tiivad käima ajas, kuuldis aidas põrgumüra, mis hiired minema peletas. Tihti tarvitati puutiibade asemel ka plekktiibu ja nelja asemel kuus, mis rohkem müra sünnitasid.”

Lisaks elumajale ja kõrvalhoonetele püüti hiiri-rotte ka mesitarudest.

• Siret Saar
Eesti Rahva Muuseumi koguhoidja

HORISONT KIRJUTAS

40
aastat
tagasi

HORISONT 9/1973, LK 20–23.

Toonasest numbrist leiame tõlkeartikli, kus Jelena Kretšet annab ülevaate vanimast materjalist, mille inimkond oma kunstiannet on ilmutanud, klaasist. Seda liivast valmistatavat ainet tundsid juba vanad egiptlased ja hiinlased ning Süüria ja Bütsantsi meistrid.

„Klaasisseppade peamine tööriist puhumispiip leiutati meie aja-arvamise algul Süürias. Oletatakse, et foiniikia kaupmehed, tolle-aegsed Vahemere avaruste kündjad, viisid selle Itaaliasse. Vajalikku toorainet liiva leidus nähtavasti Rooma, Aquileja ja Concordia ümbruses. Kuid juba 5. ja 7. sajandi vahel pidid kohalikud elanikud oma linnad maha jätma põhja poolt lähenevate rändrahvaste kartusel ja otsima ohutumaid paiku ranna läheduses. Just tollal tulid esimesed asukad Aadria mere laguuni saartele, ühtlasi ka Muranole, paikkonda, kus hiljem tekkis Veneetsia linn.

Võib arvata, et ümberasujate hulgas leidis rohkesti klaasipuhujaid, sest õige pea said Veneetsia ja Murano klaastoodete poolest tuntuks. Esialgu tehti ainult pudeleid, mistõttu sealseid ametimehi kutsuti *fiolerus*'teks, s.t pudelitegijateks (keskaja ladina keeles *fiala* – pudel).

30
aastat
tagasi

HORISONT 9/1983, LK 27

Horisont tutvustas saja aasta tagust tehnikaimet. Väga vahva, kui mõni füüsikaõpetaja võtaks vaevaks seda tarkusekuul taaselustada. Või olla mõnel uudsel moel inspireeriv.

„Philadelphia Elektrinäituse külastajate tähelepanu köitmiseks tuli Edisoni Elektrivalgustuse Kompanii algupärasele mõttele: lasta jagada oma aadressikaarte suurt kasvu neegril, kes kandis kiivrit sellele kinnitatud Edisoni lambiga. Kiivri peal olev lamp ühendati kahe juhtmetraadiga, mis olid peidetud neegri rõivaste alla ning viisid kahe vaskplaadini tema saapakontsade all. Teised maapinda sängitatud vaskplaadid olid ühendatud valgustussüsteemi jaoks kasutatava dünamomasina poolustega. Kui neeger seisis mõlema kontsaga kahe maapinda sängitatud plaadi peal, võis ta vaevaltmärgatava liigutusega ühendada või katkestada elektrivoolu pääsu oma pea peal asuvasse lampi, niiviisi lampi põlema süüdates või seda kustutades. Samal ajal olid tema käed ametis aadressikaartide jagamisega.”

20
aastat
tagasi

HORISONT 7/1993, LK 3

Toonane Horisondi kiri lugejale oleks nagu tänapäeval kirjutatud:

„.../ Veel mõne aasta eest, iseseisvuse taastamise keerises, ei jätnud ükski kihutuskõneleja kinnitamata, et haridusest ja kultuurist saavad vaba Eesti suurimad paleused. Täna, just nagu algdarvinistlike ideede kohaselt kulgevas olelusvõitluses, pöördu-takse paleuste poole üha harvemini. On kõigesööjate aeg, ning turul tehakse panus ikka pakendile, mitte sisule. /.../

Tänapäevases keerukas maailmas on väga raske toime tulla mitmekülgsete teadmisteta. Arenenud maades on üheks olulisemaks niisuguste teadmiste hankimise allikaks üldhuvitavad ajakirjad. HORISONT on Eesti ainus üldhuvitav aimeajakiri. Praegu on paras aeg tellida Horisont.”

Horisont on jätkuvalt ainus eesti teadust populariseeriv eesti ajakiri.
Telli: www.horisont.ee



TIIT KÄNDLER

Mustad augud ja **uneaugud**

1

50 aastat musta augu võrrandit



TIIT KÄNDLER

Potsdami telegraafimäel seisab tänaseni 1924. aastal valminud Einsteini torn. Selle teleskoobiga uuriti Einsteini relatiivsusteooria kehtivust. Torn esindab arhitekt Erich Mendelsohni ekspressionistlikku loomestii. Einsteini tornis töötanud ei ole, kuid külastanud seda pärast valmimist, vaikinud ta mõni tund ja öelnud siis arhitektile: „Orgaaniline.”

Äärepealt oleksime maha maganud ühe olulise juubeli. Nimelt möödus juulis 50 aastat mustade aukude müsteeriumi lahendamisest.

Nõnda elame juba pool sajandit, teades, et mustale augule ei tohi läheneda, meie Linnutee keskmes on must auk ja võib-olla on vaakum tillukesi musti auke täis tuubitud.

1963. aasta juulis rehkendas Uus-Meremaa matemaatik Roy Kerr välja, et mustade aukude suurus ja pöörlemist saab kirjeldada üksnes kahe arvuga: massi ja pöörlemiskiirusega. Igaüks Universumi miljarditest mustadest aukudest on kirjeldatav taolise lihtsa, Einsteini võrrandite matemaatilise lahendusega. Kerri töö on viimase pool-sajandi tähtsaim avastus üldrelatiivsuse valdkonnas ning vaatlused on tõestanud, et tal oli õigus.

Nobeli preemiat pole mees siiski veel saanud, kuid vähemasti Max Plancki gravitatsioonilise füüsika instituut ehk Albert Einsteini instituut pühendas Roy Kerrile 4. ja 5. juulil Potsdamis peetud kongressi.

Potsdami astrofüüsika observatooriumi direktoriks oli Karl Schwarzschild, kes leidis seal Albert Einsteini väljavõrrandite lahenduse ning avastas nähtuse, mida me praegu mustaks auguks kutsume – materia ühenduse, mille gravitatsioon on nii tugev, et isegi valgus ei suuda sealt välja pääseda. •

2

Mälu pikendamise retsept: nähke unes

Unega on teine asi. Keegi ei oska pidada juubelit selle siiani mõistatuslikuks jäänud, kuid hädavajaliku ilmingu võrrandite väljanuputamise puhul. Siiski on siingi puhumas uusi tuuli. Nimelt on selgunud, et uni aitab asju meeles pidada.

Miks mõni sündmus jääb paremini meelde kui teine? Sellepärast, et mälu kordab neid, kui magate või jalutate. Kui infol, mida tahate meeles pidada, on suur väärtus, jääb see ka paremini meelde – seda harjutate kas unes või ilmsi. Northwesterni ülikooli

psühholoog Delphine Oudiette pani püsti eksperimendi, milles osalejad pidid meenu-tama objektide asukohta arvutiekraanil. Iga objekti meelepidamine ühendati rahalise preemiaga. Iga objektiga kaasnes ka iseloomulik heli.

Mõni väheväärtuslike objektidega seotud heli mängiti kas une ajal või ärkvel ette eraldi pildist, et väheväärtuslikke objekte meeles pidada. Selgus, et osalejad mäletasid väheväärtuslikke objekte paremini, kui nende helid une jooksul ette mängiti. Oudiette oletab, et une ajal ette mängitud

helid aktiveerisid nende objektide mälujäljed uuesti ja nõnda jäid need ka paremini meelde. Asjade meeldejätmiseks peame neid kordama. Ja suur osa proovidest toimub just une ajal, spekulatsioonid Oudiette. Siiski ei ava töö selektiivse mälu olemust – seda, miks mõnda sündmust saab mälestada, mõnda aga mitte.

Kuid une sügavus, seega siis ka mäletamise kvaliteet, sõltub valgusest, mille käes magatakse.

Hamstreid uurides jõudsid Ohio osariigi ülikooli neuroteaduste professor Randy

Nelson ja tema kolleegid jäeldusele, et kui loomakesi öösel valgustada sinise valgusega, on nad järgmisel päeval depressiivsemad kui punase valguse paistel mööda saadetud öö järel.

Kõige paremini tundsid end öö pimeduses veetnud hamstrid, sinise valguse mõjule lähenes valge valgus. Tulemus võib olla kehtiv ka öövahetuses töötavate inimeste puhul, oletab Nelson. Punane valgus mõjub neile valgest paremini.

Teadlased uurisid võrkkesta valgustundlikke rakke, millel pole tähtsust nägemisel, vaid ööpäevarütmide korraldamisel.

Oletatakse, et need rakud säätivad ka meeleolu ja tundeid. Need rakud reageerivad eri lainepikkusega valgusele erineva tundlikkusega: tundlikumalt sinisele ja

vähemtundlikult punasele. Siberi hamstreid valgustati igal öösel nelja nädala jooksul erinevalt. Seejärel testiti nende depressioonisarnaseid sümptomeid erilistes katsetes. Näiteks jõid sinise valguse hamstrid vähem suhkruvett, mis näitab nende kehva tuju. Muutunud oli ka sinise valguse käes öö mööda saatnud hamstrite aju hipokampus. Selle rakkudel oli tavalisest tunduvalt vähem teistele rakkudele keemilisi signaale saatvaid karvasarnaseid moodustisi.

Pole siis ime, et Kuu und mõjutab. Mõned inimesed kurdavad unetuse üle täiskuu ajal. Baseli ülikooli psühhiaatria-professor Christian Cajochen ja tema rühm uuris 30 vabatahtliku und laboris. Une ajal seirati kahe vanuserühma ajumustreid, silmaliikumisi ja hormoonide

eritumist. Tuli välja, et tänapäevalgi sõltub inimese uni Kuu rütmidest. Täiskuu ajal vähenes sügava une kestus kolmandiku võrra ja magama jäädi viis minutit hiljem ning uni kestis 20 minutit vähem. Ka oli une ja ärkveloleku tsükleid reguleeriva melatoniini tase madalam.

Teadlased peavad seda iidsete aegade päranduseks – näiteks mõjutab kuuvalgus mereloomade paljune-
miskäitumist.



Võib-olla on aga tegu hoopis kuuvalguse värviga – on see ju sinakam kui keskmine päeva-
valgus? •

3 Ajataju sõltub geenidest ja depressioonist

Maa pöörlemine loob päeva ja öö, aga sunnib igaööpäevased rütmid peale igale elusolendile. Imetajatel toimib ajus tsirkadiaankella nimeline sisemine mehhanism, mis kontrollib ööpäevarütme: und ja ärkvelolekut, söömist ja ainevahetust ning paljusid teisi loomulikke asju. Ajukella mehhanism on keeruline ja selle molekulaarsed mehhanismid on jäänud lõpuni mõistmata. Nüüd on astunud sammuke edasi.

Concordia ja McGilli ülikooli teadlased avaldasid ajakirjas Neuron artikli, mis võtab kokku nende uurimused tsirkadiaankella alal. Nad uurisid, kuidas keha tsirkadiaankell mõjutab sellist fundamentaalset bioloogilist protsessi nagu valgusüntees. Shimon Amir ja kaasautor Nahum Sonenberg leidsid kellas ühe allasuruva ehk repressiivse valguga. Kui nad selle eemaldasid, kella töö üllatuslikult paranes.

Ekspimenteeriti hiirtel, kuid sarnalaadsed tsirkadiaankellad on kõigil imetajatel. Uuriti mutantset hiirt, kel puudus eriline valk nimega 4E-BP1, mis blokeerib valgusünteesi tähtsat astet. Selgus, et taoline hiir talub oma tsirkadiaankella ebakorrapärasusi palju paremini. See tähendab, et ta suudaks paremini ületada lennukil Atlandi ookeani, töötada öövahetuses või maa all ning ka uni oleks sellisel hiirel korrapärasem. Teadlaste sõnul kohandus selline hiir ajavõõndite vahelise reisi simulatsiooni korral tavahiirest kaks korda kiiremini. Säherdusel hiirel tekkis ka enam üht pisikest, ajukella töö tarbeks vajalikku valku VIP. Nõnda selgus, et



CORBIS / SCANPIX

geneetiliste manipulatsioonidega saab tsirkadiaankella käiku korrastada, mis annab ehk võimaluse ravida sisemise kella häiretega patsiente. Teadlased kuulutasid koguni välja, et säherduste manipulatsioonidega võiks aeglustada vananemist, kuid seda väidet tuleks võtta pigem reklaamitrikinna.



UUED TUULED

UUED TUULED on rubriik, kus teaduskirjanik TIIT KÄNDLER vaatab üle viimase paari kuu jooksul ilmunud markantsemad teadusuudised ja valib sellest hulgast ühisosaga alamhulga. Need uudised on loodetavasti kestvad ja põnevad ning kannavad teaduse vaimu: huvitu, aga kahtle.

Keskmise depressiooni all kannatavad inimesed alahindavad oma võimeid. Hertfordshire'i ülikooli vastsed uurimistulemused näitavad, et depressiivne inimene on aja hindamisel täpsem. Sageli kaldub ta moonutama fakte ja näeb oma elu negatiivsemana kui mittedepressiivne inimene. Lootusetuse, abituse, kasutuse tunne on depressiooni tunnuseid. Aeg tundub tema jaoks kulgevat aeglaselt – aeg näib venivat. Kuid vahel näeb ta reaalsust tõepärasemalt kui tema õnnelikumad sõbrad, kes vaatavad elu läbi roosade prillide.

Matemaatilise psühholoogia professor Diana Kornbrot võttis uuringutulemused kokku: depressiivsed isikud hindasid aega õigesti, nende mittedepressiivsete kaaslaste hinnangud olid „liiga kõrged“. Nähtusel on oma nimigi: depressiivne realism.

Vabatahtlikud hindasid suuliselt ajavahe-
mikke kahest 65 sekundini ja löid ka oma-
enese ajaintervalle. Mittedepressiivsed
katsealused hindasid intervalle liiga pikaks,
ise aga löid liiga lühikesi. Depressiivne
rahvas oli ses osas täpsem. Kuidas see tead-
mine depressiooni ravile kaasa võiks aidata,
on iseasi. Mittedepressiivsed hindaksid,
et üsna pea, depressiivsed oleksid ehk
realistlikumad ja ütleksid, et millalgi tule-
vikus võib-olla ... •



Akadeemia 1991–2000

AKADEEMIA AJAD JA RAJAD on rubriik, mis toob 2013. aasta jooksul lugejani fakte, pilte ja dokumente Eesti Teaduste Akadeemia 75 tegutsemisaastast.

Akadeemia struktuur 1991. aastal

Presiidium

Keskasutus

Raamatukogu

Varustuskontor

Kommunaalmajanduse Valitsus

Eesti Geograafia Selts

23 akadeemikut ja

24 korrespondentliiget

Astronoomia ja Füüsika Osakond

Astrofüüsika ja

Atmosfäärifüüsika Instituut

Rahvusvaheline Kosmoloogiakeskus

Füüsika Instituut

Keemilise ja Bioloogilise

Füüsika Instituut

Eesti Biokeskus

Konstrueerimisbüroo

Tehnoloogiakeskus VEMO

Informaatika ja Tehnikateaduste Osakond

Küberneetika Instituut

Arvutustehnika Arendusbüroo EKTA

Termofüüsika ja Elektrofüüsika

Instituut

Bioloogia, Geoloogia

ja Keemia Osakond

Keemia Instituut

Geoloogia Instituut

Ökoloogia ja Mereuringute Instituut

Eksperimentaalbioloogia Instituut

Zooloogia ja Botaanika Instituut

Tallinna Botaanikaead

Rahvusvaheline Taime-

ja Saasteuringute Labor

Tallinna Botaanikaia Puukool

Looduseuurijate Selts

Looduskaitse Komisjon

Humanitaar- ja Sotsiaalteaduste Osakond

Majanduse Instituut

Filosoofia, Sotsioloogia

ja Õiguse Instituut

Ajaloo Instituut

Keele ja Kirjanduse Instituut

Fr. R. Kreutzwaldi nim

Kirjandusmuuseum

Emakeele Selts

Kokku 3417 töötajat, neist teadus-

asutustes 2517 (sh 1198 teadurit, neist

124 doktorit ja 644 teaduskandidaati)



Eesti presidendi akadeemilise nõukogu liikmed (1992–2001) Kadriorus.

1. reas vasakult:

Jaan Ross, Erast Parmasto,

president Lennart Meri,

Henn Elmet,

Mihkel Veiderma;

2. reas:

Jüri Engelbrecht

(Akadeemia president

aastatel 1994–2004),

Ain-Elmar Kaasik,

Raimund Hagelberg,

Hillar Aben;

3. reas:

Kaido Jaanson,

Märt Väljataga,

Jaan Einasto,

Richard Villems,

Jaak Aaviksoo.

Fotolt puuduvad

Mati Heidmets ja Rein Raud.

Akadeemilise nõukogu tegevuse eesmärk on nõustada Eesti presidenti tema põhiseadusest tulenevate ülesannete täitmisel.

1995

September – koostöös Tallinna Tehnikaülikooliga ilmus Eesti Teaduste Akadeemia Toimetiste uue tehnikateaduste seeria esimene number.

24. november – valitsus kinnitas Akadeemia põhikirja ja akadeemiku statuudi ning määras akadeemikute piirarvuks 60.

5. detsember – asutati Eesti Teaduste Akadeemia Toimetiste humanitaar- ja sotsiaalteaduste seeria ning Akadeemia ja Tartu Ülikooli ühine humanitaar- ja sotsiaalteaduste ajakiri Trames (esimene number ilmus 1997).

14. detsember – välisliikmeks valiti Carl-Olof Jacobson, Jaan Laane, Endrik Nõges, Michael Godfrey Rodd ja Henn-Jüri Uibopuu.

1995

1996

2. jaanuar – valitsuse määrusega viidi kõik senised Akadeemia teadusasutused Akadeemia alluvusest ja koosseisust välja.

12. märts – Akadeemia avalike akadeemiliste loengute sarja avaüritusel pidas Akadeemia president Jüri Engelbrecht loengu „Kaootiline loodus ja looduslik kaos“.

11.–15. august – Akadeemia ettevalmistusel ja tehnilisel korraldusel toimus Tallinnas Eesti Teadlaste Kongress, kus osales 520 teadlast 13 riigist.

18. detsember – üldkogu istungil toimus Akadeemia presidendi ametiketi rakendamise pidulik tseremoonia, kus esines sõnavõtuga ja asetas ametiketi Jüri Engelbrechti õlgadele Eesti president Lennart Meri. Üldkogu formuleeris teaduse ja tehnoloogilise arendustegevuse peaesmärgid Eestis.



Eesti Teadlaste Kongressi avatseremoonia Estonia kontserdisaalis.

1991

9. jaanuar – valiti Akadeemia esimesed välisliikmed: Valdar Jaanusson, Charles Gabriel Kurland, Matti Kuusi, Johannes Piiper, Päiviö Tommila ja Ivar Ugi.

2. aprill – kinnitati Akadeemia lipu ja vapi statuudid ning kasutamise kord.

20. november – üldkogu otsus Eesti teaduskorralduse reorganiseerimise kohta. Humanitaar- ja Ühiskonnateaduste Osakond nimetati ümber Humanitaar- ja Sotsiaalteaduste Osakonnaks. Allkirjastati Eesti, Läti ja Leedu Teaduste Akadeemia teaduskoostöö leping, sõlmiti kahepoolsed koostöölepingud Londoni Kuningliku Ühingu ja Briti Akadeemiaga.

1992

7. aprill – allkirjastati koostööleping Tallinna Tehnikaülikooliga.

8. aprill – üldkogu pöördumine Ülemnõukogu ja valitsuse poole, väljendamaks ärevust olukorra pärast, millesse teadusasutused ja ülikoolid on sattunud riigi majandusliku languse ja järsu hinnatõusu tõttu.

5. mai – allkirjastati koostööleping Tartu Ülikooliga.

7. september – allkirjastati koostööleping Tallinna Pedagoogikaülikooliga.

17. november – põhikirja muudatustega täpsustati liikmete valimise korda ja määrati liikmeskonna piiravuks 60 akadeemikut.

1993

31. märts – akadeemikuks valiti Pavel Bogovski, Ain-Elmar Kaasik, Ilmar Koppel, Ülo Lepik, Ülo Lumiste, Viktor Masing, Leo Mötus, Juhan Ross, Valdur Saks ja Raimund-Johannes Ubar.

7. aprill – üldkogu otsustas esitada Riigikogule Eesti Teaduste Akadeemia seaduse taastõustamise seaduse eelnõu. Moodustati Underi ja Tuglase Kirjanduskeskus.

5. mai – loodi uus iseseisev allasutus Teaduste Akadeemia Kirjastus, mille põhikiri kinnitati 12. oktoobril. Kirjastus alustas tegevust 1. jaanuaril 1994.

1994

5. mai – üldkogu avaldas erakorralisel istungil resolutsiooni protesti valitsuses valminud teadus- ja arendustegevuse seaduse eelnõu vastu.

23. november – akadeemikuks valiti Jaak Aaviksoo, Harri Käär, Hans Küüts, Agu Laisk, Uno Mereste, Peeter Tulviste ja Haldur Õim.

7. detsember – Akadeemia presidendiks valiti akadeemik Jüri Engelbrecht.

15. detsember – riigikogu võttis vastu teaduskorralduse seaduse, millega tegelikult lõpetati teadusasutuste kuulumine Akadeemia koosseisu. Seadus jõustus jaanuaris 1995.

1991

1940. aastal välja antud Eesti Teaduste Akadeemia esimese aastaraamatu järgmist väljaannet tuli oodata enam kui pool sajandit. Uuendatud vormi ja ülesehitusega aastaraamatu teine köide ilmus 1997. aastal.

1997

16. aprill – riigikogu võttis vastu Eesti Teaduste Akadeemia seaduse, mille president kuulutas välja 29. aprillil.

20. juuni – seeriaväljaande „Eesti Vabariigi teaduspreemiad“ esimese köite esitlus.

29. oktoober – akadeemikuks valiti Ene Ergma, Jaak Järv, Arvo Krikmann ja Rein Küttner.

18. detsember – üldkogu võttis vastu Akadeemia uue põhikirja, kinnitas Akadeemia medali ja tänukirja statuudi.

1998

Restaureeriti Eesti Teaduste Akadeemia saal Toompeal Kohtu 6.

Veebruar – ilmus Akadeemia ja Ajaloo Instituudi kahe uue ühise seeriaväljaande „Acta Historica Tallinnensia“ ja „Eesti Arheoloogia Ajakiri“ esimene number.

10. veebruar – haridusministeerium registreeris Akadeemia uue põhikirja.

30. märts – Akadeemia alluvusse anti Underi ja Tuglase Kirjanduskeskus.

22. oktoober – Akadeemia 60. aastapäevale pühendatud üldkogu istungil esitleti kogumikku „Eesti Teaduste Akadeemia. Ülevaateid ja meenutusi. 1938–1998“. Akadeemia kirjastamisel valmis ka Teadus- ja Arendusnõukogu ning Akadeemia ühiselt koostatud väljaanne „Teadmiste keskne Eesti. Teadus- ja arendustegevuse strateegia“ (pildil).

1998

27. november 1998 – 60. aastapäeva tähistati Tartus koosoleku ja mälestustahvli avamisega Akadeemia esimeseks asupaigaks olnud majal Lai tn 36.

3–4. detsember – Akadeemia majas toimus rahvusvaheline konverents „Teadus ja ühiskond: tee tulevikku“, kus osales üle 60 teadlase, teadusjuhi ja ühiskonnategelase mitmetest riikidest.

1999

28. aprill – kinnitati Akadeemia osakondade põhimäärused, akadeemikute, välisliikmete ja juhatuse liikmete valimise reglement.

20.–22. juuli – esimene Akadeemia teaduspäev maakonnas korraldati Saaremaal Kuressaares.

7. september – energeetikanõukogu formuleeris Akadeemia seisukoha põlvkiviõli tootmise jätkamise kohta Eestis, otsus saadeti valitsusele, majandusministeeriumile, riigikogu majanduskomisjonile ja põlvkiviettevõtetele.

3. detsember – Akadeemia algatatud seminaride sarja „Teadus ühiskonnale“ avauuring.

2000

2000

29. november – esimene seminar sarjast „Teaduse uued suunad“.

2000

29. november – esimene seminar sarjast „Teaduse uued suunad“.

2000

29. november – esimene seminar sarjast „Teaduse uued suunad“.

1994

Akadeemia struktuur 2000. aastal

59 akadeemikut ja 13 välisliiget
Juhatus

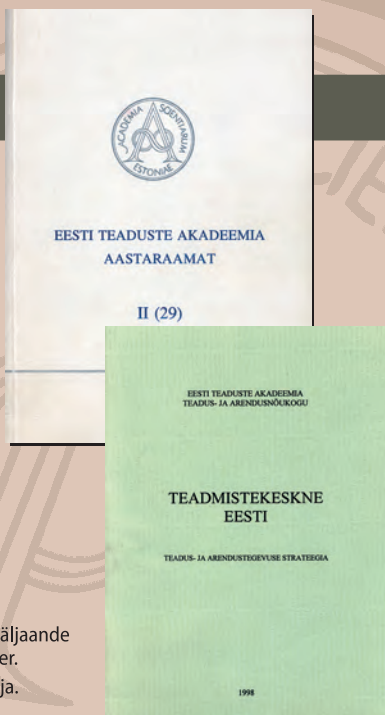
Astronoomia ja Füüsika Osakond
Informaatika- ja
Tehnikateaduste Osakond
Bioloogia, Geoloogia ja
Keemia Osakond
Humanitaar- ja Sotsiaalteaduste
Osakond

Teaduste Akadeemia Kirjastus
Underi ja Tuglase Kirjanduskeskus

Ekspertkogud:
meteoriitika komisjon
looduskaitse komisjon
energeetikanõukogu

Assotsieerunud asutused:
Eesti Põllumajandusülikooli
Zooloogia ja Botaanika Instituut
Tartu Observatoorium
Tallinna Pedagoogikaülikooli
Ökoloogia Instituut
Eesti Akadeemiline Raamatukogu
Eesti Keele Instituut
Eesti Kirjandusmuuseum

Assotsieerunud organisatsioonid:
Eesti Looduseuurijate Selts
Eesti Geograafia Selts
Eesti Kodu-uurimise Selts
Emakeele Selts
Teadusajaloo ja Teadusfilosoofia
Eesti Ühendus
Eesti Teaduslik Selts Rootsis





Teerajaja ja innustaja



Nikolai Alumäe

tehnikateadlane ja küberneetik
akadeemik 30. juunist 1954

- sündis 12. septembril 1915
- õppis 1934–1936 Tartu Ülikoolis ja 1938–1941 Tallinna Polütehnilises Instituudis
- aastast 1945 tehnikateaduste kandidaat, aastast 1951 tehnika-teaduste doktor
- töötas 1960–1969 Küberneetika Instituudi direktorina, 1977–1987 samas vanemteadur
- aastast 1965 professor
- 1964–1977 Teaduste Akadeemia asepresident
- Nõukogude Eesti preemia 1970
- hobid: klassikaline muusika, orienteerumine

Nikolai Alumäe oli silmapaistev mehhanikateadlane, kes, olles aastal 1960 üks Küberneetika Instituudi asutajatest, pani aluse mitmete uute teadussuundade arengule Eestis ja lõi seal eluterve akadeemilise õhkkonna, mis on säilinud tänaseni. Tema üks tees oli: „Kui teil on probleem, mida te ei oska kohe lahendada, siis olete õnnelik inimene. Teil on, millest mõelda.”

Nikolai Alumäe (12. september 1915 – 27. märts 1992) sündis Tallinnas kooliõpetajate perekonnas. Tallinna Tehnikaülikooli lõpetas ta ehitusinsenerina. Õpingute aega jäi ka teenistus Eesti sõjaväes.

Teise maailmasõja keeris viis Nikolai Alumäe Venemaale, kus tal tagalas õnnestus jätkata õpinguid ja teadustööd. Kandidaadikraadini (tollane *PhD*) jõudis ta 1945. aastal. Järgnes paar aastat õppejõuna Tallinna Polütehnilises Instituudis. Edasi viis tee doktorantuuri Nõukogude Liidu Teaduste Akadeemia Mehaanikainstituuti Moskvas ning oma doktoritöö (*DSc*) kaitses ta 1951. aastal. Nikolai Alumäe mõlemad väitekirjad käsitlesid koorikute teooriat. Miks? Legendiks on saanud jutt Tallinna Tehnikaülikooli õppejõust August Komendandist, kes olla üliõpilastele maalinud hirmuäratava pildi koorikute teooriast, mis olevat jõukohane üksnes paarile inimesele maailmas (need olid aastad vahetult enne Teist maailmasõda!). Seda juttu olevat kuulnud ka Nikolai Alumäe ja sellest tema valik. August Komendant, kes lahkus Eestist okupatsiooni alguses, sai ise laias maailmas kuulsaks ehitusinsenerina, hästi tuntud on tema koostöö samuti Eestist pärit arhitekti Louis Kahniga.

Õhukesed objektid ja teravmeelsed lahendused

Koorikute teooria on mehaanika valdkond, kus mehaanika põhi-võrrandite rakendamisel tuleb arvestada ühe mõõtme (kooriku pakuse) olulise väiksusega võrreldes ülejäänud kahe mõõtmega ning kooriku pinna geomeetrilise geomeetriaga. Rakendused on ehituses, masinaehituses, laeva- ja lennukiehituses, raketites jm ehk teisisõnu – igal pool, kus tegemist õhukeste objektidega. Matemaatilisest küljest on tegemist kõrgemat (kuni kaheksandat!) järku osatuletistega diferentsiaalvõrranditega, mis tihti on veel lisaks kõrgetele järkudele ka mittelineaarsed.

Nikolai Alumäe teadustulemused koorikute teooria analüüsi haarasid koorikute tasakaalu ja dünaamikat, nende omadusi

kriitilise staadiumi järel (st pärast võimalikku mõlkumist) ning teravmeelseid meetodeid pingelolukordade lahutamisel. Ta kujunes tollases Nõukogude Liidus selle valdkonna üheks juhtkujuks. Alumäe kolleegid Moskvast, Leningradist, Jerevanist ja mujalt olid suurepärased teadlased, kellega lävimine mõjutas oluliselt ka mehaanika kui teadusvaldkonna arengut Eestis.

Eestis kujunes välja terve koorikute teooria koolkond, kelle kohta ütles Alumäe hea sõber, akadeemik Heinrich Laul, kes ise tegeles raudbetoonkoorikutega: „Asja alguses asus Alumäe.” Kui Nikolai Alumäe esitati Akadeemia korrespondentliikme kohale, kirjutas tollane akadeemik Ottomar Maddisson tema tööde analüüsis: „Väga iseloomustava nähtena avaldub töödes autori sihikindel püüe matemaatilisele rangusele ja selgusele.” Publikatsioonid olid paraku sellel ajal, möödunud sajandi teise poole alguses, vene keeles. Nõukogude Liidu juhtiv ajakiri *Prikladnaya Matematika i Mekhanika* (Rakendusmatemaatika ja mehaanika) siiski oli ja on ka praegu rahvusvaheliselt väga kõrgelt koteeritud.



FOTOD: AKADEEMIA

Sügav jälg Eesti teaduselus

Võiks öelda, et tegutsemine oma teadusvaldkonnas ongi teadlase elus oluline fookus. Nikolai Alumäe lõi Eesti Mehaanika Rahvusliku Komitee, algatas mehaanikaalaste seminaride ja konverentside seeria Eestis ning tema mõju on tunda tema järglastes. Aga Nikolai Alumäe tegevus oli tunduvalt laiem, millega ta jättis hoopis sügavama jälje Eesti teadusellu. Lühidalt on selle jälje nimi Küberneetika Instituut ja kõik, mis sellega seotud.

Küberneetika Instituudi tekkeloos mängisid olulist osa kaks meest – vastuoluline Gustav Naan, kes leidis õige mooduse saada Moskvast vajalikud allkirjad uue instituudi loomiseks, ning Nikolai Alumäe, kes oskas vaadata kaugemale kui teised. Ja nii loodi aastal 1960 TA Küberneetika Instituut, mis tollases Nõukogude Liidus oli tegelikult väike ime – olid ju küberneetika, geneetika jt „kapitalistlikud” teadussuunad selle ajani põlu all.

Nikolai Alumäe kujundas direktorina Küberneetika Instituudi näo vaba teadusmõtte ja uute ideede viljelejana. Tema sihiseadmine ja töötahe nakatasid kõiki, kes neil aastatel Küberneetika Instituudis töötasid. Probleemid olid kahtlemata põnevad – kuulus M-3 ehk esimene Eesti elektronarvuti, juhtimisprotsesside automatiseerimine ja programmeerimine, mis poole sajandi eest kõlas peaaegu nagu geenitehnoloogia täna – piiramatute võimaluste maa.

Innustaja ja uste avaja

Tuleks küsida, mis pani need möödunud sajandi kuuekümnendate aastate helged pead tegelema probleemidega, mis jätkusuutlikuna teaduse ja tehnoloogia arengu seaduspärasuste kaudu on meid toonud tänasesse päeva. Kuidas on operatsioonanalüüs, diaalogsüsteemid, tehisintellekt jm suunad transformeerunud arvuti-teaduseks ning teiselt poolt süsteemitarckvara ja instrumentaaltarkvara arenenud tänaasteks rakendusteks? Ning protsessijuhtimise analüüs ja projekteerimine on nüüdisajaks arenenud proaktiivseteks süsteemideks, kus põhiorhk kandunud situatsiooniteadlikele arvutusmudelitele. Ja kuidas on mittelineaarne koorikute teooria, see Nikolai Alumäe meelisteema, arenenud kompleksisüsteemide analüüsiks? Kuidas on membraanpingete eksperimentaalne määramine koorikutes viinud tensorvälja tomograafiani?

Kõiges selles oli Nikolai Alumäel ideeline osa, mitte et ta ise oleks nimetatud valdkondades otseselt tegev olnud, vaid innustades, uksi avades, kontakte luues, noori inimesi õppima suunates. Tema särav eeskuju nakatas ja kui me nüüd tagasi vaatame, siis on selge, miks Küberneetika Instituudis on kaks Eesti teaduse tippkeskust – Arvuti-teaduse tippkeskus ja Mittelineaarsete Probleemide Analüüsi tippkeskus. Eraldunud AS Cybernetica tegutseb tõhusalt rakenduste vallas ning tegijaid on jätkunud IT valdkonnas igale poole. Küberneetika Instituudi kõikide aegade töötajate nimekirja on pikk ja sellest võib leida 13 akadeemiku nimed. Nendest 5 töötavad ka tänapäeval Küberneetika Instituudis. Eks need faktid räägivad iseenda eest. Aastal 2013 võeti Euroopa Liidus vastu Aarhusi deklaratsioon ekstsellentsusest teaduses. Kui lugeda selle põhimõtteid – anda andekatele teadlastele vabad käed, luua parimad tingimused uute ideede arendamiseks, läbimurreteks teadmistes, mis loovad aluse homsetele rakendustele, siis oleksid need nagu maha kirjutatud Nikolai Alumäe põhimõtetest.

Pilti Nikolai Alumäest tuleb veel lisada kirjeldus tema rollist Teaduste Akadeemias, kus ta asepresidendina palju aastaid (1968–1977) tegev oli, ja Tallinna Teadlaste Majas, mis tema eestvedamisel 1966. aastal loodi. Seal leidsid rakendust Nikolai Alumäe oskus suhelda ja inimesi kokku viia. Akadeemias oli tegemist ka keeruliste olukordadega, sest tolleaegse võimu surve vabale mõtlemisele oli suur. Ise ta märkis näiteks ühes oma akadeemikuaruandes, et sattus ühel aastal sügavasse konflikti Akadeemia presidendiga, ja lisas enesekriitiliselt: „mispärast ma lõpuks ei meeldinud eneselegi”.



Legendaarne juba eluajal

Juba Nikolai Alumäe eluajal liikusid suust suhu legendid tema ütlemistest ja tegemistest. On teada, et igas väitekirjas peab olema paar rida, mille eest tegelikult teaduslik kraad saadakse. Valikuvabaduse korral tuleb ainult intrigeerivate ja raskete probleemidega tegeleda ning kui raskele probleemile kohe lahendust ei leia, siis see ongi õnn, sest siis on, mille üle mõelda.

Tal endal oli suurepärase intuitsiooni ja sisemine vajadus intellektuaalseks tööks. See lõi välja ka tema huvides, eriti muusikahuvis. Oli raske temaga kõnelda muusikast, kui kõnealuse teose partituurist aimu polnud. Tema eriliseks lemmikuks oli Šostakovitš. Meenub seegi, kuidas ta oma meeleliigutust varjas, kui talle ühelt välisreisilt Tubina 5. sümfoonia plaadi tõin.

Nikolai Alumäe eeskuju on loonud eetilised väärtused paljudes teadusinstituutsioonides, mille töös ta kas juhina, juhendajana või konsultandina osales. Kompromissitus ja maksimalism teaduses olid ehk tema kõige olulisemad jooned. Tema arhiivimaterjalidest Teaduste Akadeemias leidsin üllatava kirja Akadeemia Üldkogule 1961. aastast, kui uute täisliikmete kandidaatide hulgas oli ka tema nimi. Ta palus luba keelduda kandideerimast, sest tema lähemad kolleegid Moskvast ja Kiievis polnud veel akadeemiku tiitliga pärjatud! Üldkogu siiski tema avaldust kuulda ei võtnud ja juba 1954. aastal korrespondentliikmeks valitust sai 1961 Akadeemia täisliige.

Eesti Mehaanika Rahvusliku Komitee korraldusel viiakse kaheaastase intervalliga läbi Nikolai Alumäe loenguid, mida peavad meie mehaanikateadlased. Eesti Teaduste Akadeemia autasustab Nikolai Alumäe medaliga väljapaistvaid teadlasi informaatika ja tehnikateaduste alal. Veelgi olulisem on aga see, et Nikolai Alumäe väärtushinnanguid kantakse edasi. ●



Jüri Engelbrecht

mehaanikateadlane
akadeemik 4. aprillist 1990

- sündinud 1. augustil 1939
- õppinud 1957–1962 Tallinna Polütehnilises Instituudis
- töötab aastast 1968 Küberneetika Instituudis
- aastast 1968 tehnikakandidaat, aastast 1982 füüsika-matemaatikadoktor
- aastast 1984 professor
- aastatel 1994–2004 Teaduste Akadeemia president, aastast 2004 asepresident
- Eesti Vabariigi teaduspreemia 1992 ja 2008
- mitmete riikide akadeemiate välisliige ja ülikoolide audoktor
- hobid: suusatamine, klassikaline muusika, inglise keel

Madu ja maomürk – tapja ja ravija

➔ Maod on võlunud, lummanud ja tekitanud kartust läbi ajaloo. Tänapäeval kasutatakse maomürke väga väikeses doosis ravimsalvides ja paljudes maades ka süstelahusena.

Otse loomulikult valmistatakse maomürgist antiseerumeid, aga ka valu vaigistavaid, vere-rõhku alandavaid ning trombe ennetavaid ja lagundavaid preparaate. Lisaks ravile on maomürgid kasutusel diagnostikas ning nende koostise põhjal võib isegi hinnata keskkonna radioaktiivset saastatust.

Oma panuse maomürkide uurimisse on andnud ka Eesti teadlased, eeskätt KBFI vastav uurimisrühm.





CORBIS / SCANPIX



CORBIS / SCANPIX

Kristlikus kultuuriruumis on madu olnud sageli kurjuse ja õeluse kehastus, mis on seotud Piibli allegooriaga Aadamast, Eevast, õunast ja maost. Teistes kultuurides on aastatuhandeid usutud madude ravivasse, parandavasse toimesse.

Maod on võlunud, lummanud ja tekitanud kartust läbi ajaloo. Iidses Egiptuses kasutati kobra kujutist sõjalaevadel, madu kaunistas Rooma impeeriaatorite kroone ning vanas Kreekas oli puu ümber keerdunud madu meditsiini jumalus. Madu on tänini meditsiini sümbol ja üks farmaatsiafirmade meelislogosid. Maiade ja astekide kalendris nimetati nädala viiendat päeva maopäevaks.

Maa põlisasukad

Maod on ühed vanimad Maa asukad. Viimase aja uuringud on näidanud, et maod põlvnevad merisisalikest mosasaurustest ja lahknesid 120–200 miljonit aastat tagasi. Madusid esineb kõigil kontinentidel, välja arvatud Antarktika ja enamik saari.

Maod kuuluvad *Reptilia* klassi, *Squamata* seltsi ja *Ophidia* alamseltsi. Tänapäeval eristatakse 15–20 madude sugukonda 450–460 perekonna ja 2900–3000 liigiga. Madude nimetusi ja klassifikatsiooni on viimastel aastatel sageli muudetud seoses geeniuuringutega. Kahjuks ei ole senini veel ühegi mürkmao genoomi andmeid avaldatud – kuningkobra genoomi järjestamine on alles lõppjärgus, küll järjestati hiljuti mürgitu püütõni genoom.

Maod on väga erineva suurusega, alates 10 sentimeetri pikkusest niitmaost kuni 7,6–10 meetri pikkuse anakondani. Nende sugu on välimuse järgi raske eristada, kuna mao suguorganid ei ole nähtaval. Maod võivad olla kas munejad või poegijad, kusjuures mürkmaod on mürgised juba vastsündinuna. Enamik madudest siiski mürkmaod ei ole ja neil puudub ka spetsiifiline mürginääre.

Mürkmaod

Mürkmaod klassifitseeritakse tänapäeval nelja sugukonda:

- *Atractaspididae* (atraktaspidiidid)
- *Colubridae* (kolubriidid)
- *Elapidae* (elapiidid, mürknastiklased)
- *Viperidae* (viperiidid, mürkrästiklased).

Erinevatel andmetel on teada 600–725 liiki mürkmadusid. Mürkmadusid ei ole seni leitud Tšiilis, Madagaskaril,



CORBIS / SCANPIX

Kristlikus kultuuriruumis seostub madu salakavaluse ja kurjusega.

Uus-Meremaal, Hawaiiil ja Uus-Kaledoonias. Eestis, ka Põhja- ja Kesk-Euroopas ning Põhja-Venemaal, elutseb ainult üks mürkmadu – harilik rästik (*Vipera berus*).

Erinevalt teistest madudest on rästikul võimalik värvuse järgi sugu määrata. Isane rästik on reeglina hallikas, emane tumedam pruunikas või isegi must. Rästik on eluspoegija, kelle pojad kooruvad munadest juba enne sündi emaslooma kehas.

Madu kui lemmikloom

Läänemaailmas ja ka Eestis peetakse mõnda madu lemmikloomana ning neid on hakatud lemmikuna isegi aretama. Koduloomana on madu suhteliselt vähenõudlik, kuna ei võta palju ruumi ja vajab ka toitu harva – tavaliselt kord 5–14 päeva jooksul. Õigesti hooldatuna võib mõni madu elada isegi 40-aastaseks. Vangistuses aretatud maod sobivad lemmikloomadeks paremini kui nende loodusest püütud analoogid.

Eestis tegeleb mürkmadude kasvatamisega kümnekond inimest, kellest tuntuim on Pärnu MiniZoo omanik

Peeter Põldsam. Nii MiniZoos kui ka kodus kasvatab ta kümneid mürkmaadusid.

Mürkmadude, eriti just võõraste liikide lemmikloomana pidamine võib aga olla väga ohtlik lihtsalt seetõttu, et juhuslik maohammustus võib lõppeda surmaga, kuna vastav antiseerum pole kiiresti kättesaadav.

Esimene kobramürgist tingitud dokumenteeritud surmajuhtum on ilmselt olnud Kleopatra surm.

Seerumiga salvamise vastu

Seni on kõige tõhusamaks raviks maomürgi vastu antiseerumid, mida saadakse mao või madude mürgiga töödeldud loomade verest. Esimese antiseerumi kobra (*Naja kaouthia*) mürgi vastu valmistas prantslane Albert Calmette 1894. aastal. Sama sajandi lõpul valmisid antiseerumid maomürkide vastu ka Austraalias ja Brasiilias. Esimene bivalentne ehk kahe mürgi vastu kasutatav antiseerum tehti valmis 1929. aastal Lõuna-Aafrikas.

Kõige laialdasemalt kasutatakse maailmas maomürkide vastu hobuse-seerumit, samas kui kõige väiksemate kõrvalmõjudega on kaameliseerum. Viimasel ajal on leitud, et mõistlik on antiseerum valmistada mürgi kõige toksilisemate komponentide vastu, sest mürgis on hulk komponente, mis inimesele toksilised ei ole.

Kuna maomürkide vastaste antiseerumite tootmine pole tulus äri, on arengumaades – eriti Aafrika riikides –

Kahjuks ei ole senini veel ühegi mürkmao genoomi andmeid avaldatud – kuningkobra genoomi järjestamine on alles lõppjärgus, küll järjestati hiljuti mürgitu püütoni genoom.

tekkinud vastumürkidest terav puudus. Samas teatasid viimasel, 2011. aasta septembris Valencias peetud rahvusvahelise toksinoloogia ühingu (International Society on Toxinology, IST) Euroopa sektsiooni kongressil külalistenähtena osalenud Mehhiko teadlased, et nende firmad on hakanud tootma mitmevalentseid antiseerumeid Aafrika riikide tarbeks ja vajaduse korral võivad seda teha ka Euroopale.

Uurimise esimesed sammud

Esimese teaduspublikatsiooni mürkmadudest avaldas 1664. aastal Itaalia arst Francesco Redi. Toksinoloogia termin võeti kasutusele 1962. aastal, kui loodi rahvusvaheline toksinoloogia

ühing. Toksinoloogia on teadusvaldkond, mis uurib toksiine, mida toodetakse elusorganismides või kogutakse elusorganismidest. Alates 1967. aastast tunnustatakse selle ala väljapaistvaid uurijaid iga kolme aasta tagant ühingu kongressidel Redi auhinnaga.

Eestis alustati maomürkide uurimise üle poole sajandi tagasi Tartu Ülikoolis Tullio Ilometsa algatusel. Esimesed kursuse- ja diplomitööd olid seotud rästiku mürgiga, hiljem uurimisvaldkond laienes. Põhjalikumalt tegeldi kobra mürgiga, millest arenes ka Eesti esimene maomürkidega seotud kandidaaditöö. Edasi kandus maomürkide uurimine Küberneetika Instituudi biokeemia sektorisse ning Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi (KBFI) asutamisega 1980. aastal selle bioorgaanilise keemia laborisse.

Maomürgi koostise uurimisele on oluliselt kaasa aidanud nano-HPLC ehk nano-kõrgsurve-vedelikukromatograafia ja mass-spektromeetria meetodite areng viimastel kümnenditel ning nende rakendamine valkude ja peptiidide (proteoomika, mürkide korral venoomika-mürkoomika) uuringutes.

Enamikul võtab jala, paljudel ka elu

Seni teadaolevast kuni 725 mürkmao liigist 250 on võimelised surmama inimese üheainsa hammustusega. Igal aastal kannatab maohammustuste tõttu umbes 2,5 miljonit inimest, kellest 125 000 sureb. Neist omakorda pooltel juhtudel saab saatuslikuks just kobraliste mürk. Ligi 400 000 inimesel tuleb mürkmao salvamise tõttu amputeerida jäse.

Suur osa surmajuhtumitest leiab aset Aafrika, Ameerika ja Aasia hõredasti asustatud troopilistes ning subtropilistes piirkondades. Austraalias, kus on kõige toksilisema mürgiga maod, sureb maohammustuste läbi keskmiselt üks inimene aastas, mis näitab meditsiinisüsteemi võimekust. Samas tiheda asustusega Indias sureb 50 000 inimest aastas. ●



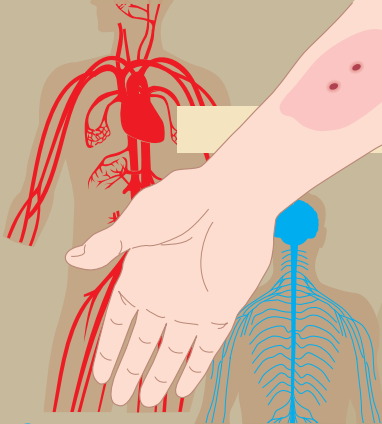
SCANPIX

Maomürk ja maohammustus

Maomürgi kogus näärmes sõltub mao suuruselt ja on vahemikus ühest kuni 850 milligrammini. Suurima koguse mürki annab lõgismao liik *Crotalus adamanteus*.

Kahte liiki maomürk

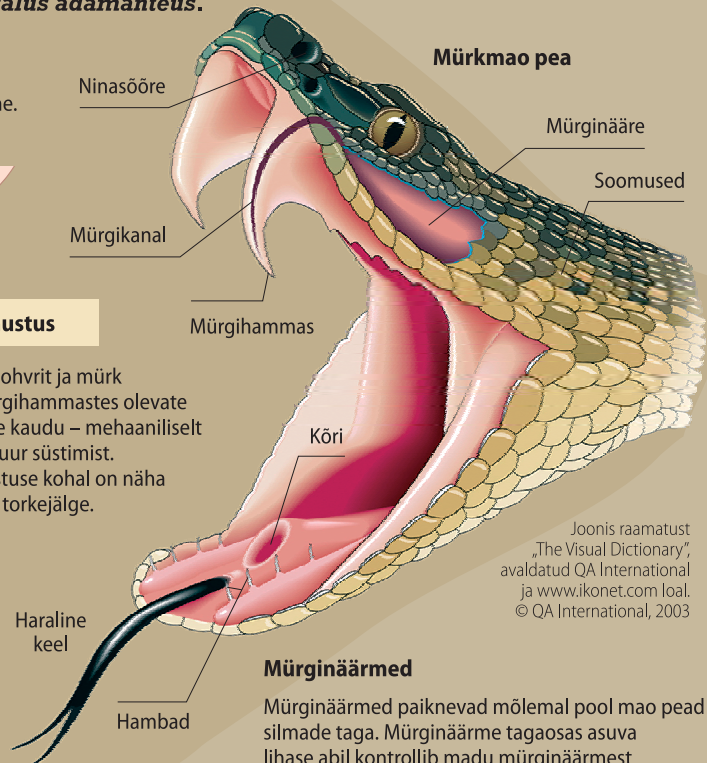
● Rästiklaste ja enamiku lõgismadulaste mürk on hemotoksiline. Organismi sattudes lõhub mürk vererakke, verekomponente ja veresoone. Iseloomulikud on valu, verevalumid hammustuse piirkonnas, sisemised verejooksud ja tromboos.



Maohammustus

Madu hammustab ohvrit ja mürk liigub ohvrise mürgijahmastes olevate kanalite või vagude kaudu – mehaaniliselt meenutab protseduur süstimist. Mürkmao hammustuse kohal on näha kaks kõrvutiasuvat torkejälge.

● Mürknastiklaste – näiteks kobrade, mambade ja korallmadude – ning merimadulaste mürk on neurotoksiline, mõjudes eeskätt närvisüsteemile. Hammustuse kohas enamasti turseid ja verevalumeid ei teki ning ohver sureb hingamiskeskuse halvatusel tagajärjel.



Joonis raamatust „The Visual Dictionary”, avaldatud QA International ja www.ikonet.com loal. © QA International, 2003

Mürginäärmed

Mürginäärmed paiknevad mõlemal pool mao pead silmade taga. Mürginäärme tagaosas asuva lihase abil kontrollib madu mürginäärdest välja surutava mürgi hulka, mille kogus oleneb saaklooma suuruselt.



Mürgi võtmine

Pärast mürgi võtmist kulub mürginäärme uue mürgikogusega täitumiseni 15–20 päeva. Mürgi võtmine maolt nõuab suurt vilumust. Kogenematu võtja võib mao mürginäärmeid kahjustada, mistõttu võib mürki sattuda verd, rikkudes mürgi kvaliteedi.



Allikas: Ene Siigur ja Jüri Siigur Foto: CORBIS/SCANPIX

PNS Infograafika / Kaarel Damian Tamre

Maailma serpentaariumides

Suurimad maokasvandused on Brasiilias, USA-s, Hiinas, Indias. Euroopas on serpentaariumid Inglismaal, Prantsusmaal, Šveitsis. Maomürgi komponente tootev Šveitsi firma Pentafarm saab mürgi Brasiiliast. Tallinna Farmaatsiatehast varustab harilikku rästiku mürgiga Novosibirski serpentaarium.

Suurim ja tuntuim madude ja nende mürkide uurimisega tegelev asutus on 1901. aastal asutatud Butantani instituut São Paulos Brasiilias. Butan-

tani instituudil oli ka suurim madude kollektsioon (umbes 80 000 isendit). Kahjuks hävis see unikaalne kollektsioon 2010. aasta mais tulekahjus. Madusid säilitati kergestiühtivas säilitusvedelikus, mis takistas tollal ka kustutustöid. Õnneks suudeti päästa serpentaariumis elavad maod.

Seni teadaolevatest madudest on hiirele kõige toksilisem Austraalias elunev sisemaataipan (*Oxyuranus microlepidotus*). Kõige enam inimeste dokumenteeritud surmajuhtumeid on põhjustanud eefa (*Echis carinatus*). Kõige agressiivsemad on kuningkobra ja must mamba. ●



SCANPIX

Harilik rästik (*Vipera berus*), kõige laiemal levikualaga madu.

Kui salvaja on kodumaine rästik

Eestis elava rästiku hammustus üldjuhul eluohtlik ei ole. Kui rästik on hammustanud, peaks kannatanu panema lamavasse asendisse ja andma talle palju juua – teed, vett või kohvi, mis aitavad mürgi kiiremini organismist välja viia. Ringijooksmine soodustaks mürgi kehas laialikandumist.

Kindlasti ei tohi hammustatud jäset kõvasti kinni siduda, samuti ei maksa proovida mürgi välja imeda. Esmaabi andmise järel tuleks lamavas asendis haige toimetada tohtri juurde. ●

MIS ON MIS



ANGIOGENEES – uute veresoonte moodustumine.

APOPTOOS – organismile vajalik programmeeritud rakusurm.

DISINTEGRIINID – väikeste valkude perekond (40–84 aminohapet) viperiidsetest mürkidest, mis takistavad vereleistikute agregatsiooni ehk kokkukujumist ja integrinidest sõltuvat rakkude adhesiooni ehk kokkukleepumist.

FIBRINOGEEN – verevalk (340 kDa), mida sünteesitakse maksas. Trombiini toimel moodustub fibrinogeenist fibrin, mis on vere hüübimisprotsessi lõpp-produkt.

FÜLOGENEES – loom- ja taimorganismide rühmade, samuti elundite või elundkondade tekkimine ja arenemine, põlvnemiskäik.

HEMORRAAGIA – verejooks, mis on tingitud proteolüütiliste ensüümide, nn hemorraagiinide mõjust veresoonte seintele. Verejooks võib olla sisemine, kui veri väljub veresoonest keha sisemusse, või väline, kui veri väljub kehaõõnustest või naha kaudu.

HEMOSTAAS – inimese organismi vastus veresoone vigastusele ja verejooksule.

HÜÜBIMISTEGUR – hüübimisprotsessi käivitamises osalevad verevalgud ja kaltsiumioon.

INTEGRIINID – rakkude pinnal olevad retseptorid, mis vahendavad raku ja seda ümbritseva koe seostumist. Nad osalevad ka raku signaaliüleandes ja sellega reguleerivad raku kuju, liikuvust ja rakutsükli.

LEKTIIN – taime seemnetes ja looma kudedes leiduv proteiin, mis toimib immunoloogilise antikeha taoliselt, ehkki ei ole antikeha.

NEUROTROFIINID – valgud, mis reguleerivad närvirakkude eksistentsi, arengut ja talitlust.

NÄRVI KASVUFAKTOR – valk, mis tagab sümpaatiliste ja embrüonaalsete sensoorsete neuronite säilimise ja diferentseerumise.

PROTEAAS – valku lõhustavate ensüümide koondnimetus.

PROTEINAASID – ensüümid, mis lõhustavad peptiidahelaid nende keskosas paiknevate peptiidsidemete katkestamisega.

PROTEOOMIKA – teadusharu organismi valkude, mida kodeerib DNA, formeerumisest ja funktsioneerimisest (proteoom – valkude kogum).

PROTROMBIIN – II hüübimistegur; veres leiduv proteiin, mille lõhustades tekib trombiin.

TROMBIIN – vere hüübimist põhjustav ensüüm.

Mürgine sülg

Maomürk sekreteeritakse ja säilitatakse mürginäärmes. See sisaldab rikkalikult bioloogiliselt aktiivseid aineid, mida madu vajab saaklooma tapmiseks ja seedimiseks. Madu hammustab ohvrit ja mürk liigub ohvrise mürgihammastest olevate kanalite või vagude kaudu – mehaaniliselt meenutab protseduur süstimist.

Kõige paremini arenenud mürgihambad on rästiklastel ja lõgismadulastel. Kui rästiku suu on suletud, paiknevad mürgihambad horisontaalselt. Kui madu suu avab ja hammustama hakkab, lükkavad vastavad lihased hambad vertikaalselt ette. Mürknastiklaste mürgihambad on lühikesed ja asendit ei muuda.

Maomürki on kahesuguse toimega. Rästiklaste ja enamiku lõgismadulaste mürk on hemotoksiline. Organismi sattudes lõhub mürk vererakke, verekomponente ja veresoone. Iseloomulikud on valu, verevalumid hammustuse piirkonnas, sisemised verejooksud ja tromboos.



SCANPIX

Kuivatatud maomürk.

Mürknastiklaste – näiteks kobrade, mambade ja korallmadude – ning merimadulaste mürk seevastu on neurotoksiline, mõjudes eeskätt närvisüsteemile. Hammustuse kohas enamasti turseid ja verevalumeid ei teki ning ohver sureb hingamiskeskuse halvatus tagajärjel.

Leidub siiski madudest toituvaid loomi ja linde, kellele maomürk surmav ei ole, nagu näiteks siil, mangust, meemäger ja sekretärlind. Ka siga on maomürgi suhtes vähetundlik, mis võib olla tingitud paksust nahaalusest rasvakihist.

Kuni 1000 komponenti

Maomürgi koostis erineb nii liigiti kui ka liigisiselt, sõltudes mao vanusest ja soost, aga ka aastaajast ja geograafilisest piirkonnast.

Mürk on enamasti kollaka värvusega või värvusetu, sõltuvalt riboflaviiini sisaldusest. Värskest kogutud mürk ei ole stabiilne ja tuleb bioloogilise aktiivsuse säilitamiseks kuivatada. Seejuures sõltub mürgi kvaliteet ka kuivatamise viisist.

Maomürk on keeruline segu ensüümidest, valkudest ja peptiididest, mis moodustavad 90–95 protsenti mürgi koostisest. Ülejäänud komponendid maomürgis on aminohapped, nukleotiidid, lipiidid, süsivesikud ja valkudega seotud metallid. Kokku võib maomürgis olla 200–1000 komponenti.

Aktiivsed valgud, mis lõhuvad rakke

Maomürkides leidub rohkesti mitmesuguseid ensümaatilise aktiivsusega valke (seriin- ja metalloproteinaasid,



KBFI teadur Heiki Vija analüüsimas gürsa mürgi ensüüme.

fosfolipaasid, nukleaaasid – fosfodiester-
raasid, fosfomonoesteraasid, 5'-nukleo-
tidaasid, ribonukleaaasid, desoksüribo-
nukleaaasid, L-aminohapete oksüdaa-
sid, hüaluronidaasid, atsetüülkoliine-
steraas jt), samas ei pruugi kõik mürgid
kõiki neid valke sisaldada.

Kui maol aitavad ensüümid saak-
looma seedida, siis imetajatele, seal-
hulgas inimesele, on need tsütotoksi-
lised ehk rakumürgised (rakke hävita-
vad). Näiteks proteaasid lõhuvad valke
ja peptiide, hüaluronidaasid aga kata-
lüüsivad teatavat lagunemisreaktsioo-
ni, soodustades mürgi komponentide
levikut organismis. Maomürgis sageli
sisalduvad fosfolipaasid lõhuvad raku-
membraanide fosfolipiide (näiteks let-
sitiini lüsoletsitiiniks ja rasvhappeks),
kuigi on ka müotoksilisi fosfolipaase,
millel puudub ensümaatiline aktiiv-
sus. Nende protsesside tulemusena
tekivad salvatasaanul tursed, villid ja
kudede kärbumine.

Üheks enimuuritud ensüümide
klassiks maomürgis on metallopro-
teinaasid, mis on fülogeneetiliselt ehk
põlvnemise poolest lähedased inimese
ADAM (A Disintegrin And Metallopro-
teinase) valkudele. Neid proteinaase
nimetatakse ka reprodüsiinideks. Nime-
tus tuleneb sellest, et esimesena mää-
rati adamalüsiin II struktuur roomaja
mürgist ja teised sama perekonna val-
gud leiti isaslooma paljunemiselun-
ditest. ADAM-perekonna valkude hulka
kuuluvad näiteks ka fertiliinid 1 ja 2

(ADAM-1 ja -2), mis on olulised inimese
spermatoosidi ja munaraku ühine-
misel.

Ühendid, mis halvavad närvisüsteemi

Mürknastiklaste mürgi põhikompo-
nendid on madalmolekulaarsed neuro-
ja tsütotoksiinid, sealhulgas kardiotox-
siinid. Kobra mürgi peamine toime-
aine kobrotoksiin, ründab koliinergi-
lisi neuroneid, blokeerib atsetüülkoli-
ni retseptori, põhjustades kangestust
ja täielikku halvatust. Kardiotoxiinid,
mis kahjustavad otseselt südame lihas-
rakke, takistavad südamelihase kokku-
tõmbeid, põhjustades arütmiaid või
südame seiskumist. Rakke hävitavad ka
elapiidide mürkides sisalduvad fosfoli-
paasid, mis lagundavad rakumembraane.

Texase korallmao mürgist on avasta-
tud uut tüüpi valutekitav toksiin, mis
aktiveerib somatosensoorseid ehk oma
keha aistingutega seotud neuroneid
(Nature, 17 Nov 2011).

Komponendid, mis mõjutavad vere hüübimist

Rästikuliste mürgid, nagu juba öel-
dud, on tugeva hemotoksilise toimega.
Nii võib näiteks gürsa (*Vipera lebetina*)
hammustus viia kas vere kiire hüübi-
miseni või hoopis verejooksuni, sest
mürk sisaldab nii tugevaid koagulante
ehk vere hüübimist soodustavaid kui
ka vastupidise toimega ehk hüübimis-
protsessi lõpp-produkti fibrini lõhku-

vaid ensüüme. Verejooks võib tekkida
ka eriliste proteolüütiliste ensüümide,
hemorragiinide toimetel, mis lõhuvad
veresoonte seinu. Lisaks sisaldavad pal-
jude madude mürgid ka trombidete
teket takistavaid aineid, disintegriine.
Tromb nimelt kujutab endast vere-
klompi, mis koosneb fibriniinist ja agre-
geerunud ehk kokkukuhjunud vere-
liistakutest, disintegriinid aga takista-
vad vereliistakute liitumist.

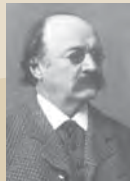
KBFI uurimisrühmal on õnnestu-
nud gürsa mürgist eraldada preparaat
lebetaas, mis lüüsib fibrini ja samal
ajal takistab vereliistakute kokkukuh-
jumist, omades seega kahekordset
trombidevastast toimet. Ülevaade vas-
tavaist uuringuist ilmus 2013. aastal
väljaandes „Handbook of Proteolytic
Enzymes”. Osa lebetaasi uuringuid on
tehtud Fogarty grantide toel koostöös
Colorado riikliku ülikooliga (professor
Anthony Tu). Analoogne rekombinant-
ne preparaat alfimepraas, mis on disai-
nitud rästiklase *Agkistrodon contortrix*
contortrix mürgist eraldatud ensüüm
fibrolaasi baasil, jõudis Ameerikas klii-
niliste katsetuste kolmandasse staadi-
mi, kuid tootjafirma otsustas katsetu-
sed lõpetada, kuna preparaat ei osu-
tunud piisavalt efektiivseks.

Teisalt sisalduvad maomürgid ka
lektiinilaadseid aineid, mis omakorda
põhjustavad vereliistakute agregatsioo-
ni. *Calloselasma rhodostoma* (*Agkistrodon*
rhodostoma) mürgist eraldatud rodo-
tsitiini vereliistakuid aktiveeriva toime

Vere hüübimine ja seda mõjutavad maomürgi komponendid

Vere soontes ringlev veri on keerulise koostisega. Veres on punased ja valged verelibled (erütrotsüüdid ja leukotsüüdid) ning vereliistakud (trombotsüüdid). Nende, vere nn vormelementide eraldamise järel jääb järele vereplasma, mis sisaldab väga erinevaid vere hüübimist mõjutavaid valke. Normaalses terves organismis on vere hüübimis- ja vedeldamisprotsessid tasakaalus. Piisab aga tühistest mõjutustest, et nende protsesside tasakaalu rikkuda ja tekitada verehüübeid (trombe) või verejooksu.

Vere hüübimisprotsess on keeruline, paljude ensüümide kaasabil kulgev kaskaadprotsess, mis jaotatakse **sisemiseks** (sõltub vesinevatest hüübimisteguritest ehk faktoritest) ja **välisemiseks** (viimasel juhul asub initsieeriv faktor väljaspool veresooni – selleks on koefaktor ehk valk, mis ilmub verre veresooneesina vigastuse korral).



Vere hüübimise ensümaatilise teooria üks alusepanijaid oli Muhu saarel sündinud baltisaksa päritolu füsioloog, Tartu ülikooli professor Alexander Schmidt (1831–1894). Ta näitas, et fibrini teke fibrinogeenist on ensümaatiline protsess, kus osaleb (tollal veel hüpoteeiline) ensüüm trombiin, ja nimetas trombiini eellase protrombiiniks.

SISEMINE RADA

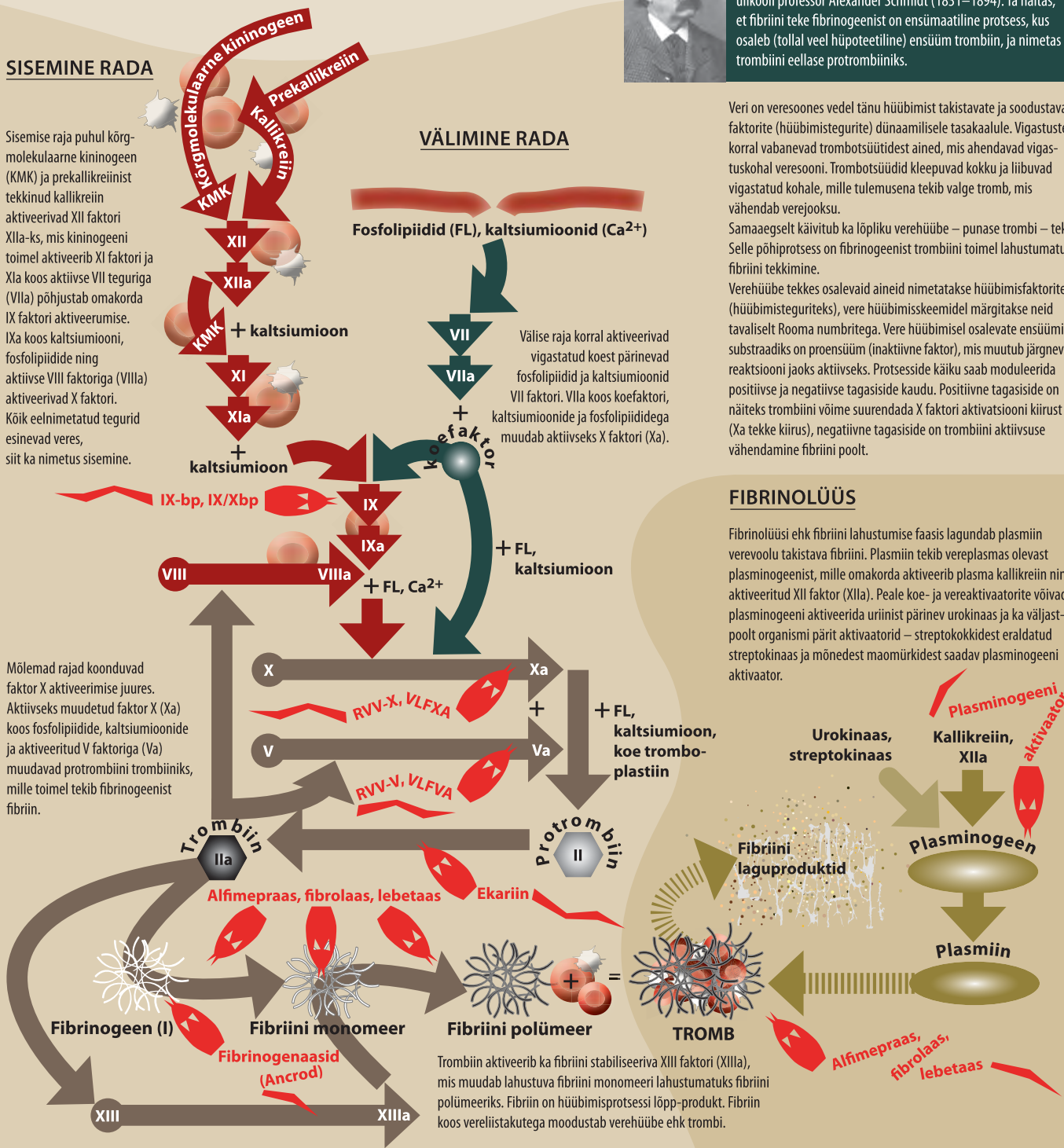
Sisemise raja puhul kõrgmolekulaarne kininogeen (KMK) ja prekallikreiniin tekkinud kallikreiniin aktiveerivad XII faktori XIIa-ks, mis kininogeeni toimele aktiveerib XI faktori ja XIa koos aktiivse VII teguriga (VIIa) põhjustab omakorda IX faktori aktiveerumise. IXa koos kaltsiumiooni, fosfolipiidide ning aktiivse VIII faktoriga (VIIIa) aktiveerivad X faktori. Kõik eelnimetatud tegurid esinevad veres, siit ka nimetus sisemine.

VÄLIMINE RADA

Fosfolipiidid (FL), kaltsiumioonid (Ca²⁺)

Välise raja korral aktiveerivad vigastatud koest pärinevad fosfolipiidid ja kaltsiumioonid VII faktori. VIIa koos koefaktori, kaltsiumioonide ja fosfolipiididega muudab aktiivseks X faktori (Xa).

Mõlemad rajad koonduvad faktor X aktiveerimise juures. Aktiivseks muudetud faktor X (Xa) koos fosfolipiidide, kaltsiumioonide ja aktiveeritud V faktoriga (Va) muudavad protrombiini trombiiniks, mille toimele tekib fibrinogeenist fibrini.



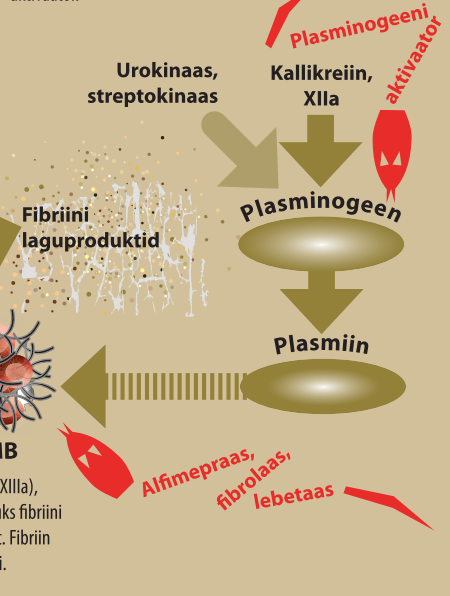
Veri on veresoones vedel tänu hüübimist takistavate ja soodustavate faktorite (hüübimistegurite) dünaamilisele tasakaalule. Vigastuste korral vabanevad trombotsüütide ained, mis ahendavad vigastuskohal veresooni. Trombotsüüdid kleepuvad kokku ja liibuvad vigastatud kohale, mille tulemusena tekib valge tromb, mis vähendab verejooksu.

Samaaegselt käivitub ka lõpliku verehüübe – punase trombi – teke. Selle põhiprotsess on fibrinogeenist trombiini toimel lahustumatu fibrini tekkimine.

Verehüübe tekkes osalevaid aineid nimetatakse hüübimisfaktoriteks (hüübimisteguriteks), vere hüübimiskeemidel märgitakse neid tavaliselt Rooma numbritega. Vere hüübimisel osalevate ensüümide reaktsiooni jaoks aktiivseks. Protsesside käiku saab moduleerida positiivse ja negatiivse tagasiside kaudu. Positiivne tagasiside on näiteks trombiini võime suurendada X faktori aktivatsiooni kiirust (Xa teke kiirus), negatiivne tagasiside on trombiini aktiivsuse vähendamine fibrini poolt.

FIBRINOLÜÜS

Fibrinolüüsi ehk fibrini lahustumise faasis lagundab plasmiin verevoolu takistava fibrini. Plasmiin tekib vereplasmas olevast plasminogeenist, mille omakorda aktiveerib plasma kallikreiniin ning aktiveeritud XII faktor (XIIa). Peale koe- ja vereaktivaatorite võivad plasminogeeni aktiveerida uriinist pärinev urokinaas ja ka väljastpoolt organismi pärit aktivaatorid – streptokokkidest eraldatud streptokinaas ja mõnedest maomürkidest saadav plasminogeeni aktivaator.



Vere hüübimist takistavad ained on antikoagulandid. Skeemil toodud maomürkide komponentidest on antikoagulandid alfimepraas, fibrolaas, lebetaas, mis on otsese toimega. Kaudse toimega maomürkidest eraldatud antikoagulandid on plasminogeeni aktivaator, IX faktorit siduv valk (IXbp) ning IX ja X faktorit siduvad valgud (IX/Xbp).

VLFXA, VLFVA, lebetaas ja erinevat tüüpi fibrinogenaasid gürsa (*Vipera lebetina*) mürgist on eraldatud ja iseloomustatud ja neid kodeerivad geenid skveneeritud KBFI bioorgaanilise keemia laboratooriumis.

uurimine Jaapani, Inglismaa ja Saksa-
maa laborites on viinud uut tüüpi ret-
septori CLEC-2 avastamisele inimese
vereliistakutel. 2011. aasta juulis Kyo-
tos peetud 23. ülemaailmsel tromboosi
ja hemostaasi ühingu kongressil de-
monstreeris professor Katsue Suzuki-
Inoue oma ülevaateoengus, et CLEC-2
ekspresseeritakse ka paljudes teistes
rakkudes, sealhulgas vähirakkudes, ja
see võib osutada märklaudvalguku
uute tromboosi- ja vähiravimite disai-
nimisel. Vereliistakutel on oluline roll
vähi metastaaside korral, vähirakud
võivad põhjustada vereliistakute agre-
gatsiooni ja seega tekitada trombe.

Koostisosad, mis panevad õlgu kehitama

Mitmed mürgis sisalduvad komponen-
did panevad aga õlgu kehitama. Üks
selliseid on näiteks närvi kasvufaktor
(*nerve growth factor*, NGF) – valk, mis on
vajalik loote arengu teatud etappidel
närvüsteemi väljakujunemiseks. See-
juures on maomürk isase hiire sülje-
näärme kõrval üks rikkamaid närvi
kasvufaktori allikaid. Ka selle avasta-
mise lugu on omamoodi põnev. Victor
Hamburger ja Rita Levi-Montalcini lei-
sid 1948. aastal, et kasvaja sarkoom 180
rakud põhjustavad kana embrüo gang-
lionid suurenemist ja neuriitide välja-
kasvu. Selle efekti põhjustava, puhtal
kujul isoleerimata aine nimetasid nad
närvi kasvufaktoriks. Et kindlaks teha,
kas on tegemist valgu või nukleinhap-
pega, otsustati kasutada maomürgi
fosfodiesteraasi, et lõhkuda nukleiin-

happed. See töötlus suurendas oluli-
selt neuriitide väljakasvu ganglionidest.
Maomürgist eraldatud preparaat oli
umbes 2500 korda aktiivsem kui sar-
koomist eraldatud ekstrakt. Uurijad
leidsid, et fosfodiesteraas sisaldas li-
sandit, mis põhjustas jätkete kasvu. Nii
leiti uus närvi kasvufaktori allikas.

1986. aastal pärjati NGF-i avastajad
Rita Levi-Montalcini ja Stanley Cohen
Nobeli preemiaga meditsiini ja füsio-
loogia alal. Olgu märgitud, et Rita Levi-
Montalcini suri eelmise aasta detsem-
bris vanima Nobeli preemia laureadina
ehk siis 103-aastasena.

Maomürkide NGF-i on uuritud ka
Eestis Jüri Siiguri uurimisrühmas koos-
töös Toomas Neumani ja Mart Saar-
maga. Oleme leidnud, et ka mittemür-
giste madude sülg sisaldab närvi kasvu-
faktorit. Esialgu plaanivälisest tööst
alguse saanud neurotrofiinide uurin-
gud jätkuvad väga edukalt akadeemik
Mart Saarma juhtimisel Soomes ja
Tõnis Timmuski laboris Tallinna Tehnika-
ülikoolis. Need uuringud on viinud
uute neurotrofiinide – närvirakkude
eksistentsi, arengut ja talitlust regu-
leerivate valkude – avastamisele.

Maomürgist, sealhulgas gürsa omast,
on leitud ka vaskulaarse ehk vere-
soone-endooteeli kasvufaktor (*vascular
endothelial growth factor*, VEGF).

Maomürk võib olla ka radioaktiivne

1993. aastal ilmus ajakirjas *Nature*
lühiteade maomürgi radioaktiivsuse
kohta. Nimelt olid Venemaa tolliametni-

kud konfiskeerinud kõrge radioaktiiv-
suse tõttu 2-kilogrammise rästikumür-
gi saadetise.

Venemaal kõige levinuma hariliku
rästiku toitumisala on väga väike. See-
tõttu võib rästiku mürgi radioaktiiv-
suse järgi hinnata ka keskkonna
radioaktiivset saastatust. Radioaktiiv-
selt saastatud piirkondades kontsent-
reeruvad toitumisahela kaudu ma-
mürki radioaktiivsed isotoobid Co60,
Sr90 ja Cs137.

Maomürgid vanemates ja uuemates ravimites

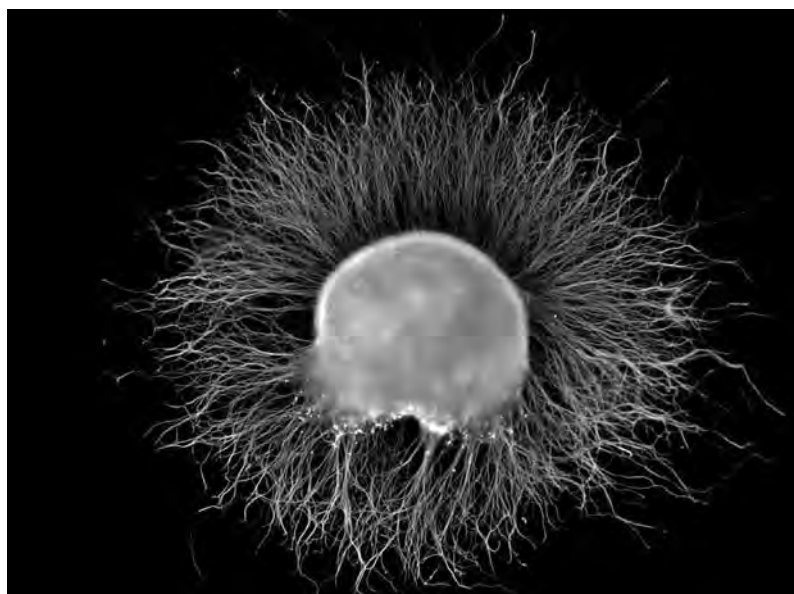
Maomürke ja madusid on kasutatud
iidses Hiina meditsiinis. Maorasva, mis
sisaldab omega-3 rasvhappeid, kasutati
vanas Egiptuses (ja kasutatakse ka täna-
päeval Egiptuse küldes) reumaatiliste
valude vastu. Vene rahvameditsiinis
lasti vastündinud rästikupoegadel ham-
mustada radikuliidi käes vaevlejaid.

Tänapäeval kasutatakse maomürke
väga väikeses doosis ravimсалvides ja
paljudes maades ka süstelahusena. Tal-
linna Farmaatsiatehas valmistab näi-
teks rästiku mürgi baasil Viprosali,
mida tarvitatakse välispidisel valuvai-
gistava vahendina liiges- ja lihasvalude
korral. Hiinas on kasutusel trombe
lagundav patenteeritud maomürgi
preparaat SVATE, mis on segu erineva-
test mürgi komponentidest.

Esimene mürgi komponendi alusel
valmistatud suu kaudu manustatav
vererõhku alandav ravim Captopril di-
sainiti 1975. aastal. Tegemine on vererõhku
tõstva ensüümi (*Angiotensin Converting*



Naja naja atra mürgist eraldatud kardiotoksiini molekuli mudel.



Neuriitide väljakasv 8-päevase kana embrüost eraldatud ganglionil pärast 24-tunnist inkubeerimist gürsa mürgist eraldatud NGF-ga.

WIKIMEDIA COMMONS

Enzyme-ACE) inhibiitoriga. See ensüüm (ACE) muudab angiotensiin I angiotensiin II-ks, mis tõstab vererõhku. Captopril on disainitud Brasiilia mao *Bothrops jararaca* mürgist eraldatud peptiidi struktuuri alusel.

Integriliin (Eptifibatide) on lõgismao (*Sistrurus miliarius barbouri*) mürgist eraldatud disintegrini baasil disainitud heptapeptiid, mida USA toidu- ja raviamet on lubanud kasutada trombe ennetava ravimina.

Ensüümi ancrodi baasil loodud ravim tootenimega Viprinex on proteolüütiline ensüüm, mis on eraldatud Malaia lõgismao *Agkistrodon rhodostoma* mürgist. Seda preparaati on USA toidu- ja raviamet lubanud kasutada näiteks ajurabanduse korral. Ancrod on trombiini sarnane ensüüm, mis erinevalt trombiinist muudab fibrinogeeni struktuuri selliselt, et ei saa tekkida ristseotud fibriini.

Katsetamise staadiumis on veel mitmed valuvaigistava toimega komponendid kobraliste mürgidest.

Maomürgiga vähi vastu?

Maomürkidest on leitud valke ja peptiide, mis mõjutavad erineval viisil paljude vähivormide arengut. Mürgi komponendid võivad takistada vähirakkude paljunemist, käivitada apoptoosi ehk rakusurma, pärssida rakkude liikuvust ja uute veresoonte moodustumist. On näidatud, et erinevat tüüpi vähirakkudele mõjuvad rakusurma käivitavalt disintegriniid, kardiotoksiinid, L-aminohapete oksüdaasid, mõningad fosfolipaaasid, lektiini-sarnased valgud.

Enim on uuritud erinevat tüüpi disintegriniide mõju vähirakkudele. Rästiklase *Agkistrodon contortrix contortrix* mürgist pärit kontortrostatiin takistab rinna-, eesäärme-, põievähi, glioomi ja melanoomi arengut loomkatsetel. Kontortrostatiini alusel on disainitud kimäärne monomeerne vikrostatiin, mida toodetakse rekombinantsena ja mis oma toimelt on sarnane looduslikuga.

Maomürkide disintegriniid on olnud aluseks tsilengitiidi sünteesil, millega on tegelenud Müncheneri tehnikaülikool koostöös firmaga MerckKGaA. Tsilengitiid on II faasi kliinilistes uuringutes toiminud kui angiogeneesi inhibiitor glioblastoomide korral. Erinevat tüüpi vähivorme viib apoptoosi ja pidurdab angiogeneesi protsessi *Vipera lebetina obtusa* mürgist eraldatud disintegrini obtustatiin. Lõuna-Koreas on leitud, et *Vipera lebetina turanica* mürk



SCANPIX

aktivaatoreid (RVV-X ja RVV-V), valgu C aktivaatorit jt. Samas ei ole seni neid saadud rekombinantsena. Me leidsime, et gürsa (*Vipera lebetina*) mürgist eraldatud hüübimisteguri X aktivaator (VLFXA) on keerulise struktuuriga metalloproteinaas, mille molekul sünteesitakse kolmelt erinevalt geenilt. Neid tulemusi on kolleegid USA-s maomürkide metalloproteasaaside klassifikatsiooni juures edaspidi arvestanud. Mõni aasta hiljem leidsid Taivani teadlased, et ka *Vipera russelli* hüübimisteguri X aktivaator sünteesitakse kolmelt eri geenilt.

Lektiinisarnastest valkudest on enim kasutust leidnud konvulksiin, mida rakendatakse vereliistakute uurimisel.

Kobra mürgi neurotoksiine kasutatakse närvisüsteemi protsesside uurimisel, kobra mürgi faktorit immuunsüsteemi uuringutes.

Maomürgi uurimine aitab mõista mürgistumisega seotud protsesse ja leida vastumürke. Maomürk ja mürgi komponendid leiavad rakendust antiseerumite valmistamisel, närvisüsteemi ja hemostaasiga seotud uuringutes ning on kasutusel diagnostikas ja ravis.

Maomürgi komponendid on aluseks ka uute ravimite disainimisel, mitmed maomürkide koostisosad on leidnud kasutust molekulaarbioloogilistes uuringutes ja biotehnoloogias. ●

soodustab rea vähi rakuliinide apoptoosi. Meie uurimisrühm näitas, et ka hariliku rästiku mürgist eraldatud L-aminohapete oksüdaas põhjustab apoptoosi HeLa (inimese emakakaela vähi rakuliin) ja K562 (inimese müeloidse leukeemia rakuliin) rakkudes. Hiljuti eraldasime gürsa mürgist eesäärme kasvaja (PC-3) rakkude paljunemist pidurdava valgu.

Maomürkide panus diagnostikasse ja bioloogilises meditsiinilistes uuringutesse

Maomürkide vere hüübimisprotsesse mõjutavaid ensüüme ja polüpeptiide kasutatakse nende protsesside uurimisel. Näiteks rästiklaste hulka kuuluva eefa mürgi üks komponent – ekariin – aktiveerib protrombiini, ning trombiinisarnased ensüümid (krotalaa, ancrod, reptilaa) muudavad fibrinogeeni – erinevalt trombiinist – fibriini lahustuvaks vormiks. Seda erinevust kasutatakse verekeemia laborites koagulationitestides.

Šveitsi firma Pentafarm toodab maomürkide baasil diagnostikas kasutatavaid vere hüübimisteguri X ja V

LOE VEEL

- Toxins and Haemostasis. From Bench to Bedside. Editors: R. Manjunatha Kini, Kenneth J. Clemetson, Francis S. Markland, Takashi Morita. Springer, 2010. – Raamatus on ka Ene ja Jüri Siiguri kirjutatud peatükk (Chapter 26): Activation of Factor X by Snake Venom Proteases.
- Handbook of Venoms and Toxins of Reptiles. Edited by Stephen P. Mackessy, CRC Press, 2010.

AUTORIST

ENE SIIGUR (1944) on Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi vanemteadur. Lõpetanud 1967 Tartu Ülikooli keemikuna, aastast 1975 keemikandidaat. Rahvusvahelise tromboosi ja hemostaasi ühingu ja rahvusvahelise toksinoloogia ühingu liige. Eesti riiklik preemia teaduse ja tehnika alal 1987. Tegeleb maomürkide keemia ja molekulaarbioloogiaga.

JÜRI SIIGUR (1941) on Keemilise ja Bioloogilise Füüsika Instituudi bioorgaanilise keemia laboratooriumi juhataja. Lõpetanud 1964 Tartu Ülikooli keemikuna, aastast 1971 keemikandidaat. Rahvusvahelise toksinoloogia ühingu liige. Eesti riiklik preemia teaduse ja tehnika alal 1987. Uurimisvaldkond – toksinoloogia, proteoomika.

Eesti Rahva Muuseum kutsub kodumaad pildistama!

1912. aastal korraldas Eesti Rahva Muuseum esimese kodumaa päevapiltide kogumise võistluse, kuhu oodati osalema nii kutselisi kui asjaarmastajatest päevapiltnike.

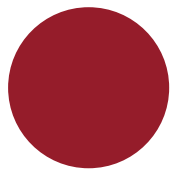
Kultuuripärandi aasta raames kuulutab Eesti Rahva Muuseum taas välja fotode kogumise võistluse, tähistamaks saja aasta möödumist esimesest võistlusest ning jäädvustamaks elu Eestis sada aastat hiljem.

Võistlusele ootame Eestimaal 2013. aastal tehtud fotosid elust meie ümber – kohtadest, inimestest, sündmustest, nii igapäevastest kui pidustest tegevustest.

Võistlusele saadetud fotosid hinnatakse erinevates kategooriates ning hindajateks on veebilehe külastajad ja viieliikmeline žürii. Peauhind on 1000 eurot.

Kokkuvõtteid võistlusest tehakse 2014. aasta alguses ning autasustamine toimub veebruaris 2014.

<http://kodumaapildid.erm.ee>



Eksperimenteerides



evolutsiooni ja ökoloogia piirimail

FOTOD: VALLO KRUISEER / EESTI AJALEHED

Kui augusti esimesel pühapäeval mere ja jõe piirimail Pirita jõe ääres kohvikulaua taha istume, juhib Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi juhtivteadurist merebioloog Jonne Kotta tähelepanu menüüle. „Mis siin valesti on?” küsib ta. Pearoogade rivis torkab silma sõna sinimerekarbid. Teadmata täpselt, kuhu koer on maetud, pakun, et sellega on midagi nihu. Ongi. Jonne Kotta selgitab kohe, et tegemist on tavalise, meiegi vetes eluneva söödava rannakarbiga (*Mytilus trossulus*), kelle nimi poodide ja söögikohtade eestikeelsesesse teksti enamasti ingliskeelsest nimest *blue mussel* miskipärast otse ja sestap ka valesti tõlgitakse. Õiendades selle levinud apsaka, räägib Jonne Kotta pikemalt Läänemere tundlikku elusüsteemi mõjutavatest võõrliikidest, meie vetest teadusele seni tundmatu liigi avastamisest, enda globaalsest eksperimendist, merebioloogia aktuaalsetest uurimissuundadest ning põgusalt ka isiklikumatel teemadel.

Küsitlenud Ulvar Käärt.

Tulite äsja Saaremaa kandi vetest välitöödelt. Mida seal tegite?

Tegime eksperimentaaltöid. Paar aastat tagasi tuli Eesti rannikumerre sisse üks uus ja huvitav liik – Harrise mudakrabi, *Rhithropanopeus harrisi*. See on ainuke krabiliik, kes suudab meie vetes sigida. Varem taolist funktsiooni rannikumere ökosüsteemides ei olnud. Tegemist on suure ja aktiivse elukaga, kes on potentsiaalselt võimeline kogu tasakaalu mingis suunas paigast nihutama.

Esimest korda leiti mudakrabi Pärnu lahe kirdeosast 2011. aastal, kuid juba mullu esines liiki praktiliselt kogu Pärnu lahes. Eelmisel aastal tegime mudakrabi eksperimentaalpüüdmisi. Tekitasime kunstlikke riffid: sidusime käregeid kokku ja panime need plastkastidesse. Seejärel lisasime riffidele

SELLES NUMBRIS: JONNE KOTTA



mudakrabi lemmikelupaiku, austrite kodasid. Asetasime sellised rifid Pärnu, Haapsalu ja Muuga lahte. Kui Haapsalu ja Muuga laht olid mudakrabist veel tühjad, siis Pärnu lahes polnud enam kohta, kus teda polnud.

Samas kukkus mudakrabi peamise toidusedeli, balti lamekarbi biomass Pärnu lahes mullu ajaloo miinimumini. Arvestades, et Pärnu lahte on uuritud pool sajandit, on see tähelepanuväärne muutus. Seda enam, et 2011. aastal oli balti lamekarbi biomass olnud maksimumis. Loomulikult võib see olla juhus ning suurte kliimaatiliste protsesside tagajärg. Täpselt me seda ei tea.

Et mudakrabi potentsiaali toiduahelas ära määrata, viisimegi läbi eksperimendid. Saaremaa eksperimendi esimese etapi eesmärk oli uurida, kui paljusid eri liike suudab mudakarbi süüa ja keda

JONNE KOTTA

- Sündinud 7. juunil 1972. aastal Tallinnas.
- Kooliteed alustas Tallinna 9. Keskkoolis ja jätkas Tallinna 3. Keskkooli bioloogia eriklassis.
- 1989. aastal asus õppima Tartu Ülikoolis bioloogia erialal. 1993. aastal alustas magistriõpet, mille lõpetas 1996. aastal. Samal aastal astus doktorantuuri ning 2000. aastal kaitses edukalt Toomas Saadi juhendatud doktoritöö teemal „Eutrofeerumise ja bioloogiliste invasioonide mõju põhjaloomastiku koosluste struktuurile ja elutegevusele“.
- Tartu Ülikoolis tudeerimist alustades asus Jonne Kotta insenerina leiba teenima Eesti Mereinstituudis. Mõne aja pärast sai temast juba noorenteadur. 1995. aastal töötas teadurina Pariisi loodusmuuseumis, kus tegeles troopiliste merede vabaeluviisiliste ümarusside süstemaatikaga. 1996. aastal tegeles Taani keskkonnauuringute instituudis karpide toitumise eksperimentaalsete mõõtmistega. Veel on ta Turu ülikoolis uurinud bentose- ja planktonikoosluste vahelisi interaktsioone ning nii Helsingi kui ka Stockholmi ülikoolis tegelenud invasiooniökoloogiaga. Aastatel 2008–2012 viibis mitmekuuliste tsüklite raames Lääne-Austraalia ülikoolis, kus uuris korallide ja makrovetikate produktiooni. Arvukatele väliskomandeeringutele vaatamata pole Jonne Kotta side Eesti Mereinstituudiga katkenud. 2001. aastal sai temast vanemteadur ning tänavusest aastast alates töötab instituudis juhtivateadurina.
- Jonne Kotta on olnud lektor Euroülikoolis ja Tallinna Pedagoogikaülikoolis (praegune Tallinna Ülikool). Tema juhendamisel on kaitsnud kolm doktoritööd ja kaks magistritööd.
- Jonne Kotta on enam kui 150 teaduspublikatsiooni autor või kaasautor.
- Muud tegevused: The Scientific World Journali toimetaja, Estonian Journal of Ecology peatoimetaja, Euroopa Merebioloogide Nõukogu (EMBS) teadussekretär, Läänemere kaitsega tegeleva Helsingi Komisjoni ehk HELCOM-i põhjaloomastiku töörühma esindaja, ICES-i (International Council for the Exploration of the Sea) uute liikide töörühma liige, Eesti Malakoloogia Ühingu liige, Eesti Mereinstituudi teadusnõukogu liige.
- Abielus, peres kasvab kolm poega – Emil, Mihkel ja Kaur.

eelistab. Viimase katsega, mille tegemiselt just tulin, tahtsime määrata, kus mudakrabi elab – milliseid elupaiku asustab ja kas elupaiga valik sõltub toidu küllusest ning ka isendite rohkusest. Selgus, et mudakrabi – õiget eestikeelset nime tal tegelikult veel polegi – ei olegi nagu mudakrabi. Kui tal on valida mudase, liivase või kivise merepõhja vahel, eelistab mudakrabi kive.

Toitumiskatse näitas aga selgelt, et ta sööb hullu moodi. Kõik valget värvi karbid, nagu liiva uurik-karp, söödav südakarp ja balti lamekarp, pistetakse nahka. Samamoodi ka liikuvad loomakesed, nagu kirpvähid. Näiteks akvaariumis söi mudakrabi ööga ära kõik sadakond kirpvähki, hommikuks polnud järele kedagi.

Võiks ju mõelda, mida niisugune kahesenti-meetrise läbimõõduga loom ikka teha suudab, kuid selliste toitumismahtude juures pole võimatu, et balti lamekarbi langus ongi otseselt seotud mudakrabi pealetungiga.

Kindlasti toob mudakrabi kaasa veel eriskummalisi tagajärgi, millest me veel teadlikud ei ole.

Räägitakse, et kui varem tuli meie vetesse kümmekonna aasta jooksul 1–2 uut liiki, siis nüüd leitakse juba 3–5 uut liiki aastas?

Jah, see kehtib mitte kogu Läänemere, vaid meie rannikumere kohta. Teisisõnu – midagi on Läänemere idaosas tõepoolest toimuma hakanud. Eks minu võõrliikide-lembust mõjutaski asjaolu, et kui tööle tulin, toimusid ökosüsteemides väga võimsad muutused: mõne liigi arvukus tõusis lakke, mõned jälle kadusid. Kuna kolmkümmend-nelikümmend aastat oli kõik olnud stabiilne, kahtlustati paljudel juhtudel koguni, et äkki on eksitud mõotmisel. Kõik numbrid olid lihtsalt niivõrd absurdid.

Kaheksakümnendate lõpus ja üheksakümnendate alguses juhtus midagi suurt. Tõenäoliselt siis globaalselt, mis lokaalselt mõjutas ka meie olusid. Kui varem jõudsid meie rannikumerele vaid üksikud võõrliigid, siis üheksakümnendatel ja 2000. aastate alguses invasioonitempo hoogustus. Praegu toimuv on erakordne.

Võib spekuloida, millega see seotud on. Üks võimalik põhjus, mis pähe tuleb, on firmade globali-

Võiks küsida, kus on teaduse progress? Aga midagi pole teha, maakera on lihtsalt tohtu suur ja teadlased elavad ju suures osas üksnes Põhja-Euroopas ja Põhja-Ameerikas.

seerumine. Võtame või Balti laevaremonditehase, mis on ostanud mitmeid tehaseid ümber Läänemere ja ka väljaspool seda. Pole välistatud, et kui firma kasutab teatud tüüpi märgdokke ja liigutab neid ühest kohast teise, tulevad nendega kaasa ka dokke asustavad loomad ja taimed. See on muidugi hüpootees.

Inimmõju kõrval on võõrliikide globaalset levikut soodustamas kliimaatilised muutused. Näiteks on meil sagenenud väga tugevad läänekaaretuuled. Teatavasti satuvad võõrliigid Läänemere kanalite ja jõgede või siis Taani väinade kaudu. Tugevad läänekaaretuuled kannavad läbi Taani väinade mitte ainult soolast merevett, vaid ka ohtralt mereelustikku. Enamik võõrliike, kes meie vetest on leitud, avastatakse eelnevalt Läänemere lõuna- või lääneosast. Vaid väga üksikud leitakse esmakordselt meie vetest.

Näiteks eelmisel aastal leidsime Pärnu lahest uue, männiokast meenutava hulkharjasussi, keda teadusraamatutes polegi veel olemas. Praegu kutsume teda tinglikult Laonome'iks, kuid ma pole sugugi kindel, kas see liik sellesse perekondagi kuulub. Tegime põhjalikud geneetilised analüüsid ja selgus, et lähim tänapäeval tuntud liik jääb temast saja-paarisaja nukleotiidi kaugusele. Olemasoleva geneetilise informatsiooni alusel võime aimata, et see liik tuli siia tõenäoliselt Aasiast või Austraaliast.

Liigi teaduslik määratlemine veel käib, kaasatud on maailma parimad selle rühma tundjad. Hulkharjasussid on tavaliselt nii merelised loomad kui vähegi olla saab ning nende väljailmumine vaid kahekolme promillise soolusega lahesopis on väga kummaline. See ei saanud kuidagi juhuse või tormituultega juhtuda, vaid ikka inimese kaasabil. Pärnusse saabus ilmselt mingi laev ja poetas oma ballastvett Pärnu lahte, mis osutus liigile sobivaks keskkonnaks.

Tänavu kevadel korraldasime uue ekspeditsiooni, et uurida, mis neist uutest hulkharjasussidest on saanud. Sügisel oli neid miljoneid, kuid kevadel tundus juba, et liik on õnneks – sest ega võõrliigid enamasti midagi head kaasa ei too – välja surnud. Aga suvel oli neid siiski paaris proovis jälle sees. Talv oli neile ilmselt karm ja võttis arvukuse alla. Mida nad siin korda võivad saata, seda me muidugi ei tea.

See on nii ju kõikide võõrliikidega, et me ei teagi tegelikult, kas ja kuidas nad meie mereökosüsteeme mõjutavad?

Näiteks villkappkrabi, kellest mõni aasta tagasi palju räägiti, ei suuda meil sigida. Ses mõttes on ta riskivaba. Villkappkrabi muutus meil arvukaks tänu sellele, et liigi asurkonna tsentris, Põhjameres, oli



Merikilk (*Saduria entomon*) – viimase jääaja saadik Läänemeres, kes on samuti üks Jonne Kotta meelisuurimisobjekte.



KOLLEEGI KOMMENTAAR

Tartu Ülikooli Eesti Mereinstituudi mereökosüsteemide juhtivteadur, ökodünaamika osakonna juhataja HENN OJAVEER:

Alustasin Jonnega Eesti Mereinstituudis umbes samal ajal (1990. aastate alguses), mil vana (Nõukogude) süsteem enam ei töötanud ja uut veel ei olnud. Seega, kõik tuli uuesti algusest peale paljuski endal luua, kusjuures nn uutele tingimustele vastavaid kogemusi enamjaolt ju kellelgi ei olnud. Jonne on uue, tänapäevase süsteemi loomisega väga edukalt hakkama saanud. Selle käigus tuli eelkõige ise õppida ning väljastpoolt tarkust ja kogemusi hankida.

Jonne väga olulised iseloomuomadused, mis on võimaldanud tal oma valdkonnas tippu rühkida, on ülim sihikindlus, absoluutne usaldusväärsus ja maksimaalne pühendumus. Jonne on tegelikult üks väga vähesteid Eesti mereökolooge, kellega võiks täiesti vabalt luurele minna. Kogemus mitmete teadusprojektide raames kinnitab, et kui Jonne midagi lubab, siis saab lubatu alati parimal võimalikul moel ka tehtud. Ning kui ilmnevad takistused, siis sellest absoluutselt kohe räägitakse ja uuele olukorrale leitakse ka lahendus. Tegelikult ei ole selliste isikuomadustega inimesi rahvusvahelises mereökoloogia tippsektoris ülemäära palju.

Eesti mereteaduses on sisuliselt üks põlvkond vahelt puudu. Seetõttu on Jonne-põlvkonna teadlaste kohustus juba suhteliselt pikka aega olnud teadustöö korraldamine ja järelkasvu koolitamine. See algas, tingituna meie lähiajaloo, tegelikult natuke liiga vara, aga samas on võimaldanud kohandada uurimistemaatika oma käe järgi. Jonne on vaieldamatult meie edukaim mereökoloog teadusrahade saamisel (nii siseriiklikud, Euroopa kui ka näiteks Austraalia grantid). Kusjuures ta teadustöö tulemused, muu hulgas uute meetodite kasutamine, lõimides nii välivaatluste kui ka laborkatsete tulemused, on juba praeguseks jätnud väga sügava vao rahvusvahelise mereteaduse põllule. Ning senist arengukõverat vaadates ei ole kahtlust, et vao sügavus lähiajal üksnes suureneb. ●

olnud väga edukas sigimisaasta. Aasta-paarise nihkega jõudis see suur laviin lõpuks meile.

Ümarmudilaid, kes hiljuti teleuudistes laineid löid, pole aga mitte ainult Muuga lahes, vaid liik on vallutanud pea kogu Läänemere idaosa.

Võõrliiki iseloomustab algusaastatel lühem või pikem peiteperiood, mil ta otsib meres n-ö oma kohta. Seejärel hüppab arvukus lakke ning siis, sõltuvalt liigist, jääbki ta arvukaks või, nagu suure osa

liikide puhul, muutub haruldaseks, jäädes siiski ökosüsteemi omi asju ajama.

Näiteks 2003. aastal tuli meile sisse veidi üle sentimeetri pikkune Ameerika päritolu vööt-kirpvähk. Juba 2005. aastal oli ta vallutanud kogu Saaremaa lõunaosa rannikumere. Kuna liigi arvukus suurenes niivõrd plahvatuslikult – neid on praegu pea igal pool – hakkasime uurima, mida ta korda võib saata. Tegime eksperimente, uurisime konkurentsisuhteid, toitumist, elupaiga valikut. Katsed näitasid selgelt, et vööt-kirpvähk on võimeline toitumise ja agressiooni abil välja tõrjuma kohalikke liike. Kuna vööt-kirpvähi järglaste hulk ületab kümne-kahekümnekordselt kohalike liikide oma, suudab ta teisi ka sigimissurvega välja tõrjuda.

Kohtades, kus vööt-kirpvähk end hästi tunneb, on kohalikud liigid kadunud. Taolist asja pole Läänemeres peaaegu olnudki. Paljudel juhtudel pole tähelestatud isegi kohalike liikide arvukuse tuntuvat langust. Vööt-kirpvähk on aga selgelt liik, kes suudab süsteemi tasakaalu nihutada.

Vööt-kirpvähk elas aastakümneid Läänemere lõunaosas ja seal edasi ei liikunud. Mingi uuringu kohaselt paikneb tema soolsuse taluvuse optimum 8–12 promilli juures, mistõttu arvati, et vööt-kirpvähk meie rannikuvette tõenäoliselt ei tulegi. 2003. aastal aga juhtus midagi. Tema arvukus suurenes plahvatuslikult ja kirpvähk oli meil äkitselt kohal.

Kuidas ta siis ikkagi siia sai tulla? Geneetikud on suutnud sellele küsimusele piisavalt adekvaatselt vastata. Euroopasse oli vahetult enne liigi levila laiendamist saabunud sama liigi täiesti teistsugune genotüüp. Päritolumaal need genotüübid omavahel kokku ei puutu, kuna on ruumiliselt üksteisest lahatatud. Meil sattusid need genotüübid aga kokku, mille tulemusel tekkis ristumisi, mis tekitas liigile võimekuse tungida veelgi madalama soolsusega piirkondadesse.

Üks Teile südamelähedane teema on ka põhjaloomastik. Oma doktoritöös käsitlesite kliimamuutuste ja bioloogiliste invasioonide mõju põhjaloomastikule. Millised põhi-järeldused sellest välja koorusid?

See oli juba nii ammu (Kotta kaitses doktoritöö 2000. aastal – U. K.), mistõttu ma jätaaksin sellele küsimusele praegu täpselt vastamata. Tol ajal üritasin ma Eestist välja saada. Noore inimesi asi. Igal maal on mingisugused uurimissuunad ja -meetodid ning koolkonnad. Ma tahtsin näha, mida mujal tehakse.

Kui doktorantuuri läksin, olime just väljunud Nõukogude ajastust ja sisenenud Eesti Vabariiki. Olukord oli teadusmaastikul võrdlemisi segane – nii rahastamise kui ka paljude muude asjadega. Siiski avanes meil haruldaselt hea võimalus minna kuhu iganes. Nii võtsingi ette ja käisin Põhjalaades ning Prantsusmaal. Vaatasin, kuidas inimesed seal töötavad. Nökkisin enda jaoks üles valdkonnad ja meetodid, mis mulle tundusid väga innovaatilised. Neid samu meetodeid katsetasin Eesti ja mitte ainult meie rannikuvetes ning sellest kooruski doktoritöö. Doktoritöö temaatika võib-olla polnudki peamine. Pigem oli oluline proovida erinevaid lähinaabruskonna ja Euroopa Liidu meetodikaid.



Jonne Kotta 2007. aasta jaanuaris Tenerifel.

Kui palju põhjaloomastikust on meil üldse tänaseks kaardistatud? Selles vallas pidavat veel palju avastamisrõõmu olema?

Meil on olnud päris palju Eesti ja Euroopa Liidu rahastatud projekte, mille eesmärk on olnud põhjakoosluste kaardistamine. Seda erinevatel eesmärkidel – kas siis sadamate või meretuuleparkide ehitusele eelneva keskkonnamõju hindamine või looduskaitseliselt väärtuslike Natura-alade kaardistamine. Selles mõttes võib öelda, et pole hullu – suur osa merealadest on kaardistatud.

Aga liites reaalselt kokku alad, kus inimene või robot on käinud vee all merepõhja uurimas, on asi teine. Uuritud proovipunkte summeerides saame tegelikult väga väikese ala, väiksema kui see kohvik siin.

Viimaste kaardistamiste käigus oleme kogunud kümneid tuhandeid proove, millest leidsime ka Eesti jaoks uusi liike. Ometi räägitakse Läänemerest kui maailma ühest enim uuritud ökosüsteemist. Ehk siis avastamisrõõmu on meil siin tõesti veel palju.

Peame ka arvestama, et meri pole staatiline, vaid pidevas muutumises. Täna on meil üks vöörliik, homme teine ja võib-olla kolmaski. Kunagi võivad tulla ka liigid, kes praegu ei suuda meil elada. Näiteks tugevate läänekaartuultega, mil merevee soolsus peaks suurenema, on tee paljudele lahti.

Kunagi oli Läänemeri ju Litoriiinameri. Selline nimetus pärineb ühelt teolt, ranniklaselt, kes on praegu arvukas soolases Põhjameres, kuid Läänemeres ammu unustatud. Kui soolsus peaks siin jälle oluliselt suurenema, tuleks ranniklane tagasi. Kuid ühes temaga tuleks veel tuhandeid uusi liike.

Viimasel aastakümnel on ökoloogias meeletult otsitud vastust küsimusele, kas on olemas üldist teooriat, valemit või mudelit, mis kõike seletab. Vastus on, et ilmselt ei ole.

Kliimauurijad siiski ennustavad, et Läänemere soolsus peaks lähitulevikus hoopis umbes veerandi võrra vähenema. Siit jõuamegi ühe teise asjani, millega hetkel tegelen: üritan tõlkida erinevad kliimatsenaariumid merebioloogiasse. Teisisõnu – kui atmosfäärifüüsikud ütlevad, et läänekaartuuled hakkavad domineerima ja keskmised temperatuurid nihkuvad suvel ja talvel üles, ning merefüüsikud väidavad, et oodata on olulist soolsuse vähenemist, siis mida see bioloogias tähendab. Kui palju suureneb taimne hõljum ning kuidas muutuvad liikide levilad? See on praegu väga kuum ja huvitav uurimis-teema.

See haakub ka Teie nn globaalse eksperimendiga, mida meie kirjavahetuses mainisite? Rääkige sellest veidi lähemalt.

Globaalse tegevuse alustamisel oli kaks põhjust. Esiteks, kui ma viis aastat tagasi võrdlesin eri piirkondade teadustulemusi, siis eristusid kõigist teistest selgelt Lõuna-Ameerika ja Austraalia. Tähtsaks küsimus, kas teadlased teevad seal uurimistööd kuidagi teisiti või siis on ökosüsteemid teistsugused. Kas klassikaline teooria, mis on mereökosüsteemide toimimise kirjeldamiseks välja mõeldud, ei pea seal paika?

Teatavasti on selle teooria suuresti välja mõelnud Põhja-Euroopa ja Põhja-Ameerika teadlased ning kasutatud alusandmed olid loomulikult nende kodu-õuel kogutud proovid. Võib-olla nad ei pääsenud ligi teadmiste selle kohta, mis toimub Lõuna-Ameerikas ja Austraalias? Või suunab ühiskonnakord meie alateadvust nägema vaid piiratud kategooriates? Lühidalt – kui mina oleksin Austraalias oma Põhja-Euroopa taustaga uurimusi läbi viinud, siis võib-olla oleksin saanud hoopis teise teadustulemuse?

Ühelt poolt avaldub selles eksperimendis noore mehe vaimustus kaardistada maailma. Teiselt poolt soovin teada saada, kas maailma ökosüsteemid toimivad erinevalt.

Viimasel aastakümnel on ökoloogias meeletult otsitud vastust küsimusele, kas on olemas üldist teooriat, valemit või mudelit, mis kõike seletab. Vastus on, et ilmselt ei ole. Just bioloogiliste süsteemide keerukuse pärast. See ongi üks põhjus, miks ma merevetikaid Austraaliasse mõõtma läksin.

Ühelt poolt on Austraalia meeletult suur. Teisalt eraldus see manner nii ammu, et Austraalia liigid on võrreldes teiste ookeanide ja kontinentidega väga erinevad. Mitmeid miljoneid aastaid on Austraaliat iseloomustanud stabiilsus. Merevee temperatuur on muutunud kahe-kolme miljoni aastaga vaid paari kraadi võrra, paljudes kohtades ilmselt isegi mitte nii palju. Mõtleme võrdluseks Läänemerele, kus Väinameres võib veetemperatuur suvel küündida 30 plusskraadini ja olla talvel samas ainult 4–5 kraadi. Viimasel jääajal, millest pole ka palju aega möödas, polnud Läänemerd veel olemaski.

Ekspertide käigus uurin, kuidas sarnased organismide rühmad reageerivad erinevates keskkondades – näiteks Austraalias ja Läänemeres – kliimamuutustest tingitud keskkonnamuutustele. Austraalias on temperatuuri tõus olnud viimastel aastatel tunduvalt suurem kui meil, aga tänu ajaloolisele taustale on sealsed organismid palju vähem kohanemisvõimelised. Eksperimenteerides üritan saada vastust küsimusele, kas organismid, kes on evolutsioonis olnud püsivamates tingimustes, saavad kliimamuutustega viletsamalt hakkama kui need, kes on olnud väga ebastabiilsetes tingimustes.

Mõtlesin välja standardkatse, mida on lihtne läbi viia kas või näiteks mõne rahvusvahelise konverentsi ajal. Viimaste aastatega olen ära katnud mitmed põnevad piirkonnad maakeral. Järgmisel aastal on juba kindlasti võimalik teha ka esimesi järeldusi, kuidas erinevad protsessid mõjutavad globaalselt koosluste arengut ja nende stabiilsust ning kuidas kliimamuutustest tingitud häiringud kooslusi mõjutavad.

Mis parameetreid Te mõõdate?

Mõõdan põhjataimestiku primaarproduktiooni ehk siis seda, kui palju päikeseenergiat biomassiks seotakse. Kui taimset hõljumit uuritakse päris palju ning seda on võimalik ka satelliitidelt kaardistada, siis põhjataimestiku juurdekasvu pole looduses õieti uuritud. Enamik teadlasi võtab väikese tüki taime ja viib selle laboratooriumisse või siis mõõdetakse taimetükki kohapeal. Aga seda, et mingile alale tõm-

matakse sisuliselt kilekott peale ja uuritakse, millised protsessid kooslustes toimuvad, tehakse harva. Seda on lihtsalt raske teha, kuna meri ei ole üldjuhul vaikne. Ilusa ilmaga päevi on harva, eriti ookeanis. Nii uuritaksegi enamasti tõusu-mõõna piirkondi ja paradoksaalselt pole paljud merebioloogid isegi vee all käinud. Vaatamata tehnoloogia kiirele arengule on vee all tehtud üllatavalt vähe katseid.

See peaks viitama tõsiasjale, et tegelikult teame maailmameere kohta õige vähe?

Eesti mered on päris hästi uuritud, aga Läänemerele välja minnes on asi teine. Näiteks Austraalia loodeosas paikneval Ningaloo korallrifil leidsime eksperimentaalmõõtmiste käigus mitte ainult uusi koralliliike, vaid ka seni kirjeldamata perekondi. Arvestades asjaolu, et austraallaste jaoks on Ningaloo teadantud piirkond, oli see üllatav.

Ka Indoneesia on minu arvates teadusele täiesti tundmatu maa.

Mõned aastad tagasi lõppes uurimisprogramm Census of Marine Life (rahvusvaheline kümme aastat kestnud projekt, milles osales üle 80 eri riigi – U. K.). Projekti eesmärgiks, nii üllatav kui see ka pole, oli maailmamere elustiku kaardistamine. Täpselt nagu seda omal ajal tegid Charles Darwin ja teised kuulsad loodusteadlased. Võiks küsida, kus on teaduse progress? Aga midagi pole teha, maakera on lihtsalt tohutu suur ja teadlased elavad ju suures osas üksnes Põhja-Euroopas ja Põhja-Ameerikas.

Merebioloogia aktuaalsetest uurimissuundadest rääkides ei saa tavalise kaardistamise kõrval vist kuidagi mööda vaadata kliimamuutustest?

Tavaline kaardistamine on aktuaalne juba seetõttu, et teada, kes meres elavad. Kliimamuutused on kahtlemata suur teema, mille kohta on küsimusi rohkem kui vastuseid. Kümme-kakskümmend aastat tagasi vaadati maismaa- ja mereökoloogias domineerivalt erinevaid tasakaaluolekuid ja seda, kuidas süsteemid ümber tasakaalupunkti keerlevad. Tänapäeval vaatame häiringuid. Teadlaste teadvusesse on jõudnud teadmine, et me ei ela tasakaalulises maailmas, vaid ökosüsteemid on allutatud erinevatele häiringutele. Kliimamuutused on üks häiringu näide.

Me tegelikult ei tea, mis meil lähiaastatel on juhtumas. Pärast režiiminiihet varem kehtinud seadused enam ei toimi. Põhjus-tagajärg seoseid tundmata ei oska me väljapoole hetkeolekut mõistlikult ennustada. Veel mõned aastad tagasi oli seis selles osas päris nutune. Osalesin ühes Euroopa Liidu projekti taotluses, kus üritasime liidule selgeks teha, et modelleerimine on vahva, aga kui me ei tea süsteemi elementide vahelisi seoseid, siis pole mudelid eriti väärtuslikud. Projekt ei saanud rahastust, kuna väidetavalt oli selles ikkagi liiga vähe modelleerimist ja liiga palju bioloogiat. Aga mis mõtet on modelleerida, kui modelleerimise eeltöö on bioloogidel teemata?

Kui küsida, millises olukorras on tänane merebioloogia, võib vastuseks tuua sellise võrdluse. Me jalutame metsas ja näeme ainult puud, aga mitte

metsa. Veekeskkond pole meile loomuomane. Enamik mõõtmisi toimub nii, et saadame vette mingi instrumendi. Võtame tükikese merepõhjast välja ning nende üksikute „puude” põhjal üritame järeldada, milline on mets.

Kindlasti on vaja uusi meetodeid. Mereökoloogia liigubki praegu selles suunas, et leida meetodeid, kuidas lokaalmõõtmiste pealt n-ö maastiku peale minna.

Väga võimas perspektiiv on ka evolutsiooni ja ökoloogia vaheliste seoste väljaselgitamine. Seda valdkonda pole praktiliselt uuritud. Me ei tea, kuidas evolutsioonilised protsessid kujundavad populatsioone ja vastupidi – kuidas populatsioonis kulgevad protsessid mõjutavad evolutsiooni. Senini ei teata päris täpselt, kas globaalne tasand mõjutab lokaalset või võib lokaalselt tasandilt alguse saada globaalne muutus.

Kas Eesti on laiemas plaanis mereteaduse vallas arvestatav tegija?

Viimase paarikümne aastaga on näiteks Eesti Mereinstituudi kompetents kasvanud meeletult. Tulime ju välismaailma jaoks sisuliselt eikusilt, kuid tundsi väga hästi liike, mis oli väga tugev aluspõhi.

Oleme mere uurimises arendanud interdistsiplinaarset suunda, proovides optikute, füüsikute, geneetikute ja paljude teiste valdkondade esindajatega koostööd teha just piirialadel, kus tavaliselt inimesed omavahel kokku ei puutu. Läbi selle osusime väga edukaks.

Läänemere mastaabis on Eesti ja Taani merebioloogilistes uuringutes juhtivad riigid. Viimasest Euroopa Liidu Läänemere uurimisele suunatud teadusprojektide erimeetmest Bonus rahastati mitmesajast projektist seitset. Eesti Mereinstituudi osalusel projektid olid seal esireas. See on tugev signaal, mis ütleb, et oleme sellesse valdkonda ennast tugevalt sisse sõõnud ja meie pakutav innovatsioon on see, mida Euroopa Liit meilt ootab.

Lähme natuke isiklikumaks. Merebioloog sai teist ikka tänu merebioloogist isale?

Jah, nii see oli. Kui kahe-kolmeaastane laps saab kodus mudaseid proove nokkida ja sealt vahvaid elukaid välja võtta ning hilisemas elus kuuleb, et selle tegevuse eest antakse veel raha ka, siis ...

Isa puhul on eeskujuks tema pühendumus: talle pole kunagi tähtis olnud, mis projektis ta midagi teeb, primaarne on idee. Kui idee on piisavalt hästi pakendatud, siis ega raha pole ju maailmast kadunud. Nõukogude ajal oli asi vist lihtsam. Kui sul oli teadlase koht olemas, siis said rahulikult nokitseda ja oma asja ajada. Polnud ka mõödikuid, kuidas teaduse kvaliteeti hinnata. Tänapäeval peab teadlasel olema administratiivne võimekus. See on üks väheseid asju, millega mulle ei meeldi oma töö juures tegeleda. Samas on see vajalik, et ennast maailmale arusaadavaks teha. Juba selle pärast, et meil on väga suur kuulajaskond – teadlased, ajakirjandus, erasektor, mereplaneerijad, looduskaitstjad. Kõik nad räägivad erinevas keeles. Kui me ei suuda mõelda

Senini ei teata päris täpselt, kas globaalne tasand mõjutab lokaalset või võib lokaalselt tasandilt alguse saada globaalne muutus.

erinevates keeltes, on meie tegevus mõttetud. Minu isa valdab oskust kõikide inimestega väga hästi rääkida.

Minu ema on aga matemaatik, teoreetilise suuna esindaja. Sealt ka minu väike armastus mudelite vastu. Tihtipeale ju bioloogid kardavad matemaatikat, sest see on võõras maailm. Matemaatika on suurepärane tööriist, kuid üritan sellega mitte liiale minna.

Ökoloogia on üks väga vahva valdkond. Kui vaatame täheteadust, võtame näiteks Päikesesüsteemi, siis objekte on selles niivõrd vähe, et süsteemi saab valemitega kirjeldada suhteliselt lihtsalt. Kui võtame keemilise reaktsiooni, siis seda on võimalik osakeste rohkuse tõttu jälle väga täpselt kirjeldada statistilise tõenäosusega. Ökoloogia jääb kusagile sinna vahepeale, statistika ja klassikalise füüsika piirimaile. See on liiga keeruline, et seda lihtsate valemitega kirjeldada. Hädapärast võib-olla me isegi mõtleme mingi valemi välja, mis kirjeldab süsteemis toimuvaid protsesse. Kuid sellest valemist pole mingit kasu, et öelda, mis täpselt juhtuma hakkab. Valem annab üksnes aimu tulevikus juhtuvatest võimalustest. Täpse tulemuse määravad ikkagi ökosüsteemi algtingimused.

Pariisi loodusemuuseum, Taani keskkonnauuringute instituut, Helsingi, Turu ja Stockholmi ülikool olid vist loomulikud arenguetapid Teie teadlaseks kujunemisel?

Kõik algas sellest, et mul oli väga suur ambitsioon ja otsisin endale õpetajaid. Teadlasekarjääri alustades polnud mul võimalust endale korüfeesid koju kutsuda, kellel olekski. Seetõttu pidin nende kontorid ise läbi käima.

Siinkohal oleks paslik rääkida sellest, kuidas toimub näiteks Austraalias instituudi kokkupanek. Eestis on tavaks, et ametikoha täitmiseks korraldatakse instituudis konkurss, millest tõenäoliselt väljaspool keegi suurt teada ei saa. Selle tagajärjel säilitavad teadlased ametikoha ja aastatega tekib koha ümber mõnus rahulolumus. Austraalias hakatakse niisugusel puhul maailmas ringi vaatama. Kõige mõjukamatele inimestele tehakse pakkumised, millest nad ei taha või ei saa keelduda. Tagajärjek on see, et näiteks Lääne-Austraalia ülikoolis, kus ma sageli töötan, on maailma sajast oma ala parimast eksperdist kohal kümme. See on meeletult kõrge geeniusete kontsentratsioon ning päris rumal on jätta selles seltskonnas aeg-ajalt viibimata.

Seesama ülikool võttis endale direktoriks Euroopa mõjukaima mereteadlase. Samas ei kujuta ma ette, et näiteks Tartu ülikool võtaks endale rektoriks mõne USA oma ala tipu. ●





REIN VAIKMÄE

Järvede maa, Antarktis!?

➔ Hetkel, mil teadusmaailm järvede olemasolu Antarktise jääkilbi all ametlikult aktsepteeris, algas tõeline võidujooks au nimel saada sealt esimesed proovid. 2012. aasta 5. veebruaril kell 23:21 jõudis Vene puurimismeeskond 3769,3 meetri sügavusel Vostoki järve pinnani. Järvevee esimeste analüüside tulemused, mille järgi sisaldas vesi senitundmatute bakterite geene, avalikustati 2013. aasta märtsis. Rahvusvaheline teadusüldsus on tulemuste suhtes siiski skeptiline. Tõde Vostoki järve elustiku kohta oodatakse pigem tänavu võetud jääpuursüdamikute analüüsides ning järve veest ja põhjasetetest võetavatest proovidest, milleni Vene teadlased loodavad jõuda 2014. aasta veebruaris.



Vostoki jaama üldvaade
29. juunil 2013.

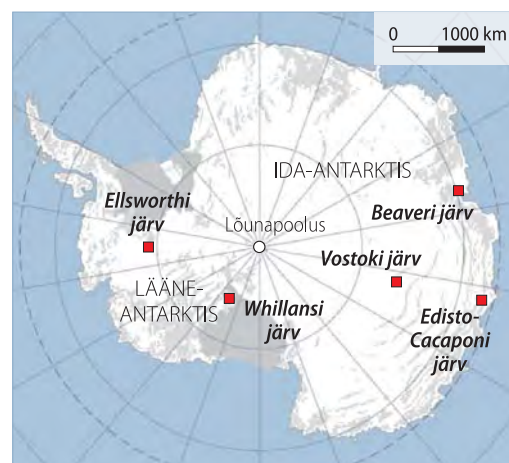
Tuhande järve maa on teadagi Soome ning Antarktise rääkides meenub epiteedina pigem „jäine kontinent”. Viimaste aastakümnete uuringud Antarktikas on aga näidanud, et see raskesti ligipääsetav ja seni ikka veel suhteliselt vähe uuritud kontinent on rikas ka järvede poolest, millest ligikaudu 360 on peidus kohati nelja kilomeetri paksuse jääkilbi all.

Sadu järvi ja järvekesi on Antarktise oasides, st mandri jääkilbi ja mere vahelistes jäävabades piirkondades. Nendest suurimad episelfijärved – osaliselt või täielikult mageveelised merega seotud järved – on 90 ruutkilomeetrise pindalaga ja 400 meetri sügavune Beaveri järv Jetty oasis ning 450 ruutkilomeetrise pindalaga ja 110 meetri sügavune Edisto-Cacaponi järv Bungeri oasis. Mõlemast on ka Horisondis kirjutanud meie tuntuim Antarktika-uurija Enn Kaup.

Järvevõrgustik jääkilbi all

Seistes mitme kilomeetri paksusel Antarktise jääkilbil, kus ka suvel ei tõuse temperatuur enamasti üle miinus 40 kraadi ning kus 1983. aasta 21. juulil Vostoki polaarjaamas registreeriti Maa madalaim usaldusväärselt mõõdetud temperatuur – 89,2 kraadi alla nulli,

tõrgub argimõistus uskumast, et selle hiiglasliku jäämassiivi all võiks olla vett ja mingit elustikku. Tänapäevaks on selgunud, et nii väiksemaid kui ka suuremaid järvi, millest paljud on omavahel ühenduseski ja moodustavad hüdrograafilise võrgustiku, on seal peidus vähemalt 360. Neis võib olla ka elustik, vähemalt mikroorganismide näol, sarnaselt oletatava elustikuga, mis võib potentsiaalselt olla kapseldunud Jupiteri kuu Europa jääsesse kesta. Antarktise jääkilbi alused järved on tõenäoliselt olnud atmosfäärist isoleeritud ning seega arenenud miljoneid aastaid ilma keskkonna ja kliimamuutuste mõjutusteta.



Antarktise suured ja väikesed järved moodustavad hüdrograafilise võrgustiku.



Vostoki järv ja Andrei Kapitsa

Tõsiasi, et Antarktise jääkilbi all võib tänu kõrgele rõhule, mida tekitab mitme kilomeetri paksune jäämassiiv, tõusta temperatuur nii kõrgele, et jää sulab, oletas Vene anarhist, filosoof ja geograaf vürst Pjotr Kropotkin juba 19. sajandi lõpul. Vostoki järve avastajaks peetakse Vene-Nõukogude geograafi Andrei Kapitsat, kuulsa Vene füüsikunobelisti Pjotr Kapitsa poega. Kui Andrei Kapitsa 1956. aastal oma esimese Antarktika ekspeditsiooni käigus Ida-Antarktise platoo keskel, umbes 1000 kilomeetri kaugusel lõunapoolusest, Nõukogude polaarjaamale Vostok asukohta otsis (nimi tuleneb Bellingshauseni ümbermaailmareisi ühe laeva nimest; polaarjaam avati 16. detsembril 1957), pani ta tähele, et piirkonnas oli jääkilbi pind ebaloomulikult tasane. See viis ta mõttele, et Kropotkini teooria võib paika pidada ning selles kohas

võibki jääkilbi all asuda järv. Kapitsa nimetas selle esialgu üksnes oletatava veekogu Vostoki järveks ning käsitles selle olemasolu võimalikkust ka oma 1958. aastal kaitsitud kandidaadiväitekirjas Ida-Antarktise jääkilbi morfoloogiast.

Paralleelselt Andrei Kapitsaga ja tegelikult ka tema ettepanekul hakkas 1950. aastate keskel Antarktise jääkilbi aluste järvede olemasolu võimalikkust uurima oma teadusliku karjääri algul lennundusinsenerina ballistiliste raketite atmosfääri sisenemise termilist režiimi uurinud ja hiljem Antarktise jääkilbi termilise režiimi uurimisega rahvusvahelise tuntuse saavutanud Vene glatsioloog Igor Zotikov, kes asus Kropotkini teooriat arendama ning kaitses sel teemal 1967. aastal ka oma kandidaadiväitekirja.

1964 ja 1967 korraldas Andrei Kapitsa järjekordsete Nõukogude Antarktika-

ekspeditsioonide käigus Vostoki jaama piirkonnas seismitilisi uuringuid, mille tulemuste põhjal arvutas ta jääkilbi paksuseks umbes neli kilomeetrit. Peegeldunud lainete pilti tervikuna oli aga ähmastanud müra ja Kapitsal ei õnnestunud saadud pildi järgi üheselt interpreteerida jääkilbi ja selle aluse kontaktpinna iseloomu. Mõni aeg hiljem hävis enamik nende mõõtmiste käigus saadud andmeid õnnetul kombel Moskva Riiklikus Ülikoolis Kapitsa laboris puhkenud tulekahjus ning tööd selles suunas seiskusid aastateks.

Uurijate ring laieneb

1994. aastal kutsuti Andrei Kapitsa Inglismaale Cambridge'i Scotti polaarinstituuti Antarktika sümposiumile. Briti teadlased olid nimelt 1970. aastate algul lennukitelt tehtud radarseire käigus Vostoki jaama piirkonnas täheldanud raskesti tõlgendatavaid signaale, mis viitasid võimalusele, et jääkilbi all on veekogu. Need tulemused ärgitasid nii Scotti polaarinstituuti kui ka USA teadusfondi (*National Science Foundation, NSF*) rahastama järgmistel aastatel radariuuringuid Antarktise nii jää pinnalt kui ka lennukitelt. Need, aga ka Mullardi kosmoseuuringute keskuse satelliidipiltide abil tehtud esimesed Antarktise jääkilbi topograafilised uuringud viitasid samuti terve hulga suuremate ja väiksemate veekogude olemasolule jääkilbi all Antarktise kontinendi erinevates piirkondades.



Pjotr Kropotkin

Andrei Kapitsa

Vostoki järv on järvedest suurim

Tuntuim ja ka suurim Antarktise järvedest on Ontario järve mõõtu Vostoki järv, mis asub Ida-Antarktses otse Vene polaarjaama Vostoki ja ligemale neljakilomeetrise jääkilbi all. Selle pindala on 15 690 ruutkilomeetrit, maht 5400 kuupkilomeetrit, suurim pikkus 280 ja laius 50 kilomeetrit. Järv on kuni 1200 meetrit sügav. Nende parameetrite poolest liigitub Vostoki järv maailma paarikümne suurima järve hulka, kuid asukoht ja päritolu teevad sellest täiesti unikaalse loodusobjekti. Vee temperatuur vahetult jää all on miinus 3,2 kraadi ja järve põhjas Maa sisemusest pärineva soojusvoo toimele umbes pluss 10 kraadi. ●



ANTARKTIS

Maht: 5400 km³

Mahult on Vostoki järv maailmas kuuendal kohal.

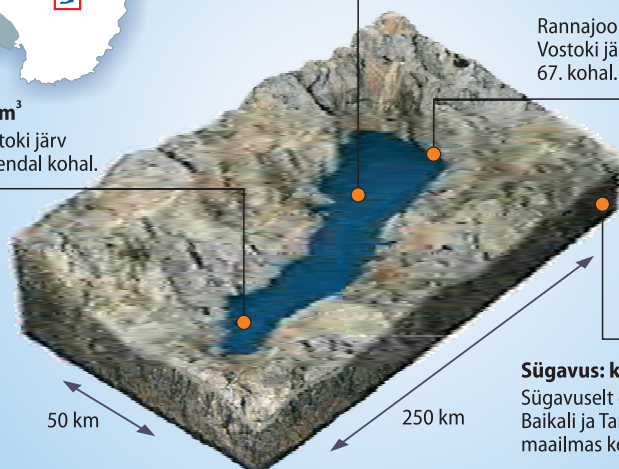
Pindala: 15 690 km²

Tšetšeenia suurune Vostoki järv on pindalalt maailma järvede hulgas 16. kohal.

Rannajoone pikkus:

1010 km

Rannajoone pikkuselt on Vostoki järv maailmas 67. kohal.



50 km

250 km

Sügavus: kuni 1200 m

Sügavuselt on Vostoki järv Baikali ja Tanganjika järel maailmas kolmandal kohal.



Vostoki jaam linnulennult.

Esimest korda teatati laiemale avalikkusele Vostoki järve avastamisest rahvusvahelise Antarktika teadusliku uurimise komitee 33. sessioonil Roomas 1994. aastal.

Sümposiooniks valmistumisel vanu ekspeditsioonimaterjale üle vaadates oli Andrei Kapitsa avastanud, et osa tema seismiliste katsetuste andmeid olid tulekahju siiski õnnelikult üle elanud. Cambridge'is nii vanu kui ka suurt hulka uusi andmeid kõrvutades jõudsid sümposioonil osalejad üksteisele järeldusele, et seni raskesti seletatavaid seismilisi ja radarsignaale saab tõlgendada ainult veekogude olemasoluga jääkilbi all. Põhitähelepanu koondus loomulikult Vostoki järvele kui suurimale seni avastatute seas. Koos Scotti polaaruurimisinstituudi kolleegidega publitseeris Kapitsa 1996. aastal ka esimese Vostoki järve käsitleva teadusartikli ajakirjas *Nature*. Artiklis viidati võimalusele, et vaatamata ekstreemsetele tingimustele, sh ka täielikule pimedusele, võib oletada, et seal leidub elu, mille uurimine võiks anda unikaalset teavet elu arenemisest Maal.

Võidujooks algab

Loomulikult oli arusaadav, et nii unikaalsest keskkonnast saab proove võtta üksnes täielikku steriilsust tagava tehnoloogiaga. Seetõttu moodustas rahvusvaheline Antarktika teadusliku uurimise komitee (*Scientific Committee on Antarctic Research*, SCAR) töörühma, mis

töötas välja erinõuded Antarktilise jääaluste järvede uurimiseks, millega kõik sellistes projektides osalevad Antarktika lepingu osalised riigid pidid nõustuma. Hetkel, mil järvede olemasolu Antarktilise jääkilbi all oli teadusmaailmas ametlikult aktsepteeritud, algas tõeline võidujooks ajaga au nimel saada esimesena sealt proove.

Suur huvi nende järvede uurimise vastu tuleneb eelkõige asjaolust, et tõenäoliselt on sealt võimalik avastada uusi ebatavalisi eluvorme, mis on kohenenud sedavõrd ekstreemsete tingimustega, evolutsioonimehhanisme. Järve põhjasetted sisaldavad aga tõenäoliselt informatsiooni Maa kaugest mineviku kliima- ja keskkonnatingimuste kohta.

1999. aastal toimus Antarktika teadusliku uurimise komitee initsiatiivil Cambridge'is järjekordne rahvusvaheline nõupidamine, et töötada välja Antarktilise jääkilbi aluste järvede kompleksse uurimise plaanid. Põhiline huviobjekt oli jätkuvalt suurim, Vostoki järv, mille puhul oli teadlastel põhjust arvata, et järv on olnud atmosfäärilise isoleeritud rohkem kui 15 miljonit aastat, mõne hinnangu alusel isegi ligi 30 miljonit aastat, st ajast, mil Antarktilise jääkilp hakkas moodustuma.

Kogemused kogunevad

Eelisolukorras järveni jõudmisel oli loomulikult Vostoki jää sügavpuurimise projekti meeskond.

1960. aastate algul korraldati USA ja Taani teadlaste initsiatiivil Loode-

Gröönimaal Camp Century polaarjaamas esimene jää sügavpuurimine, mille käigus saadud puursüdami isotoopanalüüs tõestas Willi Dansgaardi hüpoteesi, et niisugusel moel on võimalik kaugest mineviku kliima- ja keskkonnamuutuste kohta teavet saada. Seetõttu kavandati Gröönimaal juba uusi sügavpuurimise projekte ning ameeriklased plaanisid jää sügavpuurimist alustada ka Lääne-Antarktilises Byrdi jaamas.

Nõukogude Liit ei tahtnud selles võidujooksus muidugi maha jääda ja nii alustati 1970. aastal Vostoki jaamas Leningradi Arktika ja Antarktika teadusliku uurimise instituudi ning Leningradi mäeinstituudi ühiste jõududega jää sügavpuurimise programmi. Samaaegselt töötati sügavpuurimise tehnoloogiat välja ning koheselt ka katsetati.

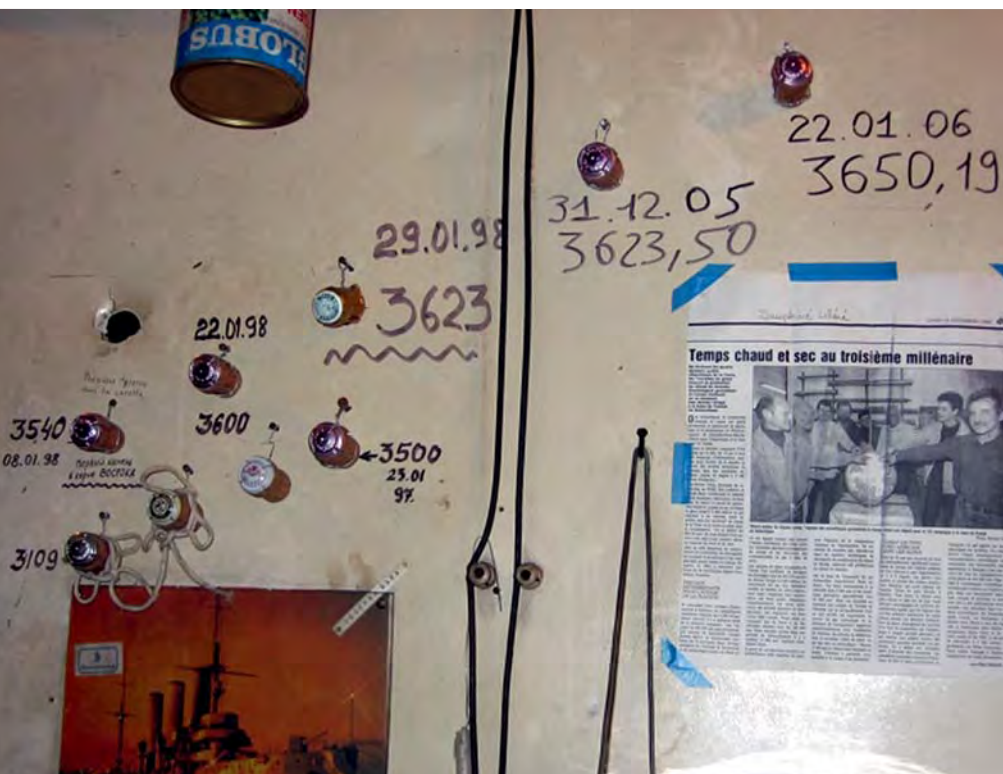
Esimestel aastatel katsetati n-õ kuivpuurimist, millega 1972. aastal jõuti 950 meetri sügavuseni. Siis saadi aru, et taolisel moel läbi nelja kilomeetri paksuse jääkilbi puurida ei ole võimalik, sest jää on viskoosne ja voolab. Puurida oli võimalik üksnes lühikesel Antarktika suveperioodil ja vältimaks puuraugu vahepealset hävimist, tuli see täita mittekülmuva puurimisvedelikuga. Seetõttu jätkati järgmistel aastatel puurimisvedelikku kasutades. Kuna tegemist oli täiesti uue tehnoloogiaga ning tööga eriti keerulistes kliima- ja logistikingimustes, katkestati puurimine korduvalt küll puuri külmumise tagajärjel, küll kaabli katkemise tõttu, mõnel aastal mängisid oma osa finantsraskused.

Uued puurimised otse meie silme all

Iga uus algus nõudis kas täiesti uue puurauguga alustamist või siis nutikat insenerlahendust, et vanas augus katkenud puurimiskohast mööda puurida.

1980. aastate lõpus alustati koostööd Prantsuse ja Ameerika Ühendriikide teadlastega, rahvusvahelise uurimisprogrammi raames analüüsiti saadud jääpuursüdamikku valdavalt Prantsuse laborites ja Vene teadlased arendasid

2009. aastaks oli Vostoki jää puurimise käigus saadud puursüdamiku analüüs võimaldanud teadlastel saada unikaalset infot maakera kliimamuutustest viimasel rohkem kui 400 000 aastal. Just see info on hoogustanud diskussiooni inimtekkeliste kliimamuutuste kohta.



SCANPIX

Senise puurimiskäigu olulisemad etapid ja saavutused Vostoki jaama seinal 29. juunil 2010.

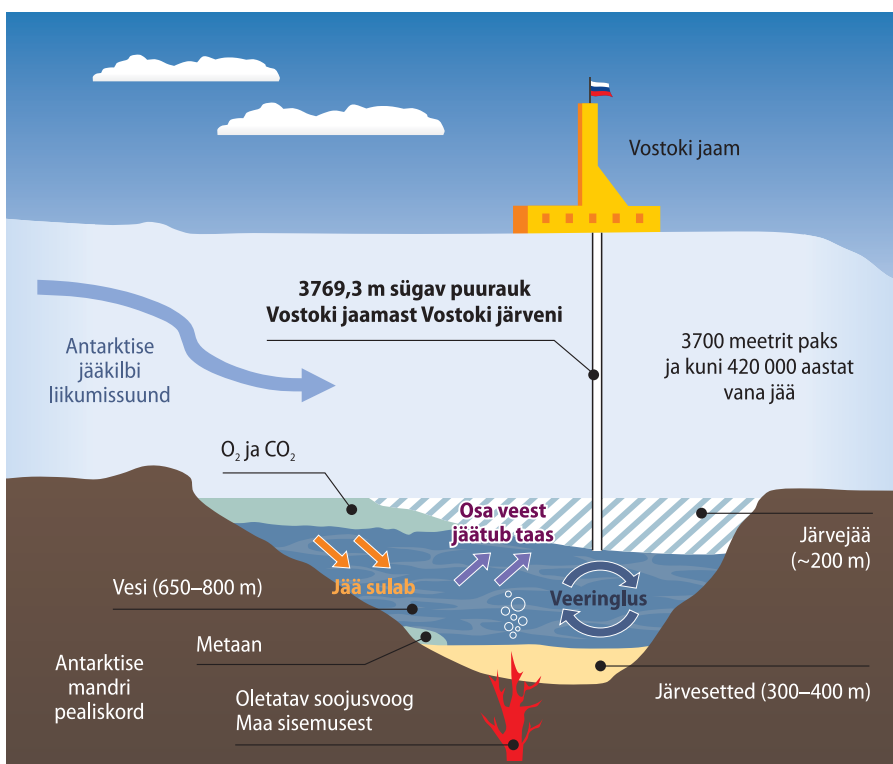
edasi põhiliselt puurimistehnikat, olles selles vallas tänini maailmas ühed liidrid.

Vahelduva eduga puurimist jätkates jõuti 2009. aastal 3650 meetri sügavuseni, kust järve pinnani jäi arvutuste kohaselt veel umbes sada meetrit. Selleks ajaks olid puurimise käigus saadud jääpuursüdamiku kompleksse isotoop-geokeemilise analüüsi ning jää gaaside sisalduse analüüsi andmed võimaldanud teadlastel saada unikaalset informatsiooni maakera kliimamuutustest viimasel rohkem kui 400 000 aastal. Just see info on olnud aluseks üha hoogustuvale diskussioonile inimtekkeliste kliimamuutuste kohta.



SCANPIX / AP

Vene puurimismasin 5-G Antarktises 9. jaanuaril 2007.



Kuigi Vene teadlaste ja juba ka poliitikute huvi oli jõuda puurimisega võimalikult kiiresti järve pinnani, suhtus rahvusvaheline kogukond üsna skeptiliselt Vostoki puurimisprogrammi valmisolekusse vältida järveni jõudmisel selle saastamist puurimisvedelikuga. Mitmetel nõupidamistel soovitati Vene kolleegidel tempot maha võtta, et töötada ühiselt välja teaduslikult veenev järveni puurimise tehnoloogia.

Läbimurdeline 2012

Peterburi insenerid ja teadlased olid väga intensiivselt panustanud tehnilise lahenduse leidmisesse ja olles 2010.–2011. aasta puurimisessooniga jõudnud 3720 meetri sügavusele, otsustasid järgmisel töösesoonil lõpuks puurida Vostoki järve pinnani. Detsembris 2011 puurimist alustades kontrolliti esmalt puuraugu seisundit ning nii temperatuure kui ka jääs salvestunud gaasimullide rõhku mõõtes arvatati, et 95-protsendise tõenäosusega jõutakse järve pinnani sügavusel 3750 kuni 3782 meetrit ning kõige tõenäolisemalt 3766,5 meetri sügavusel.

2. jaanuaril 2012 alustati ööpäeva-ringset puurimist, mis kestis ilma vaheajata 6. veebruari hommikuni. Kasutati uut, ilma puurimisvedelikuta elektromehaanilist puuri, lähtudes jääkilbi alumiste kihtide jää struktuuri eripärasest. Seal on tegemist liustiku põhja külge külmunud järvejääga, mille puursüdamikuga saamiseks tuli puurimise parameetreid töö käigus jooksvalt ja innovatiivselt teisendada. Sellega tuli suurte kogemustega Peterburi mäeinstituudi insener Nikolai Vasiljev suurepäraselt toime. Iga n-ö puuri käiguga saadi 50 sentimeetrit jääd, mis umbes nelja kilomeetri sügavusel pinnale tõsteti. Taolisel moel kujunes puurimise tempoks 1,9 meetrit ööpäevas.

Meeskond teadis, et 6. veebruaril väljub jaamast viimane selle hooaja lend, millega on võimalik evakueeruda, et mitte jääda talvituma. Veel jaanuari lõpus ei olnud puurimismeeskond veendunud, et nad on võimelised puurima järvepinnani jääsüdamikuga võtmisega ja tagavaravariandina oli plaanis läbida viimased meetrid termopuuriga ilma

jääsüdamikku võtmata. 4. ja 6. veebruari vaheline periood oli eriti närviline, sest ilmnesisid esimesed märgid vee hulga suurenemisest puuraugus.

5. veebruaril külastasid nelja tunni jooksul Vostoki jaama sinna erilennuga saabunud Venemaa loodusvarade ja ökoloogia minister ning mõned riigiduuma liikmed. Puurimine jätkus ka nende kohalviibimise ajal. Kui külalised kohaliku aja järgi õhtul kell 7 lahkusid, otsustas meeskond teha viimase puurimise, et seejärel puurauk konserveerida ja asjad äralennuks pakkida. Kell 23:21 näitas puuri peas olev andur kokkupuudet järve pinnaga 3769,3 meetri sügavusel. Järve vesi tungis kõrge rõhu all puurauku ning surus selle ülemises osas olnud puurimisvedeliku puurimisruumi, kus meeskond seda kiiresti koguda püüdis, et vältida keskkonna saastamist. Tol hetkel puuri hoidva kaabli vintsi juures olnud operaator reageeris paari sekundiga ning hakkas puuri üles tõstma. Kui puur kell 2:00 puuraugust välja tõsteti, oli kaheksa meeskonnaliikme esmane reaktsioon: „Lõhnab nagu sool!”



VLADIMIR LIPENKOV

Emotsioonid: Aleksei Jekaikini rõõmus-üllatunud ilme viimast, järveveega kokkupuutunud puursüdamikku nähes ja soogaasi ehk metaani lõhna tundes.



Vene puurimismeeskond pärast Vostoki järveni jõudmist 5. veebruaril 2012.

Tänaseks on selgunud, et nii väiksemaid kui ka suuremaid järvi, millest paljud on omavahel ühenduseski ja moodustavad hüdrograafilise võrgustiku, on Antarktise jää all peidus vähemalt 360.

Esmase hinnangu kohaselt tõusis järvevesi puuraugus umbes 400 meetri kõrgusele, kus see pidi hakkama külmuma ja ootama uut hooaega.

Vaatamata sellele, et rahvusvaheline teadlaste kogukond oli Vene teadlaste kiirustamise osas viimastel aastatel suhteliselt kriitiline, reageeriti teatele puurimise eduka lõpetamise kohta valdavalt positiivselt ja tunnustavalt. Kõik selles vallas tegutsevad inimesed teavad, kui keerulise operatsiooniga oli tegu, ja seetõttu osatakse kolleegide saavutust objektiivselt hinnata.

Puurimismeeskonna saavutust hinnati kõrgelt ka Venemaa poliitilisel tasandil. 20. aprillil 2012 oli puurimis-



Vene Antarktika-ekspeditsiooni liikmed 20. aprillil 2012 kohtumisel Venemaa peaministri Vladimir Putiniga. Keskel Arktika ja Antarktika teadusliku uurimise instituudi asedirektor ning 56. Vene Antarktika-ekspeditsiooni juht Valeri Lukin. Lukini vasakul käel poolprofiilis näha olev mees on üks Vostoki jääkilbi puurimise võtmefiguure Vladimir Lipenkov.

meeskond vastuvõtul peaminister Vladimir Putini juures, kus neil oli võimalik tutvustada eduka operatsiooni käiku ja ühtlasi rääkida uuringute jätkamise ning rahastamise vajadustest. Putin sai kingituseks pudeli puuriga üles tõstetud Vostoki järve vett.

Silmad on aastal 2014

Uus hooaeg algas 2012. aasta 28. detsembril ning kestis 5. veebruarini. Selle käigus kavatsesid Vene uurijad puurida uuesti järveni koos jääpuursüdamikuvõtmisega, mis seekord oli moodustunud juba puurauku tunginud järveveest, ning viia järve ka eriseadmed proovide kogumiseks nii veest kui ka põhjasetest. Neid analüüsitulemusi on kogu rahvusvaheline kogukond põnevusega oodanud. Kuigi puurimine kulges üldiselt edukalt, oldi jaanuari lõpus sunnitud tööd nõalaks katkestama, et vahetada aastate jooksul amortiseerunud puuri toitekaabel. Seetõttu jõuti hooaja jooksul puurida jääsüdamikuvõtmisega vaid 122 meetrit ja puurimine katkestati 3543,56 meetri sügavusel, kust järve pinnani jääb järgmisel korral puurida veel 227 meetrit.



SCANPIX

Kohtumisel Vladimir Putiniga 10. veebruaril 2012 esitles Venemaa loodusvarade ja ökoloogia minister Juri Trutnev peaministrile ka esimest Vostoki järvest saadud veeproovi.

Vostoki uurimisjaama glatsioloogia-laboratooriumis uuriti põhjalikult järve veest moodustunud jääpuursüdamikuvõtmise struktuuri, mõõdeti selle elektrijuhtivust ning võeti proovid jää gaaside sisalduse ning isotoop-geokeemilisteks ja bioloogilisteks analüüsideks Venemaa erinevates laboratooriumides. Erihuviga oodatakse endiselt Vostoki järve vee molekulaarbioloogiliste analüüsitud tulemusi ja seda just eeldusel, et tänava õnnestus saada tõepoolest puurimisprotsessi mõjudest saastamata järvevee proove. 2012. aasta veebruaris järveni puurides oli puuri külge külmunult kätte saadud küll 395 ml vett, millest pärast puurimisvedeliku eraldamist saadi 150 ml teoreetiliselt puhast vett. Viimase analüüs Peterburi Tuumafüüsika Instituudi krüo-astrobioloogia laboratooriumis näitas, et pärast keerukaid ja põhjalikke protseduure, mis pidid kõrvaldama puurimisvedeliku võimaliku saastava mõju, sisaldas vesi mikroskoopilise koguse (167 rakku milliliitris) maailma geenipankades senitundmatute bakterite geene. Need esimeste analüüsitud tulemused avalikustati 2013. aasta märtsis Moskvas Venemaa kosmoseuuringute instituudis peetud rahvusvahelisel astrobioloogia nõupidamisel. Paraku on rahvusvaheline teadusüldsus nende tulemuste teadusliku adekvaatsuse suh-

Britid Ellsworthi jääl, jänkid Whillansis

Lähiaastatel on Antarktise jääaluste järvede uurimisel oodata hulganisti uut ja huvitavat informatsiooni. Samal ajal kui jätkusid Vostoki järve uuringud, alustas Briti meeskond 12. detsembril 2012 puurangu rajamist Lääne-Antarktilises. Neil oli plaan jõuda kolme kilomeetri sügavusel asuva Ellsworthi järveni kõigest paari ööpäevaga, kasutades puurangu tegemiseks kuumat vett, mis peaks vähendama ka järvevee saastamise ohtu.

Kuna erinevalt Vostoki programmist ei olnud brittide eesmärk puurangu ühtlasi ka jääpuursüdamik saada, vaid võimalikult kiiresti järveni jõuda, siis võiski nii kiiret puurimist üsna realistlikuks pidada. Kahjuks tekkis brittidel põhimõtteline tehniline tõrge juba esimesel tööpäeval, kui lakkas töötamast kuumaveeboiler. Mõne päevaga saadi see küll töökorda ja kiiresti puuriti esimene puurauk 300 meetri sügavuseni, kuhu kavatseti sulatada mahukas silinderjas koobas, mille kaudu hakata puurimisvett tagasi pinnale pumpama. Selleks puuriti paari meetri kaugusele esimesest puurangu teine. Tollest pidi pärast vahekoopani jõudmist saama põhipuurauk, mille kaudu kavatseti jõuda järveni.

Ent mingil brittidele arusaamatul põhjusel ei õnnestunud neil ka pärast mitmekordseid pingutusi uue puuranguga kõnealust vahesüvendit tabada ja kuna puurimisvesi hakkas küluma, otsustati tööd selleks korra lõpetada. Ettevalmistused kõnealuseks puurimisoperatsiooniks olid kestnud juba 16 aastat ning alla anda britid ei kavatse. Pärast põhjuslikku analüüsi, miks kavandatud tehnoloogia seekord alt vedas, loodetakse lähiaastatel plaan ikkagi teoks teha. Ellsworthi projekti kulgemise käiku on võimalik jälgida veebilehelt www.ellsworthlive.org.uk.

Jänkid omakorda said 2012/13. aasta suvel kätte proovid Whillansi järvest ja uurivad neid praegu. ●

tes esialgu üsna skeptiline, kuna proovide saastatuse oht oli siiski üsna suur.

Seetõttu oodatakse tõde Vostoki järve elustiku kohta ikkagi tänavu võetud jääpuursüdamikuvõtmise analüüsist ning järgnevalt siis juba konkreetset järve veest ja põhjasetest võetavatest proovidest, milleni Vene teadlased jõuavad loodetavasti 2014. aasta veebruaris. ●

LOE VEEL

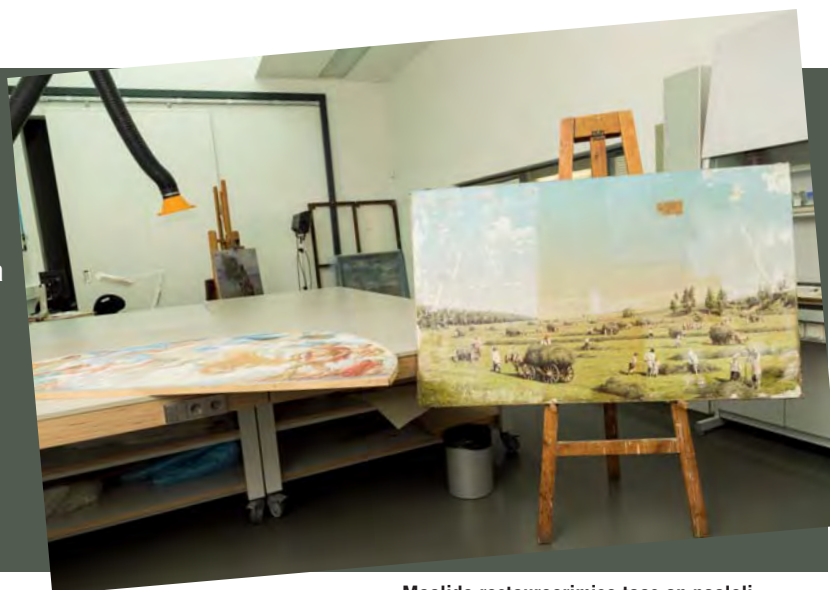
- Kapitsa, A. P.; Ridley, J. K.; Robin, G. Q.; Siegert, M. J.; Zotikov, I. A. A Large Deep Freshwater Lake Beneath the Ice of Central East Antarctica. *Nature*, 381, 684–686. 1996.
- Zotikov, I. A. The Antarctic Subglacial Lake Vostok: Glaciology, Biology and Planetology. Springer Praxis Books / Geophysical Sciences, 158p.

AUTORIST

REIN VAIKMÄE (1945) on Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituudi isotoop-paleoklimatoloogia osakonna juhataja ja oli aastail 2005–2010 TTÜ teadusprorektor. Lõpetanud 1969. aastal Tallinna Polütehnilise Instituudi elektroonika-insenerina. Kaitsnud 1981. aastal Moskvas Nõukogude Liidu Teaduste Akadeemia geograafia instituudis geograafiakandidaadi väitekirja Arktika sademete isotoopkoostise formeerumisest. Peamised uurimissuunad: isotoopmeetodite kasutamine globaalsete kliima- ja keskkonnamuutuste uurimisel, paleohüdroloogia ja paleokrüoloogia. 1993. aastal valiti Euroopa Akadeemia (Academia Europaea) liikmeks klimatoloogia valdkonnas. Tegev jääpuursüdamikuvõtmise teadusuuringute rahvusvahelise partnerluskonsortiumi (IPICS) juhtkomiitees, Euroopa polaaruurimiste nõukogus jm.

Hilkka Hiopiga kunsti konserveerimise kambrites

Tallinnas Kadrioru veerel KUMU hoones asub muu hulgas Eesti Kunstimuuseumi kolmeteistkümne töötajaga kunsti konserveerimise osakond. Osakonna juhataja Hilkka Hiop, kes on ühtlasi ka Eesti Kunstiakadeemia dotsent, tutvustab Horisonile veidi lähemalt, millistes töötubades tema ja teisedki oma ala vaieldamatud meistrid igapäevast tööd teevad.



FOTOD: ARNO MIKKOR

Maalide restaureerimise toas on pooleli aastakümnetega tumenenud lakikihi eemaldamine.

uuritud. Ühed viiakse läbi elektromagnetkiirguste abil. Näiteks ultraviolettkiirguses vaatlamine on pinnauuringute üks levinumaid meetodeid, mille abil on võimalik üksteisest eristada eri aegadel maali loomiseks ja restaureerimiseks kasutatud materjale. Infrapuna reflektograafia abil on aga võimalik leida jälgi alusjoonistusest ja -maalingutest. Röntgenkiired, mis läbistavad ja visualiseerivad teose kõik kihid üheaegselt, võimaldavad maalist läbi vaadata: näha maali sisestruktuuri, selle varjatud kihte ja säilivusastet.

Teine osa uuringutest on seotud maali füüsiliste osakeste mikrostratigraafiliste ja -keemiliste analüüsidesega. Nn mikroproovide abil saavad restauraatorid täpselt teada pildikihi liimistus-, krunt- ja värvi- ja lakikihtide arvu ning nende koostisained.

Graafika restaureerimise ruumis lebab ühel töölaual Eesti üks kuulsamaid pastelle, Ants Laikmaa „Miku“. Aastatega oli see teos klaasi taga raamituna n-ö lainetama hakanud. Nüüd on meistritel õnnestunud selle pind jälle ilusasti siledaks pingutada. Konservatorite käe all on uuele elule ärganud ka samas töötoas olevad suuremõtmelised Andrus Kasemaa pastellid. Needki olid ühes paberiga lainetama hakanud ja siit-sealt katkigi rebenenud.

Alustame uuringute ruumist. Siin istub töölaual taga maalide konservator-restauraator Alar Nurkse. Mehel on ees fragment ühest 15. sajandi alguse altarimaalst. Nurkse selgitab, et tal on käsil väga oluline tegevus – ajaloolise maali pealmise lakikihi eemaldamine ehk nagu ta ise seda toimingut nimetab, kultuurikihi avamine. Tema paremal käel on pudelikese spetsiaalsete kemikaalidega ning abimehed skalpellid.

Maalide restaureerimise ruumis on molbertil üks õlimaal, millelt on aja jooksul

tumedaks tõmbunud lakikiht osaliselt juba eemaldatud. Maali vigastustega kohad, kust on värvikihid maha tulnud, on juba krunditud. Hiljem toneeritakse need praegu karjuvalt valged laigud imepeente pintslietega.

Siiski on vale arvata, et niisama lihtsalt ühe maali restaureerimine-konserveerimine käibki – võtad kätte, eemaldad vanad lakikihid ja asud vigastusi täitma. Hiop selgitab, et tegelikult eelnevad iga teose restaureerimistöele põhjalikud teaduslikud uuringud.

Põhimõtteliselt tehakse kahte tüüpi



Raamide restauraator Sirje Säär näitab oma igapäevaseid töövahendeid – raamide kuldamisel kasutatavaid imeõhukesi puhtast kullast lehekesei.



Eesti Kunstimuuseumi kunsti konserveerimise osakonna juhataja Hiikka Hiip muuseumi raamide restaureerimise ruumis. Viimase suurtööna oli Hiip seotud Tallinnas Kaarli kiriku võlvide all oleva Johann Köleri fresko restaureerimisega.



Eesti üks kuulsaimaid pastelle, Ants Laikmaa „Miku” täies „alastuses”. Aastatega klaasi taga lainetama hakanud teos on meistrite käe all uuesti siledaks pingutatud.

Graafika konservator-restauraator Margit Pajupuu märgib, et täpne viis ja meotod, mida iga pastelli puhul kasutatakse, töötatakse välja eelnevate katsetuste käigus, milleks võib kuluda aastaid. Näiteks ühe Kasemaa teose restaureeris KUMU meistrite juhendamisel magistritöö raames kunstiakadeemia tudeng, kellel võttis see aega ühtekokku kaks aastat.

Lõpetame raamide restaureerimise toas. Ruum on tulvil erinevaid kullatud ja nikerdatud pildiraame, mis kõik enam või vähem kehvast seisusest. Raamide restauraator Sirje Säär tähendab, et raami korrastamine on sageli isegi mahukam ettevõtmine kui teose enda restaureerimine. Säär töötab

nüüdsama toretsevate nikerdustega kullatud raami kallal, mis ümbritseb Belgia kunstniku Emile Wautersi pastelli „Madam la Sxx”. Aeg on selle nikerdusi omajagu murendanud ja säratuks muutnud. •



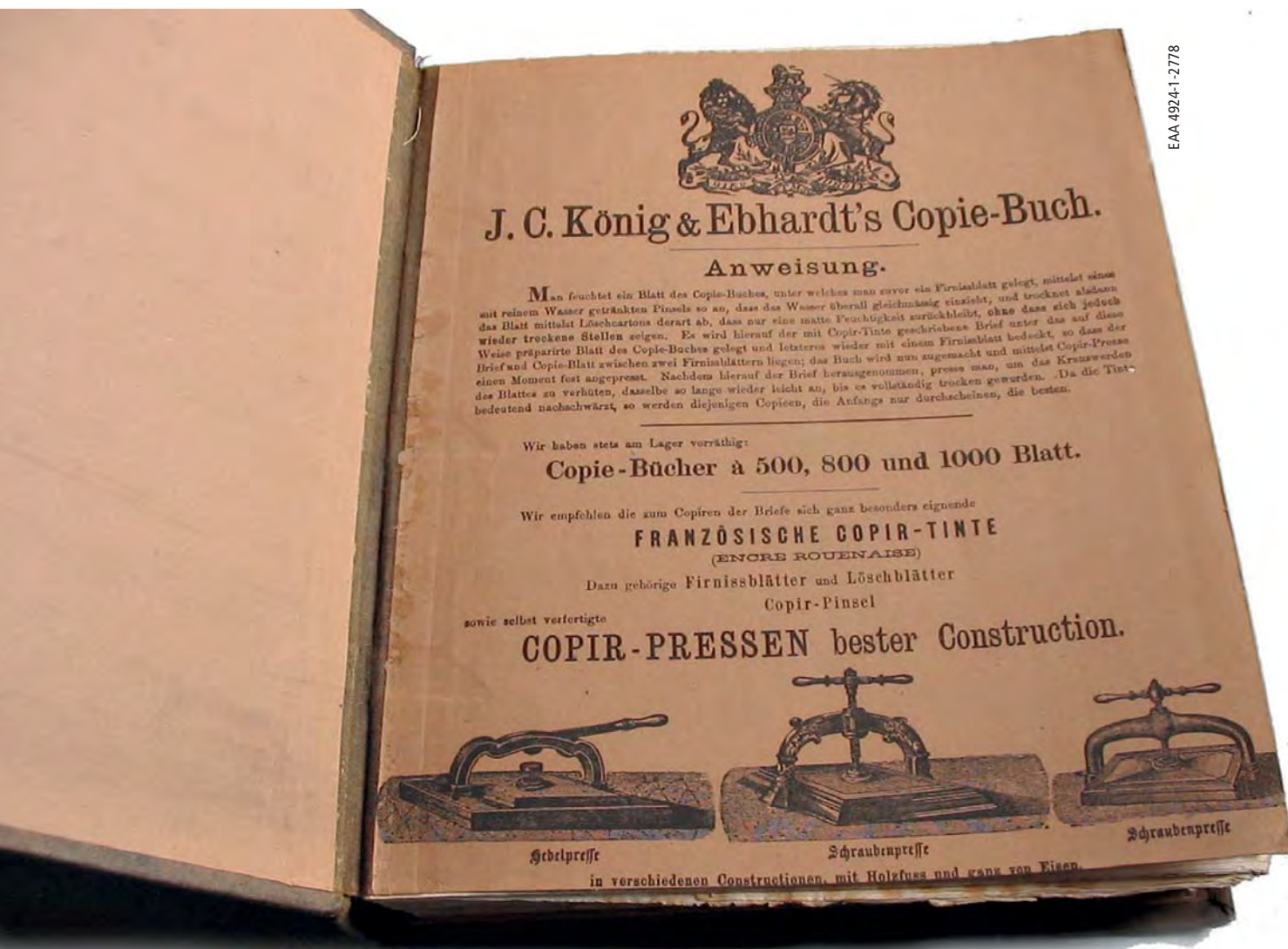
TEADLANE KABINETIS

TEADLANE KABINETIS on Horisondi rubriik, kus toimetaja ja ajakirjanik Ulvar Käärt tutvustab ruume, millega meie teadlased on oma töö tõttu tihedalt seotud.

Enne kserokoopiate võidukäiku

James Watti
meetodil tehtud
kopeerraamatud

Koopiate valmistamise ajalugu ulatub ilmselt samasse perioodi, kui tekkisid esimesed kirjalikud dokumendid, sest aegade algusest on vajatud dublikaate ja reproduktsioone. Näiteks vanas Assüürias olid juba 1000 aastat eKr kasutusel raamil liikuvad graveeritud silindrid, millega oli saviplaadile lihtne dublikaate teha. Roomlaste valitsemise ajast kuni peaaegu 19. sajandi keskpaigani kirjutati tekste ümber põhiliselt käsitsi.



Thomas Clayhills & Son firma peakontori kirjavahetuse kopeerraamat aastast 1879. Kõite eeslehel võib leida Hannoveris asuva firma J. C. König & Ebhardt Geschäftsbücher-Fabrik reklaami ja õpetuse 1870. aastatel kasutatud kopeerimismeetodi, presside, tindi ja paberi kohta.

Kopeerimise ajaloos tuleb kindlasti oluliseks pidada kopeermasinat, mille leiutas šotlane James Watt 1780. aastal. Laialdasemat praktilist kasutamist leidis see meetod peamiselt 19. sajandi teisel poolel. Arhiivides, raamatukogudes ja muuseumides võib sageli leida eri perioodidel James Watti kopeertehnikas tehtud koopiaid, mis sisaldavad olulist infot mitmesugustest valdkondadest. Eesti keeles ja Eestis leiduvaile allikaile tuginedes pole teadaolevalt varem seda teemat kajastatud, mistõttu võib alljärgnev kirjutus pakkuda mõndagi huvitavat.

James Watti kopeerimispress

Watti leiutatud kopeermasina tööpõhimõte oli järgmine. Sama päeva jooksul kirjutatud originaaldokumendi lehele pandi peale õhukene liimistusega koopiapaber. Originaali alla oli eelnevalt paigaldatud õli või vahaga immutatud paber või tekstiil. Originaali peal olev õhuke koopiapaber niisutati ühtlaselt veega. Liigne vesi kuivatati filterpaberiga. Koopiapaberile asetati peale samuti õli või vahaga immutatud paber/tekstiil, et vältida niiskuse ja kujutise edasikandumist. Seejärel asetati originaaldokument koos koopiapaberiga kolmekümneks sekundiks kuni kaheks minutiks pressi, mille käigus kandus originaaltekst läbi koopiapaberi. Sel meetodil oli võimalik ühest originaalst valmistada ligi 20 koopiat.

1795. aastal leiutas James Watt portatiivse rullpressi-tüüpi kopeerimismasina, mis aitas oluliselt kaasa selle valdkonna arengule. Aastal 1811 esitles leiutaja suurt pressi, mis oli mõeldud kaartide kopeerimiseks, ning kaks aastat hiljem publitseeriti kopeerimis-

masina kasutamise juhend „Directions for using the patent portable copying machines, invented and made by James Watt & Co”, mis kirjeldas kopeerimisprotsessi üksikasjalikult.

Kopeerraamatu sünd

19. sajandil hakati spetsiaalselt kopeerimise tarbeks valmistama kopeerraamatuid. Need olid peamiselt tekstiilkõited, mille sisuplokk sisaldas ligi tuhat nummerdatud õhukest koopiapaberi lehte. Nüüd sai kopeerida arveid, kirjavahetust, koosolekuprotokolle jms lehtaaval otse kopeerraamatusse.

Watti kopeerimismeetod muutus eriti populaarseks ja levis laialdaselt 19. sajandi teisel poolel tolleaegses asjaajamises, kirjavahetuses ja arhiivinduses. Koopiate peamised valmistajad ja kasutajad olid nii eraettevõtjad kui ka riigiasutused. Mitmekülgse ja rikkaliku infoallikana vajaksid kopeerraamatud tänapäeval kindlasti suuremat tähelepanu ja uurimist. Eesti filmi aasta möödumisega seoses tuleks ilmeka näitena esile tuua Eesti Rahva Muuseumi kogudes olevat kopeerraamatut, mille abil avastati uusi põnevaid fakte meie filmindusele aluse pannud Johannes Pääsukese tegevusest.

Järgnevalt heidamegi pilgu kopeerimise köögipoolle ja uurime, milliseid aineid ja materjale kasutati kopeerimisel ja selle protsessi täiustamisel.

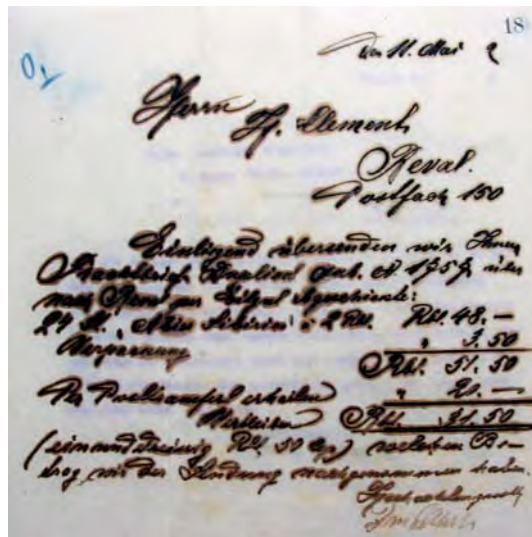
Koopiapaber

Koopiapaber oli õhuke ja absorbeeris hästi niiskust. Kopeertindiga kirjutatud ja niiskeks tehtud originaalteksti kujutis pidi kanduma kiiresti läbi koopiapaberi nii, et tekst ei valguku koopiapaberi pinnal laiali.

EAA 1874-1-2786



Originaaliga vahetus kokkupuutes olnud koopiapaberile kandunud teksti peegelkujutis.

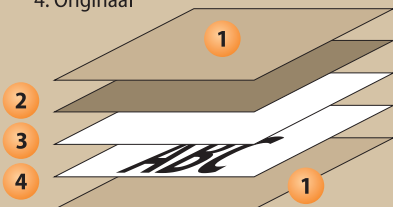


Koopiapaberist läbiimibunud tekst, mida kasutatakse lugemiseks.

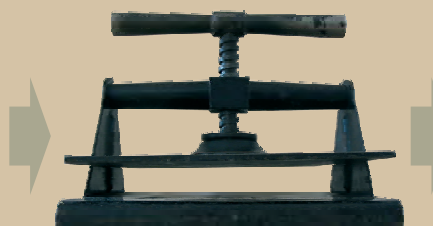
Watti kopeermasina tööpõhimõte

Watti meetodit kasutades kantakse originaaldokumendil kirjutatu pressimise abil õhukesele märjaks tehtud koopiapaberile.

1. Niiskust mitteläbilaskev plaat
2. Märjaks tehtud riie
3. Õhuke liimistusega koopiapaber
4. Originaal

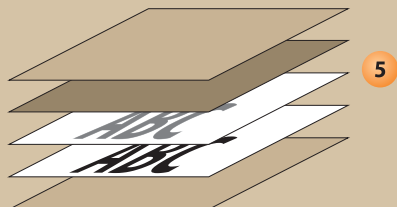


Pressimise kestuseks on kuni kaks minutit. Sel meetodil on ühest sama päeva jooksul kirjutatud originaalst võimalik valmistada kuni 20 koopiat.



Kopeerimispress (Carl Ungeri köitekojast Tartust)

5. Valmis koopia



Originaaliga vahetus kokkupuutes olnud paberiküljele tekkinud peegelkujutis oli reeglina selgemate kontuuridega.

Koopiade valmistamiseks kasutatakse paber pidi olema niiskes olekus piisavalt tugev, et kopeerimisel vastu pida. Sellise tugevuse saavutamiseks tuli paberi valmistamisel kiud tampida peeneks ja ühtlaseks massiks. Kopeerimisel kasutati enamasti käsitsi valmistatud paberit, mis sisaldas peamiselt puuvillakiudu (ligikaudu 70 protsenti). Võrreldes muu toorainega oli puuvill odavam ega vajanud pleegitamist. Paberi koostisele lisati savi, mis soodustas kopeerimise protsessi. Edukamad firmad kasutasid oma dokumentide kopeerimisel peeneks tambitud kanepikiududest valmistatud paberit, mis oli eriti tugev, ühtlase struktuuriga ning kallis. Paberitööstuse arenmisel tõrjuti kaltsupaber järkjärgult välja ning üha rohkem tuli turule puidumassist valmistatud koopiapaberit.

Koopiatint

Tintidest kasutati peamiselt raudgallustinte. Raudgallustinti peetakse üheks levinumaks tindiks Lääne-Euroopas. Juba Vana-Rooma õpetlane Plinius Vanem (23–79 eKr) kirjeldas eksperimenti, mille käigus ta valmistas galluspähklitest pigmente. Leotanud papüürust

gallushappes ning seejärel tilgutanud peale rauasoola lahust, täheldas ta, et rauasoola lahusega tilgutatud kohad muutusid mustaks. Raudgallustint oli kasutusel alates 2. sajandist kuni 20. sajandi esimese pooleni. Tindi söövitava toime tõttu muutusid tekstid praktiliselt võltsimiskindlaks. Raudgallustindi koostisesse kuulub neli põhikomponenti: tanniinid (galluspähklid); vitriol ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ või $\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); lahusti (vesi, vein, õlu, uriin, äädikas); sideaine (kummiaraabik).

Enamasti olid koopiale iseloomulikud tekstikujutise ebaselged kontuurid, sest tindi koostisained lahustusid vees ning migreerusid kergesti õhukeses kopeerpaberis.

Täiendusi ja arendusi

Mõnigi kord on kopeeritud tekstid raskesti loetavad. Selle põhjuseks võib olla pikk kopeerimise aeg, ülearu märg keskkond ning originaal- ja koopiapaberi nihkumine pressimise käigus, mis tekitab topeltkujutise. Sageli kandusid kopeeritud tekstid hiljem edasi kopeerraamatu naaberlehtedele, mis raskendas lugemist.

Osa koopiapabereid immutati eelnevalt tanniini (gallushappe) lahusega, mis muutis teksti paremini nähtavaks. Koopiatintidele ja -paberitele lisati glütserooli (alates 1850. aastatest), magnee-

siumkloriidi, suhkrut, mett ja siirupit. Need lisandid parandasid kopeerimisprotsessi kvaliteeti ning pikendasid kopeerimise aega, sest muutsid koopiapaberi elastsemaks, hoides tinti ja koopiapaberit kauem niiskena. Watti koopiapaberi leotuslahusesse lisati ka kaltsiumhüdroksiidi või booraksit, millel on, nagu hiljem selgus, aluselisuse reservi tekitav efekt, pikendades oluliselt dokumentide säilimisega. Alates 1857. aastast lisati koopiapaberitesse kaaliumkromaati või kaaliumdikromaati, mis pidi muutma teksti püsivamaks. Alumiiniumatsetaati hakati kasutama tintide kinnitajana 1863. aastast. Hallituse tekkimise ohu vähendamiseks lisati maarjat, nelki või alkoholi.

Sageli lisati tindi toonimiseks või intensiivistamiseks looduslikke pigmente. Ühe tuntuma lisandina kasutati Kesk-Ameerika või Lääne-India troopikas kasvavate kampsšipuude ekstraktidest saadud pigmente.

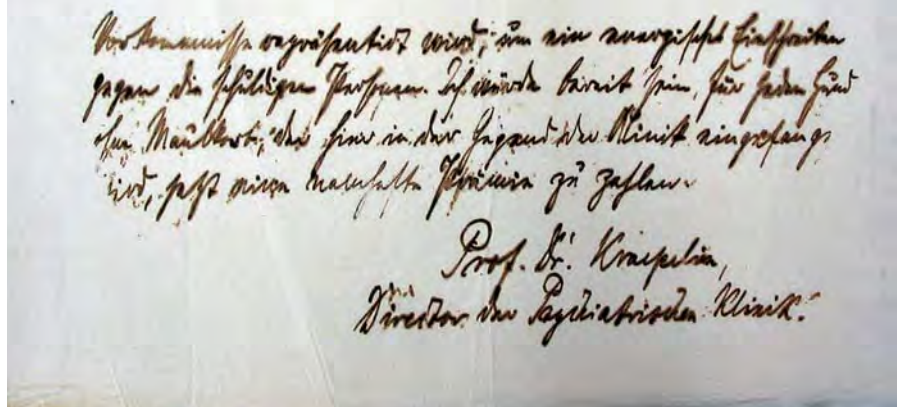
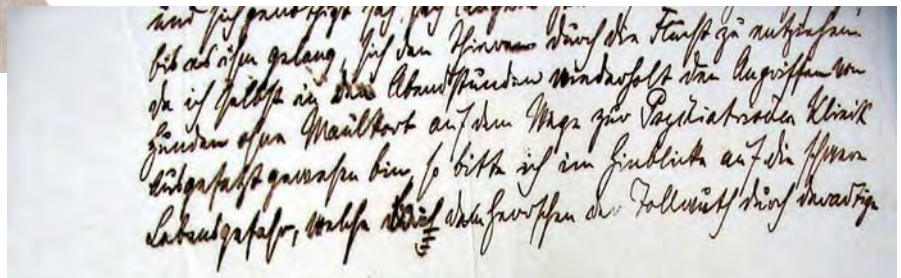
Seoses aniliinivärvide sünteesimise ja tootmisega hakkasid nende baasil valmistatud tindid raudgallustinte kopeerimisprotsessis järkjärgult asendama. Inglise keemik William Henry Perkin leiutas esimesena sünteetilise aniliini (sirelililla tooniga värvaine mauveine) saamise meetodi 1856. aastal ning asutas seejärel Lääne-Londonis Greenfordis maailma esimese süntee-



Vahetus kokkupuutes tekkinud raudgallustindi tekstikujutis koopiapaberil (peegelkujutis). Detail Tartu ülikooli professori Emil Kraepelini kirjavahetusest.



Raudgallustindi tekstikujutis lähivaates koopiapaberi vastasküljel.



Näide Tartu ülikooli kliinikumis töötanud professor Emil Kraepelini kirjavahetusest aastatel 1883–1888.



Kopeerraamatud ajalooarhiivi hoidlas.

Eesti kopeerraamatud sisaldavad peamiselt dokumente mõisavalitsuste ja kirikute eestseisuste, mitmete firmade ning riigiasutuste kirjavahetusest, kohtuprotsessidest ja arvepidamisest.

tilise värvi tootmise vabrik. Tihenev konkurents ja kasvav nõudlus kiirendas aniliinvärvide ja teiste sünteetiliste värvainete tootmise arendamist Inglismaal, Saksamaal ja mujalgi. Näiteks 1861. aastal osati juba valmistada metüülvioletti, 1867. aastal nigrosiini (musta värvusega), 1869. aastal alisariinpunast, 1876. aastal metüülsinist ja 1889. aastal indigot. Aniliinvärvaineid lisati ka raudgallustintidele. Indigo ja alisariin andsid koostõhus rohelise värvuse, raudgallustindile lisades saadi aga musta värvusega tint, mida peeti keemiliselt väga stabiilseks.

Erksama tooniga aniliinvärvid andsid koopiategistidele selgema kujutise, muutes need paremini loetavaks. Samuti oli nüüd võimalik kopeerimist teostada pikema perioodi vältel, sest võrreldes raudgallustintidega lahustused need vees paremini. Soovituslik kopeerimisaeg pikenes ööpäevalt mõne päevani. Lisaks peeti aniliintindiga kirjutatud tekste valguse ja aja toimele tollal vastupidavamaks. Nimetatud põhjustel kasutati aniliintinte kopeerimisel järjest laialdasemalt.

Üldjuhul sisaldasid kooptatindid rohkem pigmentaineid kui tavalised tindid ning nende veesisaldus oli kuni 40 protsenti väiksem. Selline tindi koostis võimaldas niisutades saavutada parema kvaliteediga kooptaid.

Aniliinvärvainete kasutusele võtmine tõi turule mitmeid uusi tooteid. 1870. aastatel hakati valmistama kopeerimispliiatseid, mis leidsid samuti aktiivset kasutust kooptiate tegemisel. Pliiatsisüdamik valmistati grafiidi, savi ja aniliinvärvi segust. Mõnikord lisati pliiatsisüdamikku ka sideaineid, näiteks traganti, metüülselluloosi, polüsterooli ja polüvinüülatsetaati. Kvaliteetse kooptia saamiseks pidi pliiatsisüdamik sisaldama 25–50 protsenti aniliinvärvi. Pliiatsiga kirjutatud tekst lahustus hästi vees ja alkoholis.

Kirjutusmasin

Oluliseks sündmuseks kopeerimise arengus kujunes kindlasti itaallase Pellegrino Turri 1808. aastal leiutatud kirjutusmasin. Umbes samal ajal sai sellega hakkama ka inglase Ralph Wedgwood. Mõlema mehe leiutise eesmärk oli aidata pimedatel kirjutada. Kujut

tise saamiseks kasutasid nad söepaberit, mille ühele küljele kandsid pintsliga tahma ja õlise nafta segu. Hiljem töötati välja söepaberi tööstusliku tootmise meetod.

1873. aastal patenteeris ameeriklane Christopher Sholes kirjutusmasina, mis leidis praktikas laialdasemat kasutamist. Teksti ülekandmiseks paberile kasutati tindiga immutatud puuviljalasest riidest linti. Kirjutusmasina tint koosnes pigmendi, sideaine, plastifikaatori ja lahusti segust. Pigmentidena kasutati peamiselt tahma ja aniliinvärve, mõnikord lisati neile veel ka raudgallustint. Peamiseks sideaineks olid gütseriin, vaseliin, taimsed õlid (näiteks kastrolõli), oleinhape ja isegi vaalaõli. Tindi imendumisvõime parandamiseks ja laialihõõrdumise vähendamiseks lisati ultramarini.

Kirjutusmasinal läbi kopeerpaberi tehtud kooptiad ei saanud siiski populaarseks, sest korraga sai valmistada kõigest üks-kaks kooptiat. Lisaks ei aktsepteerinud paljud kohtud sel viisil valmistatud kooptiaid oma menetlustes. See asjaolu soodustas kirjutusmasinal valmistatud tekstide kopeerimist Watti märgkoopeerpressi meetodil.

Rullpress-kopeerimismasin

Riigiasutustes ja firmades kasvas üha enam vajadus esitada dokumente üksikutel lehtedel (mitte köidetult). 1886.



Belgia konsulaadi kopeerraamat 1898–1911.

aastal võttis New Yorgi firma Schlicht & Field, Rochester kasutusele uut tüüpi rullpressi-kopeerimisemasina, mille tööpõhimõte oli võrreldes Watti kopeerpressiga sama, kuid võimaldas teha koopiaid kiiremini ja rohkem. Rullide vahele pressitud niisked koopiaid liikusid spetsiaalsesse kuivatustrumliisse, millele järgnes lõikamine. Uus meetod võimaldas kopeerida sada lehte (kirja, dokumenti) kahe minuti jooksul.

Watti kopeerimismeetod tõrjuti lõplikult välja alles 1960. aastal, kui müügile jõudis esimene automaatne kserokoopiamasin Xerox 914.

Ajalooarhiivis leiduvad kopeerraamatud

Rahvusarhiivi ajalooarhiivi kogusid uurides võib leida märkimisväärset hulgal Watti kopeertehnikas tehtud kopeerraamatuid 19. sajandi teisest poolest kuni 20. sajandi esimese pooleni. Arhiivi infosüsteemi AIS andmetel on ajalooarhiivis ligi tuhat kopeerraamatut. Kopeerraamatud sisaldavad peamiselt dokumente mõisavalitsuste ja kirikute eestseisuste, mitmete firmade ja riigiasutuste kirjavahetusest, kohtuprotsessidest ja arvepidamisest.

Samuti võib leida ka mitmete konsulaatide materjale.

Eraldi väärivad märkimist kuulsa saksa professori Emil Kraepelini (1856–1926) kirjavahetust käsitlevad dokumendid. Aastatel 1886–1891 Tartus töötanud teadlast peetakse psühhikahaiguste nosoloogilise käsitluse,

süsteemse ja eksperimentaalse patopsühholoogia ning moodsa psühhofarmakoloogia rajajaks ja teaduslikule psühhiaatriale alusepanijaks. Kraepelini välja töötatud vaimuhaiguste klassifikatsioon on kasutusel tänini.

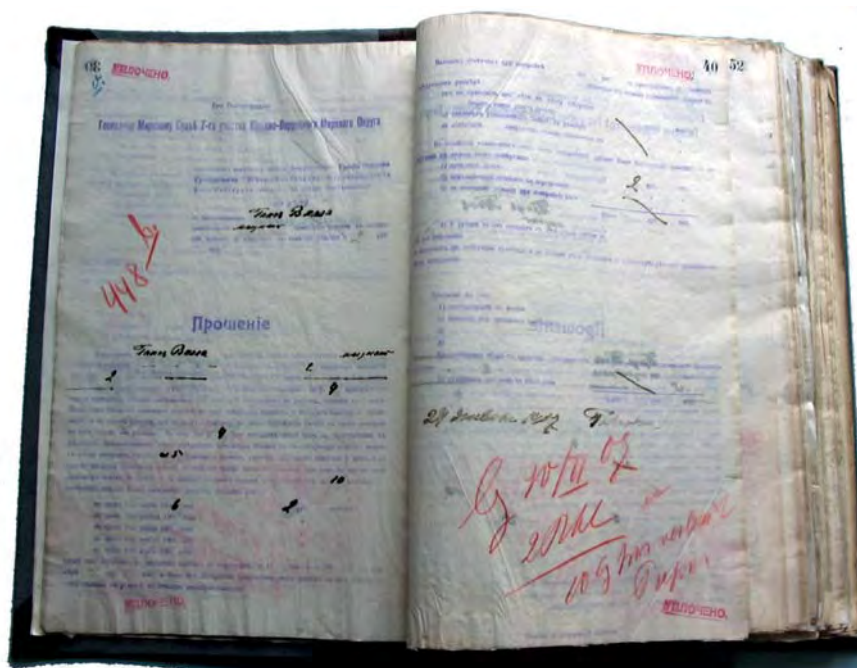
Tähelepanuväärsemad kogud

Suurematest kopeerraamatuid sisaldavatest kogudest võib nimetada firmat Thomas Clayhills & Son käsitlevat arhiivi, perekond Bergi isikufondi ja Ühis-panga fondi „Tartu Eesti Laenu- ja Hoiuühisus”.

Thomas Clayhills & Son fond sisaldab arhivaale aastaist 1633–1944. Clayhillsid pärinesid Šotimaalt ja arendasid siin pikka aega ning edukalt oma äritegevust. Eestlastele on ehk kõige rohkem tuntud Suka-Antoni nime all Johann Karl Girard de Soucanton juunior (1826–1896), kes oli Kunda tsemendivabriku ja sadama rajaja. Firma

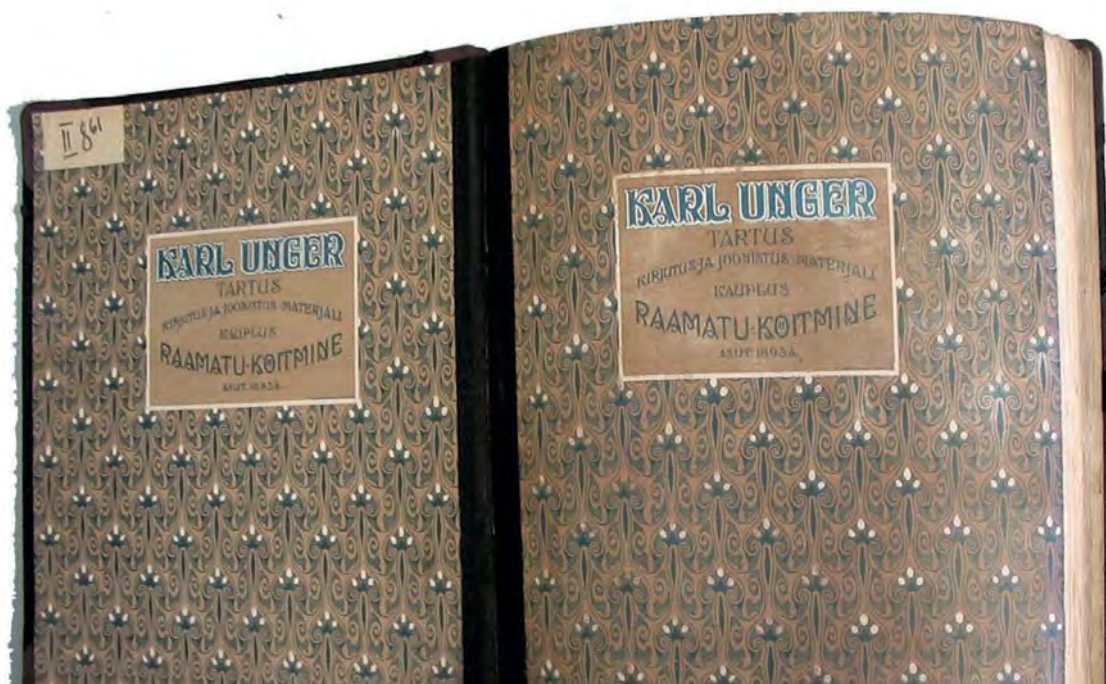
paigutas oma kapitali pea kõikidesse tähtsamatesse tööstusharudesse ja vabrikutesse nii Eestis kui ka Venemaal. Kopeerraamatutest võib leida väga mitmesugust dokumentatsiooni kirjavahetuse, arvepidamise ja konkreetsete äritehingute kohta.

Bergide fondi kuuluvad seda tuntud suguvõsa kajastavad arhivaalid alates 1587. aastast. Bergid olid teatavasti Liivimaa ja Soome mõisnikud, riigiametnikud ja sõjaväelased. Kopeerraamatud hõlmavad eelkõige Sangaste mõisaga seonduvat materjali. Nimetatud fondist võib leida kopeerraamatuid kuni 1939. aastani. Need sisaldavad nii valgele kui ka kollasele koopia-paberile tehtud koopiaid käsikirjalistest ja kirjutusmasinal trükitud tekstidest. Tekstide kirjutamisel on lisaks traditsioonilistele raudgallus- ja aniiliintindidele kasutatud ka kopeerimispliiaatseid.

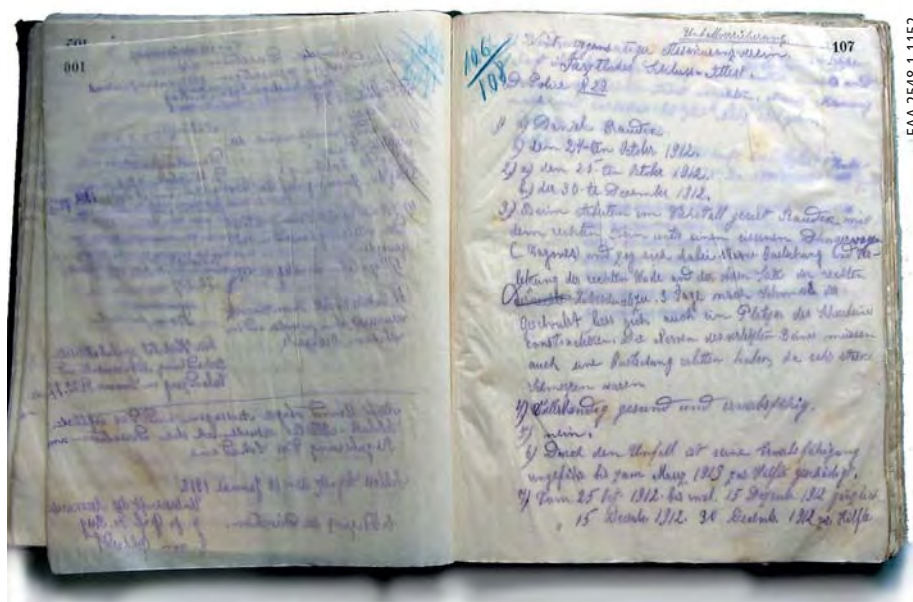


➤ Aniiliintindiga trükitud teksti koopia Sangaste mõisa protsesside kopeerraamatust 1911–1912. Juurdekirjutused on tehtud raudgallustindi ja kopeerimispliiaatsiga.

➤ Korrosioonikahjustus raudgallustindiga kirjutatud teksti koopia. Sangaste mõisa kopeerraamat 1908–1909.



„Tartu Eesti Laenu- ja Hoiuühisuse” kopeerraamat aastast 1937. Köidetud Tartus Carl (Karl) Unger i köitekojas.



EAA 2548-1-1152

arveid. Midagi pole selles suhtes muutunud ka täna, sest inimese põhilised vajadused on samad. Küll aga suureneb pidevalt info hulk, millega koos arenevad nii kopeerimise, salvestamise kui ka levitamise meetodid. Selle protsessi valguses oli James Watti leiutus omal ajal kindlasti revolutsiooniline. Pole kahtlust, et saame veel tulevikuski uurida, jälgida ja imestada, kui leidlikud on olnud inimesed info talletamisel ja edastamisel.

Lõpetuseks pälvib minu tänusõnad kolleeg ja arhivaar Lea Teedema, tänu kellele tekkiski huvi kopeerraamatute sügavama uurimise vastu. ●

Kopeerimispliatsiga kirjutatud teksti koopia Sangaste mõisavalitsuse kopeerraamatust 1912–1913.

Ühispanga fond „Tartu Eesti Laenu- ja Hoiuühisuse” sisaldab arhivaale ajavahemikust 1872–1944. Ühisus asutati Tartu Eesti Käsitöölise Abistamise Seltsi algatusel. Ühisuse liikmed olid algses peamiselt käsitöölised, kuid 1912. aastast alates võisid liikmeks saada ka Tartu lähiümbruse valdada elanikud. Kopeerraamatutes on peamiselt ühise kirjavahetuse ja arvepidamine.

Kogudes leidub nii kohalike kuulsate köitemeistrite (näiteks Tartu Heinrich Laakmanni köitekoda) kui ka vä-

lismaal, eelkõige Lätis, Soomes, Saksamaal ja Prantsusmaal valmistatud kopeerraamatuid. Kuigi ajalooarhiivis esinevad kopeerraamatud on tehtud peamiselt lihtsas ja praktilises tekstiilköites, leidub nende hulgas huvitavaid ja kaunilt dekoreeritud köiteid, mis vääriksid eraldi esile tõstmist ning lähemat uurimist.

Kirjutama hakati vähemalt 5500 aastat tagasi. Kajastati sündmusi ja lugusid, saadeti sõnumeid ning väljastati

LOE VEEL

- B. Rhodes, W. W. Streeter. Before Photocopying: The Art and History of Mechanical Copying, 1780 to 1938. Oak Knoll Press, US, 1999, pp 498.
- M. Cook. Towards a History of Recording Technologies: The Damp-press Copying Process. Journal of the Society of Archivists, 2011, Vol 32:1, pp 35–49.
- J. Lehtaru. Raudgallustindi korrosioon. Renovatum, 2006, lk 16–23.
- S. Titus, R. Schneller, G. Banik, E. Huhsmann, U. Hähner. The Copying Press Process: History and Technology, Part 1. Restaurator, vol 27, nr 2, 2006, pp 90–102.
- Rahvusarhiivi ja Tallinna Linnaarhiivi andmebaas: <http://ais.ra.ee>

AUTORIST

JAAH LEHTARU (1963) on ajalooarhiivi konserveerimisvaldkonna juht, kaitsnud magistrakraadi orgaanilise keemia alal.

Nõmme postkontori sajand

Tänavusest suvest vuravad Nõmmel uued rongid, Tallinna kesklinnas saab aga igaüks näha, kuidas kunagine postimaja moodsaks ärikeskuseks muundub. Huvitaval kombel on Nõmme raudteejaama areng käinud ikka käsikäes kohaliku postiteenistuse arenguga ning tosinkond viimast aastat töötab Nõmme postkontor taas seal, kus alustati – Nõmme jaamahoones.



ERAKOGU

Nõmme jaamahoone 20. sajandi esimesel kümnendil.

Nõmme kasv ja püsielanikkonna kujunemine tõi läinud sajandi alul üha teravamini esile oma postiteenistuse vajaduse. Kirjade saatmiseks Nõmmelt tuli need viia Tallinna või anda postivagunisse. Nõmme jäi 19. sajandi lõpul Paldiski-Gatšina, alates 1905. aastast aga Haapsalu-Peterburi ja Haapsalu-Tapa postivaguni teekonda. Nõmmele tulev post anti postivagunist aga raudteevahi putkasse, kuhu aadressaat ise kirjale järele pidi minema.

1908. aastal asutatud Nõmme Heakorra Selts võttis probleemi lahendamise oma südameasjaks. 1911 sai Nõmme jaam oma pagasiteenistuse.

1912. aasta sügisel astuti suur samm edasi, ametlikes väljaannetes ilmus

lakooniline korraldus, mis eesti keeles kõlab: „1. oktoobrist 1912 avada Looderaudtee Tallinna-Keila lõigul asuval Nõmme platvormil igasuguste postisadetiste vastuvõtt ja väljaandmine.”

Samast päevast hakkas kirjadele ilmuma venekeelne tempel ПИТФ. HEMME СЕВ.ЗАП.Ж.Д, mis tõlkes tähendab: Nõmme platvorm Looderaudteel. 1912. aastal valmis postkontorile ka hoone, Nikolai von Glehni enda projekteeritud nn torniga maja jaamahoone taga. Mõnedel andmetel paiknes postiteenistus algselt siiski jaamahoones, millele viitab kaudsel ka tekst postitemplil. Selleks hakati jaamale ehitama isegi teist paviljoni, mis valmis 1914. aastal ning kuhu sama aasta 1. mail asus telegraaf. Aga 1915. aastast

tuli siiski kasutusele uus postitempel lakoonilise venekeelse tekstiga HEMME (st Nõmme).

1. detsembrist 1917 sai Nõmme postija telegraafikontori õigused. 22. novembrist 1918 oli Nõmme postkontor täieõiguslik Eesti Vabariigi postiasutus, järgneval aastal tulid kasutusele ka postitemplid, kus juba eestipäraselt NÕMME kirjutatud.

Torniga majas Jaama 14 tegutses postkontor ainult veidi üle kümne aasta. Kui majja asus Tallinna Krediidipanga Nõmme osakond, koliti ajutiselt hoonesse praeguse raamatukaupluse kõrval (Pärnu mnt 87, hilisema numeratsiooni järgi 275, lammutati 1980. aastate lõpus).

Kui 15. oktoobril 1930 avati Nõmme



ERAKOGU

SCANPIX

Nõmmelt 1914. aasta 31. detsembril postitatud kaart.

uus jaamahoone, viidi sinna ka postkontor. Detsembris 1964 koliti aga Nõmme ja Hiiu vahele, aadressile Pärnu maantee 303. Jaamahoonesse jäi esialgu telefonikeskjaam. 17. juulist 2000 töötab postkontor taas seal, kus alustati – Nõmme jaamahoones.

Aeg läks, Nõmme kasvas nii territooriumilt kui elanike arvult, tuli laiendada ka postiasutuste võrku. Kuna 1920.–1930. aastatel allusid nii raudtee kui post teedeministeriumile, oli otsustavaks korraldada seda teenust mööda raudteed, kasutades jaamu ühtlasi postiasutustena. 21. märtsil 1922. aastal vastu võetud postiagentuuride seadus sätestaski uute, piiratud tegevusega abi-postiasutuste (agentuuride) asutamise „riigiasutustes ja ettevõtetes”. Sealjuures „kohuslikult kõigis raudteejaamades” ning „võimalikult ka rongide läbisõidu ajal”. Postiagentuurides tuli lisaks kodu- ja välismaiste liht- ja tähtsaadetiste vastuvõtule-väljaandmisele ning postmarkide müügil pakkuda ka ajalehti.

Selle seaduse alusel avatigi 1925. aasta septembris-oktoobris postiagentuurid Pääsküla ja Liiva jaamas. Viimane kandis alguses Raudalu nime, kuna Liiva-nimeline agentuur oli Harjumaal Riisipere lähedal juba olemas. See asjaolu tekitas parajat segadust – aadressil

„Liiva jaam” saadetud kirjad sattusid pahatihti Riisiperre, kust need siis jälle tagasi tuli saata. 1928. aastal asus tekkinud probleemi lahendamaks Nõmme linnavalitsus, mis tegi ettepaneku nimetada Liiva jaam ümber sinna suunduva tänava järgi Õnne jaamaks ning samanimeliseks postiagentuuriks. Nii kaugele asi siiski ei läinud – 1930. aastal sai segadust tekitanud Liivast Riisipere ning sama aasta 1. oktoobrist Raudalust Liiva.

1932. aasta jaanuaris asutati postiagentuurid ka Rahumäe, Hiiu ja Kivimäe jaamas. Uued agentuurid allusid Nõmme postkontorile, viimane aga otse Postivalitsusele.

Eesti Vabariigi aegsed Nõmme postitemplid olid kasutusel kogu esimese Nõukogude ja ka Saksa okupatsiooni aja ning osaliselt isegi pärast seda. Viimase niisuguse kirja olen ma leidnud kuupäevaga 16.03.1948! Samas tulid paralleelselt kasutusele ka eesti-vene segakeelsed templid. Kas oli see kellegi teadmatus või sihipärane tegevus, aga esimesel kakskeelsel templil, mis tuli kasutusele 1945. aastal, üritati taas luua Nõmme tsaariaegset saksa- ja venekeelset nimevormi „Nõmme – HEMME”. Õnneks ei läinud see variant läbi.

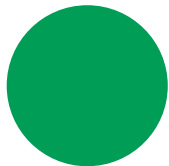
Pärast sõda tegutses edasi Rahumäe (kuni märtsini 1957) ja Kivimäe (kuni

1960. aastani Kivimäe ning seejärel kuni oktoobrini 1979 Tallinn-15 nime all) postkontor. Vahepeal suletud Pääsküla avati taas 1954. aastal Tallinn-9 nime all ning 1957 avati sidejaoskond Männikul nime all Tallinn-12. Nõmme nimi kadus postitemplilt hiljemalt 1961. aastal, siis asendas seda Tallinn-16.

Pärast Eesti taasiseseisvumist tõstatas küsimus vanade ajalooliste nimede ennistamisest. Kui ajalooliste tänavanimede taastamine läks võrdlemisi libedalt, oli postkontorite osas tee pikk ja okkalisem. Allakirjutanu esitas üleskutse ennistada nii Nõmme, Pääsküla kui ka teiste Tallinna ajalooliste osade postinimed juba 1992. aasta märtsis Õhtulehes. Nõmme postkontor sai oma nime tagasi 2000. aastal avamisel uuesvanas asupaigas, Nõmme jaamahoones. Sel puhul oli emiteeritud ka postkaart ning käibis eritempel. Pääsküla nimi ennistati 2001 ning samal aastal sai ka Tallinn-12 taas nime Männiku. ●

AUTORIST

LEHO LÕHMUS (1953) on Eesti Sõjamuuseumi asedirektor (PhD). Tema huviala on aastaid olnud Nõmme ajalugu. Üllitanud Nõmme kohta mitmeid raamatuid, näiteks „Nõmme ajalugu” (2006), „Nõmme kindlusraudtee” (2011), „Ettevõtlik Nõmme” (2012).



Pildile jäänud pilved

Horisoni toetusel kuulutas blogi „Ilm ja inimesed“ juuli alguses välja fotovõistluse „Pilvepiir 2013“. Pilvepilte, mis tehtud 2013. aastal, oli võimalus esitada 1. septembrini. 7. septembriks selgusid publiku lemmikud, üldvõitjad tehakse teatavaks oktoobris.

Viimastel aastatel on inimeste huvi ilmanähtuste, sealhulgas pilvede vastu kasvanud ja sellealane teadlikkus suurenenud. Seda tendentsi on toetanud nii ilmateema-

dega seotud fotovõistlused, mida on korraldanud peamiselt portaali ilm.ee, kui ka populaarteaduslikud artiklid ja ülevaated, (mini)konverentsid, nagu näiteks 2009. aasta novembris Tartus peetud meteoroloogiaõhtud ja 10. jaanuaril 2013 Tartus toimunud tsüklonaalsete tormide konverents, pilve- ja äikeseteemalised grupid sotsiaalvõrgustikus Facebook jpm. Kõigest sellest kasvaski välja idee korraldada Horisoni toel veel üks pilveteemaline fotovõistlus.

„Pilvepiir 2013“ üldvõitjad valib septembri lõpus žürii, mille koosseisu kuulub käesoleva loo, nagu kogu Horisoni Pilvepiiri-rubriigi autorile lisaks noor vabakutseline fotograaf Sander Elb ning ilm.ee

toimetaja Ellu Vibur. Septembri alguses kogunesid žürii liikmed ka selleks, et vaadata koos üle publikuhääletuse võitjad. Üldise arvamuse võtavad hästi kokku Ellu Viburi sõnad: „Kuigi publikuhääletuse tulemused on alati veidi kaheldavad, on seekord enim hääli saanud päris toredad pildid ja ka üks lausa ideaalne pilvefoto.“

Kõige rohkem publiku hääli kogusid võrdsest kaks fotot, mille autorid on Riina Kotter ja Ardo Noormets. Neile astusid omakorda kannale võrdse arvu hääli saanud kaadrid, mille autoreiks Kairo Kiitsak, Kadri Vesikioja, Liivi Lang ja Indrek Vendelin. Seetõttu ongi lubatud viie publikulemmiku asemel siinkohal juttu kuuest. ●



Ardo Noormets.
Sajujoontega kõrgrümpilved (*Alto cumulus virga*).
15. juulil 2013 Pärnumaal.

Ellu Vibur: „On näha, et inimene ei käi nina maas ja oskab märgata looduses toimuvat. Pilti oleks võinud ehk pisut lõigata, et kordumatu pilvemuster paremini esile tuleks ega jätaks nii kaootilist muljet.“

Sander Elb: „Tegemist on väga hea abstraktse fotoga.“

Jüri Kamenik: „Tegu on tõepoolest sajujoontega kõrgrümpilvedega. Sajujooned näitavad, et kõrgrümpilved koosnesid tugevasti allajahtunud veetilkadest (–20°...–30 °C), mis jäätusid ja langesid sademetena pilvedest välja, ent aluspinnani ei jõudnud (*virga*).“



Riina Kotter. Rannas paistis veel päike :).
19. juulil 2013 Lüübnitsas Põlvamaal.

Ellu Vibur: „Ähvardava moega taevas koduselt mõjuva maastiku taustal püüab alati pilku.”

Sander Elb: „Väga hästi säristatud pilvepilt, on näha nii pilve ennast kui ka maastikku.”

Jüri Kamenik: „Fotol on rünksajupilved ja kihtrünkpilved. Tol päeval jäi Eesti Lääne-Venemaal asunud tsükloni tagalasse, kus valitses jaheda õhumassi juurdevool. Äikest oli hommikul Lõuna-Eestis.”

Kairo Kiitsak. Topeltkrae.
18. juulil 2013 Simunas.

Ellu Vibur: „Meeldivalt talletatud rünkpilvepilt tuhande halli varjundiga.”

Sander Elb: „Väga meeldivate varjunditega pilvefoto.”

Jüri Kamenik: „Võimas rünkpilv (*Cumulus congestus*) saatjaskonnaga. Tol päeval jäi Eesti tsükloni sooja sektorisse, kus mõnel pool, sh Simunas, oli äikest.”



Kadri Veskioja. Bright and Shiny.
14. juulil 2013 Põlvas.

Ellu Vibur: „Toredad kiired.”

Sander Elb: „Pildil on väga hästi välja tulnud kiired. Väga hea!”

Jüri Kamenik: „Võimsad rünkpilved (*Cumulus congestus*) videvikukiirte ja pilveservade ereda säraga (*silver lining* – difraktsiooninähtus).”



Liivi Lang. Rünksajupilved vikerkaarega. 19. juuli 2013 Vana-Kuustes.

Ellu Vibur: „Haruldane ja imeline vaatepilt! Pildi allosas segavad ilu nautimast puude ladvad.“

Sander Elb: „Pildi kompositsiooni tabab naelapea pihta. Ruumi on jäetud nii vikerkaarele kui ka pilvedele.“

Jüri Kamenik: „Lamedate rünksajupilvede (*Cumulonimbus humilis*) alla on tekkinud ere vikerkaar, sest päike, asudes juba selgelt madalamal kui 42° horisondist, paistab vihmakardinale. Veel kõneleb vikerkaar oma erksuses sellest, et vihmapiisad on mitme mm diameetriga.“



Indrek Vendelin. Ilmselt varsti müristab. 12. augustil 2013 Suurupis.

Ellu Vibur: „Võiks ju arvata, et pärast üheksat aastat Pilvejahti ilm.ee portaalil ja kümneid tuhandeid nähtud pilvepilte enam ükski foto üllatuma ei pane, aga see pani küll ahhetama – igati täiuslik ja ülimalt dramaatiline tabamus.“

Sander Elb: „Väga hea tabamus. Suurepärase kompositsiooni ning töötlusega on väga täpselt rõhutatud pilvi. Minu arvates on tegemist konkursi ühe parima pildiga, millel on olemas vau-faktor.“

Jüri Kamenik: „Konvektiivne pilvemaastik – alasiga rünksajupilved (*Cumulonimbus incus*) koos mitmesuguste rünkpilvedega (*Cumulus species*). Tol päeval valitses Eestis labiilne polaarne mereline õhumass, mis jäi Fennoskandias paikneva mitmekeskmelise tsükloni lõunaserva. Siin-seal oli äikest ja seda üsna tõenäoliselt ka fotol olevas pilves.“



AUTORIST

JÜRI KAMENIK (1988) on Tartu Ülikooli magistrant loodusgeograafia erialal. Ta on teinud ilmavaatlusi 1998. aasta veebruarist, tema lemmikteemad on äike ning pilved, mida on põhjalikumalt uurinud viimased kuus aastat. Alates 2009. aastast seotud ilm.ee-ga ning korraldanud üle Baltimaade äikesajahte. 2013. aasta kevadel kaitses Tartu Ülikooli loodus- ja tehnoloogiaeaduskonna geograafia osakonnas bakalaureusetöö teemal „Äikesesademetel ajalil-ruumiline jaotus ja pikaajaline muutlikkus Eestis perioodil 1950–2005“.

Eesti Looduse fotovõistlus 2013

Tähtajad

Võistlusfotod palume üles laadida Eesti Looduse kodulehel 1. septembrist 1. oktoobrini 2013. Võistluse lõpuõhtu aja ja koha saab teada oktoobri lõpul Eesti Looduse kodulehelt www.eestiloodus.ee.

Nõuded fotole

Foto peab olema tehtud Eestis ning sellel jäädvustatud vabalt looduses elavad loomad, taimed või seened üksi või mitmekesi. Fotod inimesega harjunud loomadest või istutatud taimedest võistlevad omaette noorte kategooriates (koduloom ja aiataim). Maastikupilte võistlusel ei hinnata, küll aga äratuntavaid kaitsealade pilte (Vikipeedia eriauhind, autor lubab selle kategooria pildid CC SA-BY 3.0 litsentsi alusel Vikipeedia pildipanka Commons). Pildistatud loom, taim või seen peab olema äratuntav ning autoril võimalikult täpselt määratud. Iga foto juurde ootame kindlasti lühikest lugu (100–500 tähemärki), kus ja kuidas pilt on saadud ja kes on pildil.

Arvesse lähevad digifotod, mille pikema külje pikkus on vähemalt 3000 pikslit (noortel 2000). Faili vorming peab olema kas vähima tihendusega JPG või TIFF. Igat fotot saab esitada ühes kategoorias ning kategooria peab olema määratud õigesti.

Kategooriad

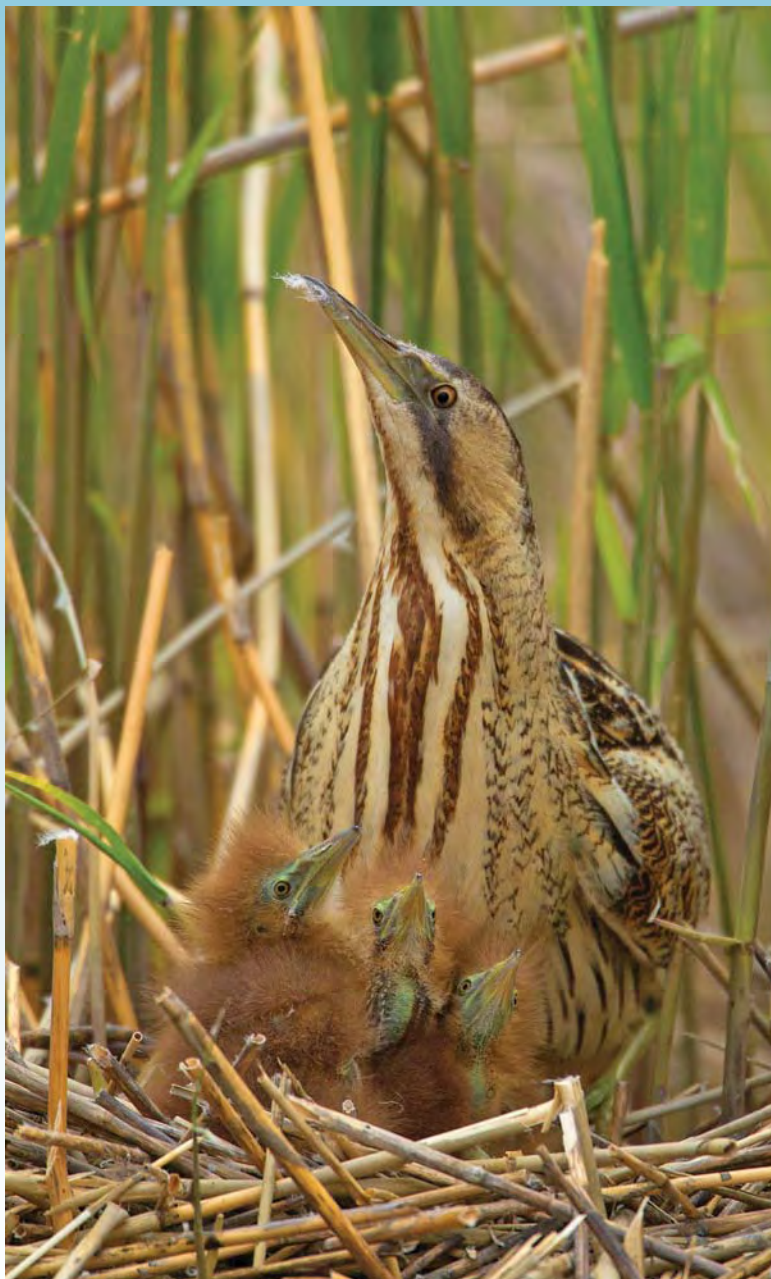
Arvestust peetakse kahes vanuseklassis: noored kuni 16 eluaastat (kaasa arvatud) ning täiskasvanud. Välja antakse looma-, taime- ja seenefotode peaauphind ja esimene auhind nii üld- kui ka noorte arvestuses. Ühtlasi jagatakse eriauhindu järgmistes kategooriates: aasta lind, käituv loom, väike loom (lähi- või makrovõte), veeloom, väike taim (lähi- või makrovõte), veetaim, Eesti kaitsealad (Vikipeedia eriauhind) ja elurikkus (keskkonnaministeeriumi eriauhind). Ainult noorte kategoorias on eriauhind aiataime ja kodulooma, sh lemmikloomi pildi eest. Hulganisti eriauhindu jagavad korraldajad.

Fotode saatus

Korraldajatel on õigus auhinnatud fotosid tasuta avaldada ajakirjades ja teistes trükistes. Kõiki võistlusele saadetud pilte võivad korraldajad tasuta kasutada võistlust tutvustavatel üritustel (näitused, ettekanded jms).

Lisainfo:

www.eestiloodus.ee
e-post toimetus@el.loodus.ee
tel 742 1143



2012. aastal pälvis Eesti Looduse fotovõistluse loomafoto peaauphinna Mati Kose

Toetajad:



PENTAX



ilm.ee

EESTI JAHIMEES
Jahindus- ja loodusajakiri

Canon
OVERALL



KESKONNAMINISTEERIUM



LOODUSKALENDER.EE

autoriõigus MTÜ Loodusajakiri

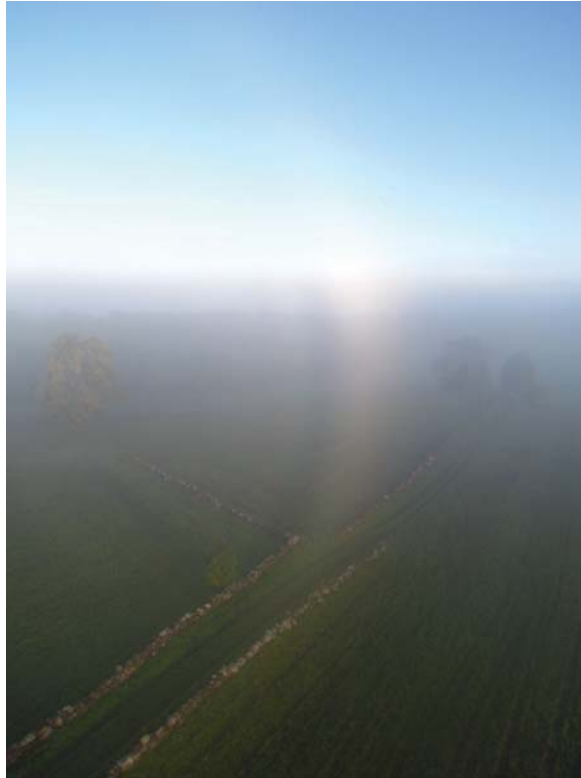
Optiline udu

4. septembri hommikul võis Soontagana maalinna vaateornis näha ja kogeda mitmeid huvitavaid optilisi nähtusi, muu hulgas uduvikerkaart.

Uduvikerkaar on üks vikerkaare vorm. Udus on veetilgad väga väikesed (läbimõõt vähem kui 0,5 mm), mistõttu pole enam jälgitavad geomeetrilise optika trajektoorid, vaid väga väikesed tilgad diffrageerivad valgust, kusjuures eri lainepikkusega valgus n-ö määratakse laiali (st eri lainepikkusega valguskiired kattuvad oluliselt) ning moodustub lai valge kaar. Nagu vikerkaar korral ikka, näeb maapealne vaatleja seda üksnes siis, kui päike asub madalamal kui 42° horisondist, sest muidu jääb ring tervenisti horisondist madalamale. Kuna mulle saadetud fotod on tehtud Soontagana vaateornist, st maapinnast tunduvalt kõrgemal, on neil näha peaaegu täisringikujuline uduvikerkaar.

Uduvikerkaar tekib oludes, kus päike paistab läbi udu ehk otsekiirgus jõuab vaatlejani – kas udu on piisavalt hõre ja/või õhukese kihina – täpselt nii on see fotodel. Vaatleja ise peab siiski jääma tervenisti udu sisse, et udukaart näha.

Kõige tüüpilisem aeg ja koht udukaarte nägemiseks on hommikune raba, kus tekib



läbipaistva taevaga udu praktiliselt alati, kui on vähegi vaiksem ja selgem õõ. Paksu kinnise taevaga udu korral uduvikerkaart ei näe, sest päikese otsekiirgus ei pääse vaatlejani. ●

Soontagana maalinna vaateornist avanes päikese vastassuunas suur osa kogu uduvikerkaarest, st peaaegu terve ring.

Foto: Anu Tähemaa

Udukaar, glooria ja Brockeni viirastus – looduslik varjuteater. Foto: Taimi Raudnagel

Lisaks uduvikerkaarele ja glooriale kirjeldati mulle saadetud teates ka kummituslikku varjude mängu. See nähtus kannab nimetust Brockeni koletis või viirastus (inglise *Brocken spectre*). Nähtus tuleb paremini esile hõredas udus ja kujutab endast varjude suurendatud projektsiooni udus või pilves. Sealjuures on oluline udu või pilvede hõredus, et valgustatud ala ulatus piki valguskiiri oleks piisavalt suur. Ainult siis saab tekkida sügav kontrastne vari.

Kui vaatleja end liigutab, liigub ka suurendatud vari kaasa ja oletegi osaline looduslik varjuteater. Selline varjuteater võib tekkida pimedal ajal udule või madalatele pilvedele ka prožektorivalguses, ent sel juhul peab valgusallikas jääma vaatleja taha, sest varjude mäng on näha üksnes üsna kitsas alas valgustavate kiirte ümber.

Nimetus Brockeni koletis/viirastus on antud Hartz'i mägedes asuva Brocken'i mäe järgi, seal on alpinistid tõusva või loojuva päikese valguses mäe ümbritseval udul sageli näinud liikumas viirastuslikke varje, mis on nende endi varjud udul ja pilvedel.





Udukaare keskel täpselt päikesele vastassuunas asuva ehk antisolaarse punkti ümber on näha värviline oreool – glooria. Foto: Taimi Raudnäge

Gloria tekkemehhanism on lähedane vikerkaare korduvate kaarte tekkele, kuid oma rolli etendab protsessis taas asjaolu, et erinevalt vihmast koosneb udu väga väikestest veetilka-dest. Niisugustes oludes muutub tähtsaks valguse laineline iseloom: valgus hajub ja diffrageerub kõigis suundades, kuid kõige enam kontsentriste rõngastena. Sellest ka glooria puhul eristatavad värvilised ringid.

Põnev pilvemaastik 22-kraadise halo, joonpilvede ja nende varjuga kiudkihtpilvedel. Foto: Taimi Raudnäge

22-kraadine halo on kõige sagedasem halovorm ning tekib tavaliselt kiudkihtpilvedel (kiudpilvede korral saab näha ainult fragmente). Nagu nimetuski ütleb, on selle halo nurkraadius 22°. See tekib siis, kui pilvedes või ka maapinna lähedal olevad jääkristallid (teemanttolm) on kuusnurksed prismad ning samal ajal segi paisatud. Päikese- või kuuvalgus kaldub jääkristalle läbides umbes 22° võrra kõrvale, aga täpne kaldumisnurk sõltub siiski valguse lainepikkusest. Seetõttu ilmnevad spektrivärvused ja see halo on nõrgalt värviline – ringi sisemine osa punakas, välimine aga sinakas. Üsna sageli on haloringil näha ka ebapäikesed, mis viitavad sellele, et teatud hulk jääkristalle on korratatud. Antud juhul neid peaaegu ei täheldatud.

Lennuki kondensjälj ehk joonpilv tekib kas põlemisprotsessi tõttu õhku lisanduva veeauru arvel (viimane kondenseerub heitgaasides olevatele tahma- jm osakestele) või rõhulanguse tõttu õhusõiduki propelleri ja tiibade ümbruses (rõhu vähene-mine põhjustab temperatuurilanguse, mis võib esile kutsuda kondensatsiooni ja tekitada pilvetriibu).

Kuna kondensjäljed on üpris teravalt piiritletud ning hajutavad ja peegeldavad piisavalt valgust, saavad need heita hästi-jälgitava varju, mida sobiva vaatepunkti korral võib näha enamasti kas kiud- ja kiudkihtpilvedel (antud juhul) või siis, kui õhumass on vines. Selline vari näib nii mõnigi kord ruumiline, sest ei teki tasapinnale, vaid pilvekihile või vines õhule, millel on paksus ja mis on samuti vähemalt osaliselt läbipaistev.





Bioloogia 9. klassile
1. osa



BIOLOOGIA



KEEMIA
opiak IX klassile



EUROOPA
LOODUS- JA
ÜHISKONNAGEOGRAAFIA

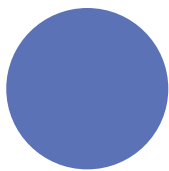


GEOGRAAFIA GÜMNAASIUMLILE I
Maailma ühiskonnageograafia



AVITA

Uus õppekirjandus kirjastuselt AVITA Vaata lisaks www.avita.ee



Kuumal ja päikeselisel kohvimaal

54. rahvusvaheline matemaatikaolümpiaad peeti tänava juuli lõpus Colombias, Kariibi mere äärses Santa Marta linnas. Eesti õpilased võitsid kaks pronksmedalit ja kolm diplomit, kusjuures esmakordselt sai medali kaela Eesti tütarlaps.

Colombia on varemgi soovinud saada rahvusvahelise matemaatikaolümpiaadi (IMO) korraldajaks, aga et kaheldi riigi võimekuses tagada turvalisus ja nii suur üritus edukalt läbi viia, ei tahetud talle seni korraldusõigust anda. Viimastel aastatel paranenud olukorra valguses tuldi sellele soovile lõpuks vastu.

Santa Marta linn on üks Lõuna-Ameerika vanimaid, linna asutasid hispaania vallutajad 1525. aastal. Tolleaegne arhitektuur pole kahjuks siiski tänaseni säilinud. Ühtlasi on tegemist kohaga, kus suri lõunaameeriklaste rahvuskangelane Simón Bolívar. Nii toimus pidulik autasustamistseremoonia Simón Bolívari surmapaigas, kus praegu asub tema mälestuseks rajatud park.

Olümpiaadist osavõtjad olid majutatud suurde mereäärsesse hotellikompleksi, mida peetakse piirkonna üheks parimaks. Tänu ekvaatorilähedasele asukohale püsib Santa Martas aastaringelt soe suvine ilm – temperatuur ulatub päeval enam kui 30 kraadini ega lange ööselgi 25 kraadist madalamale.

Kuigi kogu olümpiaadi vältel oli võimalus nautida viibimist mõnuses hotellis, jäi selle võrra kahjuks lahjemaks kultuuriprogramm. Ainsaks õpilastele mõeldud ekskursiooniks oli väljasõit Santa Marta ajaloolisse kesklinna (mis asus hotellist kümnekonna kilomeetri kaugusel), kus lasti paar tundi ringi jalutada. Eesti võistkonna reisigraafik pakkus siiski võimaluse veeta tagasiteel terve päev Colombia pealinnas Bogotas.

20 aastat hiljem

Maailma vanimal ja suurimal rahvusvahelisel olümpiaadil osalesid sel aastal 527 õpilast 97 riigist. Eesti kuueliikmelisse võistkonda kuulusid Janno Veeorg (Tallinna Reaalkool, õpetaja Andres Talts), Sandra Schumann (Tallinna Reaalkool, õpetaja Andres Talts), Kaur Aare Saar (Hugo Treffneri Gümnaasium, õpetaja Hele Kiisel), Aleksandra Jartseva (Tallinna Tõnismäe Reaalkool, õpetal Mihhail Gusev), Pärnu Koidula Gümnaasiumi värske vilistlane Kristo Ment (õpetaja Tiia Toobal) ning Tallinna Reaalkooli 11. klassi lõpetanud Oliver-Matis Lill (õpetaja Andres Talts). Võistkonna juhendajad olid Tartu Ülikooli matemaatika instituudi teadur Urve Kangro ning nende ridade autor.

Rahvusvahelisele olümpiaadile eelnes korralik ettevalmistusperiood. Mai lõpust juuli alguseni peeti ettevalmistuslaagreid



ERAKOGU

Eesti võistkond Bogotas Monserrate mäe tipus. 3150 meetri kõrgusel merepinnast kuum enam ei olnud. Vasakult: Oliver-Matis Lill, Aleksandra Jartseva, Sandra Schumann, juhendaja Oleg Košik, Janno Veeorg, Kristo Ment. Pildilt puudub Kaur Aare Saar, kes oli juba teel Jaapanisse geograafiaolümpiaadile, ning juhendaja Urve Kangro.

Tallinnas ja Nelijärve Puhkekeskuses, kokku 12 päeva. Täname siinkohal Tallinna Reaalkooli ja Tallinna Ülikooli, kes pakkusid treeninglaagrite jaoks oma ruume. Treeningus tegid kaasa ka mõned nooremad õpilased, kellest loodame tegusat järelkasvu järgnevatel aastatel.

Olümpiaadil tuli õpilastel lahendada kahe päeva jooksul kokku kuus ülesannet, kummalgi päeval anti lahendamiseks neli ja pool tundi. Eesti õpilastest hoolitsesid parima tulemuse eest Janno ja Sandra, kes kogusid vastavalt 16 ja 15 punkti 42 võimalikust ning teenisid sellega pronksmedali. Matemaatikas tuleb medali pälvimiseks mahtuda üldparemusjärjestuses esimese poole sisse. Aukirjaga lahkusid Colombiast Kaur Aare, Oliver-Matis ja Kristo. Aukiri määratakse neile, kes medalit ei võitnud, kuid lahendasid vähemalt ühe ülesande maksimumpunktidele.

Oma saavutusega tegi Sandra ajalugu, sest temast sai esimene Eesti tüdruk, kes jõudis rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil medalini. Eesti õpilastest on esimesena võitnud medali Peeter Laud täpselt 20 aasta eest.

Individuaaljärjestuses ei saavutanud maksimumtulemust sel aastal keegi, 41 punkti kogusid aga kaks õpilast: hiinlane Yutao Liu ja korealane Eunsoo Jee. On huvitav märkida, et Yutao Liu osales rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil mullugi, jõudes siis pronksmedalile. Võistkondlikult tuli esimeseks aastase vaheaja järel Hiina, kellele järgnesid mullune võitja Lõuna-Korea, Ameerika Ühendriigid ja Venemaa.

Eesti oli Balti Tee riikidest seekord viies, jäädes lisaks suurele kolmikule (Venemaa, Saksamaa, Poola) alla üksnes Leedule. Nii et kokkuvõttes võib Eesti võistkonna esitust tänavusel IMO-I lugeda kordaläinuks.

Matemaatika ja teised ained

Lugejatel võib tekkida küsimus, miks võrreldes mõne teise ainega võidavad Eesti õpilased matemaatikas vähem medaleid. Jättes kõrvale mõningad erinevused medalite jagamise süsteemis, võib märkida näiteks seda, et kui Eestis alustatakse selliste ainetega nagu füüsika ja keemia juba põhikooli lõpus (8. klassis), siis mitmes riigis ilmuvad need eraldi ainetena alles gümnaasiumis, samas kui matemaatikaga tegeletakse igal pool juba esimesel kooliaastal. Lisaks on matemaatika ja matemaatikaolümpiaad paljudes riikides väga tähtsal kohal (ka mitte ainult nn suurtes riikides) ning sealse IMO-ettevalmistuse maht ületab tunduvalt Eesti oma. Nii et kuigi me ei võida matemaatikas just väga palju medaleid (ja mitte ka igal aastal), tuleb seda suuremat uhkust tunda meie väikse maa õpilaste üle, kes selle saavutuseni jõuavad.

Märkimisväärne on ka asjaolu, et Eesti IMO-võistkonda kuulunud õpilasi hinnatakse kõrgelt maailma tippülikoolides. Nii jätkasid aastatel 2008–2013 rahvusvahelisel matemaatikaolümpiaadil osalenud Eesti õpilastest viis oma haridusteed Cambridge'i ülikoolis, kaks Harvardi ülikoolis, üks Oxfordi ülikoolis ja veel üks Yale'i ülikoolis.

Järgmisel aastal toimub rahvusvaheline matemaatikaolümpiaad Lõuna-Aafrika Vabariigis Kaplinnas. ●

Üks rahvusvahelise matemaatikaolümpiaadi võistlusülesanne

Nimetame 4027 punkti paigutust tasandil Colombia paigutuseks, kui ta koosneb 2013 punasest ja 2014 sinisest punktist, nii et mitte mingid kolm punkti ei asu ühel sirgel. Vaatleme sirgete hulki, mis jagavad tasandi osadeks. Sirgete hulka nimetame heaks mingi Colombia paigutuse jaoks, kui järgmised kaks tingimust on täidetud:

- mitte ükski sirge ei läbi ühtki selle paigutuse punkti;
 - mitte ükski tasandi osa ei sisalda mõlemat värvi punkte.
- Leida vähim selline k väärtus, et iga 4027 punkti Colombia paigutuse korral leidub hea sirgete hulk, mis sisaldab k sirget.*



Kui Tartu oli Läänemere matemaatikapealinn

Tagasivaatena väärub märkimist, et rahvusvaheline füüsikaolümpiaad ei olnud möödunud aastal ainus rahvusvaheline võistlus, mida Eestil oli au korraldada. Hilisügisel, 8.–12. novembrini, võõrustas Tartu 23. rahvusvahelist võistkondlikku matemaatikavõistlust Balti Tee.

Balti Tee on võistkondlik jõukatsumine, kus 5-liikmelistele võistkondadele antakse nelja ja poole tunni jooksul ühiselt lahendamiseks kaks-kümmend ülesannet. Igal sügisel kogunevad 1989. aasta Balti keti mälestuseks võistkonnad kõigist Läänemere-äärsetest riikidest, Norrast ja Islandilt. Venemaad esindab Peterburi linn ja Saksamaad põhjapoolsete liidumaade võistkond. Esimene Balti Tee peeti 1990. aastal Riias, tookord osalesid üksnes Eesti, Läti ja Leedu õpilased.

Võistlust saavad vaheldumisi korraldada kõik osalevad riigid ja 2012. aastal oli kord Eesti käes. Eelmisel korral peeti Balti Tee Eestis kümne aasta eest, 2002. aasta novembris.

On meeldiv tõdeda, et nii nagu rahvusvahelise füüsikaolümpiaadi puhul, oli ka Balti Tee korraldus igati õnnestunud. Võistkonnad elasid Tartu kesklinnas korralikes tingimustes, žürii töö ja võistlus ise sujusid hästi, õpilastele pakuti Tartus mitmeid huvitavaid ekskursioone ja tegevusi. Eelviimasel päeval toimus juhendajate ja õpilaste ühine väljasõit Jääaja keskusesse ja Elistvere loomaparki, millele järgnes pidulik lõpetamine ja bankett Ahhaa-keskuses. Suurel osal

giididest oli kogemus suvel toimunud rahvusvaheliselt füüsikaolümpiaadilt, mis kindlasti hõlbustas nende töö korraldamist.

Eesti võistkond koosseisus Janno Veeorg (Tallinna Reaalkool, õpetaja Andres Talts), Sandra Schumann (Tallinna Reaalkool, õpetaja Andres Talts), Aleksandra Jartseva (Tallinna Tõnismäe Reaalkool, õpetaja Mihhail Gusev), Jaan Toots (Tallinna Reaalkool, õpetaja Andres Talts) ja oma viimaseks kooliaastaks Tartusse tulnud Kaur Aare Saar (Hugo Treffneri Gümnaasium, õpetaja Hele Kiisel) tuli üheteistkümne maa konkurentsisis seitsmendale kohale. Võitja rändkarika sai Peterburi, teiseks jäi seekord Poola ning kolmandaks tuli Leedu.

Peterburi ja Poola on Balti Tee võistlusel kogu aeg väga häid tulemusi näidanud, viimase üheteistkümne aasta jooksul on nad ainsana võidurõõmu maitsta saanud.

Täname asutusi ja firmasid, kes panid öla alla Balti Tee edukale toimumisele: TÜ Teaduskool, Haridus- ja Teadusministeerium, TÜ matemaatika-informaatikateaduskond, Cybernetica, Nortal, Skype, Tartu Kultuurkapital. ●

AUTORIST

OLEG KOŠIK (1985) on lõpetanud 2006. aastal Tartu Ülikooli bakalaureuseõppe matemaatika erialal ning 2009. aastal Tartu Ülikooli magistriõppe teoreetilise füüsika erialal. Praegu on Tartu Ülikooli matemaatika instituudi doktorant ja õppejõud, Eesti matemaatika- ja füüsikaolümpiaadi žürii liige.



ERAKOGU

HARDI VOLMER

filmirežissöör,
lavastaja, teatri-
kunstnik, muusik

Teadus nõuab ohvreid

Kuna mul õnnestus sündida Nõukogude Liidu nimelises sõjaväelaagris n-ö õndsas Nikita ajal, mil teadusest-tehnikast oli marksismi-leninismi kõrval saanud ametlik religioon, siis tänu sellele olen ma teadusest üdini läbi imunud. Olen populaarteadusliku maailmavaate produkt. Minu igapäevane keeleruum oli tiine sellistest väljenditest nagu *progress*, *Nõukogude teadussaavutused* jms. Erisus linna ja maa vahel pidi kaduma ning kõrb tuli muuta lilleaiaks, vastavalt „maapealse töölisparadiisi“ pühakirjale. Aga looduse ümberkujundamise kampaania hoog hakkas raugema. Näiteks tegid teadlased kindlaks, et jõgede voolusuuna muutmise käib ka kõige edumeelsemal teadusel üle jõu.

See oli aeg, kus lapse teadvusse kinnistus maagiline sõna – *kosmos*. Ühel päikeselisel aprillihommikul ütles meie valmiva kodu ainsa elukõlbuliku toa aknal ilutsev helesinine tehnikaime, transistorraadio, et nüüd on lisaks koertele kosmosesse läkitatud ka maailma vapraim inimene, keegi onu Kagaarin.

Veelgi vapustavama teadussaavutuse olid endale hankinud vanaema-vanaisa. Kollektiivsed televiisorivaatamised muutusid vahvaks rutiiniks. Siis ei mõelnud keegi, et selle toreda pildikasti näol on sul toanurgas kõige täiuslikum ajupesumasin. Tegelikult käis ju kogu see nn progressiivse inimkonna tants teadussaavutuste ümber eelkõige sõjatööstuskompleksi huvides ja külma sõja hüsteeria-ametkond rääkis vahetpidamata, kuidas kadedad lääne imperialistid meid kohe ründavad. Kõik kartsid paaniliselt tuumarünnakut ja meie tänava lapsed seisid õhinal ümber poolelioleva kaevuehitise, vihkasid USA-PUSA't ning arutasid, et see oleks ilmselt kõige tõhusam koht, kuhu pugeda, kui aatomipomm peaks Vana-Pärnusse visatama. Ja miks ei pidanuks, kui otse teispool Sauga jõge pesitsesid Nõukogude teaduse kroonijuveelid – võimsad reaktiivhävitatjad, mille vaibumatu mõirgamine oli mu unelaul.

Aga inimene harjub kõigega ja tuleb tunnistada, et mu lapsepõlv oma inimnäolise sotsialismi ootuses oli ikkagi ilus, vaatamata teaduse ja tehnika progressile. Tegelikult oli kõige võikam hoopis ulatuslik mentaalne inimeksperiment, mida Nõukogude teadus meie peal sooritas. Nimelt oli neil plaanis aretada täiesti uus inimtõug – *Homo soveticus**. Selline unifitseeritud ühisteadvusega õnnelik inimmass on ju iga käsumajandusliku elukorralduse ideaal. Aga eksperiment jäi teatud põhjustel venima, kuni kogu laboratoorium kokku kukkus.

Meie praegust ühiskondlikku olemist juhivad paljud selles nurjunud teaduskatsetuses osalenud ja eks see annab vist natuke tunda ka. Enese puhul olen ka teatavaid psüühilisi atavisme täheldanud – mis parata – teadus nõuab ohvreid! ●

* Mõningad vene antropoloogid on viidanud, et ositi suudeti siiski välja arendada mingi primitiivne alamliik *Homo priduricus* (tõlkes vist lihtsalt – rumal inimene).

Jäälahingu müüte murdes



Andres Adamson
1242. Müüti murdes
Argo, 2013

5. aprillil 1242 peetud Jäälahing on pikka aega olnud rakendatud Venemaa propagandavankri ette. Kuni teatud vanusepiirini on enamik Nõukogude Liidus sündinud inimesi arvatavasti näinud ka Sergei Eisensteini propagandateost – 1938. aasta filmi „Aleksander Nevski“. Ideologiseeritud käsitluse kohaselt lõi Novgorodi vürst Aleksander Jaroslavitš 1240. aastal Neeva lahingus rootslasi ja sai selle eest lisa-nimeks Nevski. Kaks aastat hiljem võitis Aleksander Nevski Peipsi järve jääl peetud lahingus saksa ristisõdijaid. Nii pandi lõplikult paika ida ja lääne piir ning tehti lõpp katoliku kiriku püüetele laieneda Vene aladele.

Tegelikult ilmus nimekuju Aleksander Nevski allikatesse alles 15. sajandil ning läänevastase võitluse sümbol ja pea-aegu müütiline tegelane on Aleksandrist kujundanud hilisematel sajanditel. See tipnes asjaoluga, et 2008. aastal valiti Aleksander Nevski kõigi aegade tähtsaimaks venemaalaseks (projekt Имя Россия).

1240.–1242. aasta sõjakäikudes on nähtud paavsti algatatud ristisõda Venemaa vastu ja Jäälahingu kaotuses ristisõja lõplikku läbikukkumist. Enamasti vene ajaloolased on kujutanud Jäälahingut ka suure ja otsustavana. Eesti keeles on sel teemal pärast Nõukogude aja lõppu suhteliselt vähe kirjutatud – professor Anti Selart

on teemat puudutanud oma Liivimaa ja Vene suhteid käsitlevas uurimuses ja Aleksander Nevskit puudutavas Akadeemia artiklis. 101 olulisema Eesti ajaloosündmuse hulka on Jäälahingu paigutanud Mart Laar ning 101 olulisema lahingu hulka Mati Oun ja Hanno Ojalo, kuid tegu ei ole väga põhjalike käsitlustega. Tõlgituna on ilmunud David Nicolle'i käsitlus, kuid autor pole kohalike oludega eriti hästi kursis, mistõttu jätab ka käsitlus soovida. Käesoleval aastal ilmus Andres Adamsoni põhjalik „1242. Müüti murdes“, mille eesmärk on autori sõnul revideerida siiani Jäälahinguga seotud üldlevinud arusaamu.

Elust Liivi- ja Venemaal

Adamson põhjendab alustuseks teemavalikut, tutvustab allikaid ja teemakohast historiograafiat. Järgneb lahingule eelnenud sündmuste ja perioodi poliitilise olukorra iseloomustus. Liivimaale pühendatud peatükk annab ülevaate Eestist pärast ristiusutamist ja misjoni edasisest kulust ning kohalikust võimuvõitlustest. Eraldi alapeatükis kirjutatakse Mõõgavendade ja Saksa ordust. Käsitletakse ka Stensby lepingut, millega Taanile tagastati 1220. aastatel mõõgavendade poolt vallutatud Põhja-Eesti ning lepiti kokku edasistes vallutustes: Taani kuningas pidi saama kaks kolmandikku ja ordu ühe kolmandiku tulevikus ühiselt vallutatud aladest. Selle jagamise tõttu on paljud ajaloolased näinudki leppele järgnevais sündmusis koordineeritud Venemaa-vastast ristisõda.

Järgneb ülevaade olukorrast Vene vürstiriikides enne ja pärast Jäälahingut. Kuna Vene aladid vallutasid sel ajal mongolid, käsitletakse ka mongoli impeeriumi teket ning sõjaretki Vene vürstiriikide vastu ja Euroopasse, mongoli sõjamasina ülesehitust. Juttu on mon-

goli retkede mõjust Venemaaele üldiselt ning otsesest vallutusest kõrvale jäänud Novgorodile ja Pihkvale.

Ristisõda või mitte?

Edasi arutleb Andres Adamson, kas tegu oli ikkagi Venemaa-vastase ristisõjaga, annab ülevaate rootslaste sõjakäigust Neevale ja Pihkva vallutamise liivimaalaste poolt ning järgnenud sõjakäigust Vadjamaale. Arutlus jättis siinkirjutajale lõpuks mulje, et autor pigem pooldab toimunu käsitlemist ristisõjana, sest see nihutas katoliikliku võimuala piiri mõneks ajaks ida poole. Anti Selart soovust on ristisõja toimimise kahtluse alla seadnud. Adamsoni arutlust Selarti seisukohtade üle on kohati raske mõista, samuti vajaks selgitust, mida ta mõistab termini „ristisõda“ all, eriti rääkides ilma sõjata ristisõjabullade ja ilma bulladeta ristisõdade üle. Argumenteerides, et Neljas ristisõda oli hoolimata paavsti hilisemast hukkamõistust siiski ristisõda, paistab autor unustavat, et Neljanda ristisõja algne eesmärk ei olnud Konstantinoopoli vallutamine. Samuti on väitluses Venemaa-vastase ristisõja toimimise või mitte-toimimise üle oluline välja tuua, et ainuke sõjakäik otse- sellt venelaste vastu oli Pihkva vallutamine, aga see oli pigem liivimaalaste sekkumine Pihkva võimuvõitluse sealse troonipretendendi Jaroslav Vladimirovitši poolel kui misjoniretk.

Sõjakäigud Neevale ja Vadjamaale tehti paganate alistamiseks. Olgugi, et Novgorod pidas neid alasid enda omadeks, olid sealsed elanikud ristiusustamata. Samas tähendas ristiusu vastuvõtmine ka alistumist (meenutagem kas või sakslaste ja taanlaste nn võiduristimist Eesti alal). Seega ei olnud vadjalased ega karjalased otseselt Novgorodi võimu all. 13. sajandi alguses olid ka näiteks liivlased ja latgalid

Vene vürstiriikide andamikohuslased, ometi ei räägi keegi Liivimaa misjoni puhul Venemaa-vastase ristisõjast. Jääb veel mainida, et ka Kagu-Eesti oli mõne käsitluse kohaselt „põline Vene ala“. Ei saa eitada, et Novgorod pidas Karjalat ja Vadjamaad oma mõjusfääriks, kuid pole sugugi kindel, et need piirkonnad väga tugevalt Novgorodi võimu all olid. Selle kasuks räägib ka asjaolu, et Vadjamaal toetas osa kohalikest elanikest sakslasi. See, et Vadjamaa ja Karjala praegu Venemaa osad on, ei tähenda, et see tol ajal nii oli.

1242

Järgnevalt lahatatakse 1242. aasta sündmusi – Pihkva tagasi-vallutamist ja järgnenud rüüsteretke Liivimaale, mis päädiski Jäälahinguga. Vägede suuruse osas ei nõustu autor seniste käsitlustega ja esitab oma oletused. Huvitav on hüpotees mongoli kontingendi osalemisest lahingus venelaste poolel, juba eelnevates peatükides mainib Adamson Aleksandri ja tema isa sugugi mitte halbu suhteid mongolitega.

Vahelepoikena võib meenutada Eisensteini filmi algust, kus Aleksander keeldub mongolite teenistusse astumast ja pärast väidab, et ka mongolid tuleb maalt välja lüüa, aga enne on vaja tegeleda saksa ohuga ...

Adamson loob pildi vägede kogumisest Liivimaal, mille raames puudutab ka eestlaste rolli. Eestlaste sõjateenistuskohustusi puudutava osaga ei saa täiesti nõustuda. Autor väidab, et igal mehel ei lasunud maa-kaitskohustust, samas allikate ja ka osa uurimuste kohaselt oli see iga mehe kohustus, olgugi, et logistilistel põhjustel alati kõiki mehi sõjaväkke ei kutsutud. Nõus ei saa olla ka väitega, et Järvamaa sõjaline kohustus oli 81 sõjameest ning hulga hobuseid ja koorma-hobuseid, sest tollastes allikates tähistab ratsamehi tihti

LUGESIN ÜHT RAAMATUT

RAAMAT, MILLETA MA OMA ERIALA ETTE EI KUJUTA

HEINO ARUMÄE
ajaloolane

sõna hobune (*equus*). Pidades niisugust kohustust liiga suureks, laiendab autor selle ka Tartu piiskopkonnale, mida samuti ei saa kohaseks pidada, sest Tartu ja Järvamaa kuulusid eri maaisandatele. Lisaks on varasemates uurimustes toonitatud sõjaliste kohustuste suuremat tähtsust Järvamaal.

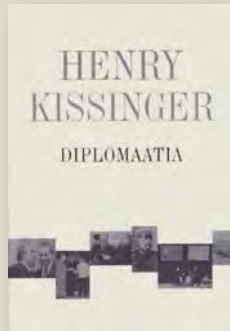
Adamson esitab oma nägemuse 5. aprillil 1242 peetud lahingu käigust ja mõlema poole kaotustest ning huvitavaid selgitusi, miks võis aja jooksul lahingukirjeldusele lisanduda lugu Peipsi jää purunemisest põgenevate liivimaa laste all. Lõpetuseks antakse ülevaade ka järgnenud sündmustest. Adamson väidab, et ordu ei küsinud sõja jätkamiseks Preisimaalt abi seal puhkenud ülestõusu tõttu. See on oluline, kuid peab märkima, et ordul on ka Liivimaa tegemist küllaga. Kuni 13. sajandi lõpuni jätkus Liivimaa piiride laiendamine ja ordu sõdis kuralaste, semgalite ja leedulastega.

Adamsoni raamat on huvitav lugemine. Kas see müüte purustab, jäägu iga lugeja otsustada. Usutavasti on keskajahuviline juba varasemast kursis, et Jäälahing ei olnud tsivilisatsioonide piire igaveseks paika panev tähtsündmus, samas on raamatus laiemale lugejaskonnale kahtlemata palju uut. Inimestele, kes sooviksid teemasse edasi süüvida, oleks kasu viidetest ja kasutatud kirjanduse nimekirjast.

Autorit tuleb tema töö eest tunnustada – tegu on huvitava lugemisvaraga ajaloost huvitet inimesele. ●

LOEVEEL

- Selart, Anti. *Livland und die Rus' im 13. Jahrhundert (Quellen und Studien zur baltischen Geschichte 21)*. Köln: Böhlau Verlag, 2007.
- Selart, Anti. *Aleksander Nevski: Märkmeid ühe püha suurvürsti postuumse karjääri kohta*. – Akadeemia, 2000, 1, lk 115–148.
- Laar, Mart. *101 Eesti ajaloo sündmust*. Tallinn: Varrak, 2011.
- Õun, Mati; Ojalo, Hanno. *101 eesti lahingut*. Tallinn: Varrak, 2012.
- Nicolle, David. *Jäälahing 1242*. Tallinn: Koolibri, 2009.



Henry Kissinger
„DIPLOMAATIA”
Varrak, 2000

Kunagi ammu, 1950. aasta paiku, juhtus nii, et minust sai pooleldi juhuse tõttu ajaloolane. Olin 1948. aastal astunud ülikooli kindla eesmärgiga õppida raamatukogundust ja bibliograafiat, kuid kurikuulsal 1950. aastal kõnesolev õppe-suund suleti. Olin juba lapsepõlvest saadik raamatusõber, lugesin kõike, mis kätte juhtus – ajalehtede jutulisadest kuni Nobeli preemia laureaatideni välja. Koidula ja Liivi kaudu jõudsin luule mõistmiseni. Mis seal salata – praegugi võtan mõnikord riulist mõne luule-raamatu. Minu harras lugupidamine kuulub ikka veel Juhan Liivile – me oleme erineval ajal ja erinevates oludes siiski nagu ühel lainel elanud.

Ajaloolane peab paratamatult palju lugema ning pikal eluteel on kätte sattunud mõnigi hea ja huvitav raamat. Kuid tõelise naudinguga loed suure meistri teost, mis mingi raskesti defineeritava kvaliteedi poolest erineb tavalise suureliku oopustest. See „midagi” on nähtavasti autorile looduse poolt kaasa antud kirjanduslik võimekus ja isikupärane stiil. Üheks selliseks autoriks on Henry Kissinger, kelle 1994. aastal ilmunud peateos „Diplomaatia” ilmus 2000. aastal Henno Rajandi ja Kaja Taela tõlkes ka eesti keeles.

USA diplomaatia *grand old man* käsitleb oma raamatus rahvusvaheliste suhete ja diplomaatia arengut alates Esimese maailmasõja eelduste kujunemisest kuni külma sõja lõppemise ja Nõukogude Liidu kokkuvarisemiseni. Autori käsitluslaadi väikese näitena olgu veidi iseloomustatud tema hinnanguid Euroopa suurriikide poliitikale 20. sajandi algul. Kissinger nimetab sõjaaegset Euroopa diplomaatiat viimse-päeva poliitiliseks masinavärgiks, kusjuures sõost kuristiku polnud ühe või teise riigi süü. Tema hinnang kõikide Euroopa suurriikide juhtkonnale on karm. Saksamaa poliitika oli lihtsalt arutu. Keiser Wilhem II käitus Saksamaa võimsusele üldise tunnustuse saamiseks üpris jantlikult. Hooplemise ja sõjaka fraseoloogia taga peitus tegelikult arglikkus ning sihikindluse ja otsustusvõime puudumine.

Kissingeri hinnangul ei kehtinud Vene impeeriumi suhtes ükski Euroopa traditsiooniline diplomaatiline põhimõte. Oma-des Euroopa, Aasia ja islami-maailma mõjutusi, on Venemaa alati kannatanud vallutusmaania ja missioonitunnetuse käes. Tsaarivõimu tingimustes oli Venemaa lihtsalt lollide paradisi, riigi välispoliitikas puudusid kained kaalutlused ning domineerisid subjektiivsetest emotsioonidest tulenevad otsustused.

Kissinger jagab kriitikat ka suurte kogemustega Briti diplomaatia aadressil. Kuigi Suurbritannia oli liidus Prantsusmaa ja Venemaaga, ajas välisminister Edward Grey sõjaaegsetel kriitilistel päevadel laveerivat ja äraootavat poliitikat. Saksa-maale jäi mulje, et Inglismaa võib sõjast kõrvale jääda ...

Nagu diplomaadid, kukkusid ka kindralid oma kavadega läbi, ükski suurriik ei suutnud oma strateegilisi plaane ellu viia.

Kiire ja otsustava võidu asemel oli tulemuseks arutu verevalamine, mida mingisuguse kompromissrahuga polnud võimalik lõpetada.

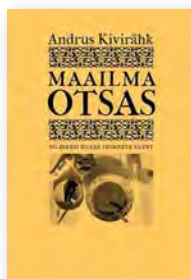
Samasuguses suveräänselt isikupärasel ja kriitilises või isegi iroonilises laadis on kirjutatud kogu raamat. Kissingeri hinnangul oli Versailles’ rahu-leping liiga karm, et kaotajaid lepitada, kuid liiga leebe, et neid jäädavalt ikkesse panna. Tulemuseks oli igasuguste rahu kindlustamiseks kavandatud meetmete läbikukkumine, Teise maailmasõja puhkemine ja selle ootamatud tagajärjed.

Kissinger iseloomustab põhjalikult rahvusvaheliste suhete arengut sõjajärgses maailmas, külma ja Korea kuuma sõda, Lähis- ja Kaug-Ida probleemistiku, Vietnami sõda jne. Ning lõpetab oma teose Nõukogude Liidu lagunemisest tulenevate probleemide lahkamisega. Kissinger tööpoolest teab, millest ta kirjutab, sest 1970. aastatel oli ta ise rahvusliku julgeoleku nõunik ning võis aastatel 1973–1977 ise USA välispoliitikat suunata. Seoses läbirääkimistega Vietnami sõja lõpetamiseks sai ta 1973. aastal Nobeli rahupreemia.

Mõistagi ei tarvitse kõik Kissingeri kirjapandu olla viimase astme tõde. Küllap leidub tema igas mõttes suures raamatus ka vaieldavaid seisukohti jne, kuid see kõik on kõrvaline ega vähenda tema *opus magnumi* väärtust. ●



Selles numbris
JONNE KOTTA



Andrus Kivirähk
„Maailma otsas“
Eesti Keele Sihtasutus, 2013

Viimase aja põnevaim lugemis- elamus?

Turumajanduse ajastul täidab igasuguste edetabelite koostamine peaaegselt kasumi kasvatamise eesmärgi, seda eriti kirjanduse, kunsti ja muusika osas. See tõttu oleks paljude mõtlevate inimeste arvates ühe lugemiselamuse teisest paremaks reitimisest väikest viisi kahtlane kõrvalmaik juures. Hoopis neutraalsem on kirjutada viimati loetud raamatust. Õnneks juhtus selleks olema Eesti oma kirjanik. Õnneks seetõttu, et mateemaatilise paratamatusena ei peaks meie kirjanikel tegelikult olema üldse mingit šanssi lugejate lauale jõuda, eriti veel, kui lugejad „ei vihka“ erinevates keeltes lugemist. Ametlik statistika ju näitab, et võõrkeeli me oskame üle Euroopa keskmise.

Mida siis meie omakirjanduse vohamine raamatulehtidel tegelikult näitab? Meie lugeja omakultuuri lembust? Või siis hoopis seda, et eestlased on võõrkeeltes küündimatud ja alateadvuses peituvad hirmud hoiavad meid eemal võõrastest situatsioonidest ja kultuuritekstidest, nii ahvatlevad kui need ka poleks?

Tagasi tulles viimase lugemiselamuse juurde, siis oli väga vahva selles plaanis lugeda Andrus Kivirähki raamatut „Maailma otsas“. Lühidalt öeldes on raamat läbilõige eesti inimestest, keda mingis eluetapis ühendab soov oma piire avardada, kuid juba selle mõtte mõtlemine on sedavõrd kahtlane tegevus ja suur julgustükk, et kiirelt taganetakse oma harjumuspärasesse maailma.

Mulle meeldis raamatust õhkuv lihtsus, piiritu positiivsus, suuremate hingeliste

vaevade ja traagika puudumine. Vahepeal juba kahtlustasin kõigi kodumaa kirjanike omavahelist salakokkulepet, et suur kunst sünnib üksnes läbi hirmsate kannatuste ning mõnulemine lihtsalt ei saa ilukirjanduse tekkimiseni viia. Viib ikka, lugege raamatut ja veendute selles ise. Või vähemalt mõistate, et kannatus kesk-pärasusele tiibu ei anna. Geeniukselihtsalt tuleb sündida. Eks siin-seal tuli

traagikat ikka ette, aga seda oskas autor kiiksuga absurdi-huumoris looritada, mis oma teatraalsuses pani unustama meie seitsmesaja-aastased kannatused. Iga eestlase jaoks on siin raamatus ohtralt avastamisrõõmu – kes me sellised oleme ja miks meil asjad on nii, nagu need enamasti on. Ja veendume selles, et pööblit ei tohi alahinnata. Elegantselt kergusega lahendatakse keerulisi olukordi. Grilli-õhtuks määratud süütevadelik jäetakse näiteks sääskedele, et need ennast põlema paneks, ning seejärel siirdutakse siseruumidesse jõulumeeleolu looma.

Meedia on tekitanud meile ettekujutuse, et suurem osa Eesti inimestest on tegijad või soovivad vähe-

malt selleks saada. Andrus Kivirähk purustab veenvalt sedasorti illusioone. Ma ei ole kindel, kas meie mainekujundajad seda raamatut võõrkeeltesse üldse tõlkida tahaksid, pigem vastupidi. Hirmus kohe mõelda, milline arvamus meist välismaalastele jääb. Kus on pintsaklipslased ja suured visionäärid? Mis on tegelikult Eesti Nokia? Kindlasti mitte efektiivsus ja avatus. Aga kas see on tegelikult peamine moodsus? Raamatust selgub, et selleks võiks olla piirideta usaldus ja hoolimine, sõpruskonnad ja armastus. Nagu autor ise kirjutab, saab raamatust lugeda pildikesi heade inimeste elust. ●

E-MAAILM

Kas internet on Teile oluline kanal, mille abil end erialaste uudiste ja arengutega kursis hoida?

Mulle meeldib internetistumine. Internet on teadlaste võimalusi tohutult avardanud, koostööd on võimalik teha mis iganes maa teadlastega efektiivselt ja hästi kiiresti. Varem oli ju mõeldamatu, et tegid koostööd inimesega, kellega pole elu sees kokku puutunud.

2009. aastal kirjutasin ühe artikli koos ühendriiklase John Witmaniga, kellega uurisime, kuidas regiooni tasandil kulgevad protsessid mõjutavad meres lokaaltasandil toimuvaid protsesse. Üllitasime teaduskirjastuses Springer väikese tekstijupi. Senini vahetame aeg-ajalt e-kirju, kuid kohtunud pole tänini.

Tänavu kirjutasin jälle võõt-kirpvahist ühe artikli, millel olid ka Venemaalt pärit kaasautorid, keda ma pole samuti varem kohanud.

Miks on näiteks Austraalia kolleegidega interneti vahendusel väga hea koostööd teha? Kui mul tekib mingi idee, siis saadan neile sinna väikese päringu, kas kellelegi see küsimus üldse pinget pakub. Üldjuhul leian koostöövõimalise ja ideega tullakse kiiresti kaasa. Mina töötan temaatikaga hommikust õhtuni ja annan töö Austraalia kolleegidele üle. Neil on sel ajal hommik. Mina lähen siin magama, ärkan uuel hommikul üles ja selleks ajaks on austraallased juba töösse päeva jagu panustanud. Niimoodi pidevalt rauda tagudes on kahe kuni viie

päevaga toodang valmis. See on väga vahva.

Milliseid erialaseid interneti- portaale kõige sagedamini külastate?

Tegelikult piisab enamasti Google'ist.

Kas kasutate nutitelefoni, e-lugurit, tahvelarvutit või muud moodsat elektroonilist infotehnoloogilist abimeest?

Nutitelefoni kasutan, kuna seal saab hõlpsasti e-kirjadele ligi ning selle kaudu vähendan oma arvutikasutust. Samuti saab nutitelefoni suvalises eksootilises piirkonnas endale kodukontori luua.

Muude vidinate tarvis pole aega ja viitsimist. Eelistan oma vaba aega veeta pigem perekonna ringis, kultuuri ja muud taolist nautides. ●

Lülide ühendamine

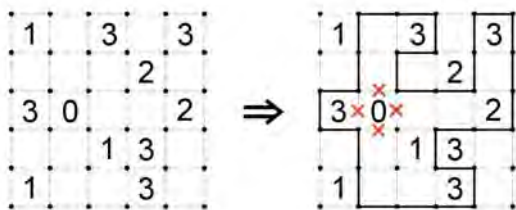
Vastuste ärasaatmise
tähtaeg on
10. oktoober 2013.

Lahendused saata aadressil
Endla 3, Tallinn 10122
või tonu@mathema.ee.

Ruudustikku on kirjutatud numbreid 0, 1, 2 ja 3. Sobivalt valitud naaberpunkte ühendades tuleb konstrueerida üks iseennast mittepootuv ja mittelõikav kinnine murdjoon (ehk lülidest moodustada kinnine ahel), kusjuures liikuda tohib ainult horisontaal- või vertikaalsuunas. Lisaks tuleb liikuda nii, et iga number näitaks, kui mitme sirgloiguga on antud ruut piiratud. Ruutude puhul, kuhu numbrit pole kirjutatud, ei ole oluline, kui mitu ruudu külge on ahelaga piiratud.

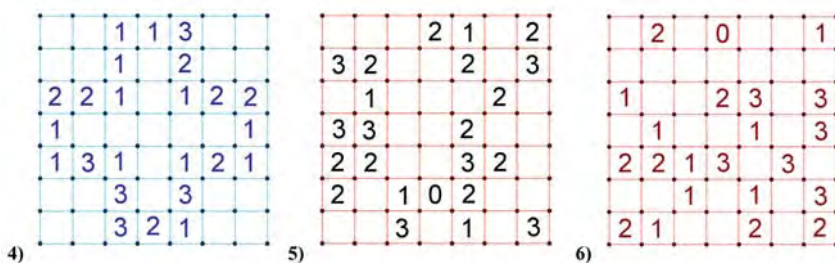
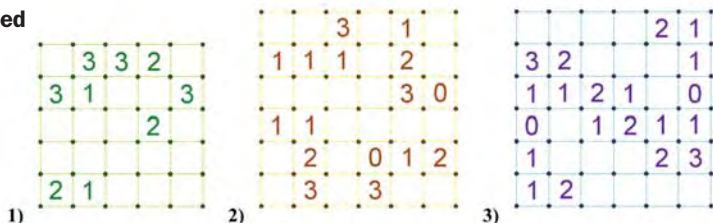
Reeglite selgitamiseks vaatame näidet, mille vasakpoolsel joonisel on toodud mõistatus, mis on õigesti lahendatud parempoolsel joonisel. Ruudud, millesse on kirjutatud „3”, on piiratud ahelaga kolmest küljest; ruudud, millesse on kirjutatud „2”, on piiratud kahest küljest; ruudud, millesse on kirjutatud „1”, on piiratud ühest küljest; ja ruudud, millesse on märgitud „0”, ei ole vahetult piiratud ahela lülidega. Paneme tähele ka seda, et ahel on kinnine ning ei lõika ega puuduta iseennast.

Näide



Lülide ühendamise ülesandeid lahendades on mõistlik märkida ristikes- tega need ruutude küljed, mida ahel kindlasti ei läbi.

Ülesanded



Horisondis 4/2013 ilmunud ülesannete ASENDA TÄHED NUMBRITEGA vastused

- 1) $9 \times 10085 = 1 \times 90765$ 2) $4 \times 2178 = 8712$ 3) $3 \times 56941 = 170823$
4) $2 \times 653924 = 1307848$ 5) $26697500 + 87796500 + 23010500 = 137504500$

Asenda tähed numbritega voozu tulemused

Kõik ülesanded lahendasid õigesti ja viis punkti kogusid Vladimir Jaanimägi, Taimo Kolsar, Priit Meos, Allar Padari, Rauno Pärnits, Silver Rebenits, Indrek Ritso, Margot Sepp, Sander Stroom, Tarmo Tanilsoo, Rein Tikovt, Kuldar Traks, Toomas Vahter, Martiina Viil ja Kevin Väljas.

Tabeliseisu pärast neljandat voozu leiata veebiküljelt www.horisont.ee.

Neljanda voozu auhinna – raamatu sarjast „Looduse raamatukogu” – võitis Vladimir Jaanimägi. Võitjal on võimalik tutvuda sarjas ilmunud raamatutega veebiküljel www.loodusajakiri.ee ja anda oma eelistusest teada toimetuse telefonil 610 4105.

2013. aasta parimale nuputajale

pakume auhinnaks 100 euro eest raamatuid Rahva Raamatust.

100 | Rahva Raamat
SAJANDIJAGU VAIMUTOITU



Vooru võitja

saab kingituseks raamatu sarjast „Looduse raamatukogu”.

Valikuvõimalustega tutv


www.loodusajakiri.ee.



AUTORIST



TÕNU TÕNSO (1959) on matemaatik. Lõpetanud Tallinna Pedagoogilise Instituudi matemaatika-füüsika erialal 1982. Töötanud koolis matemaatikaõpetajana. Praegu Tallinna Ülikooli lektor, mitmete matemaatikaõpikute autor. On Eesti Matemaatika Seltsi liige.

	Helilooja		Endine Saksa-maa president		Umbrohi		Element nr. 88	Mehe-nimi	Peata-olek						
Helilooja				Helilooja Meeshääl											
	Tšehhi helilooja Hüüe metsas				Nabokovi romaan Küla Kambja vallas		Element nr. 31 Tantsusamm								
Graafikas kasutatav ogadega tööriist															
Poetess			Võõrap. m.-nimi Tavatu juhtum												
	Lille osa Helmes-kivi				Linn Itaalias Mulksatus										
Raske kuritegu				Planeet Dessert			Linn Hiinas	Vetikas	Ühes. tähed			Brasiilia jalgpallur	Asesõna	Lennufirma	
Empiiria							Kes on pildil? Kesi								Laulja
Liikluseeskiri Lühikese silbi kestusele vastav prosoodiline ühik			Prantsuse vormeli-legend Kunstnik					Jää-purjekas Linn Jaapanis			Kääne Helilooja				
Mitu koos					Süvend Panus-tehnika				Järjest. tähed Purjetaja			Asesõna Võõrap. m.-nimi			
Imestushüüe		Sally												Element nr. 53	
Endine näitleja				Portugali jalgpallur Raivo Tafenu				Lind Suusataja							
	Element nr. 47			SAT-TV kanal				Lühike piip Kaklus			Küsisõna Vilgas				
Linn USA-s							Rootsip. m.-nimi Naise-nimi			Helilooja United Kingdom					
					Kala			Ungari viuldaja Ants Eskola			Jupiteri kaaslane Ees olev tööriba				
					Helilooja					Omasoo-ihar Järjest. tähed				Olümpia-võitja	
					Luuletaja				Itaalia kirjanik						
					Sage tänavanimi			Purskev-kivim							



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

Lahendajate vahel läheb loosi Kuma Kange aastatellimus.

Eelmise ristsõna vastus „Tunnistan, et ei suuda enam hingeliigutusega mõelda ka VAPSIKU TEGEMISTELE VÕI ROHTTAIMEDE olelusvõitlusele“ viitas 2013. aasta kolmandas Horisondis ilmunud mõtisklusele teatrikunstnik Pille Jäneselt.

„Lemmikristsõnad 4“ sai loosi tahtl Urmas Vaarmari.

2013. aasta neljandas Horisondis meeldis ristsõna ja mälusäru lahendajatele kõige rohkem Katrin Saki kirjutis „Müstika piirimail ehk sissevaade vähkkasvaja olemusse“.



Arva ära! Monumentide eri

1 See monument on püstitatud mehele, keda on tagantjärele hakatud pidama oma riigi esimeseks rahvus-kangelaseks. Ta oli kohalik valitseja, kelle juhtimisel peeti võidukas lahing ristiusku tooma tulnud välismaalaste vastu, mille käigus hukkus ka välismaalaste juht, kellele on samuti püstitatud monumente ning kelle järgi on nimetatud mitmeid objekte ja ka üks pingviiniliik. Kes oli see lahingus hukkunud tuntud mees?



2 See üks lennunduse pioneere oli esimene, kes ületas La Manche'i väina lennukil edasi-tagasi ilma vahemaandumiseta. Selle sündmuse auks kavatseti talle kodulinnas püstitada monument juba eluajal, kuid paraku sai temast 1910. aastal esimene britt, kes hukkus lennuõnnetuses. Monumenti püstitamiseni jõuti 1911. aastal. Kes oli see mitmekülgne mees?



FOTOD: WIKIMEDIA COMMONS



3 Kelle mälestuseks rajati originaalse monumendina see 1823. aastal valminud ning Suurest Munamäest kõrgem (326 m) küngas? Selle künka kuju järgi sai seitse aastat hiljem nime ka üks tunduvalt kõrgem mägi.

5 Mis linnas asub tuntud monumentaalskulptuur „Lusikasild ja kirss“?



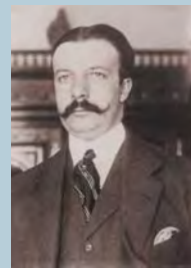
MÄLUSÄRU 3/2013 VASTUSED

1. Eugenio Calabi (Calabi-Yau ruum).
2. Okotillo (*Fouquieria*).
3. Edvard Munch.
4. Ra.
5. Turkana.

• Raamatu „Imeline Maa“ saavad loosi tahtel endale Ann Kitsnik, Maire Tühis ja Silver Rebenits.



4 Kelle nimi on kirjas sellel monumendil? See mees, kes on ka kõrvaloleval fotol, ei näinud paraku ise oma kuulsaks saanud elutöö valmimist.



AUTORITEST

JEVGENI NURMLA (1959) ja INDREK SALIS (1962) on tunnustatud mälumängurid. Mõlemad on aktiivselt tegutsenud ka sadakonda huvilist ühendavas Eesti Mälumänguliidus, Indrek Salis aastast 1999 juhatuses esimehena.

Saaremaa

2



VASTA JA VÕIDA RAAMAT!
Õigesti vastanute vahel loosime välja kolm koguteost „Saaremaa. Ajalugu, majandus, kultuur“ kirjastuselt Koolibri.

VASTUSEID
ootame 15. oktoobriks aadressil Endla 3, Tallinn 10122 või horisont@horisont.ee. Pange kirja ka selles ajakirjanumbris kõige rohkem meeldinud kirjutis.

MÄLUSÄRU rubriiki toetab kirjastus Koolibri.



Aasta looma fotovõistlus

Valeri Šišerbatõh



„SUSI JA TEMA TEGEMISED”

Ajakiri Loodusesõber ja

Looduskalender.ee kuulutavad välja fotovõistluse, kuhu on oodatud kõik hundipildid. Nii pildid, kus hunt ise peal, kui jäädvustused tema tegevusjälgedest. Eriti oodatud on just viimased.

Looduskalender.ee veebilehele üles laetud pildid saavad algusest peale olema avalikud. Ilmekamad saavad koha Looduskalendri hundiaasta uudistevoos. Pilte avaldatakse nii kaasa saadetud lühilooga, aga ka ekspertide kommentaaridega. Lisaks kasutatakse fotosid hundiaasta uudiseid illustreeriva materjalina ning avaldatakse ka ajakirjas Loodusesõber.

Võistluse pidulik lõpetamine

toimub jõulukuu alguses ja selle täpsemast toimumisajast teavitavad loodusesober.ee ja looduskalender.ee

Nõuded pildile

Pildid peavad olema tehtud Eestis. Ootame võistlusele seni avaldamata ülesvõtteid hundist ja tema jälgedest. Oluline on lisada iga pildi juurde lühike, kuni 500 tähemärki pikk lugu. Lugu võib olla kas pildi ülevõtmise kirjeldus või siis pildile tabatud olustiku kirjeldamine.

Kategooriad

Võistlevad tänavu tehtud pildid ja üldarvestuses kõik võistlusele saadetud ülevõtted. Eraldi võistlevad

hundiga pildid, hundi tegevusjälgedega pildid ja hundi nimega seotud temaatikaga fotod.

Auhinnad

Võitjatele on preemiaks vabalt valitud varjepäevad seiklusfirma „360 kraadi” Alutaguse fotovarjes koos Canon Overalli profitehnika kasutamisega. Valikus on Canoni valgusjõulised teleobjektiivid ja profikered. Varjesse minnakse koos loodusfotograafi või hundiekspertidega. Lisaks mitmed eriauhinnad.

Lisateave:

toimetus@loodusesober.ee
loodusesober.ee
looduskalender.ee



looduse
omnibuss
LOODUS ON KLUBI, LOODUS ON LUGU



KESKKONNAMINISTEERIUM

LOODUSKALENDER.EE
autorioigus MTU Loodusajakiri

OVERALL.EE

loodusesõber

ROBOTEX 2013

where brains and metal meet..



Robotite ülestõus!

Kutsume üles kõiki osa võtma järgnevatest võistlustest!

- Jalgpall
- ICD Grand Challenge “Päästemissioon merel”
- Mini Sumo
- LEGO Sumo
- 3 kg Sumo
- iRobot Sumo
- Joonejärgimine
- Folk race

Auhinnafond

15 000€

Kui oled mõne innovaatilise ning põneva toote, teenuse või projektiga seotud, siis ootame Sind meie

Tehnoloogianäitusele

MEIREN ENGINEERING

TECHNOBALT
GROUP

icd
CONTROL TECHNOLOGY

Stoneridge

INTERFLUX[®] EESTI
Elektronikatööstuse seadmed ja materjalid

iRobot[®]

BALTFLEX

DUROC MACHINE TOOL

ELFA DISTRELEC

BRANNER
PCB

PKC GROUP

eiko

SANGAR
Quality in Details

DATEL[®]
ESITLUSTEHNKA

3K
www.3Kgroup.ee

ENSTO
Saves Your Energy

ZM

horisont

ORDI

TOFTAN

HARJU ELEKTER

techgroup

Eesti Infotehnoloogia Kõllez
The Estonian Information Technology College

TALLINNA TEHNIKAÜLICOOL
INFOTEHNOLOGIA TEADUSKOND

Tallinna Tehnikaülikooli üliõpilasselts
Student Union of Tallinn University of Technology

MEKTORY

TALLINNA TEHNIKAÜLICOOL
ENERGEETIKA TEADUSKOND

TALLINNA TEHNIKAÜLICOOL
ENERGEETIKA TEADUSKOND

TTÜ Robotiklubi
Tallinn University of Technology Robotics Club

M.A.Group OÜ

TALLINNA TEHNIKAÜLICOOL
MEHAAJALUSTEADUSKOND

TALLINNA TEHNIKAÜLICOOL
MEHAAJALUSTEADUSKOND

MTÜ Robotitekes

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP

EMEP



Robotex 2013 toimub
16. ja 17. novembril
TTÜ spordihoones

www.robotex.ee *autoritoõigus MTÜ Loodusajakiri* www.facebook.com/RobotexEstonia