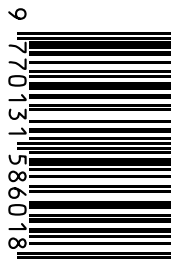


EESTI LOODUS

Eesti maavarad: meil on enam kui hõbedat ja kulda

Kas liiva- ja kruusavarud on lõputud?
Allikad, mullastik ja soode taastamine
Talvine Soome: Riisitunturi



ISSN 0131-5862 (trüki)
ISSN 2228-3692 (võrguväljaanne)

9 770131 586018

Ostame metsamaad
ja mahepõlde Eesti
metsikus looduses.

Me ei tee
lageraiet.

Mitte kunagi.

Põhineme 100% Eesti kapitalil.



**METSIK
LOODUS**

Metsik Loodus OÜ

Loe lähemalt www.metsikloodus.ee

Helista **+372 514 3205**

Kirjuta info@metsikloodus.ee

72. aastakäik Nr 11, november 2021

www.eestiloodus.ee

2 Toimetaja veerg: Katre Palo**3 Sõnumid****12 Kuu looduses****14 EL küsib:** vastavad Martin Liira ja Martin Nurme**16 Vanadest kaevandustest on saanud turismimagnetid****18 Kust ammutatakse Eestis looduslikku mineraalvett?****20 Väärt metallid Eesti maapõues**
Alvar Soesoo kiidab meie maapõue metallirikust: silmapaistvalt palju leidub meil haruldasi muldmetalle, mille väärtus ajas kasvab**28 Eesti liiva- ja kruusavarud praegu ja tulevikus**
Tiit Kaasik tutvustab tavaliste ehitusmaavarade olukorda ja kasutamist: mõistlikult tarbides jätkub liiva ja kruusa veel kauaks**34 Kaardistame üheskoos allikad**
Jaanus Terasmaa kutsub üles tuttavatest allikatest teada andma ja meenutab allikaurijate ekspeidsiooni Koiva vesikonda**40 Loodusele ja inimesele vajalikud muldkatte talitlused**
Raimo Kõlli aitab aru saada meie tavalise mulla talitlemisest ja tähtsusest nii ökosüsteemis kui ka inimeste seisukohalt**46 Läänemaa Suursoo – ühe suure madaloo lugu**
Raimo Pajula kirjeldab meie ühe suurima sooala kujunemist ja annab ülevaate loodusliku vee-režiimi taastamise esimestest tulemustest**52 Geoloogidele pakub Eesti endiselt suurt huvi.** Tartu ülikooli rakendusgeoloogia professo-rit Alar Rosentaud küsitlenud
Toomas Kukk**58 Tegutse teadlikult: Keskkonnahoidlik väetamine – miks ja kuidas?**

Martin Tikk annab nõu, kuidas saaks taimekasvatustes hoiduda taastumatutest loodusvaradest turbast ja mineraalväetistest

61 Poster: „Vereta jahi“ auhind Eesti Looduselt; Heiko Kruusi**62 Üks Eesti paigake: Raudvere Takjamägi: oas sulelistele ja karvastele**
Juhani Püttsepp on seekord jõudnud Rakvere linna lähedale: pealtnäha suvaline metsatukk põldude vahel võib pajatada huvitava loo**64 Sada rida Eesti loodusest: Looduse ilu. Arne Ader****66 Abiks õpetajale: Õpilased saavad astuda teadlase kummikutesse****68 Fosfor ja lämmastik kujundavad järvede seisundit**
Kairi Maileht, Peeter Nõges ja Tiina Nõges vaatlevad kahe olulisima järvede seisundit mõjutava elemendi toimet: mõlema liigse lisandumise taga on inimtegevus**72 Talvine Riisitunturi pakub elamusii päeval kui ka öösel**
Karl Adami viib lugeja Soome põhjaossa Lapimaa piirile, kus postkaardilaadseid fotosid võib teha muidugi talvel, kuid ka teistel aastaaegadel**77 Kolmel kaitsealal oli juubel****78 Mikroskoop****79 Ristsõna****80 Ajalugu, sünnipäevad**

Foto: Jaanus Terasmaa



Foto: Raimo Pajula

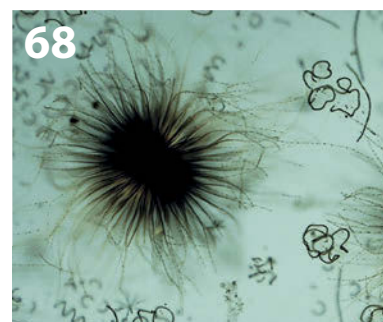


Foto: Kairi Maileht



Foto: Karl Adami

Loodusvarata oleme abitud

Kas sulle meenub, millal viimati mõtisklesid selle üle, kui palju on sinu igapäevaelu seotud maavarade kasutusega? Küllap võib tõdemus, milliseid maavarasid läheb moodsa inimese eluks vaja, tekitada suurt hämmingut. Ammuilma ei kasuta me söögitarveteks üksnes puust ja savist vahendeid ega rõivasta end linariietesse või kata lambanahkadega.

Meid ümbritsevad arvukad kodumasinad, meil on autod, mitmel juba elektriajamiga, käeulatuses on nutiseadmed, üha rohkemaid katuseid katavad päikesepaneelid, saame kvaliteetset meditsiiniabi, tänavaid ja terviseradasid valgustavad lambid, kosutame aiamaad parimate väetistega jne. Kümned iga päev tarvitusel olevad esemed on millestki tehtud.

Kõigis neis peituvad rohkem või vähem tuntud maavarad: metallid, mineraalid, erisugused orgaanilised toormed jmt. Ilma maavaradeta oleks tänapäeva inimene päris abitu. Paraku võib abitus tabada ka riike, kelle maapõues kõike tarvilikku ei leidu ning vajaminev on toodud mujalt. Sellest, millisesse olukorda on nüüdismaailm jõudnud, kirjutab geoloog Alvar Soesoo. Tema artikli fookuses on siiski Eesti maavarad, aga ka rohepööre. Peale laiemalt tuntud maavara leidub meie maapõues omajagu huvitavaid toormeid, mis on üht- või teistpidi seotud ka rohepöördega. Mõne elemendi olemasolu saame võtta vaid teadmiseks, sest teda ammutada ei ole otstarbekas.

Võib olla on üllatav, et rohelisem elukorraldus nõuab paljusid metalle. Üks põhiline

keerukus on siiski asjaolu, et inimesel tuleb iseennast palju muuta. Me peame saama targemaks ning seejuures arvestama, kuidas ammutada loodusvarasid nii, et me keskkonda mõtlematult ei hävitaks. Teiselt poolt tuleb loobuda senisest harjumuspärasest mugavusest. Ei ole vist head sõna kirjeldamaks, kui keeruline selline pööre meile on, sest juba alates seitsmekümnendatest on püsinud arusaam, et inimühiskondi tuleb muuta.

Maaülikooli muutmise kontekstis oleme (taas) avastanud ka selle, milline väärtus on mullal, meie toidulaua kasvupinnal. Selgelt on see teema tulnud esile viimastel aastatel, kui meid on kimbutanud koroonapandeemia. Oleme sunnitud rohkem kodus püsi- ma ja see on meid ajendanud otsima mooduseid, kuidas paremini omal käel hakkama saada. Oma peenramaa on üks vahend ennast ise aidata.

Nii oleme aina sagedamini näppupidi mullas. Avastame vanu tõdesid ja tarkusi, rajame kompostikaste ja püüame mõista, mismoodi saada hea saak. Kui mitte esimesel aastal, siis juba teisel või kolmandal hakkame aduma, kui palju tegureid kätkeb mullastik ja põllupidamine.

Muldkatte oleme vaatluse alla võtnud ka siinses maavarade numbris. Maaülikooli mullateadlane Raimo Kõlli selgitab muldkatte talitlusi, mis on loodusele ja inimesele eluliselt vajalikud ning kus kõik on omavahel loogiliselt seotud. Nõnda tasub mullastikku hästi tunda ja muldade eest mõistlikult hoolt kanda.



Foto: Timo Palo

Katri Palo

EESTI LOODUS

72. aastakäik Nr 11, november 2021

Toimetuse aadress:

Baeri maja, Veski 4, 51005 Tartu
e-post eestiloodus@loodusajakiri.ee

Peatoimetaja **Toomas Kukk**
742 1143, toomas.kukk@loodusajakiri.ee

Toimetaja **Juhan Javois**
5661 0851, juhan.javois@loodusajakiri.ee

Toimetaja **Katre Palo**
521 8771, katre.palo@loodusajakiri.ee

Toimetaja **Piret Pappel**
piret.pappel@loodusajakiri.ee

Keeletoimetaja **Monika Salo**
monika.salo@loodusajakiri.ee

Küljendaja **Raul Kask**
raul@www.ee

Väljaandja: MTÜ Loodusajakiri

Endla 3, Tallinn 10122, 610 4105
www.loodusajakiri.ee
www.facebook.com/eestiloodus



Tegevjuht, reklaam: **Riho Kinks**
508 6690, riho.kinks@loodusajakiri.ee

Turundusjuht: **Mariliis Kesküla**
501 0119, mariliis@loodusajakiri.ee

Tellimine: www.tellimine.ee/loodusajakirjad
617 7717, tellimine@expresspost.ee

Ajakiri ilmub
keskkonnainvesteeringute keskuse toetusel



KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS

© MTÜ Loodusajakiri, Eesti Loodus®, 2021

Summaries of some articles can be found at
our web site www.eestiloodus.ee



Trükitoode
4041 0820



PEFC sertifitseeritud

Käesolev toode on pärit
sästivalt majandatud
metsast ja kontrollitud
allikatest

www.pefc.ee

Trükitud trükikojas Printall





Pärnumaale Varblasse kogunenud terioloogid tähistasid sügiskooliga ka Eesti terioloogia seltsi 40 aasta juubelit

Imetajauurijad ja loodushuvilised vahetasid teadmisi

Septembri viimasel nädalavahe-
tusel pidas ligikaudu 50 huvi-
list Pärnumaal Varblas Eesti
terioloogia seltsi (ETS) traditsiooni-
list sügiskooli. Kuna eelmisel aastal
jäi sügiskool koroonapandeemia tõttu
pidamata, oli tänavune tagantjärele
juubelihõnguline, tähistati ETS-i nel-
jakümme koosoldud aastat.

Esimest korda sai osaleda veebi
vahendusel. Sügiskool keskendus
muutustele Eesti imetajate faunas
ja süstemaatikas ning kaitsealuste-
le imetajaliikidele. Ettekandeid pida-
sid spetsialistid nii seltsi seest kui
ka külalised kõrgkoolidest ja teistest
asutustest.

Sügiskooli avaettekande pidas
Andrei Miljutin, kes andis ülevaate lii-
kide taksonoomilisest süstematisee-
rimisest kiiresti muutuvas geneetilise-
te metoodikate maailmas. Nimelt on
hulk liike suhteliselt lühikese ajaga kir-
jeldatud ja rühmitatud DNA-l põhine-
vate tunnuste järgi ja sel moel on juur-
de tulnud peaaegu tuhat imetajaliiki.

2006. aastal oli imetajaliike teada
vähemalt 5400, ent 2018. aasta seisuga
ligi 6400. Tegelikult ei ole siiski lei-
tud niivõrd uusi liike, vaid vanu liike
on klassifitseeritud uuteks liikideks
või isegi seltsideks.

Näiteks on ümber nimetatud
varasem sõraliste (*Artiodactyla*)

ja vaalaliste (*Cetacea*) selts kui
Cetartiodactyla, mis eesti keeles
kõlaks umbes „sõrgvaalalised“ või
„vaalsõralised“. Süstemaatika muutu-
sed on toonud kaasa ka hulga muu-
tusi Eesti imetajafaunasse kuuluvate
liikide seas.

Teist päeva alustas Uudo Timm
ülevaatega Eesti imetajate kaitse aja-
loost ja muutustest imetajate faunas,
kuhu on isegi viimase kümne aasta
jooksul lisandunud uusi liike.

Ühtlasi sai kuulata ettekandeid
mitmesugustest teekoloogia projek-
tidest Eestis ehk sellest, kuidas arves-
tada ulukitega liikluses. Tutvustati
uut suurkiskjate tegevuskava. Kõne
all olid ka imetajatega kaasnevad
parasiidid: ülevaate sai koerlaste-
ga levivate siseparasiitide uuringust
ning alveokokk-paelussi pikaajalisest
krüogeensest säilitamisest.

Grete Nummert Tallinna looma-
aiast tutvustas loomaaeda loodud
biopanka, kuhu kogutakse eri loo-
madelt koe-, karva- ja vereproove.
Need on seal hoiul edaspidiste tea-
dusuuringute tarbeks. Ettekannete
vahel arutati vibujahi ja rahvusvahe-
lise looduskaitseliidu hindamiskritee-
riumide üle.

Selleks et kõik ainult teoreetiliseks
ei jääks, peibutati õhtul šaakalit, seati
pisiimetajate uuringuteks üles lõkse,
uuriti väljaheidete alusel eri imetajate
toidueelistusi ning tutvuti bioakusti-
ka rakendusvõimalustega.

Kõigi rõõmuks osales sügiskoolis
tavapärasest rohkem üliõpilasi, kes
loodetavasti said innustust uurida
imetajaid. Terioloogia seltsi tegemisi
saab jälgida Facebookis ja kodulehel
www.terio.ee.

**Eesti terioloogia selts /
Loodusajakiri**

Hõimupäevade konverents keskendus keskkonnaprobleemidele

Tänavune hõimupäevade
konverents käsitles kesk-
konnaprobleeme. Kliima
soojenemine ja loodusvarade priis-
kav kasutus on üleilmsed problee-

mid, mille ees on eriti kaitsetud väi-
kesearvulised põlisrahvad.

Eesti rahvusraamatukogus pee-
tud konverentsi korraldas Fenno-
Ugria asutus koos Eesti roheline lii-

kumisega. Konverentsi salvestist
saab vaadata Fenno-Ugria Youtube'i
kanalilt.

**Fenno Ugria asutus /
Loodusajakiri**

Leelo Kukk

on valitud Euroopa kaitsealade liidu nõukokku

Keskkonnaameti peadirektori asetäitja eluslooduse valdkonnas Leelo Kukk kuulub Euroopa kaitsealade liidu (EUROPARC Federation) nõukokku. Uus nõukogu valiti 5. oktoobril peetud üldkogul kolmeks aastaks.

Euroopa kaitsealade liitu on koondunud üle 400 rahvuspargi ja looduskaitseala 40 riigist. Eesmärk on parandada kaitsealade juhtimist rahvusvahelise koostöö kaudu, vahetades ideid ja kogemusi ning osaledes Euroopa Liidu looduskaitsepoliitika kujundamises. Nõukogu kujundab liidu tegevuskava, tutvustab seda ning vastutab eesmärkide saavutamise eest.

Eesti esindaja on EUROPARC-i nõukogus juba kolmandat hooaega. Aastatel 2015–2017 osales nõukogu töös keskkonnaameti nõunik Kaja Lotman, 2017–2021 aga keskkonnaameti projektijuht Nele Sõber. 1993–1999 oli nõukogus endine Lahemaa rahvuspargi direktor Arne Kaasik.

Euroopa kaitsealade liidu uue nõukogu liikmed on Marta Mugica (Hispaania), Leelo Kukk (Eesti), Stefano Santi (Itaalia), Dominique Leveque (Prantsusmaa), Pete Rawcliffe (Suurbritannia) ja Hendrik Roelof Oosterveld (Holland).

Keskkonnaamet / Loodusajakiri

Leelo Kuke sõnul loodab ta nõukogus saada tuge ja vahetada kogemusi, mis-moodi lahendada looduskaitsemuresid



Foto: Andrei Miljutin

Palutaja külast leitud rotipuntraks oli põimunud 13 kodurotti

Aasta loomad sabapidi sõlmes: Põlvamaalt leiti rotikuningas

Tartu ülikooli loodusmuuseumi on jõudnud rotikuningas ehk sabapidi kokku põimunud rotipundar. See leiti Põlvamaalt Palutaja külast linnulaudast, kus pundar oli rotikäiku kinni jäänud.

TÜ loodusmuuseumi kuraatori Andrei Miljutini kinnitusele on rottidest koosnev pundar väga haruldane leid ja veel eriliseks muudab selle asjaolu, et seekord sattusid loomad teadusasutusse elusana ning neid sai filmida.

Sõlme olid läinud 13 koduroti sabad. Sõlme prahist puhastades sai selgeks, et sabasid lahti harutada ei saa ja rotid uinutati, et nende piin lõpetada. Rotikuningas jääb märg-preparaadina ehk piirituses konserveerituna TÜ loodusmuuseumi hoiule.

Kuidas rotipuntrad tekivad, pole siiani täpselt teada. Miljutini sõnul on tõenäoline, et need saavad alguse une ajal. Rotid magavad pesas koos ja kui sabale satub midagi klee-

puvat, võivad sabad üksteise külge kinni jääda. Kui rotid ärkavad ja liikuma hakkavad, lähevad sabad sõlme ja katsed end lahti tõmmata tõmbavad sõlme veel tihedamalt kinni. Rotikuningasse lõksu jäänud loomad ei saa enam liikuda, toitu otsida ega peitu pügeda.

TÜ loodusmuuseumi väljapanekus on juba üks rotikuningas. See leiti 2005. aastal Võrumaalt Saru külast. Samuti kolmeteistkümnest täiskasvanud kodurotist koosnevas puntras olid mõned loomad osaliselt ära söödud, tõenäoliselt tegid seda teised rotid, aga võib-olla ka tuhkur.

Rotikuningatest meil ja mujal on Andrei Miljutin kirjutanud Eesti Looduse 2005. aasta juulinumbris. Rott on tänavuse aasta loom ja aprillikuisest Eesti Loodusest saab lugeda Miljutini artiklit Eesti rotiliikide kohta.

Tartu ülikooli loodusmuuseum / Loodusajakiri

„Vereta jahi“ parimad on selgunud

Sel aastal korraldati fotovõistlus „Vereta jaht“ jälle kahes etapis. Mai lõpus pildistasid osalejad kolme päeva jooksul enda valitud piirkonnas kevadist Eestimaa loodust. Teine etapp oli 10.–12. septembril Viljandimaal ja tavapärasest vormis, fotograafid kogunesid Võrtsjärve kaldal Vaiblas asuvasse baaslaagrisse. Tänavune jahiloom oli mink.

Jahisaaki hinnanud žürii on kuulutanud tänavuseks meistriks Enel Lepiku, kelle kaamerasilma ette jäi pähklipureja lend. Veel anti välja hulganisti eriauhindu. RMK auhinna sai Ingmar Muusikus, kelle pildil katsuvad jõudu karud. Eesti jahimeeste seltsi auhind kuulub Andres Ennoki fotole, millel on naljakate sarvedega põder. Tallinna looma-aia lemmik on Taavi Nageli foto mõtlukust hundist. Hotell Pesa tunnustas Tõnu Nooritsa muusträhnipilti. Ajakirja Horisont lemmikfoto on teinud Peeter Sink, kes pildistas metskitse.



„Vereta jahi“ tänavune meister Enel Lepik on pildistanud ühelt puult teisele hüppavat oravat

Kolm eriauhinda sai Jüri Etverk. Ajakiri Eesti Jahimees pidas auhinna vääriliseks fotot ujuvast koprast. Pilt händkakust on ajakirja Eesti Mets lemmik, peidus olev pardipere aga meeldis Looduse Omnibussile.

Ajakirja Eesti Loodus auhinna pälvinud Heiko Kruusi fotot näeb selle ajakirjanumbri postril (lk 58–59).

Riigimetsa majandamise keskus / Loodusajakiri

Fiati uus profikasutuseks mõeldud Ducato on nüüd saadaval atraktiivsema disaini, oma klassi parimate info ja meelelahutuse tehnoloogiate ning täiustatud ohutussüsteemidega, mis muudavad selle esimeseks autonoomse juhtimisega väikeseks tarbesõidukiks.

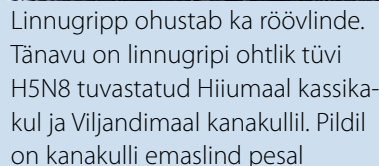
KRABA SEE ENDALE 25 775 EURO EEST!

Iv Pluss TALLINN
Pärnu mnt 556, Laagri
myyk@ivpluss.ee, +372 677 9060

www.ivpluss.ee

Iv Pluss AS | IVECO





saab teada anda
veebirakenduse
kaudu

Veebirakenduse seakatk.ee vahendusel saab teada anda surnud metsseast. Info surnud lindude kohta tuleks saata veebilehe linnugriip.ee/teata kaudu.

Põllumajandus- ja toiduamet / Loodusajakiri

Eesti ornitoloogiaühingu teabelehe Tiirutaja sügisnumbris kirjutab Tartu ülikooli loomaökoloogia doktorant Kaarin Hein, kuidas käitumisökoloogid saavad teadmisi lindude käitumist iseloomustavate tunnuste kohta ja milliseid neist on enim uuritud.

Noortenurgas tutvustab Martin Vesberg oma uurimistööd sookure Saaremaa asurkonna rändekäitumise kohta. Ornitoloogiaühingu suvepäevi meenutab ühingu nõukogu aseesimees Marko Mägi.

Algab Läänemere veebiviktoriin

Osaleda saavad 4.–12. klassi õpilased. Küsimused on inglise keeles, neile vastamiseks kulub 30–60 minutit. Viktoriinis

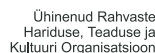
[illegible]

giaühingust; koolid ja looduskeskused saavad teabelehte tellida tasuta.

**Eesti ornitoloogiaühing /
Loodusajakiri**

Põnevad küsimused on kogutud UNESCO ühendkoolide võrgustiku õpetajatelt, koordinaatoritelt, teadusasutustelt ja koostööpartneritelt üheksast riigist. Viktoriinis saab kaasa lüüa 1.–30. novembrini kodulehel bsp.tartu-loodusmaja.ee.

**Tartu loodusmaja /
Loodusajakiri**



Läänemere Projekt

Linnuvaatluspäevadel sündis viimaste aastate rekord

Eesti ornitoloogiaühingu ja linnuklubi Estbirding korraldatud rändevaatlustel osales kahel päeval kokku 131 inimest, peale selle oli hulk iseseisvalt vaatlusi teinud linnuhuvilisi. Eestis märkasid vaatlejad kokku 270 684 lindu vähemalt 156 liigist. See on viimaste aastate parim tulemus; viimati nähti üle kahe saja tuhande linna viis aastat tagasi.

Enim vaadeldud liigid olid metsvint (84 676 isendit), kaelustuvi (18 161 isendit), siisike (16 686 isendit), tänavuse aasta lind kuldnokk (12 515 isendit) ja merivart (6846 isendit). Põnevamad linnud, keda vaatlejad silmasid, olid keltsalinnud, kaldapääsuke, sooräts, herilaseviu ja öösorr.

Kõigest 2. ja 3. oktoobril tehtud linnuvaatlustest saab ülevaate por-

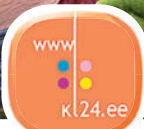
Tänavuste
EuroBirdwatchi
linnuvaatluspäevade
jooksul vaadeldi ligi 85 000
metsvinti

taalis eElurikkus. Rahvusvahelistel linnuvaatluspäevadel EuroBirdwatch osales sel aastal üle 28 100 inimese 35 Euroopa ja Kesk-Aasia riigis. Loodushuvilised vaatlesid 7,3 miljonit lindu.

**Eesti ornitoloogiaühing /
Loodusajakiri**

Foto: Karl Adami






www.KL24.ee www.helmic.ee

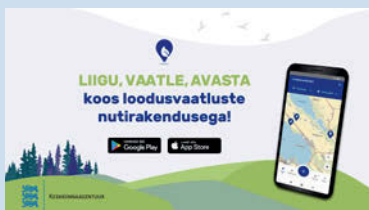
VEEL VANADE HINDADEGA

Kangad, lõngad, pärlid, tööriistad, niidid, lukud, pandlad,
paellad, pitsid, nõöbid... -
kokku üle 120 000 toote

Otse maaletoojalt: Karnaluks OÜ laos, Hermann 1, c-trepikoda, Tallinn
KÄSITÖÖSÖBRA KAUBAMAJA 24H SINU ARVUTIS

LÕNGASORTE JA VÄRVE: 3600 +, SOKILÕNGU: 470 +





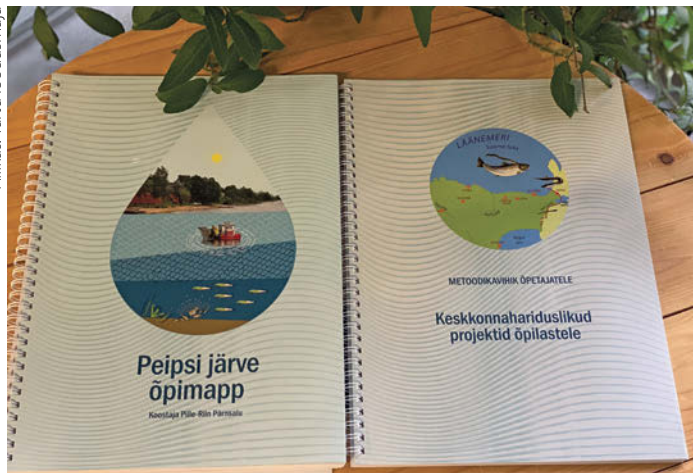
Rakendust saab pruukida nii Androidi kui ka iOSi operatsioonisüsteemiga nutiseadmetes

Valminud on uus Loodusvaatluste nutirakendus!

Rakendus, mis on mõeldud kõigile loodusesõpradele, võimaldab salvestada enda loodusvaatlusi koos asukoha, meediafailide jm olulise info-ga. Vaatlused on olulised selleks, et korraldada paremini kaitsealuste liikide kaitset ja võõrliikide tõrjet ning teha teoks mitmesuguseid teadusprojekte, levikuatlasi ja keskkonnamõjude hindamisi. Hakka loodusvaatlejaks ning tõmba alla uus loodusvaatluste nutirakendus! Loodusvaatluste nutirakenduse valmimist on toetanud keskkonnainvesteeringute keskus.

**Keskkonnaministeerium/
Loodusajakiri**

Allikas: Tartu loodusmaja



Peipsi järve õpimapp ja metoodikavihik on valminud Eesti-Vene koostööprogrammi „GreenMind“ raames

Õpimapp teeb selgeks, mis mõjutab Peipsi järve käekäiku

Tartu loodusmaja õpetaja Pille-Riin Pärnsalu on koos kaastöötajatega koostanud õpimapi Peipsi järve kohta. See koosneb kuuest peatükist. Käsitletakse kõiki olulisi teemasid, mis mõjutavad Peipsi järve heaolu. Teavet on Peipsi järve geograafia ja valgala, füüsikalise-keemiliste näitajate ja elusorganismide kohta. Samuti on käsitletud järvede tüpoloogiat, veepoliitika raamdirektiivi, järvede kaitset ja majandamist. Iga peatüki lõpus on esitatud töölehed, vaatluskaardid ja määramistabelid. QR-koodide abil leiab lisamaterjali, mida kasutades saab õpetaja anda

tundi huvitavalt ja sisukalt.

Õpimappi täiendab metoodikavihik „Keskkonnahariduslikud projektid õpilastele“, mis on mõeldud teise kooliastme lõpu ja kolmanda kooliastme õpetajatele. Metoodikavihiku on koostanud Tartu loodusmaja keskkonnahariduse õpetajad. Vihikust leiab palju, nuputamisesandeid, pikemaid ja lühemaid projekte, mida loodusõpetuse, geograafia- või bioloogiaklassis kasutada. Väljaandes on ka Venemaa õpetajate koostatud materjale.

Tartu loodusmaja / Loodusajakiri

Otsitakse aasta lindu

Eesti ornitoloogiaühing ootab ideid, kes võiks olla 2023. aasta lind, ja otsib tema tutvustajaid. Ühing ootab kuni ühe A4-lehekülje pikkusi ettepanekuid, mis peavad sisaldama aasta linnuks pakutava liigi või liigirühma nimetust ja põhjendust, kavandatavate tegevuste kirjeldust ja võimalike elluvijate nimesid.

Esitav liik ei tohi olla varem aasta linnuks valitud. Projekti teostajatena esitatud inimesed peavad olema nõus töö käsile võtma, võimalised planeeritud tegevusi ellu viima ja vajaduse korral koostama rahataotlusi koos

Eesti ornitoloogiaühinguga. Ettepanekud palutakse saata 14. novembriks 2021 ornitoloogiaühingu e-posti aadressile eoy@eoy.ee.

Aasta linnu valimise eesmärk on tutvustada üldsusele üht Eesti linnuliiki või liigirühma, samuti kaasata loodushuvilisi selle liigi uurimisse ja kaitseks. Aasta linnu valib esitatud kandidaatide seast välja Eesti ornitoloogiaühingu nõukogu. Valik tehakse

avalikuks järgmisel aastal ornitoloogiaühingu suvepäevadel.

Eesti ornitoloogiaühing on Eesti aasta linnu valinud alates 1995. aastast. Tänavu on aasta lind kuld-nokk, 2022. aasta linnuks on valitud metskurvits. Varasemate aasta lindude nimekiri on esitatud ornitoloogiaühingu kodulehel (www.eoy.ee/aasta-linnud).



**Eesti ornitoloogiaühing /
Loodusajakiri**

PhotoPoint

nr.1 FOTOSPETSIALIST
EESTIS

TAMRON

Focus on the Future



5
aastat garantii

5YEARS.TAMRON.EU
REGISTREERI TASUTA
5-AASTANE GARANTII

500mm · F/6.7 · 1/2500s · ISO 2000

150-500_{mm} F/5-6.7 Di III VC VXD

Ultra telesuum Sony E bajonetiga täiskaader kaameratele



Hind 1499€
www.photopoint.ee

USA

Foto: Touch of Light / Wikimedia Commons



USA luure tunnistas kliimamuutusi julgeolekuohuna

USA kaitseministeerium ja luureasutused kinnitavad oktoobri lõpus avalikustatud dokumentides, et muutuv kliima kätkeb endas suuri julgeolekuriske ning ohustab maailma poliitilist stabiilsust. Tõenäoliselt suurenevad pinged siis, kui riigid asuvad läbi rääkima, kes ja kui palju peab kliimamuutustega võitlemiseks raha kulutama. Samuti süvenevad vastuolud Arktikas ja teistes geopoliitiliselt probleemsetes piirkondades. Kõige enam on ohustatud vaesed arengumaad, kes ei suuda muutuvate oludega kohaneda [1].

Allikas: PhysOrg

ANTARKTIKA

Foto: Gregory Smith / Wikimedia Commons



Valjaspingviin ei armasta üksi süüa

Pingviinid pesitsevad koloonias, kuid ajakirjas Marine Biology ilmunud uuring näitab, et vähemalt Antarktika Livingstoni saare valjaspingviinid (*Pygoscelis antarcticus*) eelistavad seltskonda ka merevees süüa otsides. Analüüsinud pingviinide selga

kinnitatud kaamera salvestisi, selgus, et uurimisalused läksid vette koos ja toitusid kaaslastega samas rütmis. Koos ette võetud sukeldumine võib aidata pingviinidel kergemini toitu leida ja kiiresti vaenlasi märgata [2].

Allikas: USA ookeani- ja atmosfääriamet

GUINEA

Foto: cuatrok77 / Wikimedia Commons



Kullapalavik paneb Aafrika rahvusparki ohtu

Suvel teatas Austraalia kaevandusfirma Predictive Discovery, et Ida-Guineas on avastatud väärtuslik kullamaardla. Paraku on selgunud, et uuringud tehti Ülem-Nigeri rahvusparkis, kus selline tegevus pole lubatud. Rahvusparkis elutseb ligi viissada šimpansi, peale selle jõehobusid ja lõvisid, kelle elupaik võib hävida. Kõige raskemad tagajärjed aga on Nigeri jõe võimaliku saastumise korral ja need ulatuvad mitme riigi inimeste ja elupaikadeni [3].

Allikas: Mongabay

INDONEESIA



Foto: MK2010 / Wikimedia Commons

Jakarta lahe vesi sisaldab rohkesti valuvaigistijääke

Indoneesia pealinna rannikuvesi on plasti täis. Nüüd annab põhjust muretseda ajakirjas Marine Pollution Bulletin ilmunud uuring, milles on analüüsitud 2017. aastal Jakarta lahest võetud veeproove. Ilmnes, et Angke ja Ciliwung Ancoli jõe suudmealalt on leitud ohtralt paratsetamooli. See valuvaigisti mõjutab näiteks limuste sigimist. Kohalik keskkonnaagentuur on lubanud nüüd jälle veeproove analüüsida ja võimalikud saasteallikad kindlaks teha [4].

Allikas: VOI English

AUSTRALIA



Foto: cuatrok77 / Wikimedia Commons

Vaktsiin võib koalad klamüüdia küüsisist päästa

Austraalias Queenslandis on lõpemas kliinilised katsed ligemale 400 koalaga, kes on saanud klamüüdiavastast vaktsiini. Tõestav bakter on Austraalia koalaasurkondades levinud juba ligi 30 aastat ja seda peetakse väga suureks ohuteguriks. Kuigi haigust saab antibiootikumidega ravida, eelistavad nii looduskaitsejad kui ka loomaarstid, et koalasid oleks võimalik vaktsineerida [5].

Allikas: PopSci

Allikad:

1. phys.org/news/2021-10-pentagon-intelligence-agencies-climate-threat.html
2. www.fisheries.noaa.gov/feature-story/new-data-show-penguins-antarctica-may-prefer-dining-friends-dining-alone
3. news.mongabay.com/2021/10/in-guinea-an-illegal-6b-gold-bonanza-threatens-endangered-chimpanzees
4. voi.id/en/news/91715/there-is-paracetamol-in-jakarta-bay-the-government-will-form-a-working-team-to-investigate
5. www.popsci.com/science/koala-chlamydia-vaccine
6. www.forestandbird.org.nz/resources/native-bats-cause-flap-entering-bird-year-competition

UUS-MEREMAA



Allikas: Uus-Meremaa muuseum

Kas aasta linnuks võiks saada nahkhiir?

Vähestegi zooloogiliste teadmistega inimene hakkab sellist küsimust kuulates naerma. Ometi on Uus-Meremaal aasta linnu valimist korraldav looduskaitseorganisatsioon Forest & Bird tänavu kandidaadiks seadnud ka ühe kirju-silenina perekonna liigi (*Chalinolobus tuberculatus*).

Põhjuseks on soov tõmmata sellele ohustatud liigile tähelepanu. Sotsiaalmeedias on nahkhiire poolt hääletamise argumendina toodud esile asjaolu, et Uus-Meremaa nahkhiired lendavad palju paremini kui kiivid ja teised kuulsad kohalikud linnuliigid [6].

Allikas: Forest & Bird



Siisikesed võivad Lääne-Euroopa poole rännata, aga leebemal talvel ka Eestisse jääda

November:

vaikne mets ja öine värviline valgus

Piret Pappel

Novembrit on kutsutud nii mardi- kui ka talvekuuks, kuna just sel ajal on saanud fenoloogiline talv. Mardikuu seostub eelkõige vihma, lörtsi ja üha süveneva pimedusega ning tekib igatsus soojema kliima järele. Kätte on jõudnud hämaruse ja värvilise valguse aeg. Paljud suvel inimesele silma torkavad elusolendid on talvituma rännanud või end talvekorterisse sättinud, kuid see ei tähenda, et meie loodus oleks välja surnud.

Ilmad muutuvad üha jahedamaks

ja selgrootute elu keerulisemaks, tõdeb putukauuri ja Mati Martin. „Esimesed öökülmad olid sel aastal varem platsis kui mõnel varajasemal ja andsid märku ka külmalembesematele putukatele. Juba mõnda aega lendavad nii tali-, külma- kui ka hallavaksikud. Sekka mõned taliöölsed ja vahtratutlased. Nii et novembriks uusi liike ei jätku, kuigi vanu lendajaid võib soojematel öödel veel näha küll.“

Ta märgib, et sel aastal on kohati väga arvukad talvesäased, kes kipuvad mõnel pool isegi igapäevaelu häirima, kuigi nad ei hammusta. Ka need putukad lendavad veel novembriski ja

on aktiivsed üsna madalal temperatuuril. Muidugi hakkavad tegutsema talikoonlased, need on aga väga väikesed ja sügisel neid metsasamblast leida on juhuse asi.

Linnulaulu kuuleb nüüd vähem, kuid Eesti merealadel, metsades ja muudes elupaikades veedab talve aukartust äratav hulk linde. Metsas jalutades torkab ennekõike kõrva ja tihti ka silma pasknäär oma krääksuva hääle ja sinimustvalge tiivamustriga. Juba oktoobris hakkasid kogunema siisikesed, kellest osa rändab ilma külmemaks muutudes lõuna poole, osa aga jääb Eestisse talvituma. Meie kõige levinum talilind on rasvatihaane, ornitoloogide hinnangul võib neid talvel Eestis olla ligi miljon isendit.

Elu käib ka vetevallas. Kui jõe-vee temperatuur on langenud viie kuni seitsme kraadini, hakkavad kudema meie lõhelised. Seetõttu kehtib novembri lõpuni lõheliste kudemisrahu ja enamikul lõhejõgedel kala püüda ei tohi.



Foto: Ain Paloson

Virmalised 2018. aasta oktoobris Järvamaal Kukevere külas. Tänavu septembris-oktoobris on tähelepanelikud taevavaatlejad juba mitmel pool virmalisi näinud

Piirangud võivad kehtida veel detsembriski ja kalapüügihuviline peaks need kindlasti üle kontrollima. Lõhe ja meriforelli pulmi turvavad nii keskkonnaameti töötajad kui ka vabatahtlikud. Kui märkate lõhejõgede ääres kahtlasi isikuid tegutsemas, andke sellest kindlasti teada riigiinfo telefonil 1247.

Ka tänavu töötab riigimetsa majandamise keskuse (RMK) kalakaamera Keila jõel, mis on üks meie parimaid lõhejõgesid. Kaamerapilti saab jälgida RMK Youtube'ist. Kalade nägemiseks peab loomulikult varuma kannatust ja pisut on ka õnne vaja.

Liigivaesemal ajal tasub meelde tuletada, et olemas on ka eluta loodus ning sügistaevas pakub ilusaid elamusi. Virmaliste hooaeg on meil juba alanud ning räägitakse, et uue päikesetsükli algus võib tähendada ka sagedamat värvilist vaatemängu. Taavi Niitsee Tõrva astronoomiaklubist räägib, et praeguse, 25. päikesetsükli ametlikuks alguseks peetakse 2019. aasta detsembrit, kuigi teatud uue tsükli alguse märke (näiteks pööratud polaarsusega päikeseplekid) oli juba üle aasta varem.

„Selles osas ei ole eelmise tsükli lõpp ja uue algus väga täpselt määratav hetk, vaid pigem periood, mil Päikesel ei esine peaaegu ühtegi plek-

ki. Need on piirkonnad Päikese fotosfääris, mille temperatuur on ümbritsevast paar tuhat kraadi madalam. Kusjuures nende vaikuseperioodide kestust on raske ennustada, kuna tsüklite pikkus on viimase 170 korraliku vaatlusaasta jooksul varieerunud seitsmest aastast 14 aastani. Keskmiselt kestab tsüklitel siis 11 aastat. Nüüd tagasi vaadates ja plekkide arvu ajateljele kandes võib öelda, et 2019. aasta lõppu võib tõesti pidada eelmise tsükli lõpuks ja uue alguseks, mis peaks oma aktiivsusega tipnema 2025.–2026. aasta vahel,“ kinnitab ta.

Kas aktiivsemaks muutuv Päike tähendab ka rohkem virmalisi, on raske öelda. „Enamik praegustest prognoosidest ütleb, et käesolev tsüklil tuleb samamoodi kui eelmine (2008–2019) suhteliselt väheaktiivne, aga sellised prognoosid on kaugel täppisteadusest. Teleskoobi leiutamisele on möödunud vaid veidi üle neljasaja aasta, mis on meie kodutähe eluiga silmas pidades praktiliselt olematu murdosa. Peale selle astronoomid lihtsalt ei tea veel, millised protsessid Päikese sisemuses tsüklite aktiivsuse määra täpsemalt mõjutavad. Seega vastupidi prognoosidele võib meil ees seista ka tavapärasest aktiivsem periood,“ arutleb Taavi Niitsee.

Pikka juttu kokku võttes võib

öelda, et Päikese aktiivsus küll suureneb järgmise kolme-nelja aasta jooksul ning sellega koos näeme ka tihedamini virmalisi – ka Eestis või lausa selle kohal. Kui tihti, on esialgu veel teadmata.

Kas virmalisi vaadeldes on tolku ka loodusesõbra lemmikvahendist binoklist või teleskoobist?

„Paraku ei ole. Kuna virmalised tantsivad taevas väga laialt, aga teleskoobi või binokliga saab vaadelda vaid suhteliselt kitsast paari kraadi suurust ala, pole mõtet neid virmaliste vaatlemisel kasutada. Paljas silm on selleks kõige parem, kuigi Eestis muutuvad virmalised harva nii heledaks, et nende mängu kergesti näha oleks või et võimalik oleks eristada nende värve. Selleks tuleb appi võtta kaamera ja pikk säriaeg,“ selgitab ta.

Iga virmalisteküti kõige suurem vaenlane on valgusreostus. Igal juhul tuleks virmaliste vaatlemiseks põgeneda linnatuledest võimalikult kaugemale. Ent kuna virmalised tekivad üldjuhul meist tuhatkond kilomeetrit põhja pool asuva niinimetatud virmalistevööndi kohal, tuleks neid vaadelda võimalikult põhja pool asuvas paigas. Eesti piires sobib kõige paremini põhjarannik, kust merele vaadates puudub valgusreostus ja vaadet madalale horisondile varjav pinnamood või mets. ■

Läänemere põhja on sadestunud palju fosforit.

Miks ei saa põhjaseteid väetisena kasutada?

Martin Liira

Eesti geoloogiateenistuse meregeoloog ja geofüüsika osakonna vanemgeoloog



Foto: erakogu

Läänemere põhjasetetes on talletunud väga suur kogus fosforit, kuid eelkõige ökoloogilises võtmes, ent kaevandamiseks jääb setete keskmine fosforisisaldus liiga väikeseks.

Eelmistel aastakümnetel on Läänemere valgatal põllumaid ulatuslikult väetatud. Sellest tingitud toitaine sissekande tagajärjel on fosfor kogunenud merepõhjasetetesse, kust vabaneb järk-järgult tagasi vette, põhjustades eutrofeerumist, mida peetakse Läänemere üheks suurimaks keskkonnaprobleemiks.

Kuigi kogu Läänemere põhjaseteid hõlmavaid uuringuid on tehtud suhteliselt vähe, on siiski hinnatud Läänemere põhjasete pindmises kihis kuni 5 cm sügavusel akumulunud fosfori mahuks peaaegu 1,3 miljonit tonni, millest näiteks Soome lahes on 170 000 tonni ja Liivi lahes 74 000 tonni [1]. Samas on Läänemeri üle üheksa korra suurem kui Eesti ja laiub tervikuna üle 420 000 km² suurusel alal. Suure pindala tõttu on fosforisisaldus põhjasetetes kuni 1 cm sügavusel keskmiselt 0,002–0,02% sette kuiva massi kohta [2].

Kivimit võib pidada fosforiidiks, kui selle fosforisisaldus on vähemalt 2% (P₂O₅-na vähemalt 5%), kaevandamiseks aga peab sisaldus olema veelgi suurem, tavaliselt vähemalt 4–6% (P₂O₅-na vähemalt 10–15%). Isegi kui

kohati on fosforisisaldus Läänemere põhjasetetes suurenenud, on sisaldus keskmiselt siiski tunduvalt väiksem, kui vaja kaevandamise tarbeks.

Üldisemalt on merepõhjasetete kaevandamisega seotud hulk majanduslikke, juriidilisi ja ökoloogilisi probleeme. Setete mehaanilise häiringu tagajärjel võib üles keerutatud heljum kanduda mitmekümnete kilomeetrite taha, enne kui uuesti settib, kattes merepõhja floora ja fauna. Peale fosfori sisaldavad Läänemere setted raskmetalle, kahjulikke orgaanilisi aineid jm, mis kaevandamise tõttu uuesti ringlusesse suunatakse. Praegused napid andmed viitavad sellele, et merepõhja kaevandamisel on laastav ja potentsiaalselt pöördumatu mõju mere ökoloogilisele seisundile. ■

Kas oma maatükilt tohib enda tarbeks liiva ja kruusa võtta?

Martin Nurme
keskkonnaameti
maapõuebüroo
juhataja



Foto: erakogu

Kas otseselt või kaudselt tarbime maavarasid iga päev. Mõnes külas on rahvas aastakümneid käinud ühest liivaaugust liiva toomas, mõnes teises kohas kaevatakse alati uus tiik, et kruusa saada. Kas see kõik on lubatud? Kelle käest tuleb vajaduse korral nõu küsida? Riik on kehtestanud reeglid, mille järgi maavarasid kasutada. Kui majapidamises tekib vajadus ehitusmaterjali järele, on seda kõige mõistlikum osta mõnest lähedal asuvast karjäärist, kuid on ka teisi seaduslikke võimalusi. Nõu saab küsida keskkonnaametilt.

Kui isikul on oma majapidamises vaja maavara, näiteks liiva või kruu-

sa, võib ta seda oma maa piires ilma loata võtta. Kui materjali tekib ehitamise, põllumajandus- või maaparandustööde raames, võib seda samuti oma tarbeks kasutada, aga võib ka anda kellelegi teisele, näiteks naabrimehel. Selleks peab keskkonnaametile esitama kaevise võõrandamise loa taotluse. See pole keeruline: asjaomane vorm on üleval veebis keskkonnanotsuste infosüsteemis KOTKAS ning loa saab alla kahe nädalaga kätte.

Ent kui oma maalt soetatud maavara soovitakse müüa, siis seda tohib teha üksnes kaevandamisloa alusel. Seegi taotlus tuleb esitada teabesüsteemi KOTKAS kaudu, kuid peab arvestama, et loa saamine võib aega võtta aasta. Menetluse pikkus oleneb mitmest aspektist: maavara liik, asukoht ja taotluse maht. Kaevandamisloa andmisel kaalub keskkonnaamet alati maapõue, vee,

jäätmete, välisõhu ja looduse kaitse vaatenurka.

Kaasa saab rääkida ka kohalik omaniku seisusest. Kaalutletud otsus nõuab mitmesuguseid nõusolekuid, kokkuleppeid ja dokumente. Mõnikord peab arvestama ka keskkonnamõju hindamisega, millele võib kuluda isegi paar aastat. Kui pole piisavalt oskusi ja tahtmist seda kõike ette võtta, võib maa rendile anda ning rentnik ajab kõik ise joonde. Enne otsuse tegemist tuleks põhjalikult kaaluda, kas järjekordne karjäär annab lisaväärtust sinule ja kogukonnale või saab oma maaga midagi muud teha.

Miks see peab nii keeruline olema? Peaks ju olema omaniku otsustada, mida ta seal leiduva maavaraga teeb. Loa taotlemise eesmärk on ergutada maaomanikke tegevust läbi mõtlemata, nõnda et see häiriks ümbruse keskkonda võimalikult vähe. Õigesti kaevandades hoiame kaitsealuseid liike, häirime vähem naabreid ja asjaomaseid isikuid ning saame olla kindlad, et kaevandatakse säästlikult ja arvestades tulevaste põlvkondade. ■


VICHY

Aleuroliit

Peeneteraline
purdkivim

Otse Eesti maapõuest.

Naturaalne Vichy mineraalvesi.

Kvartsiid

Kambriumi ajastu
rändkivim



Fe Kiruna rauamaagikaevandus

Kirunas asub maailma suurim ja moodsaim maa-alune rauamaagikaevandus. Rauda hakati seal ammutama 1898. Kaevandus on tegutsenud tänini. Paraku on selle pärast kannatanud linn, sest maapind vajub. Seetõttu kolitakse Kiruna aastaks 2040 kolm kilomeetrit eemale. Umbes 20 000 elanikule ehitatakse uued majad, osa hooneid võetakse lahti ja pannakse uuesti kokku.

Kiruna kaevandusajalooga saab tutvuda riikliku kaevandusettevõtte LKAB külastuskeskuses, seal saab osaleda ekskursioonil, tutvuda näituste ja näidiskaevandusega.

Vaata ka:

www.kirunalapland.se



Foto: Axel Pettersson / Wikimedia Commons

Cu Rørosse kaevanduslinn

Esimene kaevandus rajati Rørosesse 1644. aastal. Esialgu ammutati vaske, hiljem lisandus tsink. Kaevandused töötasid järjepanu 333 aastat, kuni 1977. aastani. Sulgemise põhjus oli ühelt poolt maagivarude ammendumine, teiselt poolt nende metallide hinna langus maailmaturul.

Tööstuse toel arenes jõudsalt ka linn, mille puitarhitektuuri saame nüüd imetleda. Kaevandusajalooga saab tutvuda muuseumis. Røros kuulub Unesco maailmapärandi nimistusse.

Vaata ka: www.roros.no

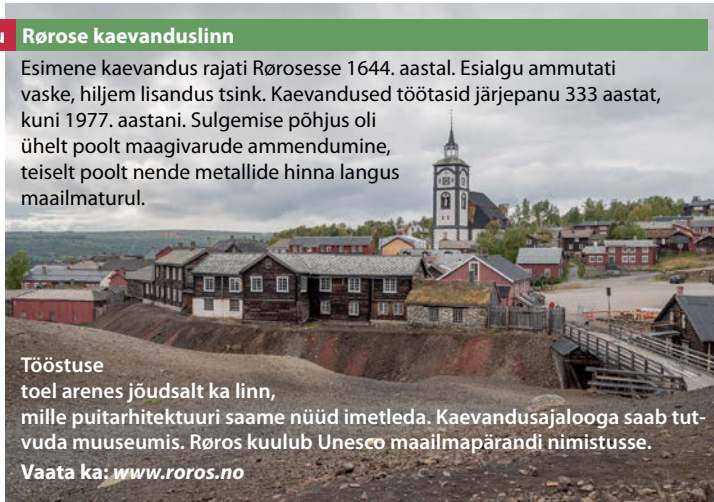


Foto: Astrid Westvang / Flickr

Vanadest kaevandustest on saanud turismimagnetid

Maavarad on inimkonna rikkus ja kaevandamine toonud õitsengu paljudele piirkondadele. Mõistagi on sel tegevusel oma hind: muutub loodus ja keskkond. Ent vanad maha jäetud kaevandusalad võivad saada uue elu turismi kaudu. Heidame pilgu meie lähiriikidele: milliseid kaevandusalasid saame turistidena uudistada?



Foto: www.weihereschleife-steinkaulenbergwerk.de



Steinkaulenbergi vääriskivikaevandus

See on üks väheseid vääriskivikaevandusi Euroopas. Turistidel on võimalik uudistada ajaloolise kaevanduse käike, kus jalutades näeb mitmesuguseid vääriskive: kauneid mäekristalle, ametüste, kaltsiite jne.

Vaata ka:

www.weihereschleife-steinkaulenbergwerk.de

Gudvangeni koopad

Foto: www.gudvangen.com

Üks Norra ainulaadsemaid huviväärsusi on Gudvangeni valged koopad: tegu on kunagise anortosiidikaevandusega. Turistid saavad koopalabürintis vaadelda kauni välimusega kivimit, värvidemängu ja maa-aluseid veesilmi. Anortosiit on jämedateraline kivi, mis koosneb peamiselt naatriumkaltsiumpäevakivist. See on näiteks levinuim kivi Kuul.

Vaata ka:

www.gudvangen.com





KIRUNA ●

SOOME ●

● TANKAVAARA

● LAMPIVAARA

**Lampivaara ametüstikaevandus**

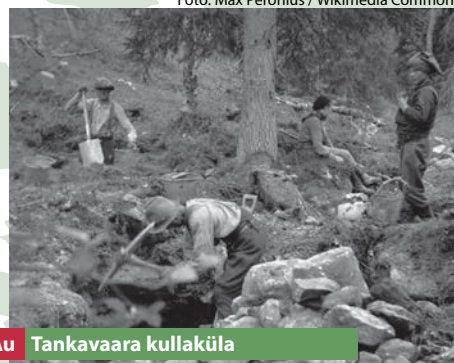
See on ainus ametüstikaevandus Euroopas. Tegu ei ole tööstusliku kaevandusega: sealset ametüstist valmistatakse ehteid ja suveniire turistidele. Mägi kuulub Pyhä-Luosto rahvusparki, seetõttu ei olegi tööstuslik rakendus mõeldav. Huvilised saavad kaevandust uudistada aasta ringi. Ekskursiooni käigus on lubatud ametüsti sisaldavaid kivikesi kaasa korjata. Ametüst on poolväärisravi, üks levinuim ehtekristall maailmas.

Vaata ka: ● **Tytyri kaevandusmuuseum**
www.amethystmine.fi
Foto: www.amethystmine.fi

**Au Tankavaara kullaküla**

Kullapalaviku aegadel on usinalt otsitud kulda. Lapimaal on seda väärismetalli leitud mitmest paigast. Tankavaaral vallandus kullapalavik 1930. aastatel. Alates 1970. aastatest tänini on see küla olnud turismi sihtkoht. Huvilised saavad ajaloo- ja tutvuda kullaotsijate muuseumis. Tankavaarast ligi 200 km edelas asub ka Euroopa suurim kullakaevandus, kus maaki hakati kaevandama 2008. aastal.

Vaata ka:
www.kultamuseo.fi



RØROS ●

GUDVANGEN

ROOTSI ●

● FALUN

NORRA ●

Koobaltipigmendi tööstuskompleks

Ytterby küla: haruldaste muldmetallide avastamise paik

Kongsbergi hõbedakaevandus

Rootsi teadus- ja tehnoloogiamuuseum



Foto: Hans Lindqvist / Wikimedia Commons

HIMMELFAHRT ●

SAKSAMAA

● STEINKAULENBERG

Ag Himmelfahrti hõbedakaevandus

See hõbedakaevandus asub pika kaevandusajalooga Freibergi linnas, mis on üle kaheksa sajandi olnud tähtis kaevanduskeskus.

Üks kaevanduse osa Himmelfahrt Fundgrube oli kunagi Euroopa edumeelseimate seas. Turistid saavad nüüd uudistada selle kaevanduse käike, laskudes kuni 150 meetri sügavusele. Tegu on ühtlasi kohaliku ülikooli uuri- ja õppekeskusega.

Vaata ka:
www.silberbergwerk-freiberg.de



Foto: SchillerSteffen / Wikimedia Commons

EESTI

IDA-VIRUMAA

Cu Faluni vasekaevandus

Faluni vasekaevandus oli sajandeid Euroopa suurim, rahuldades 70% selle regiooni vasevajadusest. Kaevandus tegutses tuhatkond aastat: umbes aastast 1000 kuni 1992. Kaevandusest on kujundatud turismiobjekt: tegutseb muuseum ja saab osaleda ekskursioonidel. Igale aastal käib seal umbes 100 000 huvilist. Faluni linn ja kaevandus on kantud Unesco maailmapärandi nimistusse.

Vaata ka:
www.falugruva.se



Foto: www.kaevandusmuuseum.ee

POOLA

● WIELICZKA

NaCl Wieliczka soolakaevandus

Sool on aegade vältel toonud Poola riigile palju rikkust. Wieliczkas hakati soola kaevandama 13. sajandil, tootmine lõpetati 2007. aastal. See oli järjepidevalt kõige kauem tegutsenud soolakaevandus maailmas. Maa-alustest kaevanduskäikudest ja ruumidest on saanud menukas külastuskeskus. Uudistada saab arvukaid saale, kambreid, soolakivisse nikerdatud kujusid jm.

See Poola ajaloomälestis kuulub Unesco maailmapärandi nimistusse.

Vaata ka:
www.wieliczka-saltmine.com

Ida-Virumaa tööstuspiirkond

Ida-Virumaa on tuntud kui põlevkivi ehk pruuni kulla kaevandamise piirkond. Siinne üsna eksootiline maastik ilmestab tööstusala ajalugu. Minevikust ja kaevanduse olemusest annab sisuka ülevaate Kohtla-Järve põlevkivimuuseum ja Eesti kaevandusmuuseum. Teemakohased paigad on ka Aidu veemaa ja Kiviõli seikluspark, mis on edukad näited, kuidas endisi tööstusalasid uuesti kasutusele võtta.

Vaata ka:
www.idaviru.ee/object/2174102/erakordne-pruuni-kulla-maa/



Foto: teachandlearn / Flickr

Kust ammutatakse Eestis looduslikku mineraalvett?

Põhjavesi on elutähtis maavara, kuna kasutame seda joogiks, majapidamises ja tööstuses. Looduslik mineraalvesi on ühtlasi põhjavesi: see pärineb sügavatest põhjaveekihtidest ning sisaldab rohkesti mineraalsooli, gaase, mikroelemente ja teisi aineid.

Vees lahustunud mineraalainete sisaldus võib üsna suurel määral erineda: Pärnus on ammutatud vett, mille mineraalsus on ligi 22 g/l. See on ülisoola- ne vesi, mis joogiks ei sobi. Kauplustest saame osta kohalikku mineraalvett, mis olenevalt ammutuskohast sisaldab 0,1–5,5 g/l mineraalaineid.

Joogiks sobiv mineraalvesi

Kaua aega peeti Eestis mineraalveeks vett, mille mineraalainesisaldus on vähemalt 2 g/l. Kui mineraal- sus ületab 4 g/l, on üldjuhul te- gu raviotstarbelise veega ja näi- teks üle 10 g/l mineraalsusega vesi sobib ainult ravivannideks.

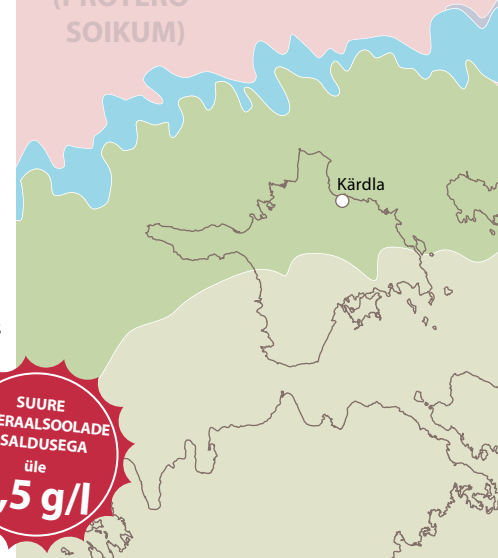
VÄIKESE
MINERAALSOOLADE
SISALDUSEGA
alla
0,5 g/l

Praegusajal on joogiks kõlbava mineraalvee käsitlus mõnevõrra teistsugune: selle koostise, omaduste, kindlakstegemise ja ammutamise kohta kehti- vad erinõuded. Põhialus on ohutus tervi- sele. Piirsisaldus on kehtestatud üksnes selliste koostisosade kohta, mis võivad kujutada ohtu tervisele, näiteks vask, baa- rium, mangaan, arseen, fluoriidid ja nitraadid.

SUURE
MINERAALSOOLADE
SISALDUSEGA
üle
1,5 g/l

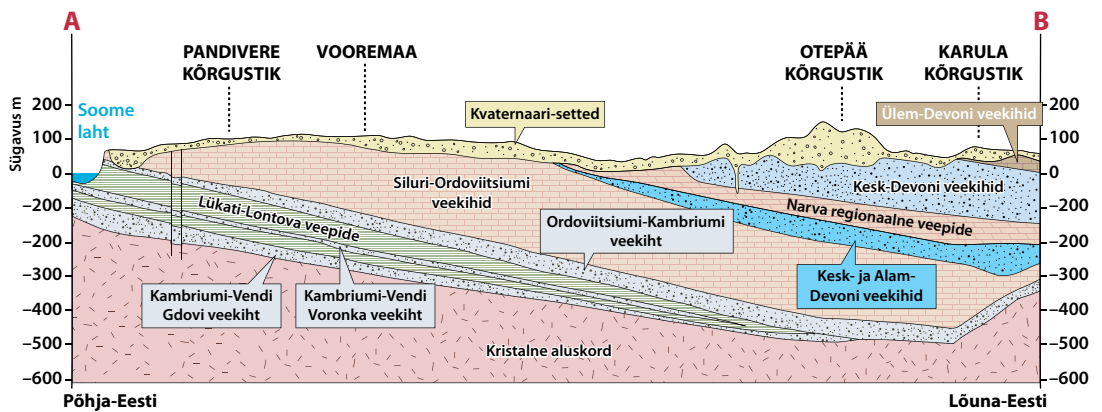
Eesti aluspõhja geoloogiline kaart

ALUSKORD
(PROTERO-
SOIKUM)



Eesti põhjaveekihtid ja veepidemed

Mida sügavamale alus- põhja kivimikihtidesse tungida, seda suurem on üldjuhul põhjavee mineraalsus.



väike

Saku, puurkaev Vichy

Sügavus

Puurimise aeg: 1988

Veekiht: Kambriumi-Vendi

Lubatud veevõtt aastas: 80 000 m³

225 m

Vesi: Cl-HCO₃⁻ Na-Ca-Mg-tüüpi, mineraalainesisaldus 0,33–0,39 g/l

Anioonid: HCO₃⁻ 115–135 mg/l, Cl⁻ 100–115 mg/l

Katioonid: Na⁺ 44–56 mg/l, Ca²⁺ 30–42 mg/l, K⁺ 7–10 mg/l, Mg²⁺ 7–10 mg/l

Allikas: terviseamet

suur

Häädemeeste alevik

Sügavus

Puurimise aeg: 1984

Veekiht: Ordoviitsiumi-Kambriumi

Lubatud veevõtt aastas: 48 m³

610 m

Vesi: nõrgalt soolane, Cl-Na-tüüpi, mineraalainesisaldus 5,2–5,5 g/l

Anioonid: Cl⁻ 2449–3000 mg/l, SO₄²⁻ 67–72 mg/l

Katioonid: Na⁺ 1340–1640 mg/l, Ca²⁺ 183–204 mg/l, K⁺ 24–28 mg/l

väike

Haage küla, puurkaev B'Est

Sügavus

Puurimise aeg: 1983

Veekiht: Siluri-Ordoviitsiumi

Lubatud veevõtt aastas: 8000 m³

210 m

Vesi: HCO₃-Ca-Mg-tüüpi, mineraalainesisaldus 0,33–0,34 g/l

Anioonid: HCO₃⁻ 386–426 mg/l
Katioonid: Ca²⁺ 77–89 mg/l, Mg²⁺ 25,5–28 mg/l

suur

Võru linn, Haanja puurkaev

Sügavus

Puurimise aeg: 1991

Veekiht: Kesk-Devoni

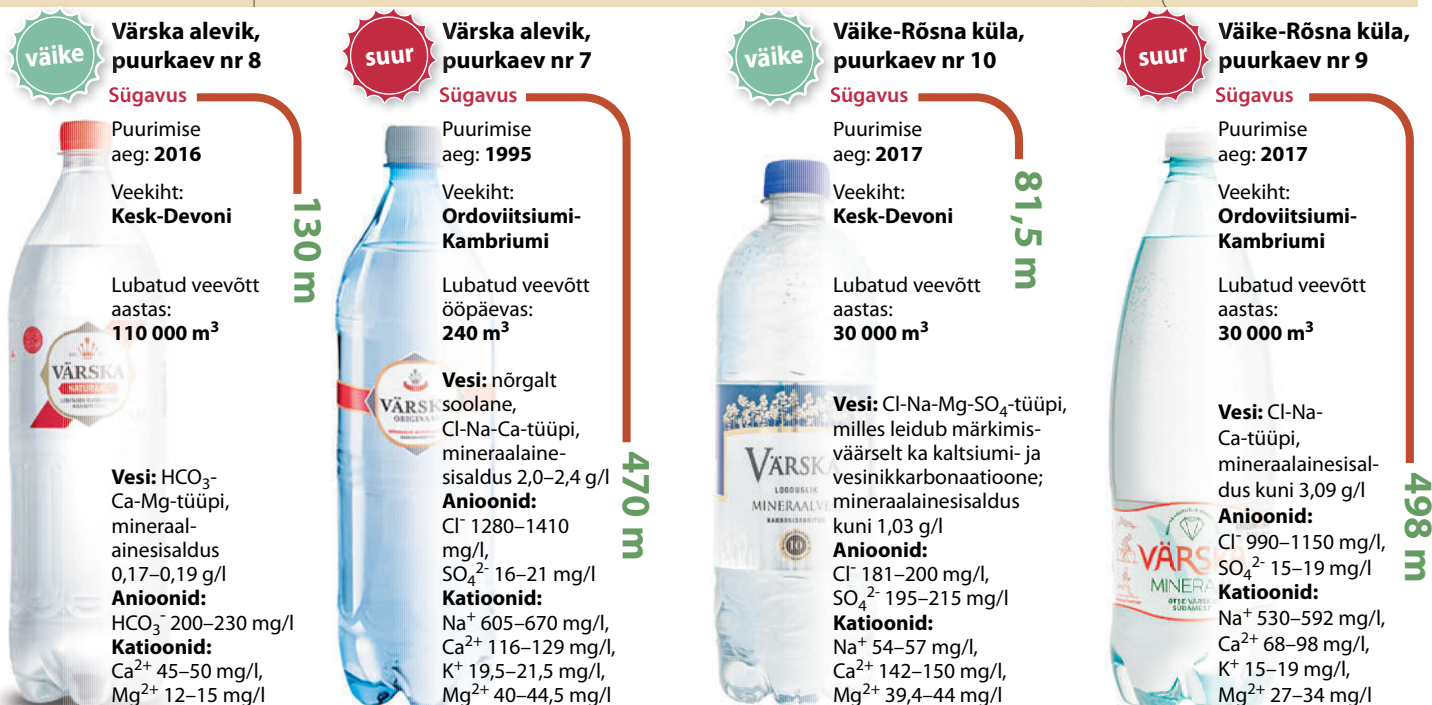
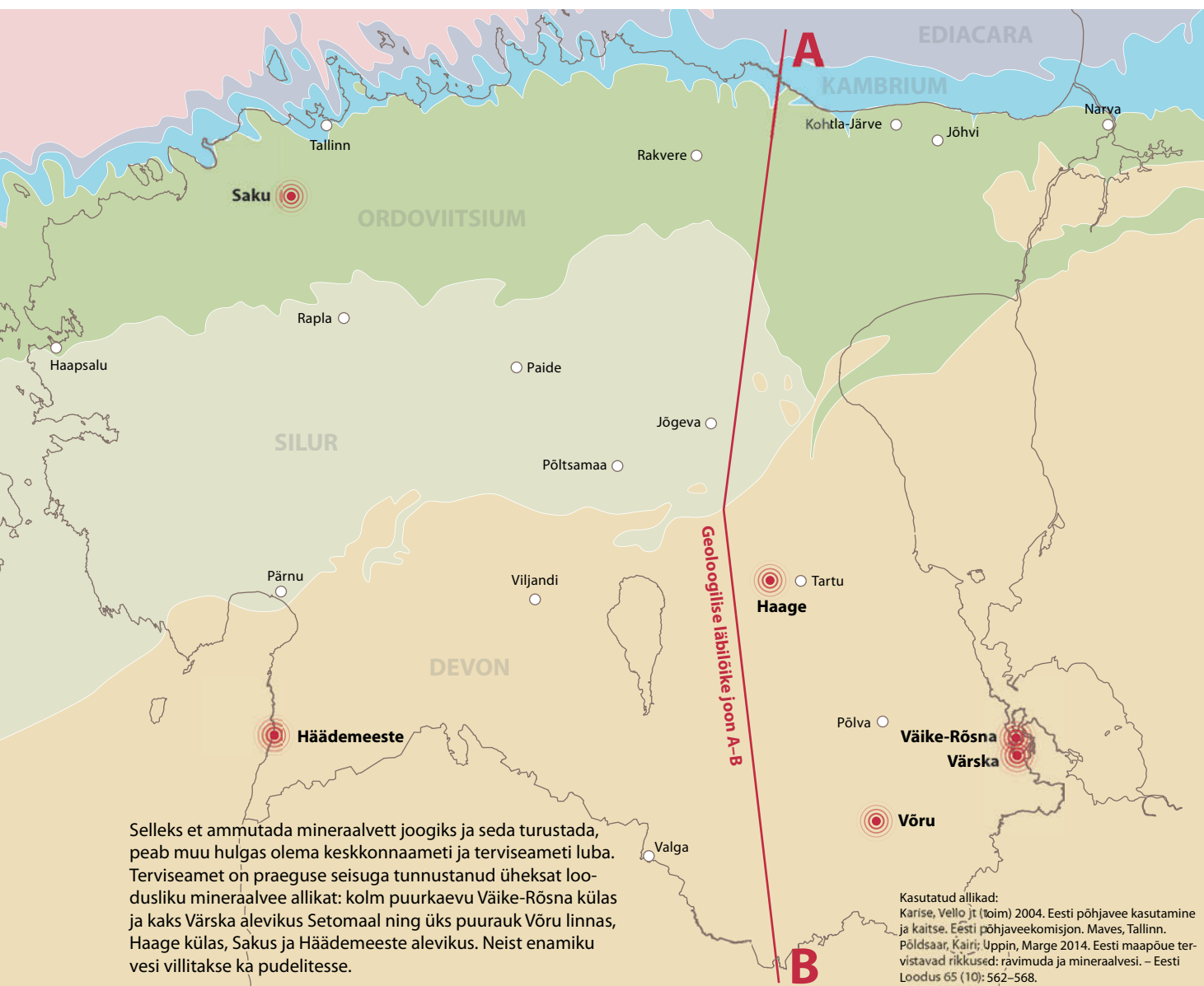
Lubatud veevõtt aastas: 29 565 m³

542 m

Vesi: Cl-Na-Ca-tüüpi, mineraalainesisaldus 1,88–2,30 g/l

Anioonid: Cl⁻ 972–1188 mg/l, SO₄²⁻ 30–37 mg/l

Katioonid: Na⁺ 623–762 mg/l, Ca²⁺ 71–87 mg/l, K⁺ 13–16 mg/l, Mg²⁺ 24–29 mg/l





◇ 1. Meie esiisad puutusid igapäevatoimetusi tehes kokku mitme huvipakkuva mineraaliga, millest mõni tekitas ka suurema arutelu. Näiteks tinaläik ehk galeniit, mida leidub kuubiliste kristallidena teiste kivimite sees. Seda käidi Rootsi kuninga tellimusel suisa põldudelt kogumas. Galeniit on maailmas peamine pliimaak

Foto: Mare Isakar / TUG 1589-445

Väärt metallid Eesti maapõues

Viimasel kümnendil on kogu maailmas ja ka Eestis aina rohkem räägitud metallidest. Varem on mitme Euroopa riigi poliitika tõttu eelistatud vältida kohapealset kaevandamist ning importida metalle, et neid siis väärintada ja tarbida. Praegu, kui arusaamad on muutunud, soovitakse üha enam teada saada kodupiirkonna maapõuerikkuste kohta.

Alvar Soesoo

Mitme metallirühma, kõige laiemalt haruldaste muldmetallide turg on maailmas juba ammu jagatud. Suurt osa sellest turust kontrollivad Hiina tootjad ja nende investeeringud. Koroonapandeemia aeg on segi paisanud paljude valdkonda-

de tarneahelad, sh maapõuevarade puhul, ning riigid jäänud järjest rohkem omapäi. Varem kontrollis maavarade omanik turgu üksnes osaliselt. Nüüd on käeulatuses ajastu, kus ta saab hoovad, määramaks ühe või teise piirkonna arengut ja geopoliitilisi otsuseid. Oleme palju kuulnud naftasõjast ja nafta pärast alustatud sõjategevusest. Ent geopoliitiliselt sõja-

tandril tuleb vähem teateid tavaliste metallide kohta. Paraku sedalaadi lahingud juba käivad, õnneks mitte päris relvadega.

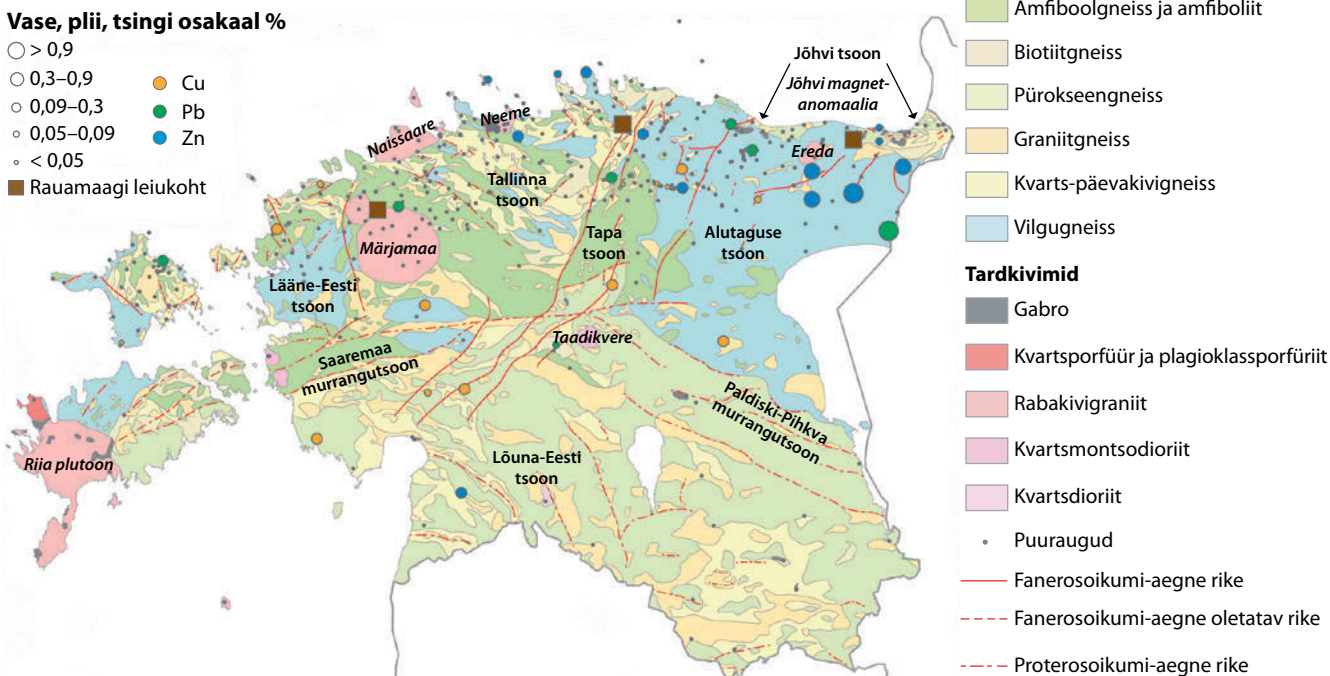
Paaril viimasel aastal oleme arutlenud rohepöörde üle ning soovime puhtama ja mõistlikuma maailma nimel sellesse panustada. Euroopa Liidu rohekokkulepe on liikmesriikidele alus, mille najal korraldada tootmist, jäätmemajandust, transporti, elutingimusi, toidutootmist jm selliselt, et majandus edeneks ja inimeste elukeskkond ei halveneks. Siht on tunduvalt vähendada keskkonda paisatavate heitmete kogust ning muuta kasvuhoonegaaside heide lausa olematuks aastaks 2050. Seda kõike ei suudeta paraku teoks teha, kui eeldame, et majandus peab üha kasvama.

Üle kuuekümnepa riigi on andnud teada, mil moel nad plaanivad rohepöörde ellu viia. Saaste, iseäranis atmosfääri paiskuva saaste, vähendamiseks tehakse ümberkorraldusi transpordis, energiatootmises ning ruumide küttes ja jahutuses. Et

Kasulikud teadaolevad metallid Eesti aluskorrast

Vase, plii, tsingi osakaal %

- > 0,9
- 0,3–0,9
- 0,09–0,3
- 0,05–0,09
- < 0,05
- Rauamaagi leiukoht
- Cu
- Pb
- Zn



◇ 2. Eesti Eel-Kambriumi vanusega (1,9–1,55 miljardit aastat vana) aluskorra kivitüübid ja teadaolevad metallide ilmingud. Algandmed Siim Nirgi ja Alvar Soesoo teadusartiklist [1]

neid ülesandeid seniste teadmistega lahendada, vajame mitu korda rohkem metalle, kui praegu kaevandame. Võimalik, et ka Eestil on oma osa kasvaval metalliturul.

Varased teadmised Eesti metallidest. Rahvasuus on metallidest räägitud mitme sajandi vältel. Seevastu aastail 1993–2015 ei arutletud Eesti maavarade üle peaaegu üldse (välja arvatud põlevkivi, turvas, liiv-kruus) – suuresti fosforiidisõja järelmõjuna.

Ent mitu sajandit tagasi tundsid meie esivanemad soorauda ja oskasid sellest kätte saada rauasarnast metalli. Sooraud tekib üldjuhul rauarikast põhjaveest (allikad, sood, niisked alad) raua hüdroksiidide või oksühüdroksiidide väljasettemisel keemilisel või biokeemilisel teel (näiteks ensüümide katalüüs, rauabakterid jm). See on teaduslikult huvitav protsess, ühtlasi kaudne viide sellele, et kusagil põhjavee filtreerumise alal leidub rauarikkeid mineraale, mis lagunedes satuvad põhjavette, või on bakteritel õnnestunud väga väikese sisaldusega rauda tõhusalt kokku koondada.

Samuti juurdlesid meie esivanemad tumedate mineraalide üle, mida võis mõnel pool leida karbonaatsete kivimite õõnsustest või lausa põllult. Praegu tunneme neid galeniidi (◇ 1) ja sfaleriidina ehk plii- (PbS) ja tsingimaagina (ZnS). Rootsi kuninga käsul koguti näiteks juba 17. sajandil Pilistvere ümbrusest põllult galeniidimugulaid.

Põhja-Eesti esiasukad võisid sajandeid tagasi juurelda pankrannikul või jõeorgudes leiduva kullakarva mineraali üle.

Seda tüüpi hüdrotermaalse päritoluga mineraalide teket on uuritud 19. sajandist saadik. 19. sajandi alguskümnendil ja 1850. aastatel uuriti Võhma ümbruses galeniitset mineralisatsiooni ning koguti šurfidest mitusada kilogrammi proove. Uue hooga algasid uurinud samas piirkonnas 1960. aastatel. Hilisemate uuringutega selgitati välja ka maagistumine Uljaste–Assamalla–

Haljala piirkonnas: laialdasel alal, kus Siluri karbonaatkivimid puutuvad kokku Kesk-Devoni settekivimitega. Samasuguseid uuringuid on tehtud Hiiumaal Kärkla kraatri vallidel.

Alam-Ordoviitsiumi kuni Kesk-Devoni ajastu kivimites on teada hüdrotermaalne mineralisatsioon ka Laeva ümbruses (plii-, tsingi- ja vaseühendid), ühtlasi Oostriku piirkonnas ja lausa Oostriku allikates. Praegu teadaolevalt on kõige ulatuslikum ja suurima sisaldusega Zn-Pb-maagistumine Kärkla meteoriidkraatri vallis lõhelistes karbonaatkivimites ja Sonda–Uljaste–Haljala piirkonnas Zn-Pb (Cu-Mo-Ag), kus maagistumine leiab aset Ediacara vanustes liivakivides (tekkinud 635–542 miljonit aastat tagasi).

Põhja-Eesti esiasukad võisid sajandeid tagasi juurelda pankrannikul või jõeorgudes leiduva kullakarva mineraali üle. Seda leiti tumeda kilda seest või selle piirilt, mõnes kohas kihtidena ja vahel lausa õunasuuruste tükkidena. See mineraal on laialdaselt tuntud püriit (FeS_2), mida on kullakarva sära tõttu tihti ekslikult kullaks peetud.

Tuleb siiski tõdeda, et hüdroter-



◇ 3. Eesti must kilt – graptoliitargilliit – puursüdamikus. Juba ammu on teada, et siinne graptoliitargilliit sisaldab võrdlemisi palju mitut olulist metalli, sh uraani, vanaadiumi, tsinki ja molübdeeni



◇ 4. Jõhvi alal puuritud kivimiproov magnetiiti sisaldavast gneisist. Punakad kogumid on mineraal granaat. Kivimisse on lõikunud kloriiti ja kaltsiiti sisaldavad lõhed

maalne mineralisatsioon ning sellega seotud plii ja tsink, aga ka raud ja väävel mineraalina on piiratud levikuga. Seepärast ei ole neid metalle Eestis siiani tööstuslikult rakendatud.

Küll aga tasub mainida mitut muud kivimit, milles levivad metallid võivad lähitulevikus huvi äratada. Neist mõne vajadus tuleb päevakorda rohepöörde tõttu. Põhja-Eestis laiub maapõuesügavustes must kilt (◇ 3), mida on eri aegadel tuntud diktüoneemakilda, diktüoneemaargilliidi ja graptoliitargilliidina.

Eesti mudakivi peidab paljusid metalle. See Kambriumi kuni Varasordoviitsiumi vanusega (u 500–470 miljonit aastat tagasi) metalli- ja orgaanikarikas sette kivim on teada laialdasel alal: Leningradi oblastist Põhja-Eesti kaudu Lõuna-Rootsini ja sealt põhja suunas kuni Põhja-Rootsi ning Põhja-Norra aladeni. Mitme



Juhul kui peaksime kunagi hakkama kasutama fosforiiti, tuleb seda teha komplekselt.

metalli, näiteks uraani (U), vanaadiumi (V), tsingi (Zn) ja molübdeeni (Mo) suur sisaldus Eesti graptoliitargilliidis on samuti olnud ammu teada. Täpsemalt jääb nende metallide sisaldus vahemikku paarsada kuni paar tuhat grammi tonni kohta.

Metallitootmise seisukohalt hakati kõnealuse kivimi vastu huvi tundma 1940. aastate teisel poolel. Nõukogude Liidu salatehases Sillamäel toodeti aastatel 1948–1952 ligikaudu 22,5 tonni puhast uraani, selleks kulus umbes 270 000 tonni graptoliitargilliiti. Selle kivimi varud on Eestis kindlasti üle 60 miljardi tonni. Juhul kui kogu uraan sellest kätte saada, võiks kogu maailm selle-

ga toimetada sajandeid. Puhast uraani leidub meil umbes 5,6 miljonit tonni, näiteks tsinki üle 16, molübdeeni üle 12, tooriumi 0,2 ja vanaadiumi üle 47 miljoni tonni.

Eesti riigil on huvi selle musta kilda vastu olemas, näiteks üks riikliku uuringuprogrammi ResTA (ressurside väärdendamise teadus- ja arendustegevuse toetuseks) allprojekt on keskendunud vanaadiumile: uuritakse võimalusi, kuidas seda maapõuest kätte saada. Siinjuures tuleb kindlasti kõne alla ka musta kilda peal lasuv liivakivikiht, mis sisaldab kohati suures koguses glaukoniiti. Seda on maailmas kasutatud kaaliumi toormena, Eestis siiani mitte.

Fosforiit on fosfori ja haruldaste muldmetallide allikas.

Musta kilda all asub teine ammu teada maavara, mille ajalugu on kaudselt seotud Eesti taasiseseisvumisega ning mis põhjustab vastuolulisi mõttetalguid isegi tänapäeval (◇ 5). See on samuti liivakivi, aga selles leidub eri koguses fosfaatse kojaga brahhiopoodide ehk käsijalgseid. Fosfor ei ole küll metall, ent seda elementi vajab kogu elusloodus ja intensiivsest põllumajandustootmisest kurnatud mullad, ühtlasi tehnoloogiasektor.

Huvipakkuv fosfaatne aine peitubki käsijalgsete kodades või nende tükides. Need paiknevad mõnes kohas tihedamalt, teises hajutatumalt laiali mööda liiva – praegust liivakivi. Seda tüüpi fosfaatse tooraine, nimelt fosforiidi lasundeid leidub nii Eestis kui ka Ingerimaal, õhuke fosforiidiikiht on Rootsisis Ölandi saarel.

Ehkki fosforiit on teada üle saja aasta, on alles viimaste aastate üksikute uuringute põhjal tehtud kindlaks, et peale fosfori leidub käsijalgsete kodades arvestatav hulk haruldasi muldmetalle. Näiteks lantaani sisaldus ulatub 40–800 grammis tonni kohta, tseeriumi on üksikjuhtudel olnud kuni kolm kilogrammi, neodüümiumi kuni 1,8 kilogrammi tonni kohta. Tehnoloogilisest vaatevinklist on need väga olulised metallid, just nende tarne probleemid on Euroopas kõige teravamad.

Kuigi Euroopas leidub haruldasi muldmetalle, on nende kasutuselevõtt kulgenud suurte raskustega. Tootmise poolest asub ilmselt Euroopa võimekaim tehas Eestis Sillamäel. Sellega tegeleb ettevõtte Neo Performance Materials Silmet (◇ 6). Haruldaste metallide tootmise tooraine saadakse enamasti Brasiiliast, Venemaalt ja Kanadast.

Haruldaste muldmetallide sisaldus Eesti fosforiidimaardlates erineb suuresti isegi ühe läbilõike ulatuses. Miks on see nii? Millised on parimad tehnoloogiad, millega kasulikke elemente kätte saada? Mida teha seejuures tekkivate jäätmetega? Neile küsimustele otsivad praegu vastuseid teoreetikud ja praktikud, ka Eesti riik toetab üht selleteemalist uurimust.

Juhul kui peaksime kunagi hakama kasutama fosforiiti, tuleb seda teha komplekselt. See tähendab, et fosforiidist tuleb ühtaegu toota nii fosforit, haruldasi muldmetalle kui ka mõnda muud metalli, mida temas piisavas koguses leidub. Nõnda vähendame jäätmeid, aga ka väärindame kõige otstarbekamalt toorainet.

Oleme arvutanud, et kui kaevandame aastas näiteks 5 miljonit tonni fosforiiditooret, mis on seda tüüpi maavarade puhul keskmine, siis saaksime sellest peale fosfori umbes 120 tonni uraani, 27 tonni tooriumi ja 720–900 tonni haruldasi muldmetalle (võttes arvesse, et haruldaste muldmetallide kogusisaldus jääb vahemikku 1500–2500 g tonni kohta). Arvatavasti kõike täielikult kätte ei saa, aga ka sel juhul oleksid väärismetallide kogused aastas märkimisväärsed.

Enamasti teadmata metallid kristalsetes kivimites. Veel sügavamale maakoode tungides jõuame Varaproterosoikumi-aegsetesse (1,6–1,9 miljardit aastat tagasi) kristalsetesse kivimitesse ehk Eesti aluskorda.

Eesti ala kristalsed kivimid on väga sarnased Lõuna-Soome ja Lõuna-ning Kesk-Rootsi omadega. Sealsetes piirkondades on teada palju metallide leiukohti, mõnes paigas on metalle



Foto: Heikki Bauert

◇ 5. Üks Eesti ajaloo tähendusrikkaim kivi: fosforiit. Selles leidub fosfaatses koja- ja brahhiopoodes ehk käsijalgseid, seega fosforit. See ei ole metall, aga tegu on samuti väga olulise elemendiga, mida vajame näiteks tehnoloogiasektoris. Ent viimaste aastate uuringute põhjal on tehtud kindlaks, et peale fosfori leidub käsijalgsete kodades ka haruldasi muldmetalle



Foto: Mati Hiis / Öhtuleht / Scanpix

◇ 6. Euroopa võimekaim haruldaste muldmetallide tehas asub Eestis Sillamäel: ettevõtte NPM Silmet. Toore tuuakse mujalt ja suurem osa toodangust eksporditakse

kaevandatud isegi aastasadu. Sestap on alust loota, et ka Eesti kristalsed kivimid on metallirikkad. Nende kivimitega saame tutvuda ainult puuraukude kaudu. Paraku on puurauke tehtud väga vähe, mistõttu ei ole siinsed teadmised kivimite ja maakide kohta võrreldavad Skandinaavia asjaomase teabega.

Jõhvi maagiilmingu avastamise

lugu ulatub eelmise sajandi kolmekümnendatesse aastatesse. Toona alustati Eesti Vabariigi sõjaväe eestvõttel esimest üle-eestilist magnetomeetrilist kaardistust, et selgitada välja magnetkompassi häirealad. Järgmiste uuringute käigus leiti veel mitu magnetilise anomaaliaga ala. Suurimaks on osutunud piirkond Jõhvist veidi kirde pool, sealse ano-

Millised metallid on praegu kõige hinnalisemad?

Metallide hinnad on aja jooksul muutunud väga suurel määral. Oli aegu, kui alumiinium oli kallim kui kuld. Kallimate metallide nimekirja juhib nüüd-sel ajal plaatina rühma väärismetall roodium, mille kilogrammi hind ulatus mullu 260 420 USA dollarini. Tänavu 1. oktoobril oli roodiumi kilohind 432 260 dollarit, kuid see on küündinud 650 000 dollarini.

Teisel kohal on samas rühmas pallaadium: 72 130 USD/kg, praegu küll kõigest 62 000 USD/kg. Viimasel ajal on pallaadiumiga võistelnud iriidium, mille kilohind on tänavu ulatunud üle 102 000 USD. Kulla hind on samuti kõikunud, aasta alguses oli selle kilo



◇ 7. Roodium on maailma kalleim ja üks väärtuslikemaid metalle. Seda kasutatakse näiteks autode katalüsaatorites, aga ka ehtetööstuses

umbkaudu 50 000 – 60 000 dollarit. Järgnevad plaatina (umbes 34 000 USD/kg) ja ruteenium (9000 USD/kg).

Võtame vaatluse alla tavapärasemad metallid. Hõbeda kilo maksab umbes 800 USA dollarit, nikkel 19 dollarit, liitium 26 dollarit ja vask 10 dollarit. Niisiis võib metallide hind tublisti varieeruda, kõige kallimatel kõiguvad hinnad väga suurtel piirides. Kuld ei pruugigi olla metall, mille alla oma vabad säästnud tulevikku ootama panna!

võimaldanud meil tundma õppida üle 700 meetri sügavusel asuvat maa-põue. Nüüdseks teame, et peale raua leidub Jõhvi piirkonnas mitut kasulikku metalli: vaske, mangaani, tsinki, pliid ja veel muid elemente.

Ka mujal Eestis võib leiduda rauda. Selle kogus ulatub ilmselt sadade miljonite tonnideni. Uuemate uuringute järgi on nendes kivimites ilmnenud isegi kulla ja hõbeda jälgi. See on ettearvatav, kuna Soome ja Rootsi samalaadsetes kivimites leidub neid väärismetalle ja neid on seal ka kaevandatud. Muude väärismetallide kohta (plaatina rühma elemendid) meil teavet kahjuks ei ole.

Metallid merepõhjas. Metallidest räägitakse tihti ka merede ja ookeanide kontekstis. Osa meie kristalsete kivimite metalle, samuti suur osa Soome ja Rootsi metallidest on nii või teisiti seotud iidse ookeani või merega. Selle põhjas, veekeskkonnas, said metallid kuhjuda hüdrotermidega seotud soodsates geotektoonilistes oludes.

Praeguse Läänemere põhjas teadaolevad raua- ja mangaanikonkreetsioonid ei ole küll otse seotud vulkaanilise tegevusega. Need konkreetsioonid on millimeetri kuni kümnete sentimeetrite suurused mineraalsed moodustised, mis on tavaliselt tekkinud aeglase settimise käigus setete piiril.

Kuuldavasti tõi mangaanihädas Venemaa mõned aastad tagasi neid konkreetsioone oma territoriaalvetes veepinnale ja üritas katseliselt metalle toota. Eestis on konkreetsioone uuritud 1980.–1990. aastatel ning Eesti ülikoolide ja geoloogiateenistuse ühisprojekti raames aastail 2014–2016.

Soome lahe raua-mangaanikonkreetsioonid on pigem rauarikad, sisaldades kuni 20% raudoksiidi; mangaani on tavaliselt alla 10%. Kaaliumi, magneesiumi ja fosforit on neis 1–2%, räni ja alumiiniumi leidub pisut rohkem. Muude metallide osakaal on väike, vanaadiumi-, tsingi- ja niklisisaldus jääb vahemikku 100–200 grammi tonni kohta. Ehkki



◇ 8. Jõhvi magnetilise anomaalia alal on tehtud mitu geoloogilist puurimist, viimati alles hiljuti: aastatel 2019–2020. Need puuraugud on võimaldanud meil tundma õppida üle 700 meetri sügavusel lasuvaid aluskorakivimeid. Selle põhjal teame, et peale raua leidub Jõhvi piirkonnas teisigi kasulikke metalle, nagu vask, mangaan, tsink ja plii

maalia põhjuseks on peetud aluskorarauamaagilademeid.

Eesti oma rauamaak sisaldubki enamasti mineraalis magnetiit, mida leidub gneisis, moondekivimis (◇ 4). 1937.–1938. aastal tehti Jõhvi anomaalia alal magnetilisi lisamõõtmisi ja

puuriti kaks sügavat puurauku: 505- ja 721-meetrine. Põnev on mõelda, et juba ligi sada aastat tagasi suutsid eestlased midagi sellist ette võtta!

Aastatel 2019–2020 puuriti üle pika aja Jõhvi aluskorakivimitesse taas kaks uut auku (◇ 8). Need on

on arvatud, et konkretsioonide varu Läänemeres võib ulatuda 10 miljoni tonnini, on praeguste teadmiste järgi pigem tegu akadeemilise hinnangu kui maagiotsingu andmetega.

Arvestades maailmaookeani ulatust, suureneb tulevikus märkimisväärselt huvi merepõhja metallide vastu. Viimase poolsajandiga on ookeanipõhjas välja selgitatud ulatuslikud alad, kus tehnoloogiate seisukohalt oluliste metallide kogus küünib kümnete miljonite tonnideni.

Esimesed teaduslikud kirjed raua- ja mangaanikonkretsioonide kohta ookeani põhjas pärinevad üle-eelmise sajandi lõpust. Ulatuslikke uurin- guid, aga ka proovikaevandamist on sügaval ookeanipõhjas tehtud alates 1960. aastatest, kuulsamad kohad asuvad Vaikses ookeanis.

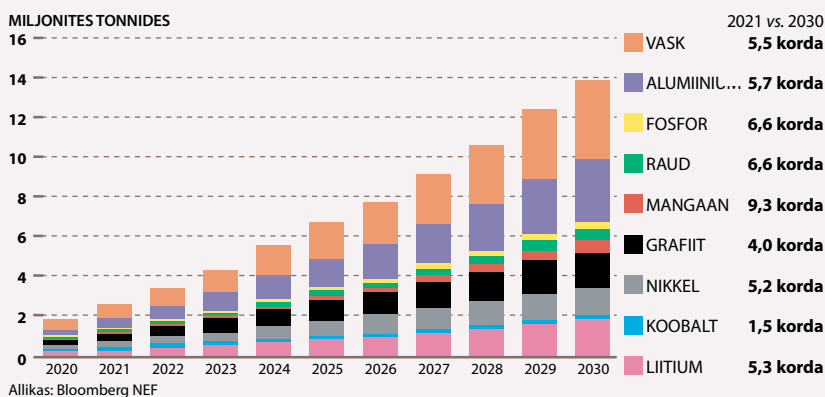
Peale Fe-Mn-Co-konkretsioonide on vee alt toodud polümetalseid maake, mis sisaldavad niklit, vaske, koobaltit, tsinki, kulda, hõbedat ja muid väärtuslikke metalle. Viimased paarkümmend aastat on merepõh- jast toodud välja ka teemante, näiteks Namiibia rannikul.

Seega on üksikutel ettevõtetel ole- mas teadmised ookeanikaevandami- sest, ka praegune tehnoloogia lubaks selliste rakendustega vähemalt alus- tada. Siiski on kõik need võimalused praegusest elust väga kaugel, et rohe- list metallibuumi maha rahustada.

Jäätmemäed kui maavarade alli- kad. Metallid leidub meil ka tööstus- ja kaevandusjäätmetes. Suurim metalli- derikas jäätmehoidla paikneb kahtle- mata Sillamäel, kus 1947. aastast kuni 1989. aastani toodeti uraani ja muid metalle. Hinnanguliselt on jäätmeid 5–7 miljonit tonni.

Aja jooksul on kasutatud erisugu- seid algtoormeid, mistõttu on keskmist elemendilist koostist keeruline arvutada. Ent uraani ja tooriumi koguste kohta on tehtud hinnanguli- si rehkendusi: selles praegu rohelises mäes Soome lahe kaldal Sillamäel lei- dub umbes 1200 tonni uraani ja 800 tonni tooriumi.

Teine kaevandusjäätmete kuhi asub Tallinna külje all Maardus.



◇ 9. Liitumioonakude suureneva tootmise tõttu kasvab lähikümne- nil nõudlus toormete järele oluliselt. Metallide kogused on antud tonnides, liitiumi puhul on arvestusüksuseks liitiumkarbonaat

Akumetallid

Nikkel, koobalt, liitium, mangaan ja grafiit on nüüdisajal olulisimad akude ehituseks vajalikud metallid. Neile võib lisada räni. Arendatakse ka vanaadiumil põhinevaid redoks- akusid, mis põhinevadki ainult sel- lel metallil: kasutatakse ära vanaa- diumi eri oksüdatsiooniastmeid.

Akude arenduses püütakse vähendada metallide kogust neis. Praegu kuulub keskmise elektriauto

liitumioonaku koostisse umbes 8 kg liitiumi, 35 kg niklit, 20 kg mangaani ja 14 kg koobaltit. Nii et ühtlasi on need akud väga ras- ked (näiteks Tesla Model S tüüp- aku kaalub 544 kg!). Nende akude hinnad on langenud ligi 30 korda võrreldes 1990. aastate omade- ga. Lähiajal ei ole liitumioonaku- le suuri konkurente elektriauto- de turul näha.

Haruldased muldmetallid

See üldnimetus hõlmab viitteist lantanoidide rühma elementi ning skandiumi ja ütriumi, mida lei- dub maakoos väga hajusalt. Neid metalle kasutatakse laialdaselt mobiilides, digiseadmetes, valgus- diodides ja luminescentsvalgusti- tes, arvutites, ekraanides ja näidi- kutes, akudes, tuulegeneraatorites, päikesepaneelides, kaitsetööstuses ja kosmosetehnoloogias.

Ütriumi, euroopiumi ja terbiu- mi rakendatakse valgustites, lampi- des, tele-ekraanides (punarohesini- ne valgus).

Lantaan ja tseerium on kasutusel katalüsaatorites: mõlemat on vaja nafta puhastamisel, tseeriumi sise- põlemismootoriga autodel.

Neodüünium ja samaarium on tarvilikud magnetites. Nd-Fe-B on

tugevaimad magnetid, neid kasu- tatakse tuulegeneraatorites, auto- des ja audiokõlarites. Teine tüüp magnetiteid põhineb samaariumil ja koobaltil.

Lantaan on kasutusel nikkel-hüd- riidakude anoodil. Sõiduauto- dele sobivas akus võib lantaani olla 10–15 kg.

Tseerium, lantaan, neodüünium ja praseodoon on oksiididena tarvi- tusel metallurgias: nende abil saab suurendada eri terasetüüpide puh- tusastet.

Prasedüümi kasutatakse lennun- duses spetsiaalmetallide koostis- osana ja klaasitööstuses kaitsepril- lide tootmisel.

Gadoliinium vajatakse, too- tes teleekraane, röntgeni- ja MRI- seadmeid.

lidest on Hiina kontrolli all umbes 80%. Euroopa Liidus on teada mitu haruldaste muldmetallide leiukohta, aga peaaegu puudub suutlikkus toota. Nagu mainitud, EL-i ainus haruldaste muldmetallide tehas asub Eestis Sillamäel.

Rohepöörde ongi peamine põhjus, miks metallibuum on taas tõrganud ja ilmselt saavutab enneolematu haarded. Metalle vajab roheline energiatehnika, elektriakudele toetuv transport ja osaliselt ka digitaaltehnoloogiad. Ainuüksi liitiumioonakude tootmise kasvu tõttu, mida vajab roheline üleminek transpordisektoris, tuleb paljusid metalle kaevandada mitu korda rohkem.

Ettevõtte Bloomberg on analüüsinud liitiumakude laialdasemast levikust ja elektrisõidukute üleminekust tingitud metallinõudluse muutust aastani 2030 (võrreldes 2021. aastaga; vt 9). Näiteks vase nõudlus suureneb 5,5 korda, alumiiniumi oma 5,7, mangaani 9,3, grafiidi 4, nikli 5,2, koobalti oma 1,5 ja liitiumkarbonaadi nõudlus 5,3 korda. Ent on palju asjatundjaid, kelle arvutuste kohaselt suureneb nõudlus märksa enam, näiteks vaske vajaksime üle kümne korra rohkem.

Seega me alles hakkame hoomama, mida elektriautondust eelistav pööre tegelikult tähendab. Peale selle kulub rohelisema energiatehnika puhul metalle tuulikute magnetite ja päikesesajamade tootmiseks. Suuremad tuulikud vajavad kuni kaks tonni haruldasi muldmetalle tuuliku kohta. Üksiti arendatakse kõiksuguseid ekrane (telerid, telefonid jms), milleks vajatakse samuti haruldasi muldmetalle. Digituleviku toeks on vaja rohkem arvuteid, uusi kaableid, jahutusmehhanisme jms.

Väga vähe teame sõjandustööstuse arengust. Teadaolevalt suureneb ka selles valdkonnas kõrgtehnoloogiliste metallide nõudlus tublisti. Ühtlasi arenevad kosmosetehnoloogiad, needki vajavad metalle.

Paraku viitab sedalaadi arengusuund sellele, et meie planeedil ei ole võimalik hankida piisavas koguses metalle, vähemasti praeguste oskus-

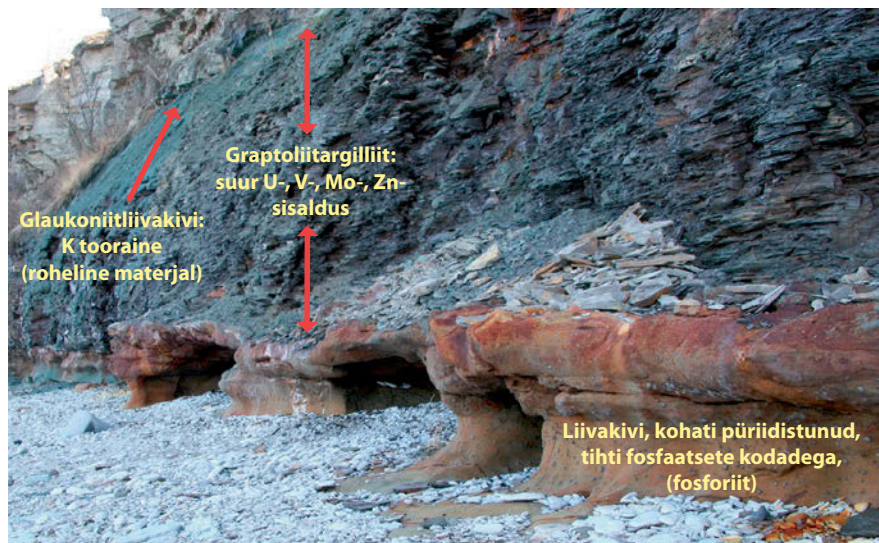


Foto: Alvar Soesoo

11. Põhja-Eesti aluspõhja Alam-Paleosoikumi vanusega läbilõike alumine osa (470–490 miljonit aastat vana) Pakri poolsaarel. Liivakivid (alumine osa) markeerivad maapõue osa, kus Ida-Eestis paikneb fosforiit, selle peal asuv must kivi on graptoliitargilliid (must kilt), mis on rikastunud mitme metalliga (uraan, vanadium, molübdeen, tsink jt), selle peal asuv roheline osa on glaukonitliivakivi, mis on kaaliumi tooraine



Foto: Rm12 / Wikimedia Commons

12. Eesti liikluspildis on ilmselt üldsusele kõige tuntum elektriauto väike Mitsubishi, mis peaks näitama teed tulevikku

te ja võimalustega. Metallid on küll olemas, aga nende tootmine ei ole majanduslikult veel mõttekas ega keskkonnakaitse vaatevinklist tihti teostatav.

Sellepärast võib ka Eesti metalle, eeskätt haruldasi metalle fosforiidis, mitut metalli fosforiidi peal lasuvas graptoliitargilliidis ja kristalse aluskorra kivimites, käsitada riigi tulevikuvarana. Sel on seda suurem väärtus, mida enam tähtsustatakse isik-

likku ning oma riigi ellujäämist energia- ja tehnoloogilises ning sotsiaalmajanduslikus sfääris. ■

1. Nirgi, Siim; Soesoo, Alvar 2021. Geology and geochemistry of a paleoproterozoic iron mineralization in North-Eastern Estonia. – Transactions of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences 10: 1–19.

Alvar Soesoo (1963) on geoloog, töötab Tallinna tehnikaülikooli geoloogia instituudi professorina.



Karjäär Kuusalu liivamaardlas

Eesti liiva- ja kruusavarud praegu ja tulevikus

Tiit Kaasik

Liiv ja kruus on enim kasutatud ja kõige laiemalt levinud maavarad nii Eestis kui ka mujal. Seetõttu võivad nad maa-arena tuntuda tavalised, kuid kindlasti ei tohiks neid pidada väheolulisteks, sest meie igapäevaelus on neil suur osa.

Olemus ja tekkeviisid. Liiv ja kruus on tekkinud samade protsesside tulemusena ja tihti ka koos ning olemuselt on nad mitmesuguse suuruse ja koostisega osakestest koosnevad setted. Paljudel juhtudel on nad levinud koos. Teaduslikumalt nimetatakse neid mitmekomponendilisteks purdsetenditeks. Liiv ja kruus on liikunud kas vooluvee või tuule toimele ning

välja settinud peamiselt omaaegsete liustikujõgede sängides ja liustikueelsetel sandurtasandikel, aga ka merede rannalähedasel alal. Eestis on liiva- ja kruusamaardlad enamjaolt kujunenud kunagiste liustikujõgede setetest.

Kuigi purdsetteid leidub eri vanuse ja sügavusega geoloogilistes kihtides, on ehitusliiva ja -kruusa põhiline varu seotud viimaste mandrijäätmistega Kvaternaari ajastul. Vanemate settekivimite liiv on liiga peeneteraline ega vasta seetõttu ehitustööstuse nõuetele. Valdavalt kasutatakse Eestis ehitusliiva ja -kruusana eelkõige pinnakattes leiduvaid kruusa- ning liivalasundeid, mis on mandrijää sula-vee toimele kuhjunud liustikujõgedes ja liustike-eelsetel sandurtasandikel.

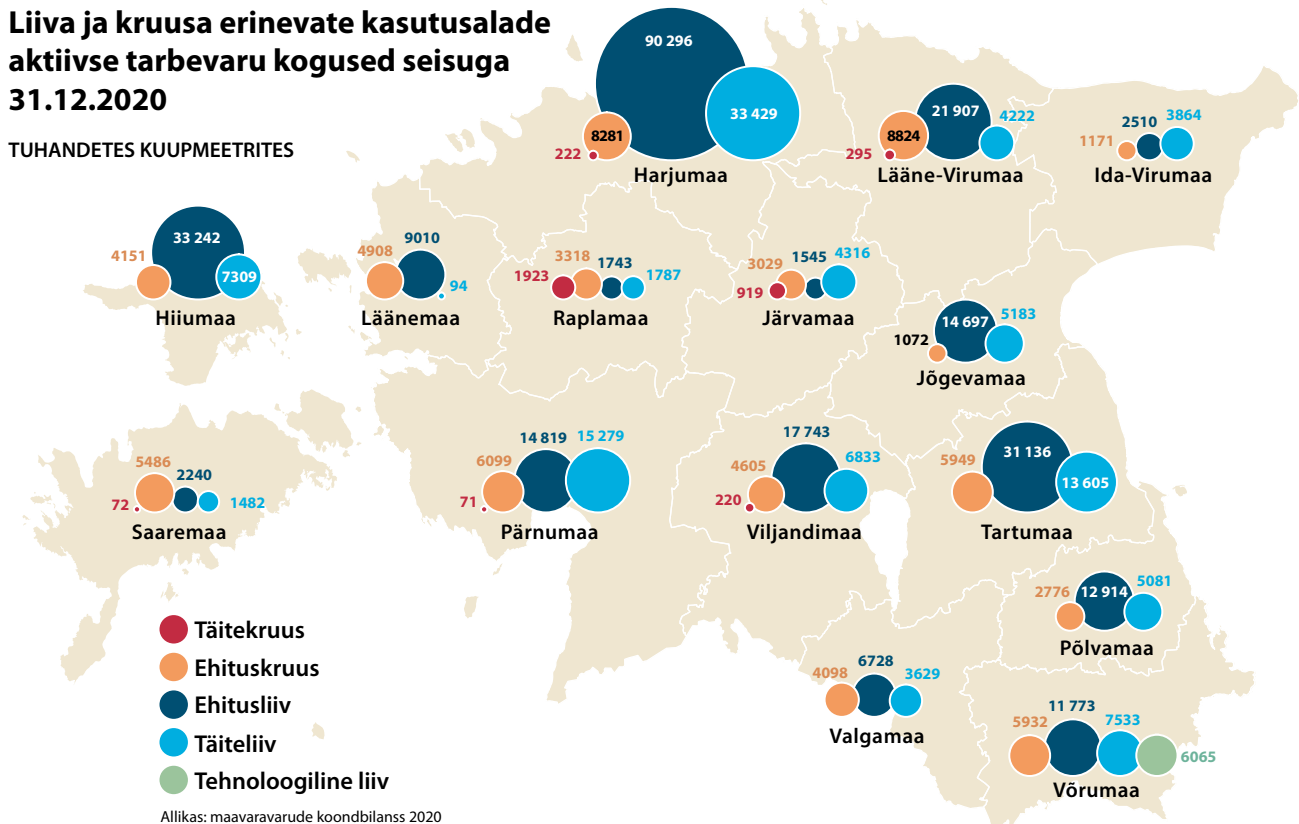
Põhja-Eestis hõlmavad sandurtasandike liiva- ja kruusasetted

mitme kilomeetri laiuselt ligi 60 kilomeetri pikkuse lääne-idasuunalise ala Tallinnast Kundani. Suuremad maardlad selles vööndis paiknevadki Harjumaal, näiteks kvaliteetse ehitusliivaga Tallinna-Saku, Kuusalu ja Huntaugu maardla. Ooside ja mõhnadega seotud liiva- ning kruusamaardlaid on nii Põhja- kui ka Lõuna-Eestis. Harjumaal on näiteks Järvepõllu, Pikajärve II, Sillaotsa II ja Änni I maardla ning mujal Eestis Pannjärve, Kõnnu, Abissaare, Helmi-Aakre, Iisaku, Sõreste ja Püssapalu maardla. Oosid on tavaliselt 10–20 meetri kõrgused, harva ka üle 30–40 meetri. Oosiahelikud võivad olla kümnete kilomeetrite pikkused, näiteks Siimuste-Ebavere oosi pikkus on 42 km ja Risti-Palivere oosil 60 km.

Pärast jääaega on mandri ja mere

Liiva ja kruusa erinevate kasutusvaldkondade aktiivse tarbevaru kogused seisuga 31.12.2020

TUHANDETES KUUPMEETRIDES



Allikas: maavaravarde koondbilanss 2020

piirjoon Eesti alal korduvalt muutunud. Osa kunagises Läänemeres kuhjunud setteid paikneb nüüd mandrialal. Läänemere eri arengustaadiumide rannamoodustistes leidub ehitusmaavarana veeriseid, kruusa ja mitmesuguse terajämedusega liiva. Nendest setetest kujunenud liiva- ja kruusamaardlad asuvad eelkõige Hiiu- ja Saaremaal (Mäavli, Prassi, Mustjala jt). Kui sadamarajatiste tarbeks vajati suurt kogust täitematerjali, hakati liiva kaevandama ka rannalähedasest merest (Naissaare, Hiiumadala jt).

Luidetel ja luiteahelikel paiknevad liivamaardlad koosnevad tuulekandel moodustunud eoolilistest setetest. Selliste maardlate näide on Kolli (Sillaotsa) liivamaardla Harjumaal. Samuti leidub maardlaid Peipsi järve põhjarannikul (Variku, Pidula, Kõõru jt). Luiteliiva terajämedus ulatub väga peenest kuni keskmiseteraliseni ning setted on hästi sorditud. Luidete liivakihi paksus on tavaliselt alla 10 meetri, kuid võib ulatuda ka 20–25 meetrini (Rannametsa ja Kõpu poolsaare luided).

Tehnoloogilise liiva maardlaid leidub Eesti aluspõhjaki-
vimi-

tes, kus kasulik kiht kätkeb nõrgalt tsementeerunud Kesk-Devoni Gauja lademe merelise tekkega liivakive. Seetõttu paiknevad need maardlad Lõuna-Eestis. Sellist liivakivi võib muu hulgas näha Piusa koobastes, mis ongi tekkinud liiva kaevandamise tulemusena. Tehnoloogilist liiva kasutatakse klaasi- või vormiliivana. Nende maardlaid on arvele võetud neli: Põlvamaal Piusa maardla ja Võrumaal Imara-Tabina, Kaku ning Tuhkavitsa maardla.

Pärast jääaega on mandri ja mere piirjoon Eesti alal korduvalt muutunud.

Eristamine ja varude liigitus. Liiva ja kruusa eristatakse mitme kriteeriumi järgi. Lihtsustatult peetakse geoloogias liivaks purdsetendit, mille osakeste terasuurus on kuni 2 mm ja kruus on purdsetend, mille terakeste suurus on üle 2 mm. Ametlikus kontekstis, keskkonnaministri määrusega nr 52, on kruus defineeritud kui mitmekomponendiline purdsetend, mil-

les osakesi läbimõõduga üle 31,5 mm leidub rohkem kui 35%, ja liiv on mitmekomponendiline purdsetend, mis sisaldab üle 31,5-millimeetrise läbimõõduga osakesi alla 35% [5].

Kasutusala järgi liigitatakse Eestis liiva ja kruusa järgmiselt: ehituskruus, täitekruus, ehitusliiv, täiteliiv ja tehnoloogiline liiv. Kasutusvaldkondade nõuded on kehtestatud eespool nimetatud keskkonnaministri määrmises. Kõige olulisem eristusala on lõimis, sealhulgas tolmuosakeste sisaldus setendis. Ehituskruusa puhul peetakse muu hulgas silmas suuremate osakeste purunemiskindlust ja tehnoloogilise liiva puhul keemilist koostist.

Üldjuhul on ehituskruus ja -liiv parema kvaliteediga materjalid ning täiteliiv ja -kruus halvema kvaliteediga materjalid. Tehnoloogilise liiva kvaliteedi määravad täiesti teistsugused näitajad, mistõttu ei ole see otseselt võrreldav ehitusliiva ja -kruusa kvaliteediga. Tuleb tähele panna, et kuni 2018. aastani kehtisid Eestis liiva ja kruusa kasutusvaldkondade kohta teistsugused nõuded. Seetõttu on arvele võetud eri nõuete alusel uuritud maardlaid ja üksnes kasutusala nime-

tus ei pruugi anda täielikku infot maavara kvaliteedi kohta.

Kui liiva või kruusa soovitakse kaevandada, peab esmalt uurima varu ja moodustama sobival alal maardla, mis tuleb keskkonnaregistris arvele võtta. Uurituse detailsuse järgi jagunevad maavaravarud maardlas tarbevaruks, reservvaruks ja prognoosvaruks. Tarbevaru on kõige detailsemalt uuritud ja prognoosvaru kõige vähem uuritud. Kasutusvõimalikkuse alusel jagunevad tarbevaru ja reservvaru aktiivseks ja passiivseks varuks. Üldjuhul on võimalik kaevandada ainult aktiivset tarbevaru. Teised varukategooriad vajavad enne ümberhindamist või lisaotsuseid selleks, et varu saaks tunnistada kaevandatawaks, mis ei pruugi alati võimalik olla. Mõistagi tuleb taotleda ka kaevandamisluba.

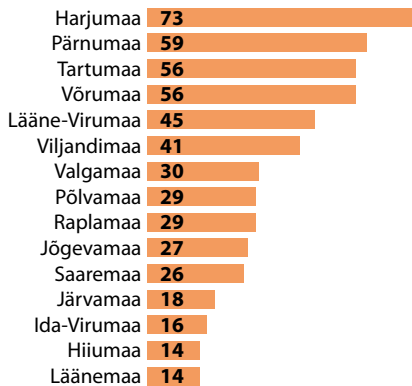
Varud ja kaevandamine. Liiva ja kruusa võib pidada tavalisteks, kuid kindlasti mitte väheolulisteks maavaradeks. Koguse poolest hõlmavad liiv ja kruus eri hinnangutel kuni 85% kogu maailmas kaevandatavatest maavaradest [4]. Eestis oli olukord veel hiljuti pisut teistsugune, sest meil kaevandati kõige rohkem põlevkivi, aga liiv ja kruus olid kaevandamismahult teisel kohal.

Nüüdseks on olukord muutunud: ka Eestis on põlevkivi kaotanud oma esikoha liivale ja kruusale, kuna põlevkivi kaevandatakse märksa vähem kui varem, seevastu liiva ja kruusa mõneti rohkem (vt joonist paremal).

Liiva- ja kruusavarud paiknevad Eesti territooriumil küllaltki ühtlaselt. Seejuures peab siiski arvestama, et need maavarad ei ole igal pool ühtaolised ja nende kvaliteet võib eri maardlates ja isegi ühe maardla piires suuresti erineda.

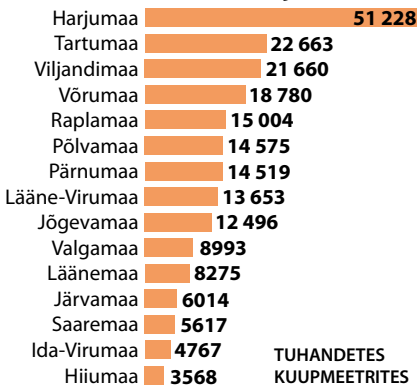
Liivamaardlates leidub sageli kruusa, ja vastupidi, kruusamaardlates on tihti kaasnev maavara liiv. Oluline on siiski märkida, et liivavarud on levinumad ja neid leidub tunduvalt suuremas koguses kui kruusavarusid (vt joonist lk 29). Näiteks eelmise aasta lõpu seisuga oli Eestis 182 maard-

Kaevandamislubade arv maakonniti



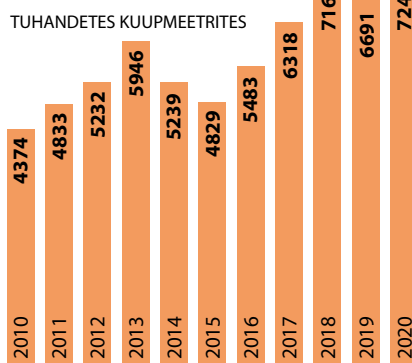
Allikas: määraldiste andmete väljavõtte maa-ameti geoportaalist <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maardlad>

Kaevandamislubade kaevandatava varu jääk



Allikas: määraldiste andmete väljavõtte maa-ameti geoportaalist <https://xgis.maaamet.ee/xgis2/page/app/maardlad>

Liiva ja kruusa kaevandamine 2010–2020



Allikas: maavaravarude koondbilansid; <https://geoportaali.maaamet.ee/est/Ruumiandmed/Geoloogilised-andmed/Maardlad/Maavaravarude-koondbilansid-p193.html>

lat, kus põhimaavara oli kruus, ja 329 maardlat, kus põhimaavara oli liiv. Varude kohta võib öelda, et liiva on umbes viis korda rohkem kui kruusa, seepärast on kruus tunduvalt piiratum ja väärtuslikum loodusvara.

Kaevandamine eeldab kaevandamisluba. Tänavuse aasta septembri lõpu seisuga oli Eestis antud 532 liiva ja kruusa kaevandamise luba. Vastavate kaevandamislubade arv maakonniti on esitatud kõrvaloleval joonisel. Lubade järgi võib kaevandada kõigis maakondades, kuid mõnevõrra rohkem kaevandamislube on Harju, Pärnu, Tartu ja Võru maakonnal.

Kaevandamislubade arv iseenesest ei näita seda, kui palju on tegelikult varu, mida saab kaevandada. Sel leheküljel toodud keskmiselt joonisel ongi hästi näha, et Harjumaal on kaevandatava varu jääk palju suurem, kui võiks eeldada kaevandamislubade arvu osakaalu järgi. See tähendab eelkõige seda, et Harjumaal on peale suurema lubade hulga ka suhteliselt suuremad karjäärid. Pärnus ja Võrus jällegi on varude osakaal väiksem, kui lubade arvu põhjal võiks eeldada, seega on sealsed karjäärid üldjuhul väiksemad.

Liiva ja kruusa kaevandamise tehnoloogia on lihtne ja kaasnevad keskkonnamõjud pigem väikesed. Seetõttu ei ole nende maarete kaevandamine tekitanud kuigi palju probleeme. Põhiliselt on tähelepanu pälvinud liiva ja kruusa transpordiga seotud mõjud.

Kasutamine ja varustuskindlus.

Liiva ja kruusa kasutatakse Eestis väga laialdaselt, kõige rohkem teedehituses, aga ka ehitusmaterjalide, sh betooni koostises ja mõningates väikesemahulistes rakendustes, näiteks liivapritsis.

Aastail 2011–2020 kehtinud ehitusmaavarade arengukava jaoks tehtud prognoosi järgi vajatakse aastas tõenäoliselt 6–8 mln m³ ehitusmaavarasid. Sellest 50–60% kulub riigimaantee ehituse, remondi ja hoolitsemise tarbeks ning 20% kohalike teede jaoks. Ülejäänud 25–30% ehitusmaaretest läheb ehitusmaterjalide tööstusele, et valmistada betooni jt ehitussegusid [2].

Arengukavas esitatud vajaduse prognoos on väga ligikaudne, kuna statistikaamet ei pea arvestust ehitusmaavarade tegeliku kasutuse kohta.

Hinnanguliselt kulub Eestis teetöödeks ligikaudu 70–80% kaevandatud ehitusmaavaradest, mis kehtib kitsendatult ka liiva ja kruusa kohta.

Liiva ja kruusa leidub Eestis kõikjal. Kui vaadata varem esitatud varude koguseid ja kõrvutada neid aastase kaevandatava kogusega, võib tunda, et juba kaevandamisloa saanud varusid jätkub aastakümneteks, rääkimata aktiivsest tarbevarust, mida saab teoreetiliselt kaevandada, kui taotleda selleks luba.

Tegelikkuses on olukord loomulikult keerulisem. Nagu öeldud, varieeruvad liiva ja kruusa omadused eri maardlates ja ka sama maardla piires tihti suurel määral. Selle asjaolu tõttu on praegusi varusid keerukas kasutada kõigis rakendustes.

Kuna looduses ei leidu kuigi sageli liiva ja kruusa, mis vastaks täpselt kvaliteedinõuetele, kasutatakse karjäärides mitmeid rikastamisviise. Liiv ja kruus on pude settematerjal, seega on lihtsaim meetod sõelamine. Vähemal määral on kasutusel materjali läbipesemine, eemaldamaks peenosist, või jämedate fraktsioonide purustamine. Need rikastamisvõtted annavad tulemuse üksnes siis, kui algmaterjal on piisavalt jämedateraline ja sisaldab kõiki vajalikke fraktsioone. Siit tulenebki vajadus jämedateralisema liiva ja kruusa järele, mille varud on meil tunduvalt väiksemad kui peeneteralisel liival.

Tooret pole mõistlik kaugele vedada. Liiva- ja kruusavarude tegeliku kasutatavust ahendab asjaolu, et maa on piiratud ressurss ja on raske leida tasakaalu maa eri kasutusviiside vahel, tagamaks ühiskonna vajadusi. Seda kajastab ka arengudokument „Maapõuepoliitika põhialused aastani 2050“ [3]. Maad on vaja elukeskkonnana, tööstuse tarbeks, toidu tootmiseks ja puutumatu looduse kaitseks, kuid need valdkonnad ja nende sihid kipuvad aeg-ajalt omavahel konkureerima.

Rohkesti vajatakse liiva ja kruusa tee-ehituses ja -remondis. Ent majanduslikult ega keskkonnamõjusid silmas pidades ei ole mõistlik tooret

suurtes kogustes kaugele transportida. Seetõttu on otstarbekas avada ehitusmaavarade kaevandamisalad kasutuskoha lähedal. See aga tähendab, et surve kaevandada ehitusmaavarasid on suurem just seal, kus konkurents maakasutuse pärast on niigi väga tihe.

See teema on muutunud eriti aktuaalseks, kuna peale objektiivsete kaevandamise piirangute (tiheasustus, looduskaitsealad jne), mis takistavad märkimisväärse osa varude tarvitust, on üha suurenenud vastuseis kaevandamisele. Seetõttu on kaevan-

damislube järjest keerulisem saada, mis omakorda võib edaspidi seada ohtu liiva ja kruusa varustuskindluse.

Viimase kümne aasta jooksul on liiva ja kruusa tarbimine Eestis pidevalt suurenenud. Lähitulevikus see suundumus tõenäoliselt süveneb mõne suure projekti (nt Rail Baltic ja neljarealsed maanteed) ning üldise ehitusaktiivsuse tõttu. Pikemas perspektiivis võime siiski taas eeldada tarbimise langust.

Suure tähelepanu all olev Rail Baltic ja sellega seotud taristuobjektid vajavad enim just liiva ja kruusa, mille

Putukanäitus

Väikeste elukate elutähtsad ametid

18.08.2021-14.02.2022



Tallinna loomaaed
www.tallinnzoo.ee

KIK
KESKKONNAINVESTEERINGUTE
KESKUS



Pinnasepumbaga liiva kaevandamine vee seest

puhul võib raudtee-ehitusele kulu- da kuni pool projektiga seotud maa- kondade aastasest liiva- ja kruusatar- best. Maavarade aktiivsed tarbevarud selle objekti tõttu märkimisväärselt ei vähene, aga ajutiselt võib tekkida vajadus avada raudtee läheduses uusi karjääre, et kompenseerida suurene- nud tarvet ja endiselt pakkuda tooret teistele objektidele (nt teed).

Töenäoliselt suureneb vajadus ehitusmaavarade, sealhulgas liiva ja kruusa järele maailmas tervikuna, kuna tuleb arendada rohepöördeks vajalikku taristut. Pealegi, ehitusmaa- varade nagu maavarade puhul tervi- kuna paistab nii Eestis kui ka mujal kehtivat suundumus võtta kasutusele üha halvema kvaliteediga ja raskemi- ni kättesaadavaid varusid. Need aren- gusuunad muudavad liiva ja kruusa ning nendest valmistatud tooted jär- jest kallimaks ja võivad muu hulgas hakata piirama meie taristu arenda- mise võimalusi.

Võimalikult palju materjale tuleks taaskasutada. Selle probleemi lahenu- duse tuleb otsida ka mujalt. Näiteks on igati mõistlik leida mooduseid, kuidas

kaevandatavaid varusid tõhusamalt rakendada, ja püüda võimalikult palju materjale taaskasutada ning jäätmeid ja jääke ümber töötada ja tarvitusele võtta. Kui rakendada taaskasutatud ehitusmaterjale, saame taastumatuid loodusvarasid kasutada pikemat aega ja vähendada kaevandamisest tingi- tud keskkonnamõjusid. Võttes arves- se kvaliteedinõudeid, materjalivooge ja logistikat, ei saa me siiski eeldada, et liiva ja kruusa asendamine nende materjalidega ongi lahendus. Pigem on see väike, kuid oluline leevendus.

Liiv ja kruus on meie jaoks taastu- matud maavarad: neid ei saa lõputult tarbida. Kuigi viimasel ajal on maail- ma kontekstis räägitud liiva- ja kruu- sapuudusest ja nende varude lõp- pemisest [1], ei ole Eestis siiski vaja seda karta. Meie liiva- ja kruusa- kogused on omajagu suuremad, kui siin artiklis esitatud aktiivne tarbeva- ru, sest kõik looduslikud lasundid ei ole üksikasjalikult läbi uuritud. Pigem on meie murekoht uute karjääride avamise keerukus ja varude kvali- teediga seotud küsimused. Selleks et olukorda täpsemalt analüüsida, teeb Eesti geoloogiateenistus maakondade

kaupa uurimistöid ehitusmaavarade leviku, kaevandamise ja kasutamise kohta. Praeguseks on valminud aru- anded Harju, Rapla ja Pärnu maakon- na kohta ning käsil on Järvamaa üle- vaade. Teavet leiab Eesti geoloogia- teenistuse kodulehelt www.egt.ee/et/eesmargid-tegevused/maapoueres- sursside-otsingud-ja-uuringud/projektid/ehitusmaavarade-levik. ■

1. A looming tragedy of the sand commons. 2017. www.science.org/doi/abs/10.1126/science.aao0503.
2. Ehitusmaavarade kasutamise riiklik arengu- gava 2011–2020.
3. Maapöuepoliitika põhialused aastani 2050. envir.ee/ringmajandus/maapou/maapoue- poliitika-pohialused-aastani-2050.
4. UNEP-GEAS. Sand, Rarer than One Thinks. 2014. na.unep.net/geas/archive/pdfs/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf.
5. Üldgeoloogilise uurimistöõ ning maavara geoloogilise uuringu kord ja nõuded ning nõuded fosforiidi, metallitoorme, põlevkivi, aluskorra ehituskivi, järvelubja, järvemuda, meremuda, kruusa, liiva, lubjakivi, dolo- kivi, savi ja turba omaduste kohta maava- rana arvelevõtmiseks. Keskkonnaministri 17.12.2018 määrus nr 52. www.riigiteataja.ee/akt/102032021016.

Tiit Kaasik (1982) on Eesti geoloogiatee- nistuse maapoueressursside osakonna juhataja.

Sky-Watcher®

TELESKOOBID KÕIGILE VAJADUSTELE!

Lai valik teleskoope Sinu lemmikbrändidelt



Külasta veebipoodi aadressil www.teleskoobid.ee ja tutvu teleskoopidega maailma juhtivatelt tootjatelt!



Misso viinavabriku allikad Koiva vesikonnas. Kuigi inimese poolt osaliselt ümber kujundatud, siis tänu oma suurele veeannile ja heale ligipääsetavusel sobivad Misso Viinavabriku allikad väga hästi piirkonna põhjavee seiramiseks

Kaardistame üheskoos allikad

Tänavuse aasta algusest hakati Eestis harrastusteaduse abil otsima, üle kontrollima ja vaatlema allikaid. Sellest on Eesti Looduses varem põgusalt kirjutatud. Rohkesti teavet leiab veebilehelt allikad.info, mitmest kohalikust ajalehest, keskkonnateemalistest raadiosaadetest ja sotsiaalmeedia kanalitest.

Jaanus Terasmaa

Enne allikale minekut peame selgeks tegema, mis üldse on allikas. Leidub eri definitsioone, kuid võtame aluseks klassiku. Gustav Vilbaste on 1936. aastal ajakirjas Loodusvaatleja määratlenud: „Kohati tungib põhjavesi looduslikult maapinnale kas uhkudes, nirisedes või isegi otse voolates. Neid kohti, kus põhjavesi muutub jooksvaks või liikuvaks pinnaveeks, nimetatakse allikateks“ [4]. Seda täiendab Ülo Heinsalu ja teiste tõdemus allikate tähtsuse kohta: „Neist sõltub suurel määral

jõgede ja allikajärvede vooluhulk ja vee koostis, mis on eriti tähtis madalveeajal, ning elustik. Allikad annavad puhast vett, mis on kasutatav joogiveena, niisutamiseks põllumajanduses ning kalakasvandustes. Nad kaunistavad kultuur- ja loodushaastikke, on turismiobjektideks, talvituspaigaks veelindudele jne“ [1].

Seega saabki allikat kõige lihtsamal moel kirjeldada kui põhjavee looduslikku väljavoolu maapinnale või veevoolu põhja. Maapinnale satub põhjavesi eri põhjustel. Põhjavesi uueb peamiselt maapinda imuvate sademete kaudu ning põhjavee toite-

alaks on enamasti maapinna kõrgemad kohad, mis on hea veejuhtivusega. Maapinda imunud vesi hakkab gravitatsiooni toimele liikuma allapoole, madalama rõhuga ala suunas, ning mingis punktis võib veelade lõikuda maapinnaga. Niimoodi tekivadki langeallikad, teisisõnu gravitatsioonilised allikad, nõlvaallikad.

Selliseid surveta põhjavee väljavoolualasid leidub üldjuhul künkajalamitel või oruveerudel (vt joonist). Tavapäraselt moodustab langeallikas kohe oja, seisuveekogu ei teki. Väga palju voolab selliseid allikaid välja Lõuna-Eesti ürgorgudes liivakivipaljanditest, nagu Taevaskojal Emalätte allikas, kuid tuntud näide on ka Nõmmel asuv Rõõmuallikas.

Seevastu tõusuallikaid leidub survepõhjaveega alal, kus vesi tõuseb hüdrostaatilise rõhu tõttu maapinnale. Sellised allikad paiknevad sageli kohtades, kus survepõhjavee kihtil lasuv veepide katkeb, näiteks tektoo-

niliste rikete kohal või orupõhjades. Sageli moodustub surveelistest allikatest väike seisuveekogu, mille põhjas võib olla üles keevaid lehtreid ehk grifoone. Niimoodi tekkinud suurematest allikajärvedest tuntuim on Äntu Sinijärv. Väikseid tõusuallikaid leidub kõikjal. Kindlasti on keemist allikapõhjas näinud iga allikahuviline.

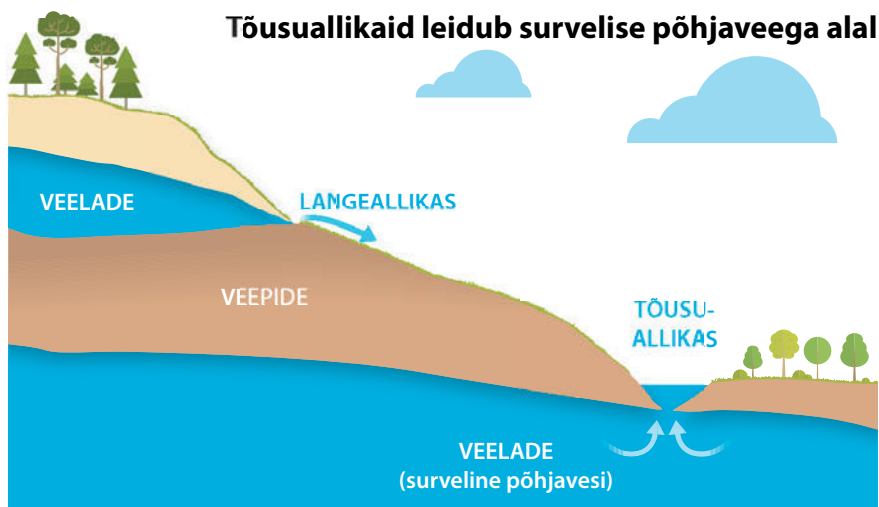
Suuruse poolest võivad allikad tublisti erineda. Mõnest algab oja või jõgi või täitub terve järv, teisest niriseb vaevu midagi lohu või veekogu põhja. Sellest hoolimata on allikad tähtsal kohal põhjavee koostise uurimisel: allikavee omadused kajastavad allikat toitva põhjaveekihi vooluteed ja piirkonna geoloogiat [3].

Miks võtta allikad vaatluse alla harrastusteaduse abiga? See on alguse saanud programmi Interreg Est-Lat projektide käigus tekkinud heast koostööst Eesti ja Läti ülikoolide (Tallinna ülikool ja Läti ülikool) ning ametiasutuste vahel. Varasem koostöö lõi head eeldused projektiks WaterAct, mille üks osa oligi katsetada, kuidas kaasata allikate uurimisse vabatahtlikke.

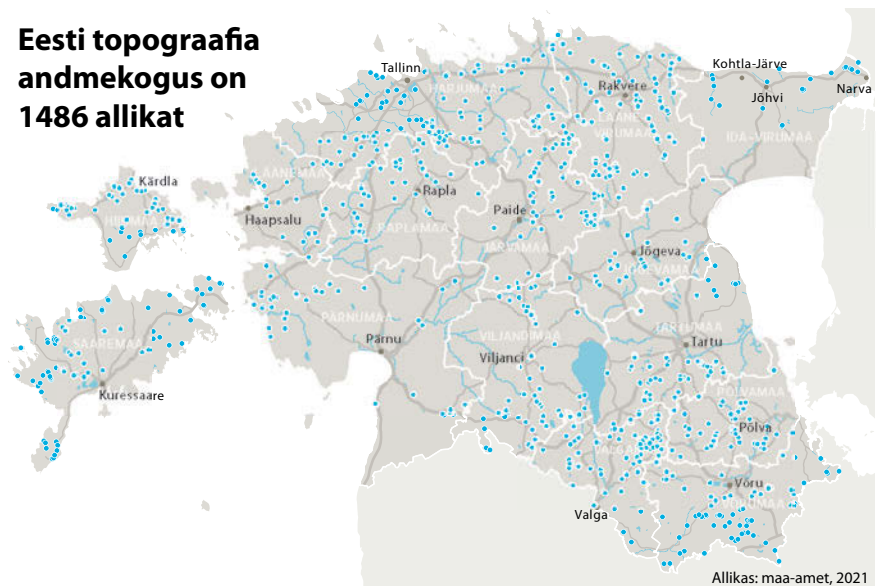
Kahjuks on Eestis allikate kohta üldse väga vähe andmeid. Riiklikusse registrisse (vt kaarti) on praegu kantud 1486 allikat, kuid varem on nende võimalikuks arvuks hinnatud vähemalt 15 000.

On kurb tõsiasi, et kui allikat keskkonnaregistris ja põhikaardil ei ole, siis puudub sellel ka õigusaktides veekogudele ette nähtud kaitse. Ei piisa üksnes pärandkultuuriobjektide nimekirja või ürglooduse raamatusse kandmisest või sellest, et mõnele kogukonnale on see allikas väga tähtis.

Allikatega seotud teadmatusel on rohkem tahke. Tänavuste välitööde põhjal on selgunud, et ka andmekogus oleva ligi 1500 allika kohta on väga palju küsitavusi: mõni on kadunud, mõni pole ilmselt kunagi allikas olnudki ning üsna tuntav osa on märgitud valesse kohta. Viimane asjaolu on eriti oluline allikate kaitse seisukohast, sest kaitsetsoon ümbritseb andmebaasis olevat paika (punkti).



Eesti topograafia andmekogus on 1486 allikat



Seega, allika asukoha täpne paiknemine maastikus määrab otseselt ära ka selle väikese kaitsetsooni kasuteguri.

Samas peab tõdema, et kuigi allikate ümber on kehtestatud 50-meetrine piiranguvöönd ja 10-meetrine veekaitsevöönd, ei taga need allikavee kaitset, sest allika põhjaveevalgla on enamasti palju suurem ning vesi jõuab sinna tunduvalt laiemalt alalt.

Kui suudame täpsustada allikate asukohad ja kindlaks teha veekvaliteedi, saame edaspidi piirangualade paigutuse läbi mõelda ja muuta kaitse valglapõhiseks.

Kõige suurem allikatega seotud probleem on puuduvad teadmised nende veekvaliteedi kohta. Meil ei ole teavet, millised taimekaitsevahendite jäägid, toitained või bakterid on



Veeproovi võtmine Timmu Ravi allikast Salatsi vesikonnas

Foto: Jaanus Terasmaa



Kuidas ise allikaid kaardistada?

Allikate kaardistamise tarbeks on loodud uus rakendus ja veebileht allikad.info, mida saab kasutada igaüks. Tuleb juhinduda järgnevast:

1. Kasutajaks registreerumata saab kaardil vaadelda kõiki allikaid ja lugeda nende kohta sisestatud infot.
2. Lisafunktsioonide kasutamiseks tuleb end registreerida ja sisse logida.
3. Sisseloginud kasutajale kuvatakse nupud „Lisa uus vaatlus“ ja „Lisa uus allikas“.
3. Sisseloginud kasutajal on oma töölaud, kus on näha tema lisatud allikate ja vaatluste nimekiri.
4. Nii uusi allikaid kui ka uusi vaatlusi saab salvestada enne esitamist mustandina.
5. Kui on lisatud teave uue allika kohta, läheb see veebilehe allikad.info toimetaja töölaule; toimetaja vaatab sisestatud info üle.
6. Vajutades nuppu „Jäta tagasi“, saab parandada/täpsustada asukohta või soovitada teisi muudatusi.

allika toitealal põhjavekke sattunud. Riikliku seire all on parkümmend allikat Pandivere piirkonnas ning sellega süstemaatiliselt kogutav andmes- tik piirdubki. Ülejäänute kohta on heal juhul tehtud juhuslikke mõõ- t- misi mõne kohaliku aktivisti eestvõt- tel, aga infot nende tulemuste kohta ei leia kuskilt. Seega me ei tea, mida allikate vesi sisaldab ning kas see on nii puhas, et ammutada seda igapä- v- vaseks tarbimiseks.

Väheste andmete alusel on põh- just tunda suurt muret. Näiteks kuulsast ja menukast Sopa allikast on 2016. aasta seire käigus leitud 0,17 µg/l pestitsiide [2]. Nagu kõiki- del allikatel, on ka sellel 10-meetri- ne kaitsetsoon. Paraku paikneb lähim põld Sopa allikast umbkaudu ühe kilomeetri kaugusel, mis viitab otse- selt sellele, et peame kaitsma tundu- valt suuremat ala.

Paremad pole lood ka mikrobi- loogiliste näitajatega. 2021. aasta suvel võtsid Tallinna ülikooli öko- loogia keskuse teadlased kahel kor- ral, 15. juunil ja 30. augustil, mõnest Tallinna ja Harjumaa allikast proovid mikrobioloogilise analüüsi tarbeks. Ka need teevad meelehärmi, näiteks Nõmme Rõõmuallikas leidis mõle- mal korral nii kolibakterit kui ka ente- rokokki, kuid nende lubatud piirsisal- dus joogivees on 0. Sama seis on nii mõnegi teise Nõmmel asuva allikaga, ainult Kasetuka allikate vesi oli mõle- mal korral puhas.

Kuigi palju rõõmustavam ei olnud Harku mõisajärve allikate ega Paeknas asuva Kalamäe allika seisund: kõik- jal leidis kolibakterit ja enterokokki. Tõdva Silmaallikas oli nende sisal- dus aga lausa kosmiline: mitte pel- galt üks-kaks pesa, nagu teistes alli- kates, vaid kümneid ühikuid. Nimelt on mikrobioloogia mõõtühik PMÜ ehk pesa moodustav ühik. PMÜ on kokkuleppeline ühik, mis väljendab minimaalset mikroobide hulka, mis on söötmel võimeline moodustama eraldi seisvaid pesi ehk kolooniaid. Seega, murekohti on. Paraku ei ole inimesed, kes käivad nendest allika- test joogivett võtmas või seal silmi pesevad, nendest probleemidest tead-

likud. Reostunud vee pideva tarbimi- sega kaasnevad suured terviseriskid.

Allikate kasutamine seires. Eestis on väga heal tasemel põhjaveesei- re, mida tehakse puurkaevude põhjal ning mille tulemused lubavad kirjel- dada põhjaveekogumite üldist kva- liteeti ja selle muutusi. Allikate järgi tehakse põhjavee seiret ainult nitraa- ditundlikel aladel. See on väga mõist- lik lähtealus, sest allikas ongi koht, kus põhjavesi maapinnale tungib. Kuna allikad on dünaamilised süstee- mid, kus vesi pidevalt vahetub, loob nende seire ühtlasi hea võimaluse mõista vee koostise muutusi eri põh- javeekihtides ning seoseid toitealaga. Pealegi on allikast proovi võtta liht- sam ega kulu palju aega.

Seirevõrgu loomise esimene samm on korrastada andmebaasid ja saada täpsem ülevaade sellest, kus allikad asuvad ning millise põhjaveekihi kohta saab nende kaudu teavet. Selles saavad appi tulla vabatahtlikud.

Selleks et igaüks saaks allikaid kaardile kanda ja mõõtmistulemu- si sisestada, on loodud veebipõhine kaardirakendus allikad.info. Seal on teadaolevad allikad juba ära märgi- tud. Nende kohta saab lisada pilte ja teavet, üle kontrollida nende asukohti ning loomulikult lisada ka mõõtmis- tulemusi. Ühiselt panustades saame parema ülevaate allikate praegusest seisundist ja riik saab teha paremaid plaane nende kaitse kohta. Veebilehel allikad.info on esitatud selle kasuta- mise juhend ning põhjalikud juhi- sed, mismoodi allikaid vaadelda: kust ja kuidas neid leida ja ära tunda, mil moel kirjeldada, pildistada ning mõõtmisi teha.

Allikatel on peale tähtsuse veeva- rustuses ka kultuuriline väärtus, kuid toredate rahvajuttude ja muistendi- te kõrval avaldub see sageli väärtuses kohalikele kogukondadele. On täht- tis, et kogukond ei kaotaks ühtsus- tunnet loovaid objekte ja täpne info nende asupaiga kohta lähtuks eluli- sest printsipist: teab see, kellel on vaja teada.

Kaardirakenduses allikad.info on seda põhimõtet rakendatud nõnda,



LAVI EHTNE ALLIKAVESI NÜÜD KOGUPERE PAUNPAKENDIS! HOIA KONTAKTI LOODUSEGA – PARIM VIIRUSE TÕRJE

Toote teeb väärtuslikuks:

- vee kõrge kvaliteet;
- meie vees ei leidu pestitsiide (tänapäeval haruldane omadus); mineraalsus on optimaalne;
- säilinud on looduslik ja vajalik minimaalne mikrobloom, mis toetab soolestiku tööd;
- meie veest pole vaja midagi eemaldada, nagu sageli puurkaevuvee puhul ette tuleb, seega vett ei töödelda – loodussõbralik lähenemine;
- vesi on väga hea maitsega (erineb kõrge soolsusega mineraalvetest);
- väga kvaliteetne pakend, mis ei eralda vette mingeid ühendeid: alumiiniumkott on kaetud polüetüleenkihiga – parim vedelike säilitamiseks ja tarnimiseks; pakend on kerge, tugev, vesi on valguse eest kaitstud (takistatud on fotosünteesivate mikroobide areng).

Lavi vee pH ehk vesinikesisaldus on keskmiselt väga nõrgalt aluseline väärtuses 7,35. Inimese vere ideaalseks pH-ks on 7,356. Lavi allikavesi on justkui taeva, maapinna, maapõue ja meie endi vereringe, moodustades orgaanilise tervikliku süsteemi!

Kogu looduslik vesi sisaldab suuremal või vähemal määral soolasid. Vee karest põhjustavad vees lahustunud kaltsiumi- ja magneesiumisoolad. Kaltsium ja magneesium on inimese organismile vajalikud elemendid. Sobivaimaks üldkarestuseks veele peetakse 5–7 mg-ekv/l. Lavi vee üldkarestuse näitaja on 5,6 mg-ekv/l.

Saadaval:

TALLINNAS:

Stockmanni Kaubamajas, Liivalaia 53
Lasnamäe Maksimarketis, J. Smuuli tee 43
Laagri Maksimarketis, Pärnu mnt. 558a

HAAPSALUS:

Haapsalu Konsum, Tallinna mnt 1
Uuemõisa Konsum, Tallinna mnt 84

PÄRNUS:

Riiamarii mahe- ja loodustoodete pood, Ringi 6

TARTUS:

Looduspere, Lõunakeskus, Ringtee 75

RAKVERES:

Otse tootjalt kokkuleppega info@lavivesi.com;
tel. 56652948 või 5026766

COOPi Maksimarketites Virumaal:

Rakveres, Kadrinas, Tapal, Väike-Maarjas, Narvas,
Narva-Jõesuus, Jõhvis ja Sillamäel

Tellimused:

info@lavivesi.com
kullerteenusega: veekuller@veekuller.com

www.lavivesi.com

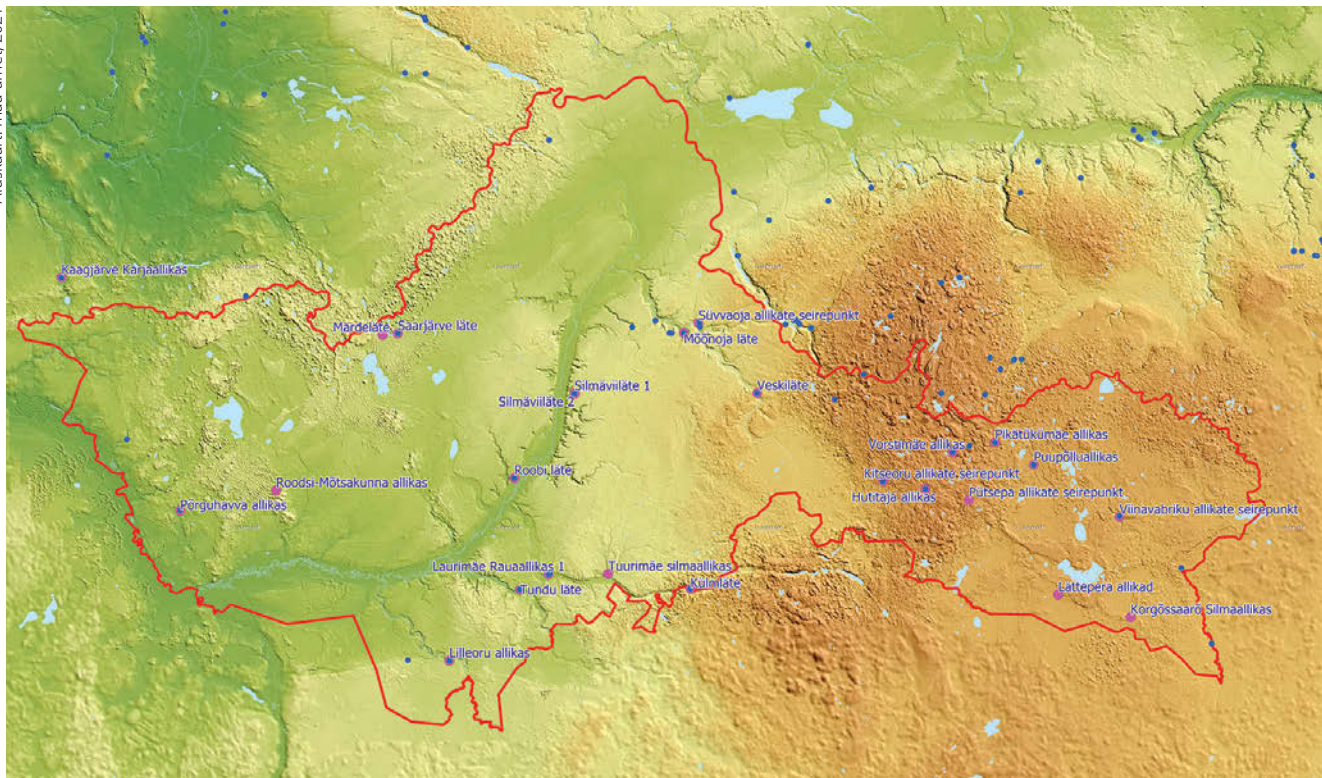
Oleme Lavi allikavee väike meeskond – pereettevõtte, mis ainsana Eestis villib ehtsat allikavett. Pakume parimat joogivett: maitstvat, puhast, saasteainetest vaba, väga hea mineraalse ja mikrobioloogilise koostisega, kogu oma loodusliku jõu säilitanud vett.

Tänapäeval käivad inimesed oma veenõudega Lavi allikal, et saada täisväärtuslikku joogivett. Lavi allika veesoon avaneb ka meie maavaldusel Pandivere kõrgustiku looduslikult puhtal alal. Pärast põhjalikke veeanalüüse löime võimalused allikavee pakkimiseks meie nüüdisaegses tootmishoones ja edasi tarnimiseks.

Pakendame vee ilma täiendava töötlemiseta. Selle, ka maailma mastaabis haruldase võimaluse annab meile vee algupärane kõrge kvaliteet. Vesi voolab maa alt välja tammereenne pidi savikihtide alt. Allikavesi on pakitud ilmekasse 5-liitrisesse paunkotti ja püsib selle spetsiaalse kõrgtehnoloogia tõttu kaua värskena.



Hakka veeingliks ja võta ühendust info@lavivesi.com



Koiva vesikonna allikad, mis on välja valitud proovide võtmiseks. Proove võetakse veel mõnel korral aasta jooksul. Samal ajal käivad samasugused tööd vastavate vesikondade Läti-osal

et põhjendatud juhtudel saab sisestatud allika kohta teha märke „varjatud“. Sel juhul allikat avalikus vaates punktina kaardil ei märgita. Ent teave allika kohta on andmebaasis endiselt olemas ning need, kes teavad allika nime või erikoodi, leiavad selle siiski üles ja saavad sinna lisada vaatlus- ja mõõtmistulemusi. See tagab rahuliku südame kohalikele, aga samas on võimalik koguda uut infot allika kohta ning seda ka paremini kaitsta.

Allikate kaardistamise ekspeditsioon Koiva vesikonda. Et allikate seiramise meetodikat kontrollida ja paremaks muuta, tuleb seda esmalt ise järele proovida. Nii möödusidki selle aasta aprillikuu viimased nädalad mitmel Tallinna ülikooli ökoloogia keskuse teadlasel pingelise allika-vaatluse tähe all. Kahenädalasel välitööperioodil sõideti riigipiire ületava Koiva ja Salatsi vesikonna Eesti-poolsed osad risti ja põiki läbi, et käia kõigi sealsete teadaolevate allikate juures, üksiti leiti neid hulgalt juurdegi.

Allikate avastamise retk oli kahe-

osaline: esmalt mõnepäevane eel-luure, et saaks välja vaadata vähemalt kümmekond allikat, kust nädal hiljem kohe proove võtta ja vooluhulka mõõta. Järgmise nädala viiel päeval liikusime ringi kahe rühmana: üks vaatas allikaid üle ja mõõtis vooluhulki ning teine võttis proove. Päevad olid pikad ja väsitavad, rekordilised välitööpäevad olid 14-tunnised ja sammude arv umbes 24 000, kusjuures kõndida tuli Haanja ja Karula kõrgustike nõlvadel ja orgudes. Välja kiirustasime hommikul kella kaheksa paiku ja tagasi ööbimiskohta jõudsim tihhti ööpimeduses, et siis veel korras-tada päeval kogutud andmeid ja sisestada need andmebaasi allikad.info.

Suure töö tulemusena tehti 78 uut vaatlust (kirjeldati, pildistati ja mõõdeti väliparameetrid) ning kaardile lisandus 30 allikat, mis varem andmebaasist puudusid. Ühtlasi võeti 27 allikast veeproovid, mille järgi määrati hiljem laborites kindlaks makroioonid ja -toitained, jäljelemendid ja stabiilsed isotoobid. Sellest kujuneb mahukas andmebaas, mis annab hea esmaülevaate piirkonna allikatest ja

sellest, kuivõrd hästi need annavad infot põhjavee kohta.

Aprillis saadud tulemuste põhjal on valitud välja kümmekond edasise seire allikat, kust võetakse proove veel mõnel korral aasta jooksul. Samal ajal käivad samasugused tööd vastavate vesikondade Läti-osal. Aga nende tööde tulemused selguvad alles 2022. aasta kevadel. ■

1. Heinsalu, Ülo; Timm, Tarmo; Karise, Vello 1976. Looduskaitset vajavad allikad Eesti NSV-s. – Viiding, Herbert (toim). Eesti NSV maapõue kaitsest. Valgus, Tallinn: 68–95.
2. Leisk, Ülle 2020. Nitraadid ja pestitsiidijäägid vees. Ettekanne infopäeval „Põllukultuuride kasvatus – taimekasvatuse kõrvalmõjud“. www.maheklubi.ee/upload/Editor/Nitraadid%20ja%20pestitsiidijäägid%20vees_25_10_2017.pdf.
3. Marandi, Andres; Terasmaa, Jaanus 2021. Igauhest võib saada allikauuri! – Eesti Geoloog, 28.04. eestigeoloog.ee/kategooriad/geoloogia-ja-keskkond/igauhest-voib-saada-allikauuri.
4. Vilbaste, Gustav 1936. Kodumaa allikaist. – Loodusvaatlaja 6: 161–167.

Jaanus Terasmaa (1976) on ökohüdroloogia professor, Tallinna ülikooli looduse ja terviseteaduste instituudi ökoloogia keskuse juhataja.





Põllumajandusmaastik, kus suurema viljakusega muldadel viljeldakse põllukultuure

Loodusele ja inimesele vajalikud muldkatte talitlused

Muldkate on väärtuslik loodusvara, mis talitleb kooskõlas temal kujunenud ökosüsteemidega. Eri liiki muldade talitluse energeetiline allikas on neid läbiv orgaanilise aine voog. Orgaaniline aine jõuab mulla pinnale või mulda, muundub, laguneb ja osaliselt säilib stabiilse huumuse kujul. Mis tahes protsess on järgneva uue toiminguga või nähtuse eeldus.

Raimo Kõlli

Muldade rolli käsitlemise alus on muldkate kui korrapäraselt talitlev looduslik keha, mis on samas maismaa süsteemide, nagu ökosüsteem ja biosfäär, lahutamatu osa. Määrates ökosüsteemi ülesehituse ja talitluse suuna, muutub muldkate ise

tagasimõjude toimetel vaid vähesel määral.

Muldkate koosneb eri horisontidest ja omavahel seotud komponentidest (tahke, vedel, gaasiline), mille alusel eristatakse mullaliike. Eesti muldade klassifikatsioonis on 116 mullaliiki. Mõiste *muld*, mida üldjuhul kasutatakse ka muldkatte tähenduses, hõlmab siiski ainult pinnast või kasvusubstraati,

mis ei ole välja arenenud süsteemselt talitlevaks looduslikuks kehaks.

Muldkattes leidub nii valdava kui ka väheste osakaaluga, nii kestlikke (stabiilseid) kui ka kiiresti muutuvaid koostisosi. Talitlustele on omane tsüklilisus, mille määrab aastaegade vaheldus, ööpäevarütmid, aga ka muutused raieringi või külvikorra vältel. Tsüklite kestus võib ulatuda mõnest minutist kuni sajanditeni.

Süvakäsitluses määratakse muldasid võimalikult detailsel tasemel (liik, erim), kuna eri liiki muldade talitus erineb suuresti. Mõne talitluse puhul on otstarbekas lähtuda hoopis suurematest rühmadest, näiteks mineraal- ja turvasmullad, normaalsed ja anormaalsed mullad.

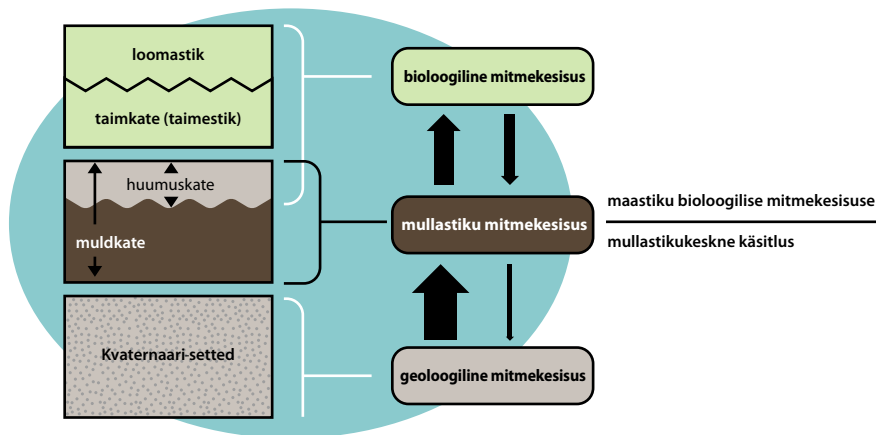
Mõistagi ei ole ka inimesele vajalikud muldkatte talitluse hüved kõigi muldade puhul ühesugused. Erinevusi tingib mineraalmuldade puhul muldapeenese lõimis ja korese sisaldus, turvasmuldadel aga turba koostis ja lagunemisaste. Anormaalset muldi eristab erosioon, vooluvee setete kuhjumine või üleujutus mereveega. Talitluste erisused ilmnevad muldkatte profiilis, mille geneetilised horisondid viitavad seal aset leidnud protsessidele.

Mõjuka jälje muldkatte ülesehitusele ja omadustele on jätnud maakasutus. Tehakse vahet metsa-, põllu- ja rohumaa muldkattel. Peale nende on olemas rikutud või hävitatud muldad ja inimese rajatud tehismuldad. Muldkatte talitlused on omavahel tihedalt seotud ja mõjutavad suuresti üksteist. Sellegipoolest saab talitluste analüüsi kaudu selgitada ühe või teise muldkatte hüve olemust.

Muldkatte erinevused avalduvad ka kliimavõõrmete vahel, sest eri võõrmetes on vegetatsiooniperioodi kestus, soojuse hulk ja veeringe isesugused. Need iseärasused tingivad erinevusi nii mullaprofiilides kui ka muldade talitlustes. Nii näiteks on Eesti muldkatted õhemad ja mulla-protsessid kulgevad aeglasemalt kui meist lõuna pool paiknevatel aladel.

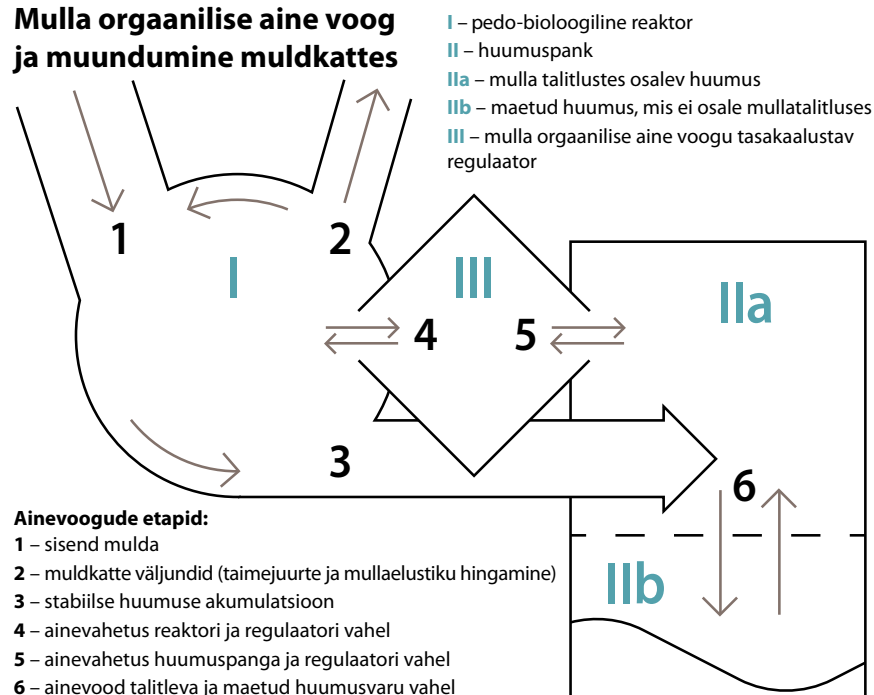
Mulla orgaanilise ainega seotud talitlused. Mulla orgaanilise aine mõju võib ilmned nii otse kui ka kaudselt: mulla mineraalse ja gaasilise osa ning mullalahuse kaudu. Mulla orgaanilisest ainest oleneb muldkatte elustiku mitmekesisus ja ainevahetuseks vajaliku energia varu.

Orgaaniline aine ajendab bioloogilisi protsesse: ökosüsteemis toodetakse fütomass (autotroofne produktioon) → teatud osa fütomassist sureb, moodustades varise, mis ladesub mulla pinnale või mulda (juurevaris) → osa varisest muundub ja mineraliseerub, osa varise arvel tekib mullaelustiku biomass (sekundaarne produktioon), kuid lagunemisele vastupidavast taimsest varisest ja loomse päritoluga jäätmetest tekib stabiilne huumus.



Koosnedes elututest ja elusatest koostisosadest, on maastiku muldkate justkui vahelüli geoloogilise ja bioloogilise maailma vahel. Nõnda määrab geoloogiline ehitus suuresti selle, kui mitmekesine on ala muldkate. Muldkatte omakorda seab piirid elurikkusele

Mulla orgaanilise aine voog ja muundumine muldkattes



Mõjuka jälje muldkatte ülesehitusele ja omadustele on jätnud maakasutus.

Muundumise algaasis kulgeb lagunemine varises olevate ensüümide mõjul ja biomassi teke (sekundaarne ja tertsiaalne produktioon) vastavuses toitumisahelatega. Lõppfaasis tekib aga huumus, mis on mullaliikide kaupa suuresti erinev. Samal ajal kui surnud orgaani-

line aine muundub, see ka mineraliseerub ning vabanevad toiteelemendid. Muundumine ja lagunemine on seda intensiivsem, mida aktiivsem on muld bioloogiliselt. Nende protsesside käigus muutuvad toksilised saasteained kahjutuks.

Orgaaniline aine tagab muldkatte ja kogu ökosüsteemi elastsuse (tasandab väliste tegurite tõttu toimunud häiringute mõju), mõjutab värske varise ensüümide aktiivsust, mikroobide talitlust, taimede kasvu ning on taimekasvustimulaatorite allikas ja hoidja. Kõik see aitab kaasa süsteemi muld-

taim heale seisundile. Stabiilne huumus, mis tekib hästi lagununud varise ja elustiku väljaheidete tihkestumisel, sisaldab ka lagunemisele vastupidavaid variseosiseid ja sageli ka tugevasti peenestunud sütt.

Füüsikaliste omaduste poolest stabiliseerib huumus mulla struktuuri-agregaate, suurendab mulla veemahutuvõimet, takistab ainete väljaleostumist, mõjutab mulla soojustrežiimi ja suurendab päikeseenergia neeldumisevõimet. Keemiliste omaduste poolest suurendab huumus katioonide neelamismahutavust ja mulla puhverdusvõimet, mille tõttu püsib ka mulla happesus taimekasvaks vajalikes piirides.

Huumus moodustab stabiilseid komplekse metallide ja mikroelementidega ning aitab tõhusamalt laguneda muldkattes leiduvaid pestitsiidide. Huumuse süsiniku, lämmastiku, fosfori ja väävli suhe (C : N : P : S) on üldjuhul võrdlemisi ühetaoline. Orgaanilise päritoluga süsiniku akumulatsioon muldkattes oleb mulla veeoludest: parasniiske-

Sidudes ja heites atmosfääri süsihappegaasi, on mulla orgaanilisel ainel oluline roll ka kliima kujunemisel.

tes muldades akumulatsioon see huumusena peenestunud kivimite teradele, gleimuldades toorhumusena ehk kogumitena mineraalsete osiste vahel ja alaliselt märgades muldades kihistunud turbana. Sidudes ja heites atmosfääri süsihappegaasi, on mulla orgaanilisel ainel oluline roll ka kliima kujunemisel.

Humifitseerumata ja humifitseerunud orgaanilise aine mõju muldade talitusele. Värske (humifitseerumata) osa mulla orgaanilisest ainest on vare ja selle lagunemise vahesaadused. Enne huumuseks muutumist või täielikku lagunemist täidab see osa mulla orgaanilisest ainest (ehk eelhumus) mitut väga tähtsat ülesannet. Neist üks on vahendada mine-

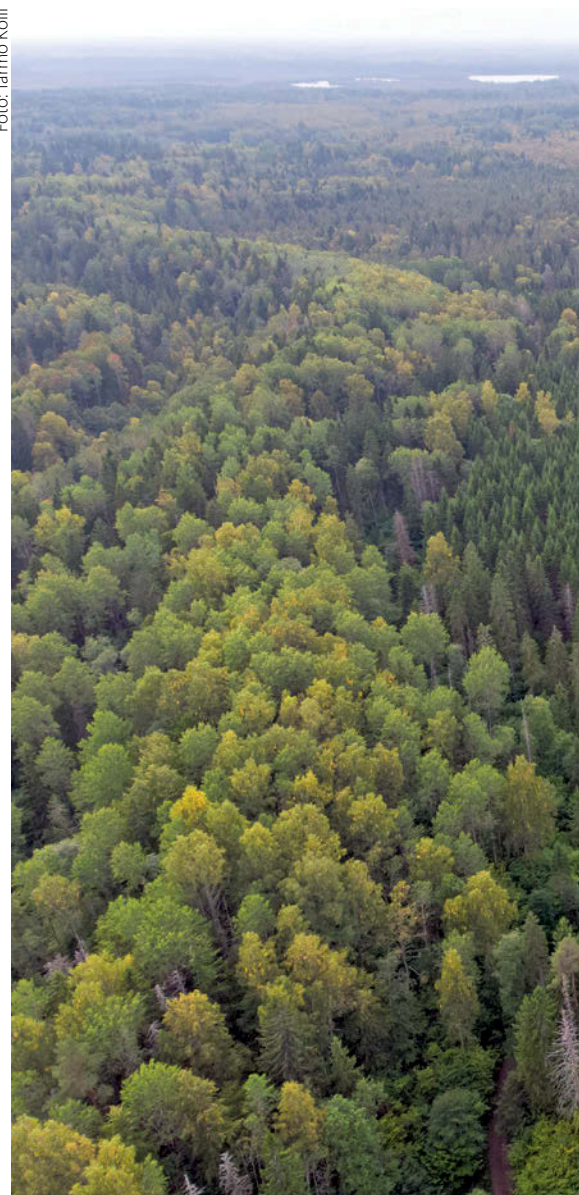
raliseerumisel vabanenud keemilisi elemente taimedele: tegu on taimepeamise toite- ja mikroelementide allikaga. Vare koostises olevad biokeemilised ained ja nende muundumise vahesaadused, samuti taimejuureeritised on toidu- ja energiaallikas mulla elustikule. Vare muundumise aktiivsed vahesaadused ajendavad mulla mineraalse osa keemilise murenemise ja sellega seotud mullatekkeprotsessid.

Huumus, mis on tekkinud varise lagunemise vahesaadustest ja mikroobide autolüüsiproduktidest, rikastab mulla plasmata ning sedakaudu parandab mulla füüsikalise-keemilisi omadusi. Suurendades mulla neelamismahutavust, aitab huumus muldkattel talitleda sorbendina ja ära hoida keskkonna saastumist. Huumus mõjutab mulla keemiliste elementide asendusneeldumist, tagades taimetoitelementide parema säilimise mullas. Mulla hüdro-füüsikalisi omadusi parandab huumus seeläbi, et aitab kaasa vastupidavate sõmeraliste struktuuriagregaatide kujunemisele. Nõnda tekib sobiv eluruum eri suuruses organismidele ning on tagatud mulla hea õhustatus ja isepuhastusvõime.

Talitlused mulla orgaanilise ja mineraalse aine koosmõjul. Talitlev muldkate tekib erisuguse geoloogilise või bioloogilise päritoluga lähtekivimite kattumisel ökoloogiliste seaduspärasuste järgi talitleva taimkattega. See kehtib kõikide muldade puhul. Tekkinud muldkate mõjutab looduslike süsteemide arengut, pakub inimesele eri hüvesid ja etendab määravat osa keskkonna seisundi kujunemisel. Süüvime muldkatte kümnekonna talitluse olemusse.

- Muldkate aitab koostöös taimkattega toota primaarset orgaanilist ainet. Mis tahes mullaliigil on olenevalt selle koostisest ja viljakusest võime kasvatada vähem või enam lopsakam ja liigirikkam taimkate (mõistagi päikeseenergia abil ja sidudes atmosfäärist süsinikku). Taimkate on omakorda muldkattele orgaanilise süsiniku allikas, üht-

Foto: Tarmo Kõlli



lasi võib taimemassist kasu saada riigi majanduse energiasektor. Primaarse orgaanilise aine tootmisvõime erineb mullaliigiti üsna suurel määral.

- Elanikkonnale on muldkate toidu, sööda ja tööstuslike toormaterjalide kasvatamise vahend. Praegused teadmised võimaldavad meil selgitada, mis tüüpi maakasutuseks või kultuurtaime/istanduse tarbeks sobib maa-ala mullakooslus kõige paremini. Või siis teistpidi: valida välja konkreetse põllukultuuri või puuliigi kasvatuseks kõige paremini sobivad mullaerimid.
- Reguleerib süsiniku- ja lämmastikuringet; need elemendid on strateegilise tähtsusega. Süsiniku ja



lämmastiku kui kasvuhoonegaase tootvate elementide ringe ulatus, muundumine ja mulda akumulereimise iseärasused ning süsiniku ja lämmastiku suhe oleneb suuresti mullaliigist. Asjakohase hinnangu mullaliikide kohta annab orgaanilise süsiniku varu ja mulla orgaanilise aine kvaliteet: nende näitajate alusel eristatakse mullaliikidele omased huumuskatte tüübid. Toetudes vaid orgaanilise aine sisaldusele (% või g/kg), võime talitluse kohta saada eksitava hinnangu.

- Tagab kriitilise tähtsusega taime-toitainete ringe: talletab taimedele vajalikke makro- ja mikroelemente mulla neelavas kompleksis ja eri-

sugustes ainetes. Taimetoitainete ringe kätkeb ka muundumisprotsesse, mille tõttu suudavad taimed paremini omastada toitaineid muldest. Muldkatte on vahendaja: tagab taimedele vajalikud varud ja kannab hoolt taimekasvu eest. Üks osa toitaelementide varust tuleb mulla enda looduslikest omadustest (mullaliigist): nõnda on tagatud kaltsiumi, magneesiumi, süsiniku, lämmastiku ja mõnede mikroelementide olemasolu. Ent leidub toiteelemente, mille piisav olemasolu mullas on inimese oskuslikest harimis- ja väetamisvõtetest. See puudutab näiteks kaaliumi ja fosforit, aga ka mõnda mikroelementi ja kaltsiumi happelistel muldadel.

◀ Metsamaastik, kus puistute koosseis on kujunenud või kujundatud muldkatte metsakasvatustlike omaduste põhjal

- Mõistagi on muldkattel elutähtis osa loodusliku mitmekesisuse tekkes: muldkattes on palju erisuguste organismidele sobivaid elupaiku ja kasvukohti. Eri liiki muldade elustik võib olla üsna eriilmeline: liigirohkuse ja mitmekesisuse määraavad mullas valitsevad olud. Need on isesugused mineraal- ja turvasmuldades, looduslikes ja haritavates muldades, kuivades ja märgades (vesistes) muldades ning karbonaatsetes ja tugevasti happelistes muldades. Et mõista muldkatte talitlust sellest aspektist, vajame märksa põhjalikumaid teadmisi elusorganismide koosluste ja toitumise kohta eri liiki muldades. Seni on seda valdkonda vähe uuritud.
- Loob taimkatte arenguks sobiva niiskuse-, soojuse-, õhu- ja hapenduse- ja taandusrežiimi. Tekib taim-muld-süsteemi talitluseks vajalik ja mitmekesine keskkond. Nende režiimide kombinatsioonid on mullaliigiti erilaadsed, mistõttu sobivad ühed mullad teatud taimedele rohkem kui teised.
- Reguleerib ökosüsteemi vee-ringlust. Muldkatte kaudu avalduvad hüdroloogilised tsüklid, määratakse ära taimedele omastatav veevaru, puhastatakse filtratsiooni toimet vett ning haardatakse kapillaarse veena ringluse põhjavega. Põllukultuuridele sobivate niiskuseludega muldasid ei leidu Eestis kuigi palju. Metsakasvatuseks on meil kõige rohkem kuivendamata alaliselt liigniiskeid turvastumata gleimuldi. Rohumaadeks on enamjaolt jäetud selleks üldjoontes kohased niiskete kuni märgade gleimuldade muldkatted. Üle 10 cm paksuse turbakihiiga turvastunud glei- ja üle 30 cm paksuse turbakihiiga turvasmuldades on aineringses seiskunud, mistõttu vajaksid nad kuiven-



Leede-glei-liivmullas on orgaaniline aine mitmes eri vormis: pindmises kihis halvasti lagunenenud kõduna, mis lasub keskmiselt kuni hästi lagunenenud kõdukihil; samas on oluline osa mulla orgaanilisest aineist kandunud liikuva huumuse vormis leethorisoni alla

damist, et toota normaalsel tasemel fütomassi.

- Aitab hoida mullaliigile vastavat elurikkust nii metsa- ja rohumaal ökosüsteemides kui ka põllumaadel. See elurikkus saab püsida seetõttu, et muldkattes leidub materjale, nagu seemned, eosed, munad, tsüstid ja bakterid, mis on ühtlasi vajalikud, et edasi talitleda.
- Muldkatet võime käsitada arhiivina, mis aitab selgitada geoloogilisi, mullatekkelisi ja geobotaanilisi protsesse ning kultuurilisi ja ajaloolisi sündmusi. Meile huvipak-



Elanikkonnale on muldkate toidu, sööda ja tööstuslike toormaterjalide kasvatamise vahend.

kuvat teavet saame hankida, uurides mullaprofiili horisonte, mullas säilinud fütoliite, tolmuterasid ja eoseid, samuti pärandmaterjali, s.o mitmesuguseid esemeid.

- Muldkatte ühe olulise talitluse aluseks on tema puhverdusvõime.

Puhverdussüsteemid aitavad pehendada või vältida liigeses koguses mulda sattunud ainete negatiivset mõju keskkonnale, järske hapendus- ja taandusrežiimi muutusi ning tasandada järske makrokliima hälbeid mullaliigile omaseks mikrokliimaks. Niisugune muldkatte elastsus põhineb vastastikku toimivatel süsteemidel, mis on mullaliigiti erinevad.

- Peale eeltoodu pakub muldkatte muidki tähtsaid hüvesid: aitab kujundada piirkonna head keskkonnaseisundit, pidurdab erosiooni, tagab ökosüsteemide kestlikkuse, vältides degradatsiooni. Ent nii mõndagi hüve kasutatakse harvemini. Näiteks, vajaduse korral on võimalik eri otstarbel kasutada muldkatte tahkeid koostisosi: liiva, kruusa, korest ja turvast. Farmaatsiatööstus on tarvitanud mulla mikrofloora teatud liike, et saada algmaterjali antibiootikumide tootmise tarbeks.

Muld ei vaja puhkust, vaid arukat hoolt. Muldkattel on looduslike süsteemide talitlustes ja seisundis väga tähtis osa. Hüvesid tuleb kasutada nii, et ei rikutaks pöördumatult muldkatte põhitalitlusi. Riigi maakasutuse siht peaks olema luua elamiseks sobiv keskkond, kus muldkatet kui loodusvara saaks rakendada selleks, et toota riigile vajalikke toormeid (toit, sööt ja materjalid tööstusele). Igale mullaliigile tuleks leida kõige parem, tema omadustele vastav rakendus. Samas on üldteada, et muldade parim kaitse on nende tarvitusest ökooloogiliste seasduspärasuste järgi.

Muldkate ei vaja puhkust ega väiksemat kasutuskooormust, kui rakendatakse õigeid teaduspõhiseid maakasutusvõtteid. Hea maakasutuse tava kohaselt tuleb muldkatte kulul tehtud iga-aastased ainelised kulutused (toitelementide eemaldamine saagiga, orgaanilise aine kulud mulla elustikule, kaltsiumi leostumine jms) järjepidevalt kompenseerida. ■

Raimo Kõlli (1940) on mullateadlane ja EMÜ emeriitprofessor.

www.rajakaameramüük.ee

PARIM RAJAKAAMERA ON SEE, MIS TÖÖTAB



4G Willfine rajakaamera

279 € ~~345 €~~ PAKETT

- kõik ühest kohast ning kaamera kohe töökorras (kaamera on seadistatud, kaasa tuleb SIM-kaart koos aastase andmesidega ja väline toiteaku)
- Kaamera hind ise koos mälukaardi ja toitekaabliga, eelseadistatud, 199 €
- Eestikeelne menüü ja juhend
- Kaks antenni – tagab tugeva levi
- Sisseehitatud GPS

- 2 aastat garantiid
- Tehniline tugi ka tulevikus
- Silmale nähtamatu välg
- Kiire reageerimisaeg 0,35 sek

4.8G Willfine rajakaamera pilvelahendusega **215 €**

- Pildid otse telefonirakendusse
- Kõrge kvaliteediga 24 MP pildid
- Kõige uuem mudel
- Seadistamisvaba kaamera – seod kaamera otse telefoniga ning naudid kasutamist





Looduslähedases seisundis madalsoo on säilinud ainult kümnendikul kunagisest üle 3000-hektarisest taastamisalast. Fotol on liigirikas madalsoo Läänemaa Suursoo idaservas Pennu oja lähedal

Läänemaa Suursoo – ühe suure madalsoo lugu

Raimo Pajula

Madalsood on olnud Eestis suurima elurikkusega ja samas kõige haavatavam sootüüp. Meie madalsoodest, mis 1950. aasta seisuga [2] hõlmasid 311 500 hektarit, oli 2010. aastaks [3] säilinud ainult 41 500 hektarit ehk 13%. Ülejäänud on kuivendatud, valdavalt põllumajanduse ja metsanduse tarbeks. Ka veel alles olevate madalsoode praegune käekäik pole kuigi hea. Ümbritsevate alade kuivenduse tõttu on nende veerežiim enamasti muutunud ning madalsood kipuvad võsastuma ja metsastuma, osalt ka seetõttu, et sooheinamaid enam ei niideta.

Sestap tuleb tegutseda, et hoida veel looduslikus seisundis madalsoid, aga ka taastada ja tervendada juba

rikutud madalsoid. Läänemaa Suursoo on esimene mastaapne madalsoode taastamise katseala Eestis ning kuulub ka maailma suurimate hulka. Madalsoode taastamise kogemused on meie piirkonnas üsna napid.

Läänemaa Suursoo sai alguse

umbes 5000–6000 aastat tagasi, kui Litoriaamere staadiumis Läänemeri taganes kiirelt Vihterpalu klindilahest, paljandades üpris tasase kaguloodesuunalise kaldega ala. See ala hakkas soostuma üsna peatselt, mida kinnitab asjaolu, et turvas on ladestunud otse savikatele ja liivastele merepõhjasetetele.

Aastatuhandeid arenes Suursoo lageda tarnarikka madalsoon. Enamasti on meie madalsood üpris tasase pinnaga, kuid Suursool on selge loodesuunaline lang: soopind

alaneb ligikaudu meetri võrra kilomeetri kohta. Umbes samasugune lang on ka soonõol ehk turba all paikneval mineraalsel aluspinnal. Tavaliselt tekivad sood nõgudesse või tasasele alale, kust äravool on pärsitud, kuid Suursoo on kujunenud tavatult: kerge nõlvusega alale, mida hoidis märjana idast ja kagust kõrge-matelt aladelt valguv vesi. Kõrgemast sooservast (ida, kagu ja lõuna poolt) sisenes alale läbi rannavalli tunginud ojade ja jõekeste vesi: idast Metslõugu oja, Pennu oja ja Kaldamäe oja, kagust Piirsalu jõgi ning lõunast Kõrtsioja. Oletatavasti valgusid sohu suubuvad ojad laiali, moodustades läbivoolulisi sooalasid. Lookleva sāngi jäänukid on tuvastatavad vaid Kaldamäe oja puhul, teiste ojade-jõgede vanu sānge pole võimalik leida ei ajalooliste kaartide, alates 1950. aastatest pärineva-

te aerofotode ega maapinna kõrgusmudeli abil.

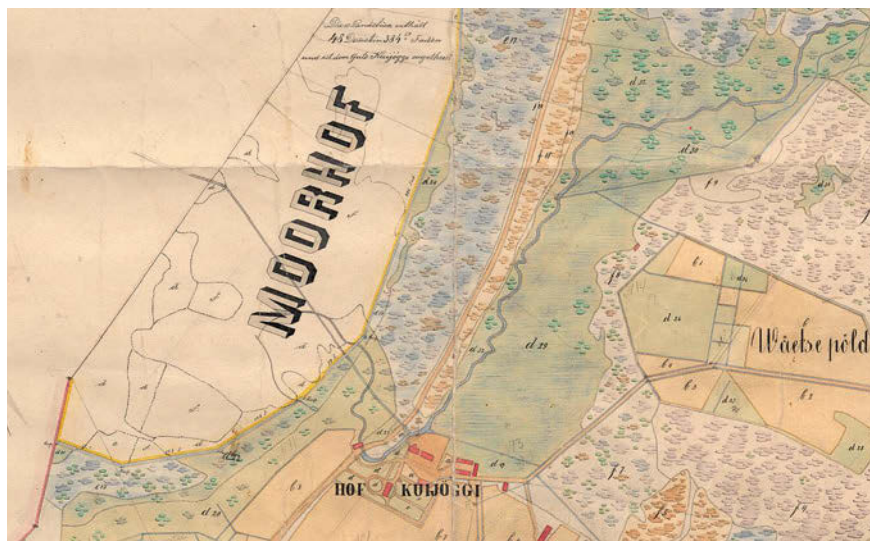
Suursoosse suubuvad ojad olid osalt põhjaveetoitelised, näiteks saab Kaldamäe oja alguse Tuharu allikatest, kus väljub Valgejärvest pärit lubjarikas vesi. Pidev toitainete- ja kaltsiumirikka vee pealevool võimaldas sool aastatuhandeid püsida samblarohke tarna-madalsoona. Turbasundi stratigraafia ja turba botaaniline koostis näitavad, et peaaegu kogu Vihterpalu jõest itta jääv soola oli märg ja peaaegu lage madal soo, kus domineerisid tarnad, pilliroog, pruun sepsikas ja madalsoodele iseloomulikud lehtsamblad. Nelja kuni viie aastatuhande jooksul ladestus soos kuni viie meetri paksune kiht madalsooturvast.

Ja siis tuli inimene, kes vajas maad.

Juba paari sajandi eest tehti Suursoo servaaladel heina, eelkõige põhja pool, Hatu küla piirkonnas, kus asustus oli tihedam ja maad vähem, aga ilmselt ka mujal sooservades. 19. sajandi lõpu poole süvenenud põllumajandusmaade nappus ning Euroopast siia levinud „sooparanduse“ oskusteave löid vajaduse ja võimaluse võita tootliku maad madalsoode seast juurde. Nii löödi 1880. aastate paiku labidas maasse ka Suursoos, mille idaosas maad olid jagatud ära nelja mõisa vahel. Risti kihelkonda jääv soo põhjaosa kuulus Hatu mõisale ja Kullamaa kihelkonda jääv lõunaosa Koluvere mõisale. Nende alade sisse jäid pisevad lahustükid, mis olid Risti mõisa ja Risti kirikumõisa valduses.

Mõisate koostöös kaevati läbi Suursoo mitu sügavat kraavi, millega kanalistati alale suubuvate ojade ja Piirsalu jõe vesi. Küllap oli eesmärk rajada kultuurheinamaid või vähemalt parandada sooheinamaade kvaliteeti. Need kraavid on praegugi alles, olles Piirsalu jõe, Metslõugu oja, Kaldamäe oja, Pennu oja ja Kõrtsioja alamjooksud. Peale selle kaevati veel mõned suured kuivenduskraavid. Kuivendusvõrk jäi siiski üpris hõredaks – kraavide vahekaugus on ligikaudu kilomeeter – ja loodetud kasu väheseks.

Pisut hiljem, 20. sajandi alul ja



Väljavõte Kuijõe mõisa piirkonna 1903. aastast pärinevast kaardist [1]. Piirsalu jõgi on juba õgvendatud mõisa (Hof Kuijõggi) juurest loode suunas kulgevaks kraaviks, kuid tähistatud on veel ka vana looklev säng. Kaardistatud on vaid Suursoo serv, kaugemad soolad (kaardi loodeosa) ei ole kaardile kantud



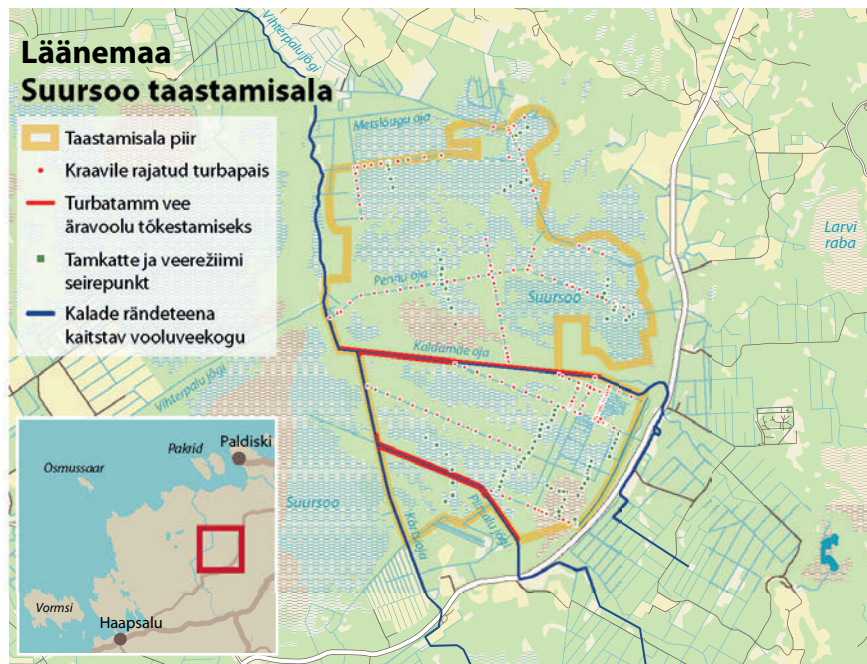
Soomaastik Suursoo idaosa keskel. Lagedamad siirdesoolad vahelduvad vanemate männitukkade ja kuivenduse mõjul kujunenud noore lehtmetsaga

esimesel poolel, kuivendati ja hariti üles soo põhjapoolseim osa. Soo idaosas hakati kraavitama, et lõigata turvast. Labidaturvast jõuti lõigata siiski vaid ligi kümne hektari suurusel alal. Esimese ilmasõja eel tehti Suursooga suuri plaane: taheti hakata ulatuslikul alal kaevandama kütteturvast ja ehitada raudtee, millega vedada turvast Ellamaale elektrijaama kütteks. Põlevkivienergeetika arenguga huvi turba kui elektrienergia allika vastu rauges ja see plaan ei saanud teoks.

Sohu rajatud hõre kuivendusvõrk täitis otstarvet üksnes osaliselt: kraa-

vikallastel paranes vee äravool tunduvalt ja soo hakkas metsastuma, ent kraavidest kaugemal alanes veetase vähem. Sellest siiski piisas, et panna käima soo ökosüsteemide pöördumatu muutused. Kraavidena lõigati ära mineraalainerikkama vee juurdevool soopinnasessse ning soo hakkas toituma peamiselt sademetest. See muutus tõi kaasa turbasammalde leviku madalsoosse – algas rabastumine.

Aja jooksul turbasamblamätad laienesid, liitusid ning tõrjusid välja madalsoodele omased pärislehtsamblad: sirbikud ja skorpionsamblad. Vähenes tarnade ja teiste lõikhei-



naliste ning muude madalsooliikide osakaal.

Kraavituse tõttu on suurem osa kunagisest madalsooalast arenenud siirdesooks. Kujunenud siirdesooaladel, millest osa on juba üsnagi raba-ilmelised, katab soopinda tihe turbasamblavaip ning valdavad puhmad, turbasammaldest suudab läbi kasvada veel ainult mõni madalsooliik, nagu ubaleht ja pilliroog.

Tugevama kuivendusega aladele on kujunenud kõdusoometsad või suhteliselt kuivad tihedalt sinihelmi-kamätastega kaetud võsased madal-sood. Mõõduka kuivendusega piirkondades levivad siirdesoometsad, mis enamjaolt on looduslikest kuivemad ja tihedama puhmarindeg.

Kui looduslikult valdavad Lääne-Eestis suhteliselt lagedad sood, siis Suursoo idaosa on võrdlemisi tiheda puistuga, mida tingib kaks asjaolu: esiteks on kogu alal nõrgem või tugevam kuivenduse mõju, teiseks paikneb kogu ala toitainerikkal madalsooturbal. Ka rabastuvatel aladel ulatuvad puude juured madalsooturbasse, saades sealt rohkesti toitaineid. Seda kinnitavad lagesoos kasvavate mändide suhteliselt suured (10–15 cm) aastakasvud.

Suursoo läänepoolsel osal oli õne saada kaitsealaks juba 1981. aastal, mil nn soode sõja tulemina rajati

28 sookaitseala, üks neist Läänemaa Suursoole. 1998. aastal loodi Läänemaa Suursoo maastikukaitseala. Suursoo idaosa, praegune taastamisala, võeti aga kaitse alla alles 2005. aastal hoiualana Natura 2000 võrgustiku Suursoo-Leidissoo linnu- ja loodusala koosseisus.

Soode taastamise laineharjal sündis LIFE-i programmi rahvusvaheline projekt „LIFE Peat Restore“ (loe täpsemalt life-peat-restore.eu/ee/) ehk „Kasvuhoonegaaside emissiooni vähendamine rikutud soode taastamisega“, mille siht on leevendada kliimamuutusi. LIFE-i programm on Euroopa Komisjoni finantsmeede, mille kaudu on Euroopa Liidus rahastatud keskkonnaprojekte juba üle 25 aasta. Kõnealuse projektiga taastatakse Eestis, Lätis, Leedus, Poolas ja Saksamaal 5300 ha soid; Eesti panus on sellest koguni umbes 3300 ha. Eestis juhib projekti Tallinna ülikooli ökoloogia keskus.

Suure pindalaga, sootüüpidelt mitmekesise ja keeruka veevõrguga soola taastada on proovikivi.

Tuleb hoolikalt planeerida taastamisvõtteid ja ala põhjalikult tundma õppida. Vajalik on ka tõhus seiresüsteem, mis võimaldab jälgida muutusi ning vajaduse korral teha töodes korrektsioone. Seda enam, et madalsoo-

de taastamise kogemused on napid. Seire annab kogemusi ja õpetab järgmisi sootaastamisi targemalt kavandama ja teostama.

Eeluuringuid ja seiret alustati 2017. aastal: alale rajati seirevõrk, et jälgida taimkatet ja veerežiimi. Kuna konkreetse paiga veetase ja soo seisund seal oleneb suuresti selle paiga kaugusest lähima kraavini, paigaldati seirepunktid soolalale kraavidega risti asetsevate transektidena. Need algavad sügavate kraaviks õgvendatud ojade äärest, kus kuivenduse mõju on kõige tugevam, ning suunduvad kraavist kaugemale vähem mõjutatud alale.

Seirepunktides paiknevad taimkatte püsiseireruudud ja mõõtetorud, et mõõta soovee taset ja võtta veeproove. Enne taastamistööde algust tehti seirealadel kindlaks taimkatte struktuur ja liigiline koosseis: puud mõõdeti 10 x 10 m seireruutudel; rohu-puhmarinne fikseeriti iga 10 x 10 m ruudu sees asetseval kolmel 2 x 2 m püsiruudul, mis jagunevad omakorda 1 x 1 m alamruutudeks; samblarinne märgiti üles iga 1 x 1 m ruudu sees paikneval kolmel 25 x 25 cm samblaruudul. Enamikule seiretransektidele on paigaldatud ka veetaseme automaatmõõturid ehk logerid, mis salvestavad veetaseme iga kahe tunni tagant. Kuna soo seisund, taimkatte ja veerežiim on tihedalt seotud soovee ja turba keemilise koostisega, võetakse seirepunktides ka proove soovee ja turba analüüsiks.

Tööde põhieesmärk oli taastada soo kui süsinikku siduv ökosüsteem. Seetõttu on kolmel seiretransektil alates 2018. aastast kuni tänavuse aasta oktoobrini mõõdetud kasvuhoonegaaside voogusid. Kokku mõõdeti 12 seirepunktis (igas omakorda neljas punktis) süsinikdioksiidi, metaani ja dilämmastikoksiidi ehk naerugaasi vooge. Mõõtmised tehti vegetatsiooni- ja niperioodi vältel ehk maist oktoobrini kord kuus.

Ala suuruse tõttu on Suursood seiratud ka droonidega, mis võimaldab saada parema ruumilise lahutusega infot kui aerofotod ja satelliidipildid. Soode seisundit kajastab hästi linnus-

tik. Seetõttu seirati taastamisala linnustikku taastamistööde eel (2018) ja järel (2021). Turbalasundi koostist ja soonõo kuhu uuriti, puurides turvast ning kasutades georadarit.

Taastamislahendus ja -tööde tehniline projekt loodi eri poolte ehk huvirühmade koostöös. Projekti on koostanud projekteerimisbüroo Maa ja Vesi. Lõpliku projektini jõuti ligi kaheaastase tööga.

Taastamistööde kavandamise tegi keerukamaks looduskaitseline konflikt. Nimelt võeti samal ajal LIFE-i projekti ametliku algusega 2016. aasta juulis nn lõhejõgedena kaitse alla (kanti lõhe, jõforelli, meriforelli ja harjuse kudemis- ja elupaikade nimistusse) Kaldamäe oja ja Piirsalu jõgi, mis läbivad kraaviks õgvendatult Suursoo taastamisala. Seega läksid vastakuti eri looduskaitse-eesmärgid: ühelt poolt siht taastada soo hüdroloogia ja seisund, mis eeldab kraavide sulgemist, teiselt poolt vajadus hoida needsamad kraavid avatuna kui rändeteed kudemispaikadesse. Meriforelli ja jõesilmu kudemisalad on kruusase põhjaga jõe- ja ojalõigud, mis paiknevad Suursoost ülesvoolu. Suursood läbivad kraavistatud turbase põhjaga lõigud on neile kalaliikidele eeskätt rändekoridorid, mille kaudu ujuvad ülesvoolu meres suureks kasvanud ja jõgedesse kudema suunduvad kalad ning kust laskuvad merre paar aastat jõgedes-ojades elanud kalade noorjärgud.

Kuigi soo taastamise seisukohalt oleks tarvis sulgeda või paisutada kõik taastamisalal paiknevad või seda läbivad kraavid, tuli antud juhul teha kompromiss. Kaaluti mitmesuguseid kaladele sobilikku paisutuse viise (lauged kaldpaisud, väikese sammuga paisutus), kuid nende lahenduste töökindlus osutus kahtlaseks või maksumus liiga suureks. Plaanist „lõhekraave“ paisutada tuli loobuda ning püüda vett soos hoida teisel viisil. Selleks projekteeriti ja rajati piki Piirsalu jõge ja Kaldamäe oja turbast tammid, mis tõkestavad kõrgvee äravoolu soost ning hoiavad kevadel ja suvel soo kauem märjana. Kaldamäe oja suu-



Taimkatte seire Suursoo taastamisalal. 10 x 10 m seireruut ja selles paiknevad 2 x 2 m seireruudud on tähistatud nurgavaiadega ja ümbritsetud ohulindiga, mis on drooniseire tähis



Soo süsinikuvoogude mõõtmine läbipaistva kambri meetodil. Mõõdetakse kolme kasvuhoonegaasi – süsihappegaasi, metaani ja naerugaasi – eritumist soopinnasest

nati tagasi selle kunagisse, samuti õgvendatud, kuid lühemasse sängi, et saaks pikema ja sood rohkem kui vända sängiosa sulgeda. Selle tarbeks kaevati 1,1 km pikkusel lõigul lahti vana ja juba suuresti kinni kasvanud säng.

Suursoo veerežiimi taastamise tööd ehk kraavidele paisude ehitamine ja muu vajalik tehti ära ajavahemikul 2020. aasta augustist kuni tänavuse märtsini. Töödele seab piirid linnustiku pesitsusperiood ehk raierahu aeg (aprillist juulini), kui on hea tava teha looduses pesitsust häiriva-

tes töödes paus. Taastamistööde tegija OÜ Timberston Ehitus rajas kraavidele 173 paisu ning „lõhekraavide“ äärde 12,3 km turbatamme, korraga müttas soos kuni neli ekskavaatorit.

Raieid lagesoode taastamise võttena alale ei kavandatud, see poleks ka majanduslikult end ära tasunud: puude langetus ja väljavedu pehmel turbapinnasel oleks kulukam kui materjali müügist saadav tulu. Kuna veerežiim muudeti puude kasvu jaoks ebasoodsamaks, hõreneb suur osa taastamisala metsast selle mõjul loodetavasti ise, paiguti on oodata ka lagedate alade teket.



Ekskavaator rajab piki Piirsalu jõe kulgevat turbatammi, mis peaks hoidma sademetevett jõkke valgumast. Jõe paisutada polnud võimalik, sest lõhilaste rändeed tuleb hoida lahti

Raieid tehti üksnes nii palju, et masinad saaks liikuda ning oleks ruumi rajada paise ja turbavalle. Niinimetatud trassiraietel langetatud puud asetas giljotiini ehk spetsiaalse lõikemehhanismiga ekskavaator risti sihile roomikute alla, et suurendada turbapinnase kandvust. Ilma selleta kippus 20-tonnine ekskavaator turbasse uppuma hoolimata meetrilaiustest roomikutest. Nõnda rajati kilomeetrite viisi palkteid, mis taastamistööde järel matuvad turbasse, talletades ka puudes oleva süsiniku.

Kõik paisud Suursoo kraavidele on rajatud turbast, nagu sootaastamisel juba tavaks on saanud. See meetod on keskkonnasäästlik ja odav. Turvas on kohapealt võtta ning mingeid ehitusmaterjale sohu vedada pole tarvis. Kõigepealt puhastatakse paisu alus ehk kraav ja selle kaldad taimestikust ning kohevast sambla- ja kõdukihist kuni monoliitse turbani. Seejärel rajab ekskavaator lähikonnast välja kaevatud turbast paisu, pressides rajatist iga kopatäie järel tihedalt kokku, et paisu sisse ei jääks vett juhtivaid käike. Et veetaset piisavalt tõsta, peab pais sageli ulatuma kraavist kaugemale. Olenevalt kraavi laiusest, maapinna reljeefist kraavi ääres ja veetaseme tõstmise vajadusest varieerub Suursoosse rajatud paisude laius 10 meetrist 40 meetri-

ni. Turbavõtupaikadesse jäävad järele umbes meetrisügavused veega täitunud augud, mis kujunevad sageli kahepaiksete sigimiskohtadeks.

Taastamise esimesed tulemused on juba näha. Esmane märk paisutusest on mõistagi tõusev veetase. Suurem osa Suursoo paisudest on rajatud tänavuse aasta esimestel kuudel, viimased alles märtsis. Kui tavaliselt taandub suurvesi aprillis ning mais on kuivenduse mõjuga soolad juba võrdlemisi kuivad, siis tänavu juunis olid paisutatud piirkonnad veel üsna märjad. Selleks et saavutada madal-soode taimekoosluste hea seisund või seda hoida, ongi vajada tagada, et veetase oleks veel maikuu pisut üle soopinna ning ka juunis ei langeks vesi soopinnast kuigivõrd madalamale. Muidu saavad eelise ja võtavad võimalust kuivendatud madal-soodele iseloomulikud taimeliigid, näiteks sinihelmikas.

Veerežiimi taastamine mõjub rohkem seal, kus kuivenduse mõju on olnud kõige tugevam ehk kraavide ääres. Seal seisavad kõdusoometsad nüüd jalgupidi vees ja kuused on hakanud juba kolletama. Kraavidest kaugemal on paisutamise mõju olnud väiksem ja taastamisjärgsed muutused kulgevad aeglasemalt.

Esimese elustikurühmana reageerisid taastamisele linnud. Kuigi

mõlemal seirekorral – 2018. aastal ja tänavu – domineerisid metsaelupaikadele tunnuslikud linnuliigid, oli tänavu siiski juba suurenenud lagesoodele omaste kurvitsaliste arvukus. Seega leidsid kevadrändega saabuvad linnud märjad alad üles kohe esimesel kevadel pärast taastamistööd. Tikutaja arvukus oli suurenenud 6 paarilt 35 paarini ja metstildri arvukus 3 paarilt 24 paarini. Samuti oli suurenenud sookure ja kiivitaja arvukus.

Kurvitsaliste kiire tagasituleku põhjus on taastamistöödel lagedaks raiutud ning märjaks ja mudaseks muutunud paigad (paisude ümbrused, turbatammide sihid), mis pakuvad lindudele rikkalikke toitumispaid. Taastamisala on omaks võtnud ka kahepaiksed ja kiilid. Juba on hakanud taanduma kõdusoometsadele iseloomulikud taimeliigid, kuid uute niiskuslembesemate liikide invasioon võtab rohkem aega.

Läänemaa-Suursood taastades ei saa me paraku tagasi kunagist suurt lagedat madal-sood, kuna ala on suure osas arenenud siirdesooks, mille edasine loomulik areng saab minna ainult raba suunas. Siiski muutub endine poolrikutud soola eri tüüpi sooökosüsteemide kompleksiks, mistõttu suureneb sooelustiku liigirikkus ning taastub turba akumulatsioon ja süsiniku sidumine kui soo põhifunktsioon.

Projekt „LIFE Peat Restore“ lõpeb tänavuse aastaga, taastamistööd on tehtud ja nüüd peab loodus ise hakkama saama. Põhilised muutused seal on alles ees. Loodetavasti leidub võimalus jätkata seiret ja koosluste arengut jälgida. ■

1. Karte von den Ländereien des privaten Gutes Kuijõggi. Rahvusarhiiv, kaartide infosüsteem. EAA.3724.4.590.
2. Laasimer, Liivia 1965. Eesti NSV taimekate. Valgus, Tallinn.
3. Paal, Jaanus; Leibak, Eerik (koost) 2013. Eesti soode seisund ja kaitse. Regio, Tartu.

Raimo Pajula (1974) töötab Tallinna ülikooli ökoloogia keskus; tegutsenud üle kahe aastakümne soode ökoloogia valdkonnas, viimasel ajal eeskätt praktilise taastamisökoloogia vallas.

TINKTUURID



EE-ÖKO-03

- Eestist korjatud taimed
- Ökoloogiliselt puhtad
- Kvaliteetsed tooted
- Kõrgkvaliteetsed toorained

Tõendus põhiste ravimtaietinktuuride väljatöötamine. (Tartu ülikool ja EAS)

SIIRUPID



TERVES KEHAS, TERVE MÕISTUS.



SAHVERDISED



DROOGID

SEGUTEED

MÜÜGIL: Apotheka • Benu apteek • Südameapteek • Euroapteek • Selver •
Maarahva pood • Looduspere • Viljandi Maksimarket

Tootja MK LOODUSRAVI, Päpe talu, Venevere küla, Põhja-Sakala vald, Viljandimaa
+3727760185 • info@mkloodusravi.ee • www.mkloodusravi.ee

Geoloogidele pakub Eesti endiselt suurt huvi

Tartu ülikooli rakendusgeoloogia professorit **Alar Rosentaud** küsitlenud **Toomas Kukk**

Millega tegeleb maavarade komisjon?

Maavarade komisjon on keskkonnaministeeriumi juures asuv asjatundjate kogu, kes annab ministrile ja tema valitsemisala asutustele nõu maapõue küsimustes. Näiteks maapõue kasutusega seotud õigusaktide muutmisel, uute maavarade riigi poolt arvele võtmine, keerukamad uuringu- või kaevandusloa taotlused käivad maavarade komisjonist läbi. Samuti põlevkivi kaevandamisega seotud või suuremad ehitusprojektid, mida kavandatakse maavarade leiukohtadesse, näiteks tuulepargid turbatootmisaladel jne.

Komisjoni kuuluvad erialaliitude ja ametkondade esindajad nii keskkonnaministeeriumist kui ka majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumist (MKM), geoloogiateenistusest, keskkonnaametist, kohalikest omavalitsustest (KOV), Eesti looduskaitse seltsist, samuti tarbijakaitse ja tehnilise järelevalve ametist, Eesti ehitusmaterjalide tootjate liidust ning kaevandajate esindajad jne. See on lai foorum, kus on võimalik arutada mitmesuguseid olulisi maapõue kasutamise küsimusi, sealhulgas õigusaktide muutmisi.

Üks viimaseid teemasid oli riigi huvi defineerimine seoses ehitusmaavaradega. Vahel on juhtumeid, kus kohalikud omavalitsused on tugevalt kaevandamise vastu, aga riik tahaks seda liiva- või lubjakivimaardlat kasutada, ja nii tuleb riigi huvi mängu.

Tegelikult on ilmselt kaevandajate soovid olulisemad või jõulised kui riigi huvid?

Ma päris nii ei ütleks, MKM sei-

sab aktiivselt riigi huvide eest. Käsil on mitu suurt tee-ehituse projekti ja Rail Baltic ning maavarasid läheb seal kindlasti vaja. Teine suund on sekundärsete toormete kasutus, aheraine taaskasutus, näiteks võimalus kasutada põlevkivi aherainet Rail Balticu rajamisel.

Teisest Eesti otsast ehitusmaavarasid kohale vedada ei ole ka roheline. Keskmiselt peetakse toorme mõistlikuks veokauguseks 50 kilomeetrit karjäärist objektini. Seega võiks olla riigi huvi, et Rail Balticu trassi lähedal võetakse kasutusele olemasolevad liiva- ja kruusakarjäärid.



Vahel on juhtumeid, kus kohalikud omavalitsused on tugevalt kaevandamise vastu, aga riik tahaks seda liiva- või lubjakivimaardlat kasutada, ja nii tuleb riigi huvi mängu.

Ega maavarasid tee-ehituses vist kuigivõrd asendada ei saagi?

Üks võimalusi on põlevkivi aheraine. See asub oluliselt kaugemal, aga raudteetransport on olemas. Aherainet on võimalik purustada ja segada liivaga. Teadusuuringud on tõestanud, et seda saaks kasutada Rail Balticu trassi ehitusel. Sellega Eesti ettevõtted juba tegelevad.

Teine jäätmete liik, mis tuleb tee-ehituses kõne alla, on lubjakivi kaevandamisel tekkivad sõelmed. See on hästi peenike fraktsioon, mis jääb üle lubjakivi purustamisel. Senini ei ole osatud seda materjali eriti rakendada. Paljudes karjäärides on sõelmete puistangud olemas ja seda materjali saaks tulevikus suurte ehituste puhul kasutada. Samuti ehitiste lammutamise jäätmed – igal pool neid mater-

jale ei saa kasutada, aga kus võimalik, tuleks seda teha.

Need on positiivsed näited kaevandamisjääkide kasutamise kohta. Kui vaadata Euroopa riikide ehitusmaavarade taaskasutuse statistikat, siis keskmine mineraalsete jäätmete taaskasutamise protsent on ligi kümme, eesrindlikumates riikides, näiteks Prantsusmaal, Hollandis või Ühendkuningriigis, on see aga üle kahe korra suurem. Eesti jääb sealt selgelt allapoole.

Kuidas võiks liiva ja kruusa ringmajandus välja näha?

Võimaluse korral kasutame sekundärsid toormeid ning maavarasid rakendame sihtotstarbe järgi. Liiva ja kruusa kasutamine peaks sõltuma kvaliteediklassist. Kõige parema kvaliteediga liiv peaks minema ainult ehituseks: see on õige terasuurusega, vähese savisisalduse ja heade filtratsiooniomadustega. Sellise liiva kasutust üksnes ehituses on püütud suunata maksustamisega, kaevandamisõiguse tasudega: ehitusliiva kuupmeetri hind on kõrgem kui kehvemal, savikal täiteliiva klassil. Sellest tasust laekub üks osa ka KOV-ile.

Just, sest kaevandamisest tulenevad kahjud jäävad KOV-i kanda.

Peale kaevandamisõiguse tasu on veel muud keskkonnatasud, mis ongi mõeldud keskkonnakahju hüvitamiseks, näiteks vee erikasutuse ja saastetasu, millest samuti üks osa jääb KOV-ile. Kohalik kogukond peab kindlasti kaevandamisest kasu saama: muidu pole võimalik tunnetada, et kaevandamistegevus on tema tagahoovis põhjendatud.

Mul on siin ees Eesti karjääride ja kaevanduste kaart täna hommikuse seisuga. Siin on näha, et lisaks suurtele põlevkivi- ja paekarjääridele lei-

Alar Rosentau on sündinud 22. jaanuaril 1975. Lõpetas 1998 Tartu ülikooli geoloogina, kaitses samas 2001 magistri- ja 2006 doktoritöö. Doktoritöö käsitles jääpaisjärvede arengut Eestis. Töötanud 1999. aastast Tartu ülikooli geoloogia instituudis ning ökoloogia- ja maateaduste instituudis mitmesugustel ametikohtadel alates vanemlaborandist. Rakendusgeoloogia professor 2021. aastast. Kuulub rahvusvahelisse Kvaternaari uurijate liitu (INQUA), alates 2019 INQUA Eesti rahvusliku komitee esimees. 2014. aastast peale juhtinud maa- varade komisjoni. Eesti looduse- uurijate seltsi liige (alates 2005).

Foto: Toomas Kukk

dub kõikjal üle Eesti väiksemaid liiva- ja kruusakarjääre. See ongi mõistlik, et igas vallas oleksid liiva- ja kruusakarjäärid olemas. Neid materjale pole mõtet kaugelt kohale vedada: see oleks ressursimahukas ja loodustvaenulik, arvestades kütusekulu ja CO₂-jalajälge. Samamoodi toimitakse enam-vähem kõikjal maailmas. Iseasi on suured ressursid – fosforiit, põlevkivi – nende puhul rakendub teistmoodi loogika.

Eesti on ehitusmaavarade poolest üsna rikas liustike ja selle sulavee tegevuse tõttu. Kvaliteetsed liivad ja kruusad Eestis on just seotud liustike sulaveega, igal pool maailmas seda pole.

Fosforiidist võiks teha mitu ajakirjanumbrit ja me olemegi 30 aastat tagasi seda teinud. Ka praegusel ajal on üks põhiküsimusi: kas fosforiiti saab kaevandada nii, et me oma veestikku ja muud loodust põhjalikult untsu ei keera?

Nende küsimustega tegeleb praegu koostöös ülikoolidega Eesti geoloogiateenistus. Riigil on väga oluline saada kaasaegset infot oma strate-

Kvaliteetsed liivad ja kruusad Eestis on just seotud liustike sulaveega, igal pool maailmas seda pole.

giliste maavarade kohta ja uued riigi tehtud uuringud seda ka loodetavasti pakuvad. Fosforiit on ka Euroopa Liidu kriitiline toore, mistõttu on andmete kaasajastamine igati asjakohane tegevus.

Eraldi teema on võimalikud kaevandamistehnoloogiad. Praegu on kogu fosforiidiressurss Eestis arvel passiivse varuna ehk meil puudub kaevandamistehnoloogia, et seda maavara kaevandada, kaitstes põhjavett. Need keerukad küsimused ongi riigi geoloogiateenistuse uurida. Samamoodi toimetatakse ka paljudes teistes Euroopa riikides.

Uuringute põhjal kipub tekkima

mulje, et kindlasti rajatakse kaevandus. Üldse on kujunenud ettekujutus, et geoloog on õnnelik siis, kui tema töö tulemusena maavara välja tuuakse.

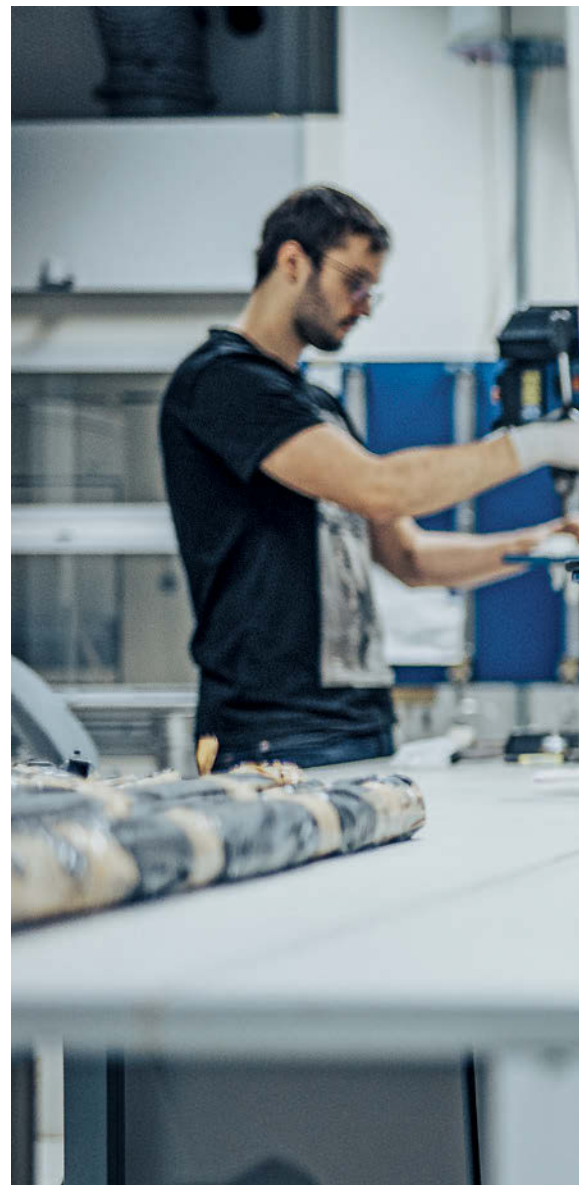
Kui tuua paralleel liiva-kruusakarjääride uuringutega, siis need on kaevandusettevõtete finantseerida ja see on ka mõistlik. Osast sellistest projektidest ei saagi asja, paljudest aga saab ja rajatakse karjäär. Strateegiliste ressurssidega on teistmoodi. Sellega tegeleb riigi geoloogiateenistus ja seal pole eesmärk tingimata kaevandus avada. Oluline on saada ajakohast teavet oma strateegiliste ressursside kohta.

Kas meil on maavarasid, millele pole üldse tähelepanu pööratud? Näiteks maagaasi?

Prangli saarel ja ka mujal on esinenud gaasi ilminguid, aga need pakuvad üksnes teaduslikku huvi. Maavarana need huvi ei paku.

Eestis on veel üsna avastamata maakoore sügavam osa ehk aluskord. Siin võib tulevikus tulla põnevaid avastusi. Aluskorra uuringutes on juba mõndagi alustatud. Uued puurimised on tehtud Jõhvi rauamaagi leiukohas, kuid metallirikkaid piirkondi võib meie aluskorras olla veel teisigi. Erakapitali toel arendatakse Paldiski pump-hüdroakumulatsioonijaama projekti; selle jaama rajamine võib meile tulevikus pakkuda eriti hea kvaliteediga killustikku, mida me praegu Soomest impordime.

Teine valdkond on merepõhja uuringud. Kliimamuutuste tõttu on üha aktuaalsem randade tagasitäitmise teema. Läänemere lõunaosas, Saksamaa ja Poola rannikul, on seda juba pikka aega tehtud. Seal võetakse randade täiteks liiva merepõhjast. Läänemere lõunaosas, kus jääajajärgne maakerge ei kompenseeri meretaseme tõusu, on vaja randu regulaarselt liivaga täita. Kliimamuutuste tagajärjel on merevee tase hakanud kiiremini tõusma, ületades juba mitmel pool Eestis maakerke kiirust. See tähendab, et tulevikus suureneb vajadus täita ka meie randu liivaga.



Siin oleks mõistlik ja nutikas variant tormidega ära viidud liiva merepõhjast randa tagasi tuua. Selline liivakasutus muutub tulevikus nähtavasti ka meil aktuaalseks.

Merepõhjast on Eestis ju liiva kaevandatud.

Jah, näiteks Naissaare lähedalt võeti Muuga sadama jaoks päris palju liiva merepõhjast. Kaevandamine merepõhjas võimaldab vähendada kaevandamiskoormust maismaal, kuid oma keskkonnavalajäl on ka sellel tegevusel. Liivased madalad alad merepõhjas on sageli olulised elupaigad, näi-



Alar Rosentau uurimas Rannametsa setteläbilõiget, kus on näha Litoriinamere liivade alla mattunud turbakiht. Liivad on kujunenud kiire meretaseme tõusu oludes ligi 8000 aastat tagasi



teks kalade koelmud, millele ei tohi liiga teha.

Merepõhjas leidub meil mitmesuguseid muidki maavarasid, aga neid ei ole lihtne loodussäästlikult kätte saada.

Meil on Soome lahest teada näiteks mangaanikonkretsioonide esinemine. Samasugused on ka süvaookeanides. Kui neid põhjast üles traalida, võib tekkida oluline keskkonnajälg. Nad paiknevad hajusalt laiali.

Milline on meie liiva-, kruusa- ja paekivivarude uuritus? Kas need

varud on hästi teada?

Üldiselt on hästi teada, aga uusi varusid tuleb ka juurde geoloogilise kaardistamise ja maavarauuringute tulemusel. Riigi korraldatava geoloogilise kaardistamise käigus selguvad perspektiivsed alad. Seejärel teevad maavara kaevandajad juba mitmel pool detailseid uuringuid.

Siiis selgub võimalik kaevandatav varu, maavara kvaliteet ja kasutusvõimalused. Nõnda saab võtta kasutusele uusi maardlaid. Seega on maardlate varu pidevas muutuses, ühelt poolt tekib varu uuringute käigus juurde ning teisest poolt kaevan-

datakse jälle ära. Liiva-kruusa ja paekivi kaevandamisel on väga oluline roll suhtlusel kohalike kogukondade ja KOV-idega.

Nendega tuleb teha mõistlik kokkulepe kaevandamise tingimustes, selleta pole mõeldav kaevandada. Kaevandusloaga lepatakse kokku paljuski, näiteks kohustuses teha ümbuskonna kaevude seiret või hooldada karjääri väljaveoteid.

Oluline on ka see, kuidas karjäär

oma eluea vältel välja näeb – see ei tohiks olla silma riivav ega kole paik. Kaevandajad saaksid siin ehk rohkem panustada, alustades juba kaevandamise ajal karjääri korrastamise töid. Liiva-kruusakarjääride kestus on tavaliselt kuni 15 aastat ja paekarjääridel kuni 30 aastat. See on päris pikk aeg, mille vältel tuleb kohalikul kogukonnal karjääriga koos eksisteerida.

Uurimist vajavad ka sekundaarsed toormed, millega saaks osaliselt asendada liiva ja paekivi mahutusi. Põlevkivi aheraine ja sõelme kasutamisest oli eespool juttu. Põlevkivituha uuringuid on tehtud juba mõnda aega, aga taaskasutuse protsent on endiselt väga väike. Eesti Energia 2020. aasta aruandes oli põlevkivituha taaskasutuse määr alla viie protsendi.

Tähtis maavara on vesi. Kui palju on viimasel ajal sellega tegeletud?

Kvaliteetne põhjavesi läheb maailmas üha enam hinda. Põhjaveevarude uurimisega tegeleb aktiivselt geoloogiateenistus, kaasates olulisel määral Tartu ülikooli kompetentse.

Kui hea on Eestis koostöö ülikoolide ja geoloogiateenistuse vahel?

Ütleksin küll, et meil on väga hea koostöö. Meie üliõpilased käivad teenistuses praktikal ja palju on koostööd teadusprojektides. Meie doktorantide uurimisprojektid on seotud riigile ja geoloogiateenistusele tähtsate uurimisteedadega, näiteks maapõueressursside väärindamine või põhjaveeuuringutega seotud teemad. See on mõistlik koostööformaad, sest ülikoolidel on olemas vajalik *know-how* ja teadusaparatuur, mida saab riigile oluliste probleemide lahendamiseks kasutada. Geoloogiateenistus on ka oluline tööandja meie noortele doktorikraadiga teadlastele.

Kas liiva- ja kruusavarude uurimine tundub piisavalt teaduslik? Pigem vist eelistatakse tõsisemat teadust?

Otseselt varude uuringutega ülikool ei tegele – selleks on geoloogiliste uuringutega tegelevad ettevõtted –, küll aga uute uuringumeetodite katsetamise ning liiva ja kruusa kujunemise ja sellega seotud protsesside tundmaõppimisega. Üks põnev teema on vanad rannamoodustised, mille uuringute põhjal on võimalik hinnata jääajajärgse maotõusu kiirust ja selle muutusi ajas ning mereveetaseme pikaajalisi muutusi Läänemeres.

Kas rannamoodustistes on veel midagi uurida? Meenub, et 1950.–1960. aastatel avaldas näiteks Helgi Kessel asjaomaseid monograafiaid.

Foto: Peeter Paaver



Helgi Kesseli sulest on ilmunud olulisi uurimusi Läänemere arenguloo ja vanade rannamoodustiste kohta. Aeg on vahepeal edasi läinud ning suure arenguhüppe on teinud nii teadusaparatuur kui ka näiteks kaugseire andmestikud, mida Helgi Kesselil kasutada polnud. Kaugseire andmestikes on näiteks väga oluline koht aerolaserskaneerimise kõrgusandmetel, mis võimaldavad varasemast palju detailsemalt uurida vanade rannamoodustiste morfoloogiat ja kaardistada aastatuhandeid vanade rannajoonte kulgemist ning hinnata jääajajärgse maotõusu kiirust. Aga georadariga on praegusajal võimalik heita ka detailne pilk rannamoodustiste siseehitusse.

Uusi meetodeid rakendades tuleb ka uusi avastusi. Näiteks üks viimaste aastate põnevaid leide on Pärnu jõe vana sāngi avastamine Pärnu lahe põhjast, kilomeetreid eemal nüüdsest suudmest. Sāng kujunes merepõhja ajal, kui maailmamere veetase oli praegusest madalam. Sāngi orgaanikarikkad setted kujunesid ligi 9000 aastat tagasi, ajal, mil Pärnu jõe ääres paiknes Sindi-Lodja keskmise kiviaja hülgeküttide asulakoht. See tähendab, et ka Eestis võiks olla potentsiaali leida kiviaja asulakohti, mis on jäänud mere alla. Niisuguseid asulakohti on teada näiteks Saksa, Taani ja Lõuna-Rootsi vetest ja nende eripära on arheoloogilise materjali väga hea säilivus anae-roobsetes tingimustes.

Võrrelduna nõukogude ajaga on avar-dunud võimalused teha laialdaselt rahvusvahelist koostööd. Sellel suvel saime valmis ulatusliku uurimuse

Läänemere veetaseme muutuste ja selle indikaatorite, sealhulgas vanade rannamoodustiste kohta Holotseenis. Uuringus osalesid kõigi Läänemere-äärsete riikide teadlased ning ühtse metoodika alusel õnnestus dokumenteerida üle tuhande meretaseme indikaatori. Selle interdistsiplinaarse uuringu tulemused on võimaldanud täpsustada Läänemere piirkonna maotõusu pikaajalisi muutusi, mida on vaja teada nii paleogeograafiliste rekonstruktsioonide kui ka merevee taseme tõusu tulevikuproгноosi-de tegemiseks.

Maailmamere taseme tõusust on palju räägitud. Aga Eestis ei anna see vist siiani kuigi palju tunda?

Oleme Eestis aastatuhandeid nautinud olukorda, kus maotõusu kiirus ületab merevee taseme tõusu kiirust, ent see trend on juba hakanud pöörduma. Aeglasema maakerkega piirkondades, näiteks Pärnu ümbruses, on juba merevee taseme tõusu kiirus esimesest suurem. Hiiumaal aga domineerib endiselt maotõus.

 **Merevee taseme tõus kiireneb kliimamuutuste tõttu: sajandiga on tõus ligi kahekordistunud.**

Merevee taseme tõus kiireneb kliimamuutuste tõttu: sajandiga on tõus ligi kahekordistunud. Praegune globaalne keskmine on 3,6 millimeetrit aastas. Samas, Eesti alal on ka varem olnud perioode, mil meretaseme tõus on ületanud maotõusu. Näiteks Pärnu piirkonnas jäid meretaseme tõusu tõttu vee alla Sindi-Lodja mesoliitilised asulakohad. Peamine põhjus oli siis Põhja-Ameerika mandriliustiku kiire sulamine. Merevee taseme tõusu tõttu hakkavad tormid ja üleujutused tulevikus ulatuma tõenäoliselt kõrgemale ja kaugemale kui seni. Selleks peame valmistuma.

Kas noori geolooge tuleb ikka peale? Kas geoloogia on perspektiivne õppevaldkond?

Viimastel aastatel on keskkonna ja maapõue valdkonna ettevõtted avaldanud päris palju töökuulutusi, kohati on kvalifitseeritud spetsialistidest isegi puudus. Päris paljud ettevõtted, kes tegelevad keskkonnauuringutega, vajavad oma meeskonda maapõue-teadmistega spetsialiste.

Mitmesuguste ehitusprojektide jaoks on vaja spetsialiste, kes tunneksid ehitiste all paiknevaid setteid ja kivimeid ning nende tugevusomadusi. Samuti on olulised teadmised põhjavee ja selle liikumise kohta, et projekteerida suurkaevu. Suureneb vajadus spetsialistide järele, kes tunnevad ja oskavad analüüsida sekundaarseid toormeid ja kaevandamisjääke. Need on vaid mõned näited.

Et olla valdkonnas edukas, on tähtsad ka ajakohased digioskused, mida üritame ülikoolis aktiivselt õpetada. See puudutab näiteks oskusi kasutada maapõue ja põhjaveega seotud avaandmeid. Samuti oskust analüüsida mahukaid kaugseireandmestikke ning koostada digitaalseid plaane ja kaarte. Ka visualiseerimisesannete lahendamine on tähtis, kas või näiteks selleks, et saada ülevaade, milline näeb lubjakivikarjäär välja pärast korrastamist. Maapõue digivaldkonnas pakume täiendusõpet neile, kes soovivad oma teadmisi selles valdkonnas ajakohastada. Järgmine täienduskoolitus algab juba selle aasta novembris.

Kunagi tuldi geoloogiat õppima rändamisvõimaluste pärast: Nõukogude liit hõlmas kuuendiku planeedist. Kui palju praegu kaugemal käiakse?

Kõik meie tudengid saavad võimaluse osaleda vähemalt ühel välispraktikal. Selle aasta suvel toimus see Hispaanias. Eriala magistrantidega on talvel plaanis käia Lõuna-Soomes ühes geopargis ja allmaakaevanduses. Samuti on igal suvel üliõpilaste välipraktikad Eesti mitmetes paikades. Arvan, et need välipraktikad nii Eestis kui ka kaugemal on üliolulised, need võimaldavad ise näha, katsuda ja kogeda looduse mitmekesisust. ■



Üks peenar on kaetud põhuga, teine peenar aga põhu ootel, selle kõrval asub talirukkiga peenar ning kõige ääres veel kasvava kultuuriga ehk hilisügisest lehtköögiviljadega peenar. Peenra katmine väldib erosiooni, orgaanika toidab lagunedes mullaelustikku ning aitab pikema aja jooksul kujuneda õhulisel mullal

Keskkonnahoidlik väetamine – miks ja kuidas?

Martin Tikk

Kes ei sooviks vähema tööst rohkem saaki saada! Ent mis on selle hind? Suur saagikus oleneb paljudest kontrollimatutest teguritest, nagu sademed ja temperatuur, kuid väetistega on võimalik kontrollitult saaki suurendada. Missugused väetised on jätkusuutlikud ja kuidas neid kasutada?

Thüneni metaanalüüs (2019) toob esile, et nii ressursi- kui ka keskkonnanakasutuse näitajate poolest on tavatootmisest märksa parem majandada ökoloogiliste põhimõtete järgi. Üks mahepõllunduse ja muude säästvate, keskkonnahoidlike põllumajandus-

viiside eeliseid on asjaolu, et mahe- dalt majandatav maa võib rohkem omastada atmosfäärist süsinikdioksiidi ja seda pinnasesse siduda, suurendades mulla orgaanilise süsiniku taset [1].

Väljdi turba ja mineraalväetiste tarvitust. Kuigi üldjuhul tasub eelistada orgaanilisi väetisi, tuleb ka nendega tähelepanelik olla. Nüüdseks on teada, et turbal põhinevad väetised pole kestlikud. Eesti maaülikooli taimakasvatuse ja taimibioloogia õppetooli dotsendi Liina Talgre sõnul ületab kehtestatud aastane turba kasutusmäär üle kuue korra turba juurdekasvu veel säilinud looduslikes soo-

des. Kuivendatud soos turvast juurde ei teki, vaid turvas laguneb.

Liina Talgre täiendab: „Aiandus- turba ja mulla parandamiseks kasutatavate turbaväetiste tootmine eeldab soode kuivendamist. Selle tagajärjel on Eestis rabade ja siirdesood CO₂ emissioon suurenenud üle kahe korra võrreldes sellega, kui need alad oleksid endiselt looduslikus olekus. Eesti turbamaad on muutunud CO₂ sidujatest CO₂ emiteerijateks.“

Ökokogukonna aednik Liina Järviste selgitab, et samuti ei tasu kasutada mineraal- ehk kunstväetisi. Neil on kiire toime, ent pikemas perspektiivis häirib kunstväetiste tarvitus mullaelustiku normaalset toimimist. Kunstväetised satuvad kergesti põhjavette ja veekogudesse ning tekitavad reostust.

Mineraalväetised on toodetud taastumatutest maavaradest fossiilkütuseid kasutades. Toimides nuti-

kalt – rakendades viljavaheldust, vältides monokultuure, kattes ja toites mulda orgaanikaga –, on võimalik hoida ja suurendada mulla viljakust. See võib küll olla pikem ja käänulisem rada, kuid see tee viib meid loodushoidliku eluni.

Paranda saagikust tarkade töövõtetega. Maaeluministeeriumi maakasutuspoliitika nõunik Merili Simmer tõdeb, et koduaias saab taimede kasvu toetada ka käepäraste vahenditega. Enne kui haarata poeriulilt suurt taimekasvu lubav pudel, tasub vaadata, ehk leidub koduski midagi, millega taimi turgutada.

Kahtlemata peaks kompostima toidujäätmed, näiteks tavapärasel moel kuhjas, kuhu tuleb kindlasti panna vahele süsinikurikkaid materjale, s.o lehti, paberit, põhku, heina, saepuru vms, et kompost korralikult käima läheks. Samuti võib teha vihmaussi-komposti või hapendada toidujäätmeid (Bokashi-meetod). Lehtedest saab puhta seemnevaba komposti, millega on hea taimi ette kasvata-da, et vähendada turvapõhiste kasvu-substraatide kasutust.

Kuivatatud munakoored on hea kaltsiumiallikas, samuti saab anda juurde mineraalaineid, kui kasutada õhukese kihina tuhka või segada seda komposti hulka. Väga hästi toetavad taimede kasvu ja toimivad kahjuritõrjena mitmesugused taimsed leotised, enim tuntud on nõgese- ja varemerohuleotis. Õigupoolest saab paljusid tülikaid umbrohte sel viisil väetiseks muuta. Kui tõesti tundub, et taimel on midagi puudu, võib kasutada vetikaleotist, kus leidub kõiki taimele vajalikke mineraalaineid.

Merili Simmeri nõuande järgi võiks koduaias ja ka suurtootmises rohkem kasutada vahelukultuure: taimesegusid, mida külvatakse pärast põhikultuuri, näiteks pärast sibula või küüslaugu koristamist, sügistalviseks või varakevadiseks ajaks, kui muld oleks muidu taimkatteta. Need vahelukultuurid aitavad vähendada toitainete leostumist ja rikastavad mulda orgaanikaga. Oluline on hoida elavaid juuri mullas võimalikult pikka aega,

sest taimed toidavad mullaelustikku oma juureeritistega, milles leidub küllaltki palju suhkruid. Kui mullas on palju elu, suudab see vastutasuks pakkuda taimele just neid toitaineid, mida taim vajab, ning kaitseb taimelajude haigustekitajate eest.

Mineraalväetiste tarvitus par-sib mullaelustikku ja muudab taimed väetistest sõltuvaks, pealegi on nende valmistamine nõudnud tohutul energiat ja paisanud õhku palju kasvuhoonegaase. Metsas ei käi keegi väetamas, kõik on ringluses, kõik kasvab ja annab saaki. Samamoodi, loodusega kooskõlas, on võimalik toimetada ka koduaias.

Liina Talgre rõhutab, et muu hulgas on tähtis viia turvasmullad rohumaa alla ja hoida neid rohumana. Kindlasti tuleb silmas pidada õigesti kavandatud külvikorda, milles toitaineid koguvad kultuurid vahelduvad suure toitainenõudlusega kultuuridega. Ühtlasi peab soodustama mulla elurikkust, sest selle kahanemine mullas vähendab mulla viljakust ja halvendab tema seisundit, mis on kogu tootmise alus.

Mõtle aia heaolule ja enda tervisele. „Tark ja loodushoidlik aednik kasvatab esmalt mulda ja alles siis taimi. Taimede elujõud ja tervis ning sestap ka inimeste tervis sõltub sellest, milline on muld. Kui tavaliselt mõeldakse parema saagi saamiseks esiteks väetada, siis tark aednik alustab mulla hoidmisest. Ta toetab mullaelustikku, mis aitab taimedel toitaineid mul-last kätte saada,“ jagab soovitusi Liina Järviste.

Tark aednik hoolitseb aia elustiku ja mulla eest aasta läbi. Oluline on katta peenraid kogu aasta vältel. See aitab vältida erosiooni, orgaanika toidab lagunedes mullaelustikku ning aitab pikema aja jooksul kujuneda õhulisel mullal, mis hoiab hästi vett.

„Praegu rakendatakse mulla huumusvaru säilimist või suurendamist soodustavaid põllumajandusprakti-kaid ikkagi ebapiisavalt. Orgaanilise aine säilitamiseks ja suurendamiseks mullas tuleb rohkem tähelepanu pöo-rata viljavahelduse järgimisele ning

libliköieliste kasvatamisele külvikor-ras. Libliköielised rikastavad mulda lämmastikuga ja teiste elementide-ga ning orgaanilise ainega, suurendavad mulla bioloogilist aktiivsust ja parandavad mullastruktuuri,“ toonitab Liina Talgre.

Leostunud taimetoitainete tõttu on eelkõige nitraaditundlikul alal nitraatide sisaldus põhjavees suurenenud, osa järvi ja rannikumeri on endiselt eutrofeerunud. See on omakorda oht inimeste tervisele ja laiemalt elurikkusele.

Euroopa mahetootjaid ühenda-va organisatsiooni IFOAM EU (2016) andmetel hõlmab 40% EL-i põlluma-janduse heitest sünteetiliste pestitsiidide ja keemiliste väetiste tootmine; neid kasutatakse toidu ja loomasööda kasvatamiseks. Senini on mineraalväetiste tarvitus põllumajanduses suurenenud. Lämmastikväetiste ühekülgne ja rohke kasutamine muudab mullad happelisemaks. Ent näiteks Eestis on lämmastikväetiste tarvituse tõhusus alla 70%. Selle tagajärjel leostub läm-mastik vette. Samas on muldi, kus on tekkinud kaaliumi- ja fosforipuudus ja vähenenud mulla huumusvaru.

„Sageli soovitatakse mulla paran-damise eesmärgil lisada oma aiamaa-le turbal põhinevaid kasvumulda-sid või kunstväetisi. Meie looduse ja ühise koduplaneedi hoidmiseks soovitatakse sellest võimaluse korral hoidu-da. Turvapõhised kasvusubstraadid võivad küll olla head taimedele, ent mitte meie planeedile,“ paneb Liina Järviste südamele.

Aednikuna viib sihile nutikus ja kohanemine muutuvate keskkon-na-olude ning uusima infoga. Koduaias toimetades on rohkem aega mõelda mulla heaolule, elurikkusele ja meie kõigi ühise planeedi seisundile. ■

1. Sanders, Jörn; Heß, Jürgen (red.) 2019. Leistungen des ökologischen Landbaus für Umwelt und Gesellschaft. 2. überarbeitete und ergänzte Aufl. Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Rep 65. www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-report/Thuenen_Report_65.pdf.

Martin Tikk (1997) on EMÜ rohelise üli-kooli peaspetsialist, kaitsnud Eesti maa-ülikoolis magistritöö.



Suur nokatäis

Kaameraga looduses liikudes märkan tihti, et üks või teine tuttav metsatukk on tundmatuseni muutunud või sootuks maha võetud. Nii ka sel kevadel, kui „Vereta jahi“ ajal võtsin ette tee Kaibaldi liivikule Hiiumaal.

Tee äärest olid puud maha võetud, ometigi oli kuulda rähni toksimist. Ent esialgu polnud näha kedagi. Otsisin rähni kaugemate puude otsast, aga ei midagi. Sain aru, et heli allikas asus kummalselt madalal. Allapoole ja lähemale vaadates märkas, et ühe värske-mapoolse kännu seest lendab laaste. Peagi ilmus nähtavale suur-kirjurähni pea, mis kadus taas. Jälle lendasid laastud. See kordus veel mitu korda, kuni pea ilmus viimast korda, priske maiuspala noka vahel. Ilmselt hetke nautides neelas rähn tõugu alla ja kadunud ta oligi.

Olen armastanud kulgeda koos kaameraga alates koolipoisipõlvest 1980. aastate keskel. Esialgu sai käidud peamiselt metsas ja mere ääres, kuid nüüd võluvad ka linnad ja inimesed. Olen töötanud fotograafina Linnalehes. Olen võitnud fotovõistlustelt mõne auhinna ja teinud paar isikunäitust; ühte neist võib praegu näha Lihula Konsumis. Au on olnud kuuluda võistluse „Looduse aasta foto“ žüriisse.

Juuresolev ülesvõte on tehtud hübriidkaameraga Canon EOS R5, teleobjektiiviga EF 100–400 mm F 4.5–5.6 L IS USM II, millele on lisatud 1,4× telekonverter. ISO 4000, säriaeg 1/1600 s, ava F/9.

Heiko Kruusi



Põldude merest tõusev Takjamägi koondab linde ja loomi ning meenutab üht toreda nimelooga eestimeelset agronoomi

Raudvere Takjamägi: oas sulelistele ja karvastele

Juhani Püttsepp

Rakvere linna ümbritsevas tihedas teedevõrgus õige raja leidmine võib GPS-seadmeid eiravale matkajale olla väike probleem, kuid viibime ju Pandivere tihasustusalal, mitte Texase preerias, kuhu eksisid romaani „Peata ratsanik“ kangelased poolteist sajandit tagasi.

Ühel hetkel paistab ta selgelt üle septembrilõpu kõrrepõllu ja meenutab kohe kutsuvat rabasaart või metsaga kaetud laidu meres – Takjamägi Raudvere külas. Vast kakssada meetrit pikk, sada meetrit lai kungas ja Pandiverele iseloomulikult kaunis kivine. Näeme maakive, mida põlumees, põline rikas, aegade jooksul väljadelt Takjamäele kokku on vinna-

nud. Näib, et Takjamäe kuused, mändid ja kased kasvavadki otse munakatel, aga ei, see on ikkagi moreenkungas (kõrgus 85,3 m), seesuguseid leidub Rägavere ümbruses teisigi.

Mägi paistab kui eluoas kesk laiuvat põllumajandusmaastikku. Jäljed näitavad, et paigas on käinud karu. Huviliste lähenedes paneb sealt jooksu priskete jäneste paar ja puulatvade kohale tõusevad hoiatavalt hüüdes viud.

Rohkem kui takjaid näeme Takjamäe servades küll arujumikaid. Ja muidugi näeme metsa, kus osa kuuski on üraskite tegutsemise tõttu kuivanud.



Kuldsetel sädesamblikel ja mustatäpistel kaartsamblikel on Takjamäe kivil del olnud aega atra sättida



Toomas Takjas 1924. aastal Virumaa Kohala kooli õpetajana



Takjamäe serv näeb oma kivikuhjadega välja kui mererand

„Et see kivine kungas põllumaaks ei sobinud, istutas peremees sinna metsa, mida hiljem Rägavere kooli lapsed lõunapoolsel küljel täiendasid. See oli Eesti esimese iseseisvuse ajal, kui koolides tehti selgitustööd kodukaunistuseks,“ seisab Takjamäe kohta kirjas raamatus „Pärandkultuur Sõmeru vallas“ (2014).

Ülalmainitud metsaistutaja oli Raudvere küla Kristjani talust pärit Toomas Takjas (1900–1987), Tartu ülikooli lõpetanud agronoom, 1937. aastal kokku tulnud Eesti rahvuskogu liige.

Tänu Rakvere valla koduloo-

huvilisele heakorraspetsialistile Maia Simkinile, kes on ka üks Sõmeru-raamatu koostajatest, saame jutule Kaja Kleini, Toomas Takjase tütrega.

Selgub, et Takjaste suguselts pärinebki Virumaalt, selle nime kandjaid on enim elanud Viru-Nigula kandis. „Esivanem läks mõisasse nime saama, kuuerevääril takjanupp,“ selgitab Kaja Klein perekonnanime päritolu.

Toomas Takjas töötas Viru maakonna agronoomina. Nõukogude okupatsiooni alates tembeldati ta kulakuks, kuid pääses küüditamisest. Pärast sõda töötas ta kodukandist eemal, Tartumaa majandites.

Eesti Vabariigi taaskehtestamist Toomas Takjas ei näinudki, kuid see uus aeg kinnistas ta nime künkale, kus ta kunagi oli metsa istutanud, ja mille nüüd võivad kõik leida ka näiteks maa-ameti kaardilt.

Muuseas, Toomas Takjase lapselaps bioloog Lauri Klein, kes töötab Eestimaa looduse fondis nahkhiirte kaitse projektijuhina, on mäelt viinud oma Tallinna lähedal asuvasse koju kasvama mõned noored männid ja pihlakad. ■

Juhani Püttsepp (1964) on bioloog ja kirjanik.

A misty landscape with a pond reflecting the sky and trees. The foreground is filled with tall, dry, golden-brown grasses. In the middle ground, a calm pond reflects the overcast sky and the silhouettes of trees on the opposite shore. The background is a misty forest of tall, thin trees. The overall mood is serene and quiet.

Looduse ilu



Foto: Margit Möttus

Arne Ader

*Olgu ilu, mida sa armastad,
see, millega sa tegeled.
Selleks, et suudelda maad,
on tuhandeid viise.*

Rumi

Looduse ilu on kord ülistatud, kord alavääristatud. See, mida me näoaramatus rõõmuga laigime, võib jääda päris elus väljateenitud tähelepanuta niipea, kui mängu tuleb raha. Ometigi on looduse ilu vahest see olulisim põhjus, miks Maale sündida ja siin elada.

Inimese kõige imelisem meel on ilumeel. Muidugi me ka näeme, kuuleme, maitseme, haistame ja kombime. Ent ilumeel hoomab hetkega midagi palju suuremat, ehitades silla ainelise ja vaimse vahele. Iga eluvorm või maastik, mille kaudu ilu end ilmutab, võib olla võluaken vaimsesse ilma.

Ilu võiks olla ühtlasi looduse väärtustamise esimene ja peamine mõõdupuu. Meie teaduspõhine ilmavaade seda paraku ei soosi. Ilu on subjektiivne, selle hindamiseks ei ole sobilikku mõõteriista. Tegelikult on see mõõdik inimene ise, aga kalibreerimata inimhinge pole kombeks usaldada.

Siis ei tasugi imestada, kui me seisame järjekordsel metsakoosolekul, kõrvad lontis ja sabad sorgus. Seal meile seletataksegi, et looduse ilu pole kaalumist väärt, aga lage-raiest saadav rahaline tulu on praegu ikkagi oluline. Meie viimaseks ölekõrreks jääb tormata ummisjalu metsa, et otsida kotkaid, kuldkingasid ning haruldasi samblaid ja seeni. Niiviisi metsa ilu liikideks ja arvudeks tükeldades võib meil isegi olla lootust metsa kaitsta.

Me elame arvude ajastul. Oleme kaugenenud elust, et flirtida arvude ja numbritega. Me muudkui mõõdame ja mõõdame ning hiilimisi muutuvad

asjad meie ümber arvudeks ja arvutiteks. Meie telefon on juba ammugi arvuti. Fotokaamera samuti. Ka mõni külmkapp on juba arvuti. Inimestelt küsitakse nüüd nime asemel isikukoodi ja igal lambal peab olema number kõrvas.

Arvud on digiajastu vundament. Ent märgiline virtuaalmaailm pole iseenesest hea ega halb: see on vaid tähelepanuvõimendi. Külvad halba, lõikad vihkamist. Külvad müra, lõikad segadust. Külvad head ja ilusat, lõikad armastust. Ja oled üha enam see, mida sa telerist ja internetist vaadad. Teleprogrammid ja meediakanalid suudavad meid programmeerida nii vihkama kui ka armastama.

Oleme teelahkmed, kus on viimane aeg suunata pilk ilu, headuse ja armastuse poole. Igaüks saab selleks midagi teha, ühiskonna vaimne ärkamine algab igast inimhingest. Meie piiratud tähelepanu tõttu oleks mõistlik omandada natuke vähem kooliteadmisi ja natuke rohkem märgata, saades ehtsaid äratundmisi meie suurimalt õpetajalt loodusest. Sedamoodi toimetades hakkaksime vahest rohkem tähele panema ka looduse ilu, mis tiivustab meid loodust armastama.

Inimene, *Homo sapiens*, peaks eeldatavasti olema 'tark inimene'. Tark ei torma. Las arvutid mõtlevad kiirelt, tõttamine on robotite pärusmaa. Tark inimene mõtleb aeglaselt ja mõnikord üldse mitte. Mõelda on vaja siis, kui on tarvis robotit parandada. Ent seejuures jäägu aega imetleda looduse ilu: vahtida pilvi, vaadelda loomi ja lilli või lihtsalt molutada. Tark inimene on 'imetlev inimene'.

Ja kui me alatasa imetleme, siis püsime ühtlasi elus. Siis püsib elus ka meie ümbrus, meie mets. Eesti keel väljendab elus püsimist üllatavalt täpselt: olla elus tähendab olla elu sees ehk siis olla ühe ja ainsa elu sees! Ja olemine elus on ühtlasi elamine ilus – ilu sees. No mis meil võiks kõige selle vastu olla? Selleks et suudelda maad, on õnneks tuhandeid viise. ■

Arne Ader (1963) on loodusfotograaf, bioloog, looduse populariseerija ja hoidja.

Õpilased saavad astuda teadlase kummikutesse



Tartu ülikooli Eesti mereinstituudi vanemteadur Helen Orav-Kotta juhendab töövarjulasi, kuidas rannikumerest proove koguda

Liina Vakrööm

Tänavu suvel sai üheksa loodus- ja teadushuvilist noort võimaluse saata eri valdkondade teadureid töövarjuna nende igapäevatöös, et näha, mida põnevat teadusasutustes nii välitöödel, laboris kui ka hoidlates tehakse. Kõik osalenud 14–19-aastased töövarjulised õpivad UNESCO ühendkoolide võrgustiku „Läänemere“ projektiga liitunud koolides, mis korraldab igal aastal rahvusvahelist Läänemere-teemalist veebiviktoriini. Selle võitjad saavad valida kõige huvipakkuvama teaduri, kelle juurde päevaks või kaheks minna.

Töövarjupäevi on korraldatud juba neli aastat. Sel suvel käidi näiteks Saaremaal Harilaiul, Tallinna lähel ja Tartus rahvusarhiivis. Töövarjupäevad on mõeldud selleks, et noored saaksid paremini mõista Eesti teadlaste igapäevatööd, rakendada koolis õpitut ja mõelda akadeemilisele karjäärivalikule.

„Loodetavasti saavad mõned neist teaduspisiku ja kaaluvad pärast kooli lõpetamist vastava eriala õppi-

mist. Või hoopis leiavad endale huvitava teema kooli uurimistööks. Ka sel aastal ootab novembris toimuva Läänemere veebiviktoriini parimaid ainulaadne võimalus minna töövarjupäevale enda valitud teadlase juurde. Seega ootame uusi teadushuvilisi noori osalema ja teadusasutusi neid võõrustama,“ võtab tulevased plaanid kokku kõnealuse projekti koordinaator Maria Ivanova.

Mõned osalenud õpilastest näevad end peale töövarjukogemust hea meelega teadusasutuses töötamas, osa tunneb huvi pigem mõne kõrvaleriala vastu. Teaduritöö positiivsete kogemustena mainitakse ka võimalust õues liikuda, ringi reisides Eesti loodust näha ning rakendada ajakohaseid tehnoloogiavahendeid, mis on kõigile jätnud sügava mulje.

Juba aastaid „Läänemere“ projekti kaudu töövarje võõrustanud geograaf ja ökoloog Are Kont usub, et peagi üldhariduskooli lõpetavale noorele inimesele on see hea võimalus kogeda, mida eri valdkondade teadlased uurivad.

„Meil on seni olnud töövarjud kolmel aastal ja kõigil kordadel on nende-

ga koos tegutsemine olnud, vähemalt meile, väga tore. Nad on koos meiega teinud mõõtmisi, nii diferentsiaalse kohamäärangusüsteemi kui georadariga, aidanud teha kaeve- ja puurimistöid, sõitnud paadiga merel abilistena ning loodetavasti ka üht-teist õppinud. Nad on olnud huvitatud meie tegemiste eesmärkidest, oleme neile hea meelela jutustanud kõrgkoolis õppimisest, järgnevast kraadiõppest ning teadlase elust. Minu arvates on töövarjundus igati tervitav noorte ettevalmistamisel iseseisvaks eluks. Üks mu kolleeg on kõigil kordadel enne lahkuminekut saanud töövarjudele täiesti siiralt öelda, et tervitage oma vanemaid, kes on teid nii hästi kasvatanud!“ räägib Are Kont.

Oma muljeid ja kogemusi jagavad õpilased ise.

Heleriin, Tartu ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudi geoloogia peaspetsialisti Kairi Põldsaare töövari: „Sain teada, et geoloogi töö on väga oluline ja mitmekülgne. Palju on tööd arvutis, näiteks erinevate jooniste tegemisel, kuid käiakse ka välitöödel ja töötatakse



Geoloog Kairi Põldsaar (vasakul) ja töövარი Heleriin

se laboris, kus töödeldakse kive, et neid saaks edasiste uuringute jaoks kasutada. Sain kasutada mikroskoopi ja kivilõikuriga kive lõigata ning neid õigesti käsitsi lihvida. Mulle meeldib geoloogi töö mitmekülsus ja vaheldus, eriti aga praktiline osa, tahaksin millalgi välitöödele kaasas minna. Tahan tulevikus minna ülikooli mingit loodusala õppima ning nüüd on geoloogia kindlasti üks valikutest.“



Töövარი Lii, meremuuseumi sadamakahten Lauri Väinsalu ja teadur Priit Lätti (paremal)

Lii, Eesti meremuuseumi teadur Priit Lätti töövარი: „Jäin väga rahule, et sain näha selle ameti eri külgi ja telgitaguseid ehk milline arheoloogide töö sees ja õues välja näeb. Näiteks milliseid sonde on olemas, kuidas neid kasutada, aga ka seda, kuidas pannakse kokku näitust. Väga põnev oli kuulata kõike seda, mida avalikus tavaliselt arheoloogi töö kohta ei kuule! Sain juhtida sondi ja natuke ka kaatrit, see meeldis mulle väga. Kahjuks ma ilmselt ei näe ennast sellel alal töötamas, kuid tunnen, et tahaksin aidata sel alal töötavaid inimesi, näiteks luua uuringuteks uusi tehnoloogiaid või muud sellist. Saada selline võimalus on väga vägev! Ameti telgitaguste nägemine muudab ameti enda palju põnevamaks.“



Töövარი Anette ja rahvusarhiivi personalijuht Sigrít Mahla (paremal)

Anette, rahvusarhiivi kogumis- ja säilitusosakonna töövარი: „Sain teada, kui oluline koht on rahvusarhiiv. Selles säilib suur osa Eesti ajaloost. Kogumisosakonnas korrasatakse ning märgistatakse info, et seda oleks hõlpsam leida, säilitusosakonnas vajadusel ka taastatakse dokumente. Sain kogumisosakonnas materjali sorteerida ja säilitusosakonnas õppisin, kuidas lagunenud arhiivaali taastada. Mulle väga meeldis nii kogumis- kui ka säilitusosakonna töö, eriti säilitusvaldkond, kuna seal oli võimalik vanu asju vähemalt osaliselt taastada. Ma ei välista, et tulevikus on minu töökoht nimelt rahvusarhiivis.“



Keskkonnaagentuuri spetsialistid Jaan Tammepõld (vasakul), Bärbel Vandell (keskel) ja nende töövარი Helena

Helena, keskkonnaagentuuri hüdroloogia ja ilmavaatluste osakonna töövარი: „Võõrustajad jagasid rohkelt informatsiooni, kuidas käib jõgede veetaseme ja vooluhulga mõõtmine eri seadmetega. Samuti räägiti tegevustest kontori poolel ning miks jõgede veetaseme ja voolutugevuse hindamine üldse oluline on. Sain ise jälgida välitööde mõõtmisi ning mõõta veetemperatuuri ja veetaset. Ma ei näe ennast tulevikus just kindlasti hüdroloogia alal töötamas, kuid ma tean nüüd täpselt, mida ma selles töös väärtustan, ja kuhu edasi liikuda.“



Töövարjude juhendaja geoökoloog Hannes Tõnisson rannikut vaatlemas

Mona, Tallinna ülikooli ökoloogia keskuse vanemteadurite Are Kondi ja Hannes Tõnissoni töövარი: „Tahtsin töövärjupäeval osaleda, sest see aitab mul ilmselt otsustada, milline mu tulevik välja näeb. Are ja Hannes alati seletasid arusaadavalt ja loogiliselt, kui millegi kohta pärisin, ega pannud pahaks, kui esitasin mõne rumala küsimuse. Nendega oli lihtne igasugustest teemadest rääkida, kuna nende teadmised olid laialdased. Sain teada, kuidas tekivad rannavallid, kuidas määratakse liivatera vanust, kuidas rannajoon ja selle profiil on aastate jooksul tekkinud ja kujunenud ning kuidas neid jäädvustada. Õppisin kasutama georadarit ja diferentsiaalset kohamäärangusüsteemi. Mulle meeldis, et sain ise valida, mida teha või kelle tööd jälgida, tänu sellele sain laialt teadmisi erinevate teadurite töö sisust.“

„Läänemere“ projekti elluviijad tänavad kõiki töövärjupakkujaid. Aitäh, Tallinna tehnikaülikooli meresüsteemide instituudi professor Urmas Lips, Tallinna ülikooli ökoloogia keskuse vanemteadurid Are Kont ja Hannes Tõnisson, Tartu ülikooli Eesti mereinstituudi vanemteadur Helen Orav-Kotta, MTÜ Mondo projektijuhid Viktoria Lepp ja Meelis Niine, keskkonnaagentuuri hüdroloogia ja ilmavaatluste osakond, Tartu ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituudi peaspetsialist Kairi Põldsaar, Eesti meremuuseumi teadur Priit Lätti ja rahvusarhiivi kogumis- ja säilitusosakond. ■

Liina Vakraõm (1989) on Tartu loodumaja ja selle koordineerivate võrgustike „Rohelise kooli“ programmi ja UNESCO ühendkoolide võrgustiku „Läänemere“ projekti kommunikatsiooni-spetsialist.



◇ 1. Sõnaga „veeõitseng“ tähistatakse vetikate silmatorkavat vohamist veekogus. See on kindel märk liigsetest taimetoitainetest, mis tänapäeval satuvad sinna eelkõige põldudel leostunud väetistena, aga ka varasemate aastakümnete väetuskorralduse jääkidena veekogu põhjasetest

Fosfor ja lämmastik kujundavad järvede seisundit

**Kairi Maileht, Peeter Nõges,
Tiina Nõges**

Aastatuhandeid toimus taimede kasvuks vajalike toitainete ringlus suletud tsükliks: mulda ja pinnavette viidi tagasi peaaesjalikult seda lämmastikku ja fosforit, mida taimed olid sealtsamast ammutanud. Alepõletuse aegadel kasutati põllurammuks puutuhka. Kui tekkisid püsipõllud, hakati saagina ära viidud taimetoitaineid sõnnikuna põldudele tagasi viima. Lisarammu andis põllule mere äärest korjatud adru.

Rahvastik kasvas ja sedamööda ka vajadus põldude saagikust suurenda-

da. 19. sajandi keskel hakati tööstuslikult koguma merelindude väljaheite ehk guaano fossiilseid lademeid Peruu ja Tšiili rannikult ning väikesaartelt ja eksportima lämmastiku- ja fosforirikka väetisena Euroopasse ja Põhja-Ameerikasse. Kümnete meetrite paksused lademed ammandati juba valdavalt 20. sajandi alguseks [4].

Seejärel vallutas väetiste turu superfosfaat, mida toodeti maapõuest kaevandatud fosforiidist. Nõnda avati seni peaaegu suletud looduslik fosforitsükkel globaalselt. Esimese mineraalse lämmastikväetisena hakati 19. sajandi esimesel poolel kasutama samuti Lõuna-Ameerikast leitud naatriumnitraati, Tšiili salpeetrit.

Tööstuslikult toodetakse tänapäeval lämmastikväetist õhulämmastikust, mis seotakse katalüütilises Haberi protsessis vesinikuga ammoniaagiks.

Inimmõju tekitatud muutus globaalsetes fosfori- ja lämmastikuvoo- gudes on nüüdisajal ääretult suur: geneetilise mitmekesisuse vähendamise kõrval on need sekkumised arvestatud kolme tegevuse hulka, mis meie planeedi kandevõimet kõige enam ületavad [5], kuna rohked lisatoitained halvendavad veekogude seisundit kogu maailmas. Euroopa Liidu veepoliitika raamdirektiivi (2000/60/EC) eesmärk saavutada kõigi veekogude hea ökoloogiline seisund kipub käest libisema, sest selle nimel on

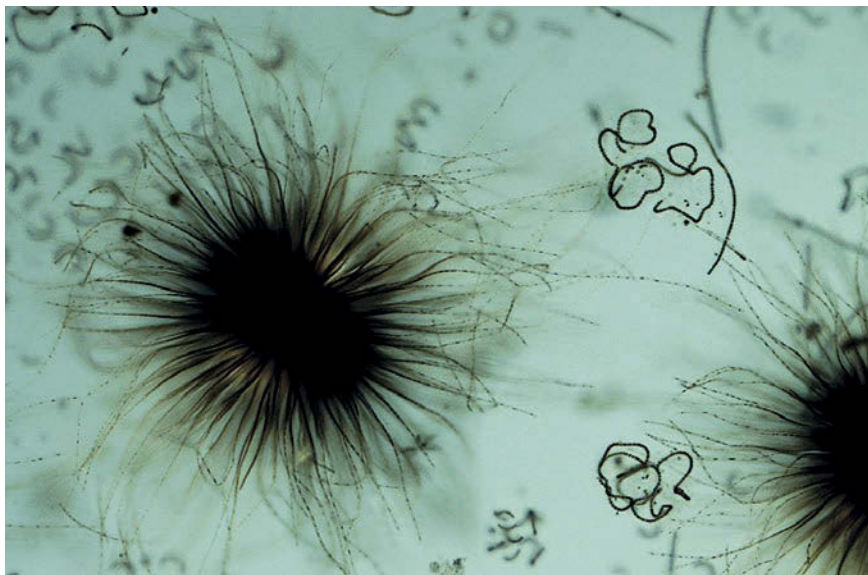
kõige olulisem vähendada veekogude fosfori- ja lämmastikukoormust.

Fosfor satub veekogudesse peamiselt sissevoolude kaudu valgalt, olenedes sealsest maakasutusest. Fosfori ärakanne põldudelt veekogudesse võib olla suur, põhjustades järvedes veeõitsenguid (♦ 1), hapnikupuudust, mudastumist ja elurikkuse kadu.

Fosfor koguneb järvesetesse orgaaniliste ja anorgaaniliste ühenditena. Järvede setted on nagu salalae-gas, kuhu on salvestatud valgala protsessid. Veekogusse jõudnud fosforit kasutavad peamiselt lahustunud fosfaatidena (PO_4^{3-}) esmased orgaanilise aine tootjad: mikroskoopilised vetikad ehk fütoplankton ja suuremad veetaimed ehk makrofüüdid. Osa fosforist kaob veekogudest väljavooluga või settib järve põhjamudasse. Kui järvepõhja settinud, lahustumatutesse ühenditesse seotud fosfor vabaneb ja veekihti lekib, on tekkinud sisekoormus järvele samasuguse toimega kui valgalt lähtuv väliskoormus.

Väga vähe on teada orgaaniliste ühendite koosseisus oleva fosfori – nn orgaanilise fosfori – rollist veekogudes, selle päritolust, seosest valgala maakasutusega ja asjaoludest, millal see muundub nn mineraalseks fosforiks ehk mineraalsete ühendite koosseisus olevaks fosforiks. Nii orgaanilisest kui mineraalsest fosforist ja ka veekogu keskkonnaoludest ole-neb järve sisekoormus ja sette fosfori ringkasutatavus põllumajanduses. Näiteks aeroobsetes tingimustes olev sete, mis sisaldab palju rauda, ei anna fosforit välja.

Eesti maaülikooli teadlased modelleerivad projekti „Orgaaniline fosfor – „must kast“ valgala-järve süsteemis“ raames fosfori liikumist erisuguse maakasutusega valgala-järvedesse, uurivad selle seoseid sette orgaanilise fosfori hulga ja erimite ehk vormide koostisega ning selle mõju fosfori vabanemisele settest vette. Järved peidavad endas tohutut mahus sapropeeli ehk orgaanikarikast muda, mida saab tarvitada väetisena ja ehitusmaterjalina ning rakendada kuurortravis ja kosmeetikatööstuses. Sellel seni vähe



♦ 2. Sinivetikad *Gloeotrichia echinulata* (siilvetikas) ja *Dolichospermum* 40-kordse suurendusega mikroskoobi all. Nende perekondade sinivetikad suudavad siduda õhulämmastikku, suurendades lämmastiku hulka veekogus. Siilvetikas suudab ka liikuda veekogu põhja lähedale ja hankida sealsetes laguprotsessides vabanenud fosforit



♦ 3. Niitja ehitusega sinivetikad perekonnast *Dolichospermum* 400-kordse suurendusega mikroskoobi all

kasutatud materjalil on suur potentsiaal teisteski valdkondades.

Lämmastik. Selleks et järvede vee kvaliteeti parandada, on peamiselt arutletud fosforikoormuse vähendamise võimaluste üle, lämmastik on jäänud tagaplaanile. Üldlevinud arvamuse kohaselt on järvedes vetikate kasvu limiteeriv taimetoitaineline fosfor, meres aga lämmastik, kuid viimasel ajal on üha rohkem hakatud mõistma, et ka järvede seisundi puhul on lämmastikul väga oluline roll.

Näiteks võib talvine lämmastikuringe olla määrava tähtsusega keva-

diste ja suviste veeõitsengute korral. Talviste andmete vähesus ja jääaluste protsesside puudulik mõistmine on järveteaduses üks suurimaid lünki, mida Eesti suurjärvede pikaajalised aastaringised andmerekad võimaldavad täita. Et olukorda parandada, on Eesti maaülikoolis käsil projekt „Järvede lämmastikuringe uus tulemine – väljakutsed talvelimnoloogias“.

Uued teadmised lämmastikuringe kohta, eriti arvestades ülemaailmse soojenemise ning jääkatteperioodi lühenemise või puudumisega, on vajalikud, et prognoosida veeõitsengute mõju ökosüsteemidele. Eelkõige pööratakse üldiselt tähelepanu veeökosüsteemide reguleerivale funktsioonile, mis elustiku toimimise kaudu peaks tagama vee kvaliteedi nii joogiveena kui ka kalade elupaigana ja võimaldama edendada puhkemajandust. Nende nn ökosüsteemiteenuste väärtust mõistame paraku sageli alles siis, kui nad kaduma kipuvad. Kvaliteetse vee hind on paljudes riikides juba praegu väga kõrge.

Lämmastikuringe järves on fosforiringest märksa keerulisem ning seda on ka raskem mõista ja mõjutada. Lämmastikku saab õhulämmastikku fikseerivate tsüanobakterite ehk sinivetikate abil järvevette sidu-

da atmosfäärist ning sinna ka tagasi eritada denitrifikatsiooniga, seega on järve lämmastikuringe atmosfääri suhtes avatud. Võrreldes fosforiga on lämmastikul palju rohkem mineraalseid vorme, mis ringes osalevad: nitraat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), lämmastikhape (HNO_3), ammoonium (NH_4^+), ammoniaak (NH_3), molekulaarne ehk õhulämmastik (N_2), dilämmastikoksiid ehk naerugaas (N_2O), lämmastikoksiid (NO) ja lämmastikdioksiid (NO_2).

Lämmastikku leidub ohtralt elusaines (valkude aminohapped, DNA ja RNA lämmastikalused) ja selle jääkides, näiteks karbamiidis ehk ureas. Praegusajal satub lämmastik veekogudesse peamiselt inimtegevuse tagajärjel: punkt- ja hajureostusallikatest. Punktallikad – kohad, kus suur hulk reostust satub vette konkreetsest ruumipunktist – on näiteks sõnikuhoidlad ja heitvesi, hajureostusallikad aga näiteks põllud ja sademed. Lämmastik lahkub veekogudest väljavooluga, denitrifikatsiooniga või matub setetes.

Denitrifikatsioon on anaeroobne ehk hapnikuvaeses keskkonnas bakterite kaasabil toimuv protsess, mille tagajärjel tekib nitraatidest molekulaarne lämmastik (N_2), mis lendub õhku. Vegetatsiooniperioodil vetikate toodetud orgaaniline aine, mida toiduahelas pole ära tarvitatud, laguneb talvel jää all ja sealt vabanev ammoonium (NH_4^+) oksüdeeritakse nitraatideks (NO_3^-). Mida rohkem nitraate tekib, seda rohkem leidub denitrifikatsiooni materjali. Kui jääkatte kestus lüheneb, tekib nitraate jää all vähem ja denitrifikatsiooniga eemalduv veekogust vähem lämmastikku. Kevadine kõrge $\text{NH}_4^+ : \text{NO}_3^-$ suhe, mis tuleneb väiksemast talvisest nitrifikatsioonist, võib anda sinivetikatele eelise ränivetikate ees. Ränivetikad on eukarüoodid (päristuumsed), nad eelistavad kasutada nitraate, kuna suudavad seda paremini rakkudes transportida ning seal ka tõhusamalt kasutada. Sinivetikad on prokaryootid (eeltuumsed), nende rakkude transpordisüsteemid ja biokeemia erinevad ränivetikate omast, seetõ-

tu eelistatakse ammooniumi kasvu-substraadina [1].

Fütoplanktonile sobib lämmastik vees lahustunud kujul, nii anorgaaniliste kui ka orgaaniliste ühenditena. Peale selle võivad mõned sinivetikaperekonnad, näiteks *Gloeotrichia*, *Dolichospermum* ja *Aphanizomenon*, siduda molekulaarset õhulämmastikku, suurendades lämmastikuvaru veekogudes veelgi. Paljud lämmastikku siduvad sinivetikad toodavad mürke ja nende põhjustatud veeõitsengud on toksilised nii loomadele kui ka inimestele. *Gloeotrichia echinulata* ehk siilvetikas (◇ 2) on veel selle poolest huvitav sinivetikas, et peale õhulämmastiku sidumise suudab ta oma ujuvust reguleerides liikuda põhjalähedasse veekihti ja sealt ka fosforit oma rakkudesse ammutada. Kuna põhjamudas laguneb orgaaniline aine intensiivselt, on seal ka fosfaate rohkem kui vee pinnakihi.

 **Praegusajal satub lämmastik veekogudesse peamiselt inimtegevuse tagajärjel.**

Vetikakoosluse koosseisu ei mõjuta mitte ainult lämmastiku kogus, vaid seegi, milliste keemiliste ühenditena seda veekogus leidub. Kõige parem on vetikatel omastada keemiliselt redutseeritud lämmastiku vorme, nagu ammoonium ja urea. Sinivetikate seas soodustavad need eriti selliste liikide arengut, kes ise lämmastikku siduda ei suuda, näiteks *Microcystis*. Nematid peavad lämmastiku pärast konkureerima teiste vetikatega ja ammooniumi pärast on terav konkurents ka nitrifitseerivate bakteritega, kes muundavad selle vetikatele kehvamini omastatavaks nitraadiks. Kui põllumajanduses hakatakse kasutatama rohkem orgaanilisi väetisi, näiteks sõnnikut, kus lämmastik on keemiliselt redutseeritud, võib mürgiseid veeõitsenguid sagedamini ette tulla. Samas püsivad orgaanilistes väetistes sisalduvad taimetoitained mullas kauem ja nende

leke veekogudesse on väiksem.

Peipsis oleme märganud, et veeõitsenguid põhjustavad sinivetikaliigid vahelduvad suvel reeglipäraselt. Kui vesi on piisavalt soojenenud, kuid taimetoitained leidub seal veel vähe, hulgipaljuneb kõigepealt *Gloeotrichia* ja rikastab vett nii setepinnalt ammutatud fosfori kui ka õhust seotud lämmastikuga. Talle järgnevad *Dolichospermum* (◇ 3) ja *Aphanizomenon*, kes samuti õhulämmastikust vette lämmastikuühendeid toodavad. Lõpuks, kui nende vetikaliikide mass juba lagunema hakkab ja sealt vabaneb redutseeritud lämmastikku, tekitab õitsengu *Microcystis* [2].

Kahjulike veeõitsengute puhul on oluline mõista mõlema taimetoitaine, lämmastiku ja fosfori rolli.

Viimase aja uuringute järgi [3] põhjustavad tugevaid veeõitsenguid fosfor ja lämmastik kombineeritult. Kui veekogusse tuleb juurde ainult ühte neist kahest toitainest, siis muutub küll fütoplanktoni liigiline koosseis, ent suured muutused biomassis toimuvad siis, kui mõlema toitaine hulk muutub. Paraku ei piisa enamasti ka ainult ühe toitaine hulga vähendamisest, et järve olukorda parandada.

Tõsi, konkreetses kohas ja konkreetsel hetkel piirab vetikate kasvu üks kahest taimetoitainest, kuid kumb, see muutub ajas ja ruumis üpris dünaamiliselt. Näiteks võib kevadel seada piire fosfor ja suvel lämmastik. Madal N : P suhe veekogus (lämmastikku on suhteliselt vähe ja fosforit suhteliselt palju) soosib õhulämmastikku siduvaid sinivetikaid ja lämmastiku lisandumist atmosfäärist.

Lämmastiku ja fosfori toimimist veekogus mõjutavad olulisel määral ka mitmesugused muud ained, näiteks raua- ja väävliühendid.

Hapnikupuudus põhjamuda piiril suurendab denitrifikatsiooni ja lämmastiku lendumist, kuna sellistes oludes hakkavad bakterid kasutama oma elutegevuses orgaanilise aine lagunemiseks hapniku asemel nitraate.

Kui ka nitraadid otsa saavad, aga settes leidub rauda, hakatakse kasutama raua oksüdeeritud vormi (Fe^{3+}), millega seotud fosfor muutub seeläbi lahustuvaks, vabaneb veekihti ja paneb vetikad vohama. Kui ka kolmevalentne raud on kõik kahevalentseks redutseeritud (Fe^{2+}), ent saadaval on sulfaate (SO_4^{2-}), siis hakatakse kasutama neid ja tekivad sulfiidid (S^{2-}).

Sellest annab tunnistust järve süvakihtides sageli leiduv mädamunahaisuga mürgine divesiniksulfiid (H_2S), mida vanasti tunti väävelvesinikuna. Kahevalentse rauaga ühinedes moodustavad sulfiidid väga püsiva musta värvi ühendi püriidi (FeS), mis seob raua jäädavalt settesse. Setteprofiilides eristataksegi musta värvi kihtide järgi ajaloolisi väga kehva hapnikuolude perioode veekogus.

Kui väävliühendeid on vähe, liigub kahevalentne raud (Fe^{2+}) hapnikurikamasse veekihti ja oksüdeeritakse seal taas kolmevalentseks (Fe^{3+}), mis seob vetikatele kättesaadavad fosfaadid ja viib raudfosfaadina (FePO_4) põhja settides need ringest välja, vähendades nõnda fosforikoormust. Sulfaatiderikkas vees võib hapnikuvaeguse tagajärjel aga fosfori hulk suureneda ja eutrofeerumine kiirened.

Järvede taimetoitainete sisaldust, seisundit, eri vetikarühmade arvukust ja veeõitsenguid kujundavad mõistagi ka järve füüsikalised omadused, näiteks sügavus ja tuultele avatus. Madalates tuultele avatud järvedes kergitab lainetus setteid sageli üles. See nn resuspensioon toob sette pealmisest kihist fosfori taas vabasse vette. Seevastu sügavates järvedes kihistub veesammas suviti termiliselt, alumised veekihi ei segune ülemistega. Siis jäävad põhjalähedase veekihi taimetoitained n-ö lukku ja muutuvad fütoplanktonile kättesaadavaks alles siis, kui veekogu jahedate ilmade saabudes taas põhjani seguneb.

Eesti on hõredalt asustatud maa, kus rahvas on kaua suutnud elada loodusega käsikäes. Ent nõukogude ajal, mil pidime tootma toitu kuuen-dikule planeedist, sai meie veekogu-



◇ 4. Maaülikooli limnoloogide varustus on valmis proovivõtuks Jõemõisa järvest. Riikliku seire raames uuritakse igal aastal ligikaudu 30 väikejärve

dele osaks suur toitainekoormus. See annab end valusalt tunda veel kolmkümmend aastat hiljem. Ehkki pärast nõukogude aega koormus vähenes, on Eesti veekogude seisund paranenud väga aeglaselt ja vaid üksikute puhul saame rääkida seisundi taastumisest nõukogude aja eelse kvaliteedini.

Siiski on meie siseveekogude seisund veel parem kui mõneski teises Euroopa riigis. Näiteks Peipsi järve seisundi oleme ise hinnanud kesiseks, ent hollandlased on oma järvi hinnates tahtnud Peipsit kasutada olulise inimõjuta võrdlusalana. Järelikult meil on, mida hoida.

Siseveekogude toitainekoormus vähenes 1990. aastate alguses mitmel pool ette võetud puhastite ehituse ja punktreostusallikate kaotamise tõttu. Nüüdseks on peamiseks toitainekoormuse allikaks kujunenud põllumajanduslik hajureostus ja koormustasemete langus paljudes kohtades taas asendunud hiiliva tõusuga. Elujärje paranedes on põllupidajatel olnud võimalik saagikuse nimel teha suuremaid kulutusi nii väetistele kui ka mürkidele, mida eufemistlikult nimetatakse taimekaitsevahenditeks. Taustal tuure koguv kliimamuutus suurendab teadmatust, kuidas veekogude ökosüsteemid sellise kompleksse koormusega toime tulevad. Kaks Eesti maaülikooli viieaastast teadus-

projekti – üks keskendunud fosfori- ja teine lämmastikuringele meie järvedes – võimaldavad loodetavasti seda teadmatust vähendada ja süvendada Eesti kui keskkonnateadliku riigi mainet. ■

Artikkel on valminud Eesti teadus-agentuuri rühmagrantide PRG709 ja PRG1167 toetusel.

1. Glibert, Patricia M. et al. 2016. Pluses and minuses of ammonium and nitrate uptake and assimilation by phytoplankton and implications for productivity and community composition, with emphasis on nitrogen-enriched conditions. – *Limnol. Oceanogr.* 61: 165–197.
2. Nõges, Tiina et al. 2020. Post-soviet changes in nitrogen and phosphorus stoichiometry in two large non-stratified lakes and the impact on phytoplankton. – *Global Ecology and Conservation* 24: e01369.
3. Paerl, Hans W. et al. 2016. It takes two to tango: When and where dual nutrient (N & P) reductions are needed to protect lakes and downstream ecosystems. – *Environmental Science & Technology* 50 (20): 10805–10813.
4. Rodrigues, Pedro; Micael, Joana 2021. The importance of guano birds to the Inca Empire and the first conservation measures implemented by humans. – *Ibis* 163: 283–291.
5. Steffen, Will et al. 2015. Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. – *Science* 347 (6223).

Kairi Maileht (peaspetsialist), **Peeter Nõges** (juhtteadur), **Tiina Nõges** (hüdrobioloogia professor) töötavad Eesti maaülikooli hüdrobioloogia ja kalanduse õppetoolis.



Talvine Riisitunturi pakub pilgule imelisi valgustoone ja lumekujusid. Mõnda lumega kaetud puud jälgides ei pruugigi aru saada, kas lume all peitub mänd, kuusk või sootuks haab

Talvine Riisitunturi

pakub elamusi nii päeval kui ka öösel

Mulle meeldib kodumaa loodus. Tohtu mitmekesisus, mis on peidus pisikesel maalapil. Vahel aga kiikan mujalegi, et osata omamaist veel rohkem hinnata. Päris mitmel korral on tee viinud mind Põhja-Soome eri nurkadesse, kus maastikku kujundavad kõrgendikud, rabad ja järvelabüürinid. Aastate jooksul on üha südamelähedasemaks saanud Riisitunturi rahvuspark, mis paikneb Lapi maakonna piiril.

Karl Adami

Olen täiesti kindel, et Riisitunturi rahvuspark on tuttav sadadele või lausa tuhandetele eestlastele. Peaaegu iga kord on parklas ilutsenud vähemalt üks Eesti numbrimärgiga sõiduk. Riisitunturi populaarsus aina kasvab, seda näitab kasvõi fakt, et peaparklat on tulnud mitu korda laiendada,



mullu suurendati kohtade arvu suisa 70-st 200-ni. Peamise alguspunkti kõrvale on rajatud kohvik ning ülemöödunud aastal ühe põhiraja äärde suur katusealune, kust päeval kandub üle puude suitsu ja grillvorstilõhna. Viimastel aastatel, kui reisimine on nõudnud pisut rohkem südikust, on Riisitunturi suur külastatavus pigem siseturismi teene.

Valdav osa 77-ruutkilomeetrist Riisitunturi rahvuspargist asub mitmesaja meetri kõrgusel merepinnast. Siinsed kõrgemad tipud – Riisitunturi ja Pikku Riisitunturi, kus kulgevad ka rajad, on veidi üle 400 meetri kõrgused. Neid mägede kutsuda on muidugi liig, pigem satub keelele kõrgendiku nimetus. Tippudesse pürgides avanevad vaated

igasse ilmakaarde: suurele Kitka järvele ja Ruka kõrgendikule, tuugenitele ja antennidele ning lõputuna näivatele taigametsadele ja rabalappidele.

Rahvusparki läbib hulk tähistatud radu, kus saab liikuda jalgsi ja talvel ka suuskadel. Põhilised ringjad rajad, millega tasub alguses tutvust teha, on ligi 4,3-kilomeetrine Riisin rääpäsü ning ligi 10,7-kilomeetrine Riisin rietas.

Infovoldikud või veebimaterjalid on loonud ettekujutuse, et talvisel ajal ei saa radu läbida räätsadeta, kuid suurenenud rahvahulgad on rajad kõvaks trampinud – nii saab hakkama ka nendeta. Peaasi, et rajast kõrvale ei astu: siis võib vajuda meetrisse, mõnes paigas koguni poolteise meetri paksusesse lumme. Lumeolude tõttu võib sellest olla väga keeruline välja pääseda, võttes üksiti arvesse selga laotud vammuseid ja koormat. Värske lume järel või tihedas tuisus ei ole lihtne leida kandvat rada. Üldiselt on radade tõusud ja langused lauged.

Postkaardilikud vaated. Enne esimest retke 2015. aastal võtsin päris pikalt hoogu. Aastaid olid mu pilgu alla sattunud fotod sihvakatest lumistest küünlakuuskedest ja looklevast talvisest maastikust. Postkaardilikud vaated, millesarnaseid olin enne internetiajastut silmanud mõnes raamatus ja vanaema jõulukaartidel. Märtsi alguses ette võetud retkel nägin Riisitunturi mitut palet. Kõigepealt tutvustasid parkla ääres end põhjatihased, männileevikesed ja vötkakku taga ajavad laanenäärid; seejärel saatis mind tipu poole pidevalt muutuv ilm kas rahuliku lumesaju või silmi pimestava tuisuga.

Tipus maha lajatudes saabus rahu. Valgus ja toonid muutusid ühtlugu. Nii palju eri emotsioone, kui kogunes sel korral Riisitunturis ainult tunniga, ei koge Eestis mõnikord terve talvega. Viimaks sai taevas ringlevatest pilvedest priiks ning lumega kaetud puud võõbati loojanguvärvides. Lund oli selles paigas tõepoolest palju, ometi olid märtsikuu päikeselised ilmad juba oma jälje jätnud. Võimukas päike oli paljudelt puudelt hulga lund maha



Seda, et ühele pildile satuvad lume ja härmatisega kaetud puud, täiskuuvalgus ning virmalised, juhtub küll harva, ent kui olla selle tunnistajaks, ununevad kõik argimured



Riisitunturi tippudes on peaaegu alati tuuline, isegi rahulike ilmade korral. Sestap poeb külm ja niiskus kähku hõlma alla. Avatud paikades tuisu jälgida on kordumatu elamus ning neil hetkedel võib külm sootuks ununeda

raputanud, kuid üldjoontes paistsid nad siiski lumega kaetud.

Riisitunturi on tuntud rohkete sademete poolest, mille eeldus on suur õhuniiskus. Seda kinnitavad paksu valge kasukaga kaetud puud: vahel võib nende kontuure vaevu aimata. Niiskus, mis kondenseerub puuokstel, jäätub ning kattub märja lumega, mis omakorda külmub kiht kihi haaval. Nõnda tekkinud lumekiht püsib tihti isegi tugevama tuulega. Soomlastel on selle kohta oma sõna – *tykky*. Suur puu võib kanda lausa

mitmetonnist koormat. Väiksemaid puid painutab säärane raskus maapinna ligi.

Erksad loojangutoonid kadusid puudelt ja lähinõlvadelt õige pea.

Olin varem teinud otsuse veeta öö lühema raja (Riisin rääpäsü) ääres onnis. Valikul oli tagamõte: pidanuks end põhjataevas ilmutama erksavärvilised virmalised, oleksid kaunid maastikud öövõteteks olnud kohe võtta. Praegu on onn üliharva tühi, magamisasemed on kas täielikult või



Enamik villpeasid õitseb kohe pärast lumekatte sulamist ning juuni lõpus sasib tuul juba nende valgeid villatutte. Mõnel suvel on rabalapid suisa valged

osaliselt hõivatud, mistõttu ei tasuks onnis ööbimist reisiplaani võtta.

Onni askeetlikud olud mõjusid uudselt ning hämaruses möllavad tormituuled tundusid soojaks köetud ruumis veidi leebemad. Sellegipoolest võis virmalistest suu puhtaks pühkida. Une lõikasid alata läbi tuulega maha potsatanud lumekamakate mütsatused ja läbi palkide vilisevad iilid. Hommikuks olid puud lumest puhtad.

Kui enne plaanitud talveretke peaks Riisitunturit üle käima sulalilmad või tormituuled või veel hullem – mõlemad korraga, siis hakkab valge kiht puudel krõbedamate ilma-

de naastes taas kasvama. 2019. aasta talve põhjal tean öelda, et soodsates oludes kattuvad puud taas lume ja härmatisega isegi nädalaga.

Talvine Riisitunturi pakub elamusi nii päeval kui ka öösel, eriti täiskuu-ööl või virmaliste ajal. Neid hetki pildile püüdes võib aga märgata, et lume pind on risti-rästi suusa- ja räatsajälgi täis pikitud. Sestap soovitan maastikupilte jäädvustada suurema lumesaju järel, mida tuleb ette sagedamini, kui arvata võiks.

Veidi vähem on talvel matkajaid pikemal rajal (Riisin rietas), mistõttu tasub sammuda Pikku Riisitunturi otsa. Kõrgemates paikades seistes

tükib niiskus ja külm naha vahele, isearanis tuulise ilmaga. Lõõtsuvat tuult on neis tippudes peaaegu alati, isegi rahulike ilmade korral.

Talv on kumiseva vaikuse aeg, nii siin Eestis kui ka Põhja-Soomes. Sulelisi kohtab talvises Riisitunturis pigem harva. Mööda lendavad rongad, puudel askeldavad üksikud põhjatihased ja sahiseval lumel rühivad edasi lumivalged rabapüüed, kes napsavad kasepungi. Rabapüüsid reedavad jäljeread lumel ja väljaheitekuhilad. Lume pinda vaadeldes võib märgata, et muidu kõikjal ringi kalpsavad valgejänesed Riisitunturisse talvel kuigi tihti ei satu.



Juuni lõpul laiutavad kuuskede vahel kaunid õitsevate rootsi kukitsate vaibad. Meil leidub seda eriskummalist taime vähestes paikades ja liik on looduskaitse all



Talvel kuhjuv lumemass jätab enamikule Riisitunturi puudele jälje: murrab tippe ja oksa või lamandab sootuks

Pigem tasubki talvel Riisitunturis nautida vorme, tekstuure, kujusid, valgust ja vaateid. Mõnd lumekuju pikemalt jälgides hakkab paratamatult tööle kujutlusvõime – sääraseid lumedraakoneid, -hobuseid ja -mehikesi Eestimaa talvedes ei kohta.

Talvest saab ühtäkki suvi. Selline kevad, nagu meie teame, jääb Riisitunturis vahele. Õigemini on üleminek niivõrd lühike – enamasti saab kuudepikkusest vindunud talvest ühtäkki suvi. Juba märtsi alguses on päevad hulga pikemad ja päikese võim suur. Mida enam tumedad oksad soojenevad, seda rohkem poetub puudelt

lund. Ka talvetormi järel võivad puud lumetuks jääda, kuid peatselt tõmbuvad taas ülle valge kuue. Märtsis muutub see pilt aina harvemaks. Ent lund võib lisanduda ka aprillis ja isegi mais.

Alates aprilli teisest poolest muutuvad kruusateed, sealhulgas Riisitunturi põhiparklasse viiv rada, sula toel nii mõnelgi aastal mudaväljaks. Sel ajal ei ole Riisitunturi kuigi populaarne, ajuti on siia raske või suisa võimatu tulla. Pealegi pole kohal paljusid suvel pesitsevaid linde ning ka õitsejatega kohtumist ei tasu eriti innukalt oodata. Juuni esimesel nädalal on Riisitunturi pigem räsitud ilmega, kuid olenevalt temperatuur-

rist võib suvi end sisse seada üksnes päevadega.

Kes on Riisitunturis käinud ainult talvel, aga hiljem satub sinna suvisel ajal, ei pruugi seda piirkonda äragi tunda. Lumest koormatud puude asemel ilmestavad maastikku kõrgemad ja madalamad igihaljad okaspuud, sekka mitut liiki kaski, aga ka haabasid ja harilikku pihlakat. Enam ei varjuta ümber kukkunud puuhiiglasti paks lumevaip. Nõnda on Riisitunturi näha kogu ilus: hulgaliselt elusaid ja surnud puid, nii jändrikke kui ka sihvakaid – sadu aastaid muutumatuna püsinud maastik. Kuna enamjao Riisitunturist võtavad enda alla niiskevõitu kuusi-



Vöötkakk pole kuigi väike röövlind, kuid ometi kaob toon toonis maastikku. Eriti hästi peitub ta surnud kuuseokste vahel

kud, ei ole suured maastikupõlengud seda piirkonda kimbutanud. Küll aga on puudele jätnud jälgi karmid talved.

Kui lum on läinud, muutub liikumine hulga hõlpsamaks. Minu meelest on parim aeg nautida suvist Riisitunturit juuni keskpaigast kuni juuli esimese nädalani. Just sel ajal võib kohata enim öitsejaid ning võimutseb lopsakas rohelus. Alates juuni lõpust pakuvad õiteilul vööthuul-sõrmkäpad ja kaunid rootsi kukitsa vaibad, eriti veidi niiskematel laikudel.

Üha keerulisem on tajuda ööd ja päeva. Silma hakkavad öitsevad küübitsad, pohlad, kassikäpad, sookailud, harakuljused, võipatakad, rabamurakad ja muudki taimed. Üksikuid öitsejaid leidub ka enne ja pärast seda suurt külluseaega. Näiteks mitmesugused villpead öitsevad kohe pärast lumeminekut ning juuni lõpus sasib tuul juba nende valgeid villatutte.

Kõik lööb lokaale väga lühikeste aja jooksul, hoogu annavad pikad päikeselised päevad. Öö ja päeva tajumine muutub pisut keerulisemaks. Õnneks on siiski veidi ka videviku, mis laseb paljudel loomadel pisut jõude olla. Enne ja pärast hämarust on kolme tunni jagu magusat valgust, mis muudab kogu maastiku eriti imetlusväärseks.

Samamoodi kui Eestis lõpetab enamik sulelisi Riisitunturis laulmise juuli esimesel nädalal, sest viimaste poegade kasvatamise ajal ei ole tähtis anda teada oma territooriumist. Juuli keskpaigas muutub vilgas linnuelu hulga vaiksemaks. Ma ei ole kordagi käinud Riisitunturis juuli teisest poolest augusti lõpuni, kuid tuttavate ja sõprade jutu järgi on Riisitunturi siis erakordselt vaikne. Kuna põhihooajad on siin talv, juuni ja sügisvärvide aeg, liigub augustis ka veidi vähem inimesi.

Riisitunturi lähemaid radu läbides ei pruugi ette juhtuda ühtegi lindu, veel vähem suuremaid imetajaid.

Võib tunduda, et siin leidub rohkesti suleliste sobivaid elupaiku, kuid Riisitunturi lähemaid radu läbides ei pruugi ette juhtuda ühtegi lindu, veel vähem suuremaid imetajaid. Ent aastad erinevad suuresti. Lindude hulka mõjutavad peale häiringute valitsevad ilmastikuolud ja toidu hulk. Näiteks võib mõnel aastal näriliste hulk märkimisväärselt suureneda ja siis pesitseb Riisitunturis mitu paari vöötkakke. Aga tuleb ette

neidki aastaid, kui vöötkakke märgatakse ainult rände ajal.

Kohtumine rahvusparki vapilinnuga. Mul on olnud õnne juhtuda rahvusparki vapil ilutseva röövlinnuga kokku nii talvel, sügisel kui ka suvel. Enamasti on vöötkakk saanud möödujaid tõsise pilguga suisa radade lähedal. Meeldejäävaim kohtumine leidis aset möödunud suvel, kui otsustasin rajalt kõrvale põigata. Riisitunturis pole lubatud murda oksa, kahjustada puid, maastikku ümber kujundada ega kivimeid kaasa võtta. Muidugi ei tohi häirida pesitsevaid linde, jooksutada lahtisi koeri jms. Peale selle ei soovita ma päris esimestel käikudel rajalt kõrvale astuda.

Niisiis tuleb kõrguvate puude keskel liikuda äärmiselt lugupidavalt. Seda ma sääsemandatest pungil suveõhtul tegini, kuni mu silme alla sattusid siidisaba, siisike ja lepalind, kes üritasid kuuse tipus istuvat hallõgijat eemale juhatada. Hallõgijal sai sellest minutitepikkusest lakkamatust tänitamisest villand ning ta laskus kaugemate mändide sekka. Selle asemel et hallõgijat piirata, võtsin hoopis vastupidise sihi. Sammusin mööda rohekarva maastikku, kuni ühe kuusehiiglase kuivanud okstel vaatas mulle otsa vöötkakk.

Elmised kokkupuuted Riisitunturis ja peaaegu tuhande kilomeetri kaugusel koduõues on näidanud, et see vöödilise muustriga kakk ei pelga inimest kuigivõrd. Peaaegu poole tunni jooksul sain eemalt näha paari sööstu maas toimetavate pisinäriliste järele. Ehkki rahvusparkis käib kümneid tuhandeid inimesi, näevad kaku vähesed.

Minule on vöötkakk ennast üha uuesti ilmutanud ilmselt seetõttu, et olen Riisitunturi rahvusparkis käinud 25 korda. Mõnikord võib tekkida tunne, et olen selles paigas juba kõike näinud, aga iga uus retk osutab tõsiasjale, et hulk erilisi hetki on siiski veel kogemata. ■

Karl Adami (1991) on loodushuviline ja -fotograaf, ETV saate „Osoon“ loomajalgude autor. Tema loodusfotosid: www.karladami.com.

Kolmel kaitsealal oli juubel

Laialdaselt ja mitmel moel on peetud meeles Lahemaa rahvusparki loomist 50 aastat tagasi, kuid tähelepanuta on jäänud kolm väiksemat kaitseala, mis said 1971. aastal uue staatuse.

Andres Miller

Toona, 1971. aastal, laiendati Aegviidu-Nelijärve riiklikku maastikulist kaitseala ja nimetati ümber Kõrvemaa riiklikuks maastikukaitsealaks, ühtlasi said riikliku staatuse kaks keeluala Hiiumaa rajoonis. Käina lahe ornitoloogilise keeluala asemele loodi Käina lahe riiklik linnustikukaitseala ja Väinamere laidude botaanilis-ornitoloogilise keeluala asemele Hiiumaa laidude riiklik maastikukaitseala.

Nende kolme kaitseala muudatused olid tähtsad selle poolest, et andsid võimaluse määrata ametisse juhatajad, kes korraldavad tööd. Kõrvemaa kaitseala juhatajaks sai Iver Azarov ning lähestikku paiknevate Käina lahe kaitseala ja Hiiumaa laidude kaitseala juhatajaks Tiit Leito. Nad töötasid vastava kohaliku metsamajandi alluvuses.

Mõlemad juhatajad said suure ülesande taastada kultuuriloolised hooned, kuigi see ei olnud otseselt seotud looduse kaitsega. Iver Azarovil tuli ennistada A. H. Tammsaare muuseumi hooned, Tiit Leitola aga Saarnaki laiul talukompleks. Eriti raske oli Tiit Leitola, sest esmalt pidi ta leidma mõttekaaslasi, kes vähegi toetaks mõtet seada endisesse seisukorda Nõukogude Liidu piiritsooni väikesaarel asuvad taluhooned. Üks vähestest, kes toetas Tiit Leito ideed taastada talukompleks, oli toonane metsamajanduse ja looduskaitse ministri Mart Herman.

Kõrvemaa maastikukaitseala ees-



Foto: Helar Laasik

Saarnaki laiul taastatud vana talukompleks. Hiiumaa laidude kaitsealal on püütud võimalikult palju säilitada kunagist pärandkultuuri, ent palju on pöördumatult kaduma läinud

märk on hoida jääaja servamoodustisi ehk möhnastikke ja oose, soid ja rabasid, jõgesid ja järvi, looduslike ja poollooduslike kooslusi ning sealseid kaitsealuseid liike. Kõrvemaa maastikukaitseala kuulub linnu- ja loodusala üleeuroopalisel looduskaitsealade võrgustikku Natura 2000.

Hiiumaa kõige olulisem linnuala on Käina laht. Seal lahel ja selle ümbruses on registreeritud ligi 90 pesitsevat linnuliiki ja üle 2000 pesitseva paari, läbirändel võib lahel peatuda korraga 20 000 veelindu. 1998. aastast peale on Käina laht olnud Käina lahe – Kassari maastikukaitseala osa ning alates 1997. aastast kuulunud koos Vaemla lahe ja Hiiumaa laidude maastikukaitsealaga rahvusvahelise tähtsusega märgalade ehk Ramsari alade hulka. Väinamere linnu- ja loodusala osana on mõlemad maastikukaitsealad arvatud Natura 2000 võrgustikku.

Peale linnustiku on Hiiumaa laiud ainulaadsed selle poolest, et eraldatud, juba 47 aastat inimasustusest maakildudel on kuni viimaste aastateni suudetud hooldada ja isegi taastada sajanditevanuseid pärandkooslusi ning hoida alles Eesti väikesaarte ainus talukompleks. Praktiliste tööde kõrval oli väga tähtis tegevussuund

ulatuslikud loodusuuringud (linnustik, taimeistik, samblad, samblikud, maastike kompleksprofiilid, kalastik, hülged, liblikad jne). Näiteks Tiit Leito on ligi 40 aastat järjest uurinud nn kontrollsaarte linnustikku. Aivar Leito on üle 30 aasta teinud Hanikatsi metsa linnustiku seiret.

Vanimad põlluharimisjäljed Hanikatsi laiul (praegune pindala 83 ha) ulatuvad tuhande aasta taha. Ülemöödunud ja möödunud sajandil hakkasid inimesed parema elu otsinguil ja hiljem piiritsooni staatuse survele laidudelt kahjuks lahku. Viimasena jäi kaitseala laidudest tühjaks suurim laid Saarnaki (143 ha): 1973. aasta lõpul, pärast legendaarse Anton Saarnaki surma merel, lahkus sealt kaks viimast peret.

Viimastel aastatel on hooldatud koosluste pindala tunduvalt vähenenud, sest meretaguste laidude hooldus on kulukas. Kohati on hooldustööd hoopis lakanud. Kas suudetakse leida jätkusuutlikud moodused, et pärandkooslused ei häviks lõplikult ja paeluvad laiuvateks koos ainulaadse talukompleksiga säiliksik? ■

Andres Miller (1968) oli 1996–2006 Hiiumaa laidude maastikukaitseala juhataja.

Valguslembene nõmmnelk kaob liivikult, kui see kinni kasvab

Mie keskkonna igapäevane osa on liiv. Sellega on mänginud palju põlvkondi lapsi, vanasti lihtsalt looduses olevas liivaaugus, tänapäeval korralikes, ööseks kinni kaetud liivakastides. Liiva läks vaja tee-ehitusel, samuti majapidamises mitmeks otstarbeks, näiteks selleks, et segada mörti või küürida potte-panne.

Kuna kasutatud liivakogused on olnud küllaltki väikesed ja Eestis ei tunta veel liivast puudust, ei ole me osanud pöörata kuigi palju tähelepanu liiva ülekulutamise probleemile. Ent maailmas see üha süveneb. Teedevõrgustik aina laieneb, Hiinas, Indias ja mujalgi kerib suuri betoonmaju enneolematu tempos, ning see kõik nõuab üha rohkem liiva.

Praegu on liiv maailmas enim kaevandatud maavara. Võiks ju arvata, et milles probleem: terved kõrbed on ju liiva täis. Paraku ei kõlba seda liiva ehituses kasutada. Sobivat liiva kaevandatakse peamiselt jõesuudme-

test. Seda vajatakse palju rohkem, kui jõuab juurde tekkida.

Liiva kaevandamisega on seotud mitu keskkonnaprobleemi, eelkõige elupaikade kadu ja selle tagajärjel liigiline vaesumine. See on nii Eestis kui ka mujal.

Liivaste alade elustik on häirimise suhtes väga tundlik. Näiteks samblikega kaetud nõmmemet-sa alust rikub ainuüksi talamine, aga liivikute kooslus muutub ka siis, kui sinna kasvavad valgust varjavad puud.

Nõmmnelk on üks neist taimeliikidest, kes armastab valgust ja kaob liivikutelt, kui need kinni kasvavad. Kui niisuguses liivikule kasvunud metsas tekiks näiteks välgüllöögist põleng, saaksid pinnases olevad nõmmnelgiseemned jälle idaneda. Taimedel oleks piisavalt valgust ja ruumi ning tema asurkond taastuks.

Looduses on koosluste vaheldumine igati tavaline. Ent kui inimkond



Foto: Georg Aher

Nõmmnelk vajab piisavalt valgust ja ruumi

oma aina suurenevate vajadustega sekkub, läheb loomulik jada rappa ja algavad probleemid. ■

Georg Aher, bioloog ja loodusemees

NUPUTA!

Eesti maapõue on hästi uuritud ja seetõttu teame, et maavarade poolest oleme maailmas võrdlemisi keskmisel tasemel. Kas sa tead, mis maavaradega on need paigad meil seotud või kuulsaks saanud? Seosta asukoht õige maavaraga!

1. Piusa	5. Jõhvi	A – dolomiit	C – ravimuda	E – mineraalvesi	G – turvas
2. Värskä	6. Lavassaare	B – savi	D – põlevkivi	F – fosforiit	H – klaasliiv
3. Ermistu	7. Kaarma				
4. Aseri	8. Ülgase				

Vana fosforiidikaevandus

Vastused: 1 – H, 2 – E, 3 – C, 4 – B, 5 – D, 6 – G, 7 – A, 8 – F



79

60 aastat tagasi

Eesti Loodus

Sõnadest tuleb puudu, et kirjeldada Nansenit ja kogu ekspeditsiooni kojujõudmist 1896. aasta augustis. See oli tõeline triumfikäik. Nansen oli taas päevakangelane. Selleks jäi ta nüüd elu lõpuni. Veel ühtegi teadlast polnud inimkond tervitanud sellise vaimustusega kui Nansenit. Peaegu kõigi maade akadeemiad ja teaduslikud seltsid valisid ta oma auliikmeks. [...] Nansen oli vieldamatult kõigi aegade suuremaid uurimisreisijaid, avastajaid, teadlasi. Ta oli tõeline suurmees. Nansenist kirjutades pole keegi saanud jätta tsiteerimata tema sõbra professor H. Sverdrupi sõnu: „Nansen oli suur polaaruurija, suurem teadlasena ja veelgi suurem inimesena.“ [Ago Marksoo: Fridtjof Nansen (1861–1930), 1961: 328]

40 aastat tagasi

EL
EESTI LOODUS

Vanasti, aastat kolmsada tagasi, oli kirjas-tajatel hea. Kirjastaja võis siis käsikirjaga teha, mida aga soovis, ja autoril polnud oma originaali kaitseks õigust sõnagi öelda. Tänapäeval kaitseb õigus autorit rohkem ja toimetaja on suure kirjastaja ametnik, kelle elu mitme tule vahel pole kuigi kerge. Leo Uuspõldu aitab siin palju tema silmatorkav mehelik sarm. Ja tema vajalik ümberkehastamisvõime (meenutagem samas tema printsiipiaalsust!). Kord ajakirjanike kokkutulekul Võrtsjärve ääres, kus kavas suunistusvõistlus paaridele (mees+naine), pettis Leontiineks ümberriietunud Leonhard kohtunikud ära ja loomulikult võitsid nad koos Juhan Peegliaga (ikkagi üks tema autoreid!) esikoha. [Ilmar Kask: Leo Uuspõld – fermentatiivne katalüsaator, 1981: 747]

20 aastat tagasi

Eesti Loodus

Rist lõigatakse elavasse puusse kodu ja surnuaia vahel selleks, et kadunukese hing ei hakkaks kodus käima ja elavaid kummitama. Paljude külade lähedal on risti lõikamiseks kindel puu või metsatukk – ristimets. Kahjuks jääb selliseid puid ja salusid vähemaks, sest mets on raha, metsa omanikud ja ülestöötajad pole aga tihti kohalikud, vaid sissesõitnud. Neile ei loe kohalikud kombad ja eluviisid midagi, sest see ei maksa. Maksab raha, mida saab puidust. Säärane käitumine on masendav ja ülekohtune. Siiski tahaks loota, et kombad, mis ühendavad inimesi ja loodust, kanduvad ka tulevastele põlvetele. [Ahto Raudoja: Laatre ristipettäi, 2001: 429]



Foto: Rein Kuresoo

Ehkki novembris kasvab metsas söögiseeni vähevõitu, on seda enam aega imetleda seeneriigi mitmekesisust. Kõdunevatel okstel kasvav pisike külmitseen meenutab munadega linnupesa. Tema „munades“ peituvad eosed, mis lendavad küpselt seenest laiali, kui mõnele „munale“ langev vihmapiisk selle lõhkema paneb

Talvekuu sünnipäevi ja sünniaastapäevi

170 (sünd 1851)

09.11 Alexander von Bunge, zooloog, polaaruurija ja arst (srn 1930)

125 (sünd 1896)

08.11 Heinrich Albert Kurm, aednik ja loodusvaatleja (srn 1999)

120 (sünd 1901)

24.11 Silvia Talts, botaanik (srn 1992)

27.11 Hugo Salasoo, farmatseut, botaanik ja arhivaar (srn 1991)

115 (sünd 1906)

06.11 Boriss Piip, eesti päritolu vulkanoloog, NSVL TA liige (srn 1966)

09.11 Evald Keel, farmatseut ja biokeemik (srn 1969)

110 (sünd 1911)

07.11 Aira Kaal, botaanikahuviline kirjanik (srn 1988)

18.11 Paula Palmeos, keeleteadlane (srn 1990)

18.11 Artur Vassar, arheoloog ja ajaloolane (srn 1977)

105 (sünd 1916)

03.11 Erik Saare, geoloog ja tehnikateadlane (srn 1999)

100 (sünd 1921)

14.11 Ea Jansen, ajaloolane (srn 2005)

26.11 Leonhard (Leo) Uuspõld, Eesti Looduse kauaaegne toimetaja (srn 2016)

95 (sünd 1926)

01.11 Olaf Kopvillem, keemik, koorijuht ja vestekirjanik (srn 1997)

09.11 Ülo Kaasik, matemaatik (srn 2017)

29.11 Tamara Sõrmus, matemaatik ja baleriin (srn 2018)

90 (sünd 1931)

02.11 Mall Hõrak, keemik

22.11 Väino Lepasepp, geograaf (srn 1963)

27.11 Edgar Haak, puuviljandusteadlane (srn 2011)

80 (sünd 1941)

17.11 Uudo Pragi, inimgeograaf (srn 2015)

20.11 Ülo Kristjuhan, füsioloog, ergonomist

75 (sünd 1946)

02.11 Taivo Arak, matemaatik (srn 2007)

04.11 Rein Laiverik, looduskaitseja

10.11 Mart Simm, hüdrobioloog

14.11 Vladimir Mirovtortsev, looduskaitseja

23.11 Boris Tuch, ajakirjanik ja tõlkija

24.11 Heldur Sander, dendroloog ja maastikuteadlane

70 (sünd 1951)

21.11 Mari Ivask, bioloog

23.11 Eric Michael Suuberg, eesti päritolu keemik

65 (sünd 1956)

03.11 Veiko Allikmaa, keemik

29.11 Viktor Abramov, matemaatik

60 (sünd 1961)

18.11 Taavi Virro, hüdrobioloog

26.11 Indar Zeinet, Ida-Viru linnuklubi juhatusel liige

55 (sünd 1966)

11.11 Kadri Tali, taimeökoloog

26.11 Tarmo Niitla, botaanik ja fotograaf

50 (sünd 1971)

02.11 Indrek Jääts, etnoloog

11.11 Marek Vahula, publitsist

30.11 Helle Järv, mükoloog



30 lauda ja 60 tooli
14 eritooni ja 150 kangast



Meie pikaaegsete kogemustega müügikonsultandid aitavad
leida lahenduse ka kõige keerukamatele eritöödele

SINU MÖÖBEL – SINU MOODI!

Vaata lisaks **unolik.ee**

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

Tartu
Jõe keskus
tartu@unolik.ee
5328 5747

TAMREX

UNUSTA
PAELAD

Võta BOA!

MUGAVAM
PUHTAM
OHUTUM

PARIM TALVEAABAS:

BOA® + **CORDURA®**
+ **Thinsulate™ B600**

COFRA® 13670 **Odoacre**
S3 WR CI HRO SRC
BOA®ga talvesaapad

179 €



- Vetthülgav täisnahk
- Boa® kinnitussüsteem
- Thinsulate™ B600 vooder -25 °C
- Cold Barrier sisetald
- Cold Defender PU/nitrilist välistald
- APT tekstiilist torkekindel tald
- Klaaskiust turvanäina



Osta **BOA®** kinnitussüsteemiga
poolsaapad või talvesaapad tavahinnaga,
saad Snickers Workwear mütsi (9084/0400 väärtus 20 €)

TASUTA

Mugavus, mida saab usaldada. Täpselt projekteeritud, kulumiskindlad materjalid, testitud äärmuslikes tingimustes. Täiuslikult sujuv ja ühtlane peenhäälestus isegi ühe käega reguleerides. Jalanõude jalgapanek ja ära võtmine pole kunagi olnud nii kiire, mugav ja lihtne.

Garantii - BOA kinnitussüsteemi garantii kestab terve jalanõude eluea.

SULGEMISEKS
VAJUTA ALLA

PINGUTAMISEKS
KEERA

AVAMISEKS
TOMBA ÜLES



COFRA Bragi
S3 CI HRO SRC
talvesaapad
99 €



COFRA Annar
S3 WR CI HRO SRC
talvesaapad
115 €



COFRA Muspell
S3 CI WR HRO SRC
talvesaapad
146 €



SOLID GEAR Shore
BOA S3 SRC HRO
talvesaapad
197 €



SOLID GEAR Sparta
S3 SRC
talvesaapad
217 €

Hinnad sisaldavad käibemaksu 20% ja kehtivad kuni kaupa jätkub!

TAMREX OHUTUSE OÜ

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

TALLINN Laki 5, Pärnu mnt 139c, Katussepäpi 35 • TARTU Aardla 114, Ringtee 37a • PÄRNU Riia mnt 169a • RAKVERE Pikk 2 • JÕHVI Tartu mnt 30 • VÕRU Piiri 2 • VIJANDI Tallinna 86
VALGA Vabaduse 39 • NARVA Ak. Maslovi 1 • HAAPSALU Ehitajate tee 2a • PAIDE Pikk 2 • JÕGEVA Tallinna mnt 7 • TÜRI Rakvere tee 23 • RAPLA Tallinna mnt 2a • KEILA Keki tee 1 • KURESSAARE Tallinna 80a