

GEOLOGIA SÜGISKOOL

Tartu Ülikooli Maapõueressursside arenduskeskus (MAREK)
Maateaduste ja Ökoloogia doktorikool
Eesti Looduseuurijate Selts
Tartu Ülikooli geoloogia osakond
Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia instituut

Maa varad

Schola Geologica XIII

Tartu 2017

Autoriõigused: autorid, toimetajad ja Eesti Looduseuurijate Selts

Toimetajad: Oive Tinn, Hanna Raig, Kairi Põldsaar, Triine Nirgi

Kirjastanud Eesti Looduseuurijate Selts

Kaane illustratsioon ja vinjetid: Kärt Üpraus

Pildilisa kujundus: Katrin Lasberg

Küljendus ja kaane kujundus: Sigrid Soomer

Soovitav viitamise vorm:

Kogu väljaandele:

Tinn, O., Raig, H., Põldsaar, K., Nirgi, T., (toim.) 2017. Maa Varad. Schola Geologica XIII. Eesti Looduseuurijate Selts, Tartu, 80 lk.

Artiklile:

Läänemets M. 2017. „Nii kaua, kui kestab ilmaruum...“ ehk budismi vaatest „inimressursile“. Rmt.: Tinn, O., Raig, H., Põldsaar, K., Nirgi, T., (toim.) Maa varad. Schola Geologica XIII. Eesti Looduseuurijate Selts, Tartu, lk 11-12.

Kolmeteistkümnenda geoloogia sügiskooli toimumist ning seotud teadusettekannete sarja “Schola Geologica” väljaandmist toetasid Tartu Ülikooli Maapõueressursside arenduskeskus (MAREK), Maateaduste ja ökoloogia doktorikool, Eesti Looduseuurijate Selts, Tartu Ülikooli geoloogia osakond, Tallinna Tehnikaülikooli geoloogia instituut.

ISSN 1736-3241

ISBN 978-9949-9979-0-9 (trükis)

“The fact that we live at the bottom of a deep gravity well, on the surface of a gas covered planet going around a nuclear fireball 90 million miles away and think this to be normal is obviously some indication of how skewed our perspective tends to be.”

— Douglas Adams, *The Salmon of Doubt: Hitchhiking the Galaxy One Last Time*

Civilization exists by geological consent,
subject to change without notice.

— Will Durant

SISUKORD

Ajakava.....	8
Autorid.....	11
Eessõna.....	13
Tõnu Pani	
„Nii kaua, kui kestab ilmaruum...“ ehk budismi vaatest „inimressursile“.....	15
Märt Läänemets	
Viimasest seisust Geoloogiateenistuse moodustamisel ja 2018. aastaks planeeritavad uuringud	17
Kalev Kallemets	
Looduspõhised lahendused tuleviku heaks – geoloogia ja geoloogi osa	18
Väino Puura	
Kaevanduste täitmine lendtuha seguga Šotimaa näitel.....	22
Madis Osjamets	
Kaevandamine asteroididelt.....	27
Tavo Ani	
Vesi kui maa vara, selle tarbimise dünaamika ja hind Eestis	33
Enn Karro ja Kaire Veeperv	
Orienteerumismaastikud ehk miks me jookseme just seal, kus jookseme	44
Eduard Pukkone	
Noored Kooli	48
Jüri Käosaar	
Järeisõna.....	50
Tõnn Paiste	
Artiklite Lisad.....	57
Meenutused XII Sügiskoolist	66

AJAKAVA

“Maa varad”

XIII geoloogia sügiskool
Nelijärve, Harjumaa

REEDE, 13. oktoober

15.00 – Väljasõit Tartust, Chemicumi eest (Ravila 14a)
15.30 – Väljasõit Tallinnast, TTÜ peahoone eest (Ehitajate tee 5)

17.00 – Saabumine, registreerimine, tervitusamp
17.50 – Avasõna

Kultuur kui Maa vara sessioon

18.10 – **Valdur Mikita** Müta-müta mütogeograafia. Kas mütogeograafia on olemas, tulemas või suremas?
18.50 – **Märt Läänemets** „Nii kaua, kui kestab ilmaruum...“ ehk budismi vaatest „inimressursile“
19.30 – Arutelu
20.00– Õhtusöök
21.00 – Õhtune kava (akustiline pala, suhtlus, lauamäng)

LAUPÄEV, 14. oktoober

08.00-09.00 Hommikusöök ja ärkamine

Maavara kui Maa vara sessioon

09.00 – **Erik Puura** Tuleviku maavaradest või maavarade tulevikust
09.30 – **Kalev Kallemets** Viimasest seisust Geoloogiateenistuse moodustamisel ja 2018. aastaks planeeritavad uuringud
10.00 – **Väino Puura** Looduspõhised lahendused tuleviku heaks – geoloogia ja geoloogi osa
10.20 – **Madis Osjamets** Kaevanduste täitmine lenduha seguga Šotimaa näitel
10.40 – Kohvipaus
11.00 – **Peeter Talviste** Maapõu kui maatugi – mida see tähendab?
11.30 – **Tavo Ani** Kaevandamine kosmoses
11.50 – **Kaire Veeperv** Eesti põhjavee kasutusotstarbeid, koguseid ja hindu erinevatel aastatel
12.10 – Arutelu
12.30 – Lõunasöök

13.30 – 17.00 Matk looduses, orienteerumine, eesotsas Eduard Pukkonen

17.00 – Õhtusöök

Elustik kui Maa vara sessioon

18.00 – **Aveliina Helm** Elurikkus hüljatud karjäärialadel

18.30 – **Marko Kohv** Ökosüsteemid teenustest ja soodest

19.00 – **Aivo Averin** Mullast ja maailmast

19.30 – Kohvipaus

20.00 – **Päärn Paiste** Maa vara uurimine ja kaitse ICP-MC masinaga

20.20 – **Elisabeth Rähn** Raiete mõjust mikroorganismide elustikule

20.40 – Arutelu

21.00 – Õhtune kava (saunakivide geoloogia ja Juho Kirs rääkimas Kamtšatka loodusest)

PÜHAPÄEV, 15. oktoober

08.30 – Hommikusöök ja ärkamine

Inimene kui Maa vara sessioon

09.30 – **Erlend Sild** Putukad kui kasutamata loodusressurs

10.00 – **Mare Ainsaar** Kas altruism ja solidaarsus on võimalikud, ehk mis juhub, kui ressursse kõigile ei jätku

10.30 – **Andres Soosaar** Teaduseetika ja biomeditsiinilised inimuuringud

11.00 – Kohvipaus

11.30 – **Peeter Hõrak** Inimkeha kui varandus – antropomeetrilised andmestikud abiks elutempo evolutsiooni seletamisel

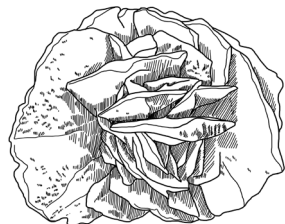
12.00 – **Jüri Käosaar** Noored Kooli

12.30 – Arutelu

12.50 – Lõppsõna

13.00 – Lõpulõuna

14.00 – Lahkumine Tallinnasse ja Tartusse



AUTORID

Tavo Ani – Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituut;
tavo.ani@ut.ee

Kalev Kallemets – Majandus- ja kommunikatsiooniministeerium;
kalev.kallemets@mkm.ee

Enn Karro – Tartu Ülikooli Ökoloogia ja maateaduste instituut;
enn.karro@ut.ee

Jüri Käosaar – SA Noored Kooli;
jkaosaar@gmail.com

Märt Läänemets – Tartu Ülikooli kunstiteaduste instituut;
mart.laanemets@ut.ee

Madis Osjamets – AS Maves;
madisosjamets@maves.ee

Tõnn Paiste – Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituut;
t6nnpaiste@gmail.com

Tõnu Pani – Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituut;
tonu.pani@ut.ee

Väino Puura – Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituut;
vainopuura@gmail.com

Eduard Pukkonen – Maa-ameti geoinfosüsteemide büroo;
eduard@keila.ee

Kaire Veeperv – Tartu Ülikooli ökoloogia ja maateaduste instituut;
kaireve@gmail.com

EESSÕNA

Tõnu Pani

Tähetolmust tekkinud kolmas kivi Päikesest – Maa – on miljardite aastate jooksul kujunenud just selliseks nagu meie seda teame ja tunneme keemiliste reaktsioonide, geoloogiliste protsesside ja elu koostöö tulemusena.

Geoloogia sügiskooli seltskond koguneb juba kolmeteistkümnendat korda. Geoloogia on väga lai valdkond ja varemgi on neil kokkusaamistel jutuks olnud laiahaardelised teemad, näiteks Aeg ja Meri. Seekord aga on see tõeliselt lai – Maa varad.

Maa varade hulka kuuluvad nii loodusvarad (kaevandamisväärsed, vesi, mets, kalad ...), inimtegevuse tulemusena tekkinud (koduloomad, kasutatav maa ...), loodusressursid (õhk, merevesi, maastik ...). Inimese kui looduse osa tegevuse tulemusena on Maa varade hulgas ka kultuur kogu oma lõpmatuses. Väga pikka aega oli Maa varade kasutamine piiratud põhiliselt vahetult elutegevuseks vajaliku materjali hankimisega evolutsiooniliselt kujunenud ulatuses. Alles suhteliselt hiljuti tekkis sellel kõrgelt arenenud episoodilise mälu/meelespidamisvõimega organismil ka varade varumise komme. Inimmõistus on tundma õppinud loodusseadusi, süvenenud varjatud sisusse ja muutnud ning nimetanud osa loodusest maavaradeks ning õppinud neid enda heoluks ära kasutama. Samas aga sisaldub selles oi kui palju ohte.

Läbi sügisvärvidest kollase-punase-pruuni-rohelisekirju Eestimaa varadest mööda, läbi ja üle, Tallinnast Tartusse ruttava Maa varadest (milliste hulgas ka mitmed maavarad) tehtud rongi rataste alt kostev enam-vähem rütmiline rat-tat-tat-tat seguneb surisevate, vilistavate, sahisevate häältega ja muutub pooluneliseks olekuks. Näppude vahel olev raamat vajub lauale. Sellesse suminasse segunevad üksikud sõnad, hõiked, retsitatiivid – *tänavu õppisin uue seene ... ei tea mis küll selle Rail Balticuga ... oi kui hea koogi oled*

... eks ikka kildagaasi ... da poshel ty ... vaata kui ilusad värvid ... from where you came ... a valgeid seeni ma ei usalda ... pirn ja ploom ... where are all people ... ega mõistus ole tarkus ... tarviline vara, fosforit läheb sullegi vaja Reaalsusse naasnuna tabab pilk poolelijäänud leheküljel read: „Ego jaoks ei ole siin palju ruumi. Kui me väheselgi määral märkame, et meie edu või toimetulek siin ilmas põhineb suuresti meie ligimeste lähedusel, siis jääb ehk nii mõnigi rumal mõte teoks tegemata.“*

KASUTATUD KIRJANDUS

*Henri Zeigo romaani „Sõnakehv“ peategelane Martin Messing



„NII KAUA, KUI KESTAB ILMARUUM...“ EHK BUDISMI VAATEST „INIMRESSURSILE“

Märt Läänemets

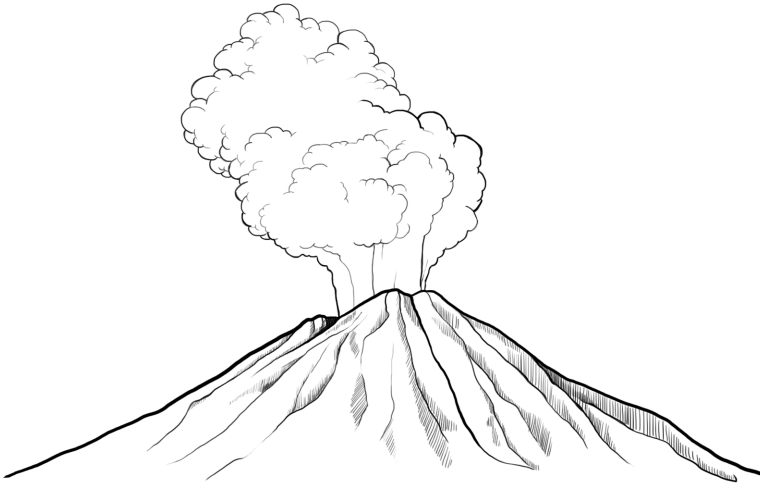
Budism on iidne, üle 2000 aasta vana õpetus, mis, kui sellesse süveneda, hämmastab tänapäeva inimesi oma peaaegu teadusliku lähenemisega olemisele, inimesele, maailmale. Kausaalsus, analüütilisus, looja-jumala ja isegi algloomise akti kui sellise eitamine on mõned kõige olulisemad budistliku mõtlemise tunnusjooned, mis lähendavad seda teaduslikule maailmavaatele tänapäevases mõttes. Kuid teatud mõttes on budistlik mõte tänapäeva teaduslikust mõttest väga erinev ja võiks isegi öelda, et viimasest kaugel ees. See on ühelt poolt tema kompromissitus eetika hõlmamisel elava inimkogemuse analüüsi n-õ tõe kriteeriumina (igasuguse uurimise eesmärk saab olla ainult inimese vabastamine kannatusest); teiselt poolt samaväärne kompromissitus analüüsil lõpuni minemisel (uurimisel ei tohi jääda ühtki momenti, mida on veel võimalik kriitiliselt ümber lükata). Kuna meile tuntud elusolenditega asustatud universumi osas (planeedil Maa) on ainukeseks olendiks, kelle mõistus on võimeline selliseks vabastavaks analüüsiks, inimene, siis on loomulik ja iseenesestmõistetav budismi õpetuse järjekindel inimkesksus ja inimese nägemine evolutsiooni keskse tegurina. Budismi mõistes vaimse evolutsiooni tippu jõudnud inimest (buddhad, bodhisattvad) iseloomustab kõikehõlmav mõistmine, piiritu kaastunne ja nendel baseeruv kõikumatu vastutustunne kõige eest, mis tema maailma kuulub ja millega ta kokku puutub. Sellisest vastutustundest kantuna on 7. sajandil Indias elanud kuulus budistlik mõttetark ja õpetaja Šāntideva poeetilises vormis töötusena sõnastanud inimese kredo, mida oma õpetuste motona kasutab sageli XIV dalai-laama Tendzin Gyatso:

„Kuni ilmaruum kestab ja kuni maa püsib, olgu mu olemasolu pühendatud kannatuse kaotamisele maailmast“

(Šāntideva. Bodhitšarjāvatāra.).

KASUTATUD KIRJANDUS

Šāntideva. *Bodhitšarjāvatāra*, 2008. *Budismi pühad raamatud*, 3. *Sanskriti keelest tõlkinud Linnart Mäll. Tartu. Lux Orientis, 2008, lk 149.*



VIIMASEST SEISUST GEOLOOGIATEENISTUSE MOODUSTAMISEL JA 2018. AASTAKS PLANEERITAVAD UURINGUD

Kalev Kallemets

Geoloogiateenistuse moodustamine liigub edasi plaanikohaselt. Esinevad täiesti planeeritud emotsionaalsed ja praktilised väljakutsed. Direktoriks on geoloogiateenistuse nõukogu panusega valitud ja ministri poolt kinnitatud Alvar Soesoo, kes on valinud tänaseks asedirektori ja osakonnajuhatajad. 2018. aastal alustame tööd Tallinnas ja Rakveres ning teenistuse tööst enamus tehakse alates 2019. aasta algusest Rakveres.

Uuringute osas on praegu natuke ennatlik olla detailne, sest juhtkonna poolt on koostamisel täpne 2018. aasta tegevuskava ja eelarve, kuid kindlasti on olulisel kohal tehnoloogilise lubjakivi, fosforiidi ja argilliidiga seotud uuringud. Suurt rõhku paneb uus teenistus rahvusvahelisele koostööle ning koostööle tänaste ülikoolidega. Samas tuleb rõhutada, et Geoloogiateenistuse uuringud on pigem rakenduslikud kui akadeemilised. Näiteks küsimus, kui suur on fosforiidi kaevandamise omahind eri kaasaegsete tehniliste lahenduste korral, ei ole akadeemiline, vaid rakenduslik uuring. Rahvusvahelisest mõõtmest tuleb rõhutada Eesti võimalikku panust Euroopa kriitiliste toormete varustuse parandamisel.

LOODUSPÕHISED LAHENDUSED TULEVIKU HEAKS – GEOLOOGIA JA GEOLOOGI OSA

Väino Puura

Belgia teadlane Hilde Eggermont avaldas koos kolleegidega artikli (Eggermont, 2015), millest on pärit uus mõiste *nature-based solutions* (NBS). Eesti keeles võiks kasutada selle veel areneva termini vastena *looduspõhised lahendused* (LPL). Termin *looduspõhised lahendused* on kujunemisyrgus: sellest on kavas kujundada uus mõjur keskkonnakorraldusele ja -uuringutele Euroopas.

NBS/LPL terminit kasutati esmakordselt 2000. aastate algul, kui otsiti uusi lahendusi muutuva kliimaga kohanemiseks ja inimõju leevendamiseks, samal ajal kaitstes bioloogilist mitmekesisust ja elutingimuste jätkusuutlikkust.

NBS/LPL on jõudnud Eestisse – Eesti Keskkonnaministeerium ja Tallinna Ülikool korraldavad Euroopa Liidu Nõukogu eesistujariigi ürituste raames 24.-26. oktoobril 2017. juhtiva konverentsi „Looduslikud lahendused: innovatsioonist ühiskasutuseks“. Eestimaa konkreetseid teemasid ei arutata. Aga selle, kogu Euroopat hõlmava, arutluse konteksti sobib hästi Eesti pindalalt laialdaste maavaralalasunditega alade keskkonnanahoidliku looduskasutuse korraldamise temaatika, kus saavad kokku erinevate looduskasutuse valdkondade tegevused ning loodushoiu huvid ja vajadused.

Kahjustavate tegevuste vältimine ja paratamatute kahjustuste parandamine kui loodushoiu meetodid on aastakümneid vanad. Eestis on eraldi, paaridena ja vahel grupiviisi, käsitletud ühelt poolt erinevate looduskasutuse suundade – põllunduse, metsanduse, veemajanduse, mäenduse, tööstuse ja asustuse, ning teisalt loodushoiu valdkondade – keskkonnatingimuste, maastike, loodusliku, sh bioloogilise mitmekesisuse, kaitset vajavate liikide hoiu vahelisi vastandumisi. Kuid lähenemist, mis püüaks käsitleda neid koos ja tungida lähedasse või kaugemasse tulevikku,

meil veel ei ole.

Refereeritavas artiklis rõhutatakse, et kogu Maal on inimtegevus viinud pöördumatult kahjulike loodus- ja elukeskkonna muutusteni. On tekkinud suured väljakutsed – kliimamuutused, toidu- ja veepuudus, katastroofiriskid. Lisan, et paljudes kohtades ka vaesus, isegi meil. Aga inimtegevuse ja selle mõju laienemine on samuti loodusest tulenev protsess. Ühiskonna kasu- ja rikkuse taotlus on seega ühtlasi NBS/LPL hullemate looduskahjustuste leevendamise meetod.

NBS/LPL paradigma tutvustamisel hinnatakse vanu ja uusi (st NBS/LPL) lähenemisviise. Aastakümneid arendatud vana lähenemine keskkonnanohiule seisneb usaldusväärsete tehnoloogiliste lahenduste rakendamises konkreetsetes kohtades, mis on võimalikult lihtsad, korduvalt kasutatavad ja prognoositavad. NBS/LPL käsitleb nähtusi laiemalt ja tunnistab looduskasutuse sotsiaal-ökoloogiliste süsteemide keerukust, dünaamilisust ja kompleksust, mida tuleb mõista ja millega kohaneda ning mida tuleb hallata ja arendada kogu terviklikkuses, pilguga tulevikku. Vana, traditsiooniline lähenemine arvestab eelkõige lähituleviku vajadusi ja loomulikult see peab jätkuma. Kuid vaid uued, uudsed NBS/LPL saavad hõlmata pikema, kaugema ja ka ülilauge tuleviku vajadusi. Just see paradigma on praegu juurutamisel Euroopa Komisjonis.

Näen NBS/LPL-kohaste arengustrateegiade rakendamises kasu ka maavarade poolest rikaste alade elamisväärtuste parendamiseks Eestis, kuid arvestades seda, et:

- vajadus looduskasutusest saadava tulu järele on möödapääsmatu, mille garantiiks on jätkuv, traditsioonidele toetuv, usaldusväärsete konkreetsete tehnoloogiate rakendamine ja vajalike uute tehnoloogiate arendamine kõigis looduskasutuse suundades ja majanduse harudes;
- intensiivsete mäenduslike ja muude kasusalade käitlemine nõuab aga loodusväärtuste hoidu ja kahjustatud/mõjutatavate alade taastamist/hoidmist/parendamist looduspärasel moel, sh mineviku vigade parandamist ja tulevikus vigade vältimist.

Virumaa väärtusi – maapõuerikkusi, geoloogilisi tingimusi, maastikke, veesüsteeme, elusloodust ja loodusväärtusi/-haruldusi, asustust, elukeskkonda ja rekreatsioonipotentsiaali arvestades ning minevikus toimunud ja tulevikku ohustavaid keskkonnakahjustusi hinnates kergitab NBS/LPL terviklikuma kogu paikkonna arengustrateegia loomise vajaduse,

ja seda teaduslikele alustele, sealhulgas majanduslikele kalkulatsioonidele toetudes.

NBS/LPL ideed ongi loodud teadlaskonnas ja nende rakendamine eeldab teaduslikke andmeid, metodoloogiad ja hinnanguid. Autorid räägivad kolme tüüpi NBS/LPL stsenaariumidest, lihtsamatest keerukamateni:

Tüüp 1 – looduslikesse ökosüsteemidesse tungimine on minimaalne.

Tüüp 2 – valikuliselt traditsiooniliste ja parendatud tehnoloogiate rakendamine ökosüsteemide ja maastike läheduses või keskel taotledes loodumõjude minimeerimist ja maastike innovaatilist parendamist.

Tüüp 3 – täiustatud, ka kunstlike ökosüsteemide loomine ja arendamine.

Kui vaadelda ja hinnata Virumaa maapõue- ja kõigi teiste looduslike rikkuste kasutamise seniseid ja praegusi praktikaid, tulemusi ja ökoloogilisi jalajälgi ning nende rikkuste kasutamise tulevikuprobleeme NBS/LPL rakendades, siis tulevikusuundumiste kujundamiseks tuleb üksjagu vaeva näha, milleks tuleks lahendada 2. ja 3. tüüpi stsenaariume. Esmalt tuleb:

1) käsitleda looduskasutust kaugeimas, keskmises ja lähimas perspektiivis tegevuste eesmärkide, intensiivsuse ja keskkonnamõjude rakursis,

2) hinnata eri looduskasutuse suundade – maapõuekasutus, põllumajandus, metsandus, veekasutus, tööstus, asustus – majanduslikku netoefekti,

3) selgitada looduskasutuse erinevate suundade arenguvajadusi ja leida nende omavahelised vastuolud ja kohandamisvõimalused,

4) hinnata rikutud ökosüsteemide parendamise võimalusi ja vajadusi ning kujundada nägemus lähema ja kaugema tuleviku tegevuste kohta loomaks kooskõla looduskasutuse, loodushoiu ja elukeskkonna arendamisse.

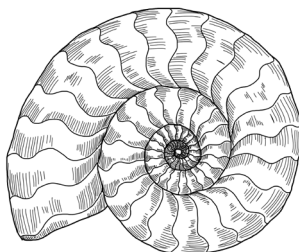
Looduskeskkonna hoiu ja poolloodusliku keskkonna kujundamise NBS/LPL leidmine eeldab multidistsiplinaarset lähenemist, paljude asjaosaliste teadusharude osavõttu. Geoloogial kõige laiemas mõttes on siin võimalus olla „maise“ aluse looja rollis, millele eluteadlased saavad

luua poollooduslikku keskkonda (ka paremat kui kunagi minevikus), ning majandus ja asustus arened. Uudsenä varasema traditsiooniga võrreldes kerkib geoloogia ette ülesanne teaduspõhiselt kujundada kaevandamisäegseid ja -järgseid keskkonnatingimusi, kaevandatud ja mõjutatud alade (tehis)pinnakatte ehituse, maapinna reljeefi, põhja- ja pinnavee süsteemide, kasvupinnaste kujundamise osas jne. Senine praktika on andnud halvasti keskkonda sobivaid läbikaevandatud ja mõjutatud alasid Tallinna veerel endises Maardu fosforiidikarjääris, äga samuti põlevkivimaal.

Iga inimese heaolule ja elukeskkonna säilitamisele pühendunud geoloogi roll on teha parim ja leida koht spetsialiteetide reas otsinguuuringugeoloogist kuni loodus- või elukeskkonna taasloojani kaevandusalal.

KASUTATUD KIRJANDUS

Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J.M.N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Fady, B., Grube, M., Keune, H., Lamarque, P., Reuter, K., Smith, M., van Ham, C., Weisser, W.W., Le Roux, X., 2015. Nature-based Solutions, an Emerging Term: New Influence for Environmental Management and Research in Europe, Gaia, 24/4, 243-248.



KAEVANDUSTE TÄITMINE LENDTUHA SEGUGA ŠOTIMAA NÄITEL

Madis Osjamets

MAA ON VARA

Sügiskooli teema „Maa vara“ läheb hästi kokku Šotimaal kogetuga. Elasin 2 aastat Edinburghis ja töötasin kaevanduskäikude täitmise ja pinnaseparanduse alal tegutsevas ettevõttes.

Šotimaa rahvastikutihedus on võrreldes Suurbritannia keskmisega üsna väike – vastavalt 67 ja 261 inimest/km² (UK Statistics Authority website). Suur osa elanikkonnast elab aga Edinburghi ja Glasgow vahelisel Central Belt'iks nimetatud alal, kus keskmine rahvastikutihedus on ca 350 inimest/km² (joonis 1). Koondumise suurimaks põhjuseks on põhjapool asuv Šoti mägismaa, kus on olnud rasked elutingimused; lõunasse jääb samuti mägisem ala ning ajalooliselt pole seal elavate inglastega hästi läbi saadud. Palju inimesi väikesel alal ning kahe suure linna vahele loodud ühendusteel tõstavad piirkonna maa väärtust, toimub varem muus kasutuses olnud alade kasutuselevõtt elamute/infrastruktuuride aluse maana.

Huvitav on asjaolu, et Šoti rahvastikutiheduse kaardiga on väga sarnane nende kivisöekaevanduste kaart (joonis 2). Kivisöekihid paiknevad tihedalt asustatud piirkonnas maapinna lähedal. Tänapäevaks on kaevandused maha jäetud, söekaevandamise kõrgeaeg oli 17-20 sajandil. Paljud kaevandused on väikesed ja kaevatud käsitsi – nende kohta pole säilinud jooniseid, millega oleks võimalik kaevanduskäikude paiknemist tänapäevase maapealse olukorraga siduda.

Uute arenduste korral tuleb piirkonnas tihti tegeleda suurtel maaladel maapinna stabiliseerimisega. Šotimaal ja ka mujal Suurbritannias on vanade kaevanduskäikude stabiliseerimisel levinuimaks mooduseks nende täitmine seguga, mis koosneb kivisöe lendtuha ja tsemendist (tüüpiline segu 12:1), mõnikord lisatakse liiva.

KAEVANDUSTE TÄITMINE KIVISÖE LENDTUHAGA

Protseduur on lihtne – kuna pole leitud head meetodit, kuidas määrata kaevanduskäikude täpne asukoht, kaetakse kogu arendusala ühtlase puuraukude võrgustikuga. Nendel objektidel, kus mina töötasin, oli puuraukude võrgustiku tiheduseks 3,5 m, suurematel aladel tähendas see kokku 6000 puuraugu puurimist. Maapind loeti stabiilseks, kui puurimisega tuvastati 20 m paksune rikkumata kaljupinnase kiht. Kui sellise paksusega rikkumata kiht tuvastati, täideti puurauk ja liiguti edasi. Juhul kui puurimisel satuti kaevanduskäigu peale, jäeti manteltoru maa sisse ja nendesse aukudesse pumbati kuni täitumiseni tuhasegu.

Tuhast, betoonist ja veest segu valmistamiseks kasutati spetsiaalseid segumasinaid, segu pumbati torude ja voolikutega otse kaevanduskäikudele sattunud puuraukudesse. Suurimad pumbatud segu mahud ulatusid 700 tonnini päevas. Ühe 5 ha arendusala täiteks kasutasime kokku 25 000 tonni. Töö kvaliteedi kontrollimiseks puuriti peale segu tahenemist järelvalve poolt määratud kohtadesse kontrollpuuraukud. Puuraukudesse pumbati surve all segu, ning augu täitumisel mõõdeti lühikese aja jooksul surve alanemist.

2016. aasta lõpul oli kaevanduste stabiliseerimise tulevik Šotimaal ebaselge. Viimane Šoti kivisöe baasil töötav elektriijaam suleti 2016. Kogu Suurbritannias on tehtud poliitiline otsus sulgeda kõik kivisöe elektriijaamad aastaks 2025 (Vaughan, 2016). Kuigi täidetavaid alasid on Šotimaa keskosas palju, on juba praegu tekkinud suur lendtuha defitsiit – lähim elektriijaam, millest lendtuha sai, asus 350 km kaugusel Liverpools lähedal. Kauge maismaatranspordi tõttu oli tuha maksumus kaks-kolm korda kõrgem kui liival. Kolleegide sõnul on püütud segudes kasutada ka alternatiive, nt klaasipuru, kuid tuhaga võrreldes on alternatiividel olnud selged puudused.

Šotimaal ja tulevikus kogu Suurbritannias tervikuna on puudus sarnasest materjalist, mis Eestis moodustab ca 28% kogu põlevkivitööstuses tekkivatest jäätmetest. Eestis tekib põlevkivist elektri tootmisel ca 5 miljonit tonni lendtuha aastas, sellest taaskasutati alla 0,2 miljoni tonni lendtuha (Kaukver, 2015). Kuna Šotimaal on tuhast puudus ja Eestis on seda üle, tekkis loomulikult huvi, kas põlevkivituhka saaks sarnastes segudes kasutada või välistab selle mingi keskkonnakaitsealine aspekt.

KIVISÖE LENDTUHK VÕRRELDES EESTI PÕLEVKIVI LENDTUHAGA

Elektri tootmisel tekkiva lendtuha koostis sõltub toorme koostisest ja samuti elektritootmise tehnoloogiast. Nii ei ole täpselt samasuguste omadustega kogu Eesti elektritootmisel tekkiv põlevkivi lendtuhk ning erineb loomulikult ka kivisööst elektritootmisel tekkiv tuhk.

Peamiseks põlevkivi lendtuha poolt põhjustatud keskkonnaprobleemiks peetakse tuha kokkupuutel veega tekkivat kõrget leeliselistust – pH 12.68-12.76 (Urb, 2011). Kivisöe lendtuhaga võrreldes on kukersiidi lendtuha vesileotise pH veidi kõrgem ja uuringute kohaselt neutraliseerub see aeglasemalt (Laja, 2005). Kirjanduses (Puura, 2009; 2016) on märgitud, et aluselise vee leostudes ja pinna- või põhjaveega lahjenedes aluselisis neutraliseerub ka kukersiidituhal küllalt kiirelt.

Teiseks murekohaks on lendtuha ohtlike ainete – peamiselt raskmetallide sisaldus. Kukersiidis on raskmetallide sisaldus väiksem kui kivisöes (Laja, 2005). Samas jäävad raskmetallide sisaldused allapoole ohtlikele ainetele pinnases seatud sihtarvusi (Tang, 2003). Lisaks ohtlike ainete sisaldustele sõltub nende mõju ümbritsevale keskkonnale saasteainete transpordivõimest ja eluslooduse omastamisvõimest. Kukersiidi tuhas sisalduvatel raskmetallidel on leostumiskatsete põhjal suurem osa väikese liikuvusega (kuni 0,1% algsest sisaldusest), keskmise mobiilsusega on Cr ja Cd (2,5-3,1%) (Panova, 2007). Kuna veekeskkonnale seatud normid on karmimad kui pinnasnormid, võivad suurte alade täitmisel tuhast leostunud raskmetallid ületada normatiivseid sisaldusi.

Üldistades on kivisöe ja kukersiidi lendtuha segudes kasutamise mõjud keskkonnale sarnased. Probleemsem võib olla põlevkivi lendtuha segude tekitatud veekeskkonna leeliselisus, mis peaks ümbritsevas keskkonnas neutraliseeruma. Keskkonnas püsivate raskmetallide sisalduse poolest võiks olla tegu kivisöe lendtuhast vähem ohtliku materjaliga.

Üheks piduriks põlevkivi lendtuha kasutamisel võrreldes kivisöe tuhaga on asjaolu, et jäätmenimistutes on põlevkivilendtuhk ohtlik jääde, kivisöe lendtuhk aga mitte (KKM 14.12.2015 määrus nr 70. Jäätmete liigitamise kord ja jäätmenimistu).

Ohtliku jäätmena defineeritult on ettevõtjal põlevkivi lendtuha

kasutamine raskendatud. Eesti Energia on põletatud põlevkivi (kuivalt kogutud põlevkivi lendtuha) registreerinud tootena – see on määratletud REACH-määruse kohaselt kemikaalina ja registreeritud Euroopa Kemikaaliameti andmebaasis. Registreering lubab toote transportimist Euroopa Liidu piires (<https://www.energia.ee/et/tuhk>).

MIKS ON ŠOTIMAAL KIVISÖE LENDTUHKA MUGAVAM KASUTADA KUI MEIL PÕLEVKIVI OMA?

- Šotimaal on kaevanduste alal maa hinnaline, vajadus kaevanduskäikude stabiliseerimise ja odava täitematerjali vastu on suur. Eestis on kaevandused väikese asustustihedusega piirkonnas, kus maa on odav ja arendusi vähe. Üksikud infrastruktuuri objektid ja hooned, mis ehitatakse kaevanduskäikudele, pole piisavad, et tasuks investeerida vajalikesse masinatesse.
- Jäätmekood on teine (kas põhjustatult eelnenud punktist?).
- Šotimaa keskkonnakaitse fookus on suunatud pinnaveele, mille osakaal veekasutusest on 95%. Kaevanduskäikude põhjaveekihid on saastunud ja neid ei kasutata (Groundwater. Scotland's environment veebileht). Eestis on põhjavee kasutus suur, moodustades ca 65% kogu veekasutusest (põlevkivitööstus välja arvatud. Keskkonnaagentuuri 2015.a andmed).
- Narva Elektri jaamades toimub tuhaärastus veetranspordil, misjärel tuhk settib tuhaplatoodele, sellisel moel veega kokku puutunud ja tsementeerunud tuhka segudes kasutada ei saa.



KASUTATUD KIRJANDUS

- Eesti Energia veebileht. Link: <https://www.energia.ee/et/tuhk>
- Groundwater. Scotland's environment veebileht. Scottish Environment Protection Agency, 2011. Link: <http://www.environment.scotland.gov.uk/media/54815/Water-Groundwater.pdf>
- Guidance on using the European Waste Catalogue. Scottish Environment Protection Agency, 2015. Link: https://www.sepa.org.uk/media/163421/ewc_guidance.pdf
- Kaukver, K., 2015. Eesti jäätmekäitluse ülevaade 2011–2013. Keskkonnaagentuur. Tallinn. Link: https://jats.keskkonnainfo.ee/failid/2011_2013_Jaatmed_toimetis.pdf
- Keskkonnaministeeriumi 14.12.2015 määrus nr 70. Jäätmete liigitamise kord ja jäätmenimist. Link: <https://www.riigiteataja.ee/akt/118122015014>
- Laja, M., 2005. Põlevkivituhk, omadused ja käitumine vesikeskkonnas. Tartu Ülikool, magistritöö.
- Northern Mine Research Society kaardirakendus. Link: <http://www.nmrs.org.uk/mines-map/coal-mining-in-the-british-isles/collieries-of-the-british-isles/coal-mines-scotland/>
- Panova, E., 2007. Toksiliste metallide mobiilsus põlevkivituhas. XXX Eesti Keemiapäevad, Tartu.
- Puura, E., 2009. Põlevkivituhk – müüdid ja tegelikkus. Wordpress. Link: <https://erikpuura.wordpress.com/2009/10/20/polevkivituhk-%E2%80%93-muudid-ja-tegelikkus/>
- Puura, E., 2016. Tuhk ja selle ohtlikkus. Ettekanne 19.05. 2016 VKG keskkonnapäeval. Link: <https://www.vkg.ee/cms-data/upload/keskkonnakaitse/puura-tuhk-ja-selle-ohthikkus.pdf>
- Tang, H., 2003. Poolkoksi keskkonnaohthikkuse määramine. Eesti keskkonnauuringute Keskus, Tallinn.
- UK Statistics Authority veebileht. Link: <https://www.statisticsauthority.gov.uk/>
- Urb, G., 2011. Assessment of environmental impact of oil shale fly ash from PF and CFT combustion. Tartu Ülikool, doktoritöö.
- Vaughan, A., 2016. Britain's last coal power plants to close by 2025. The Guardian, 9.11.2016. Link: <https://www.theguardian.com/environment/2016/nov/09/britains-last-coal-power-plants-to-close-by-2025>

KAEVANDAMINE ASTEROIDIDELT

Tavo Ani

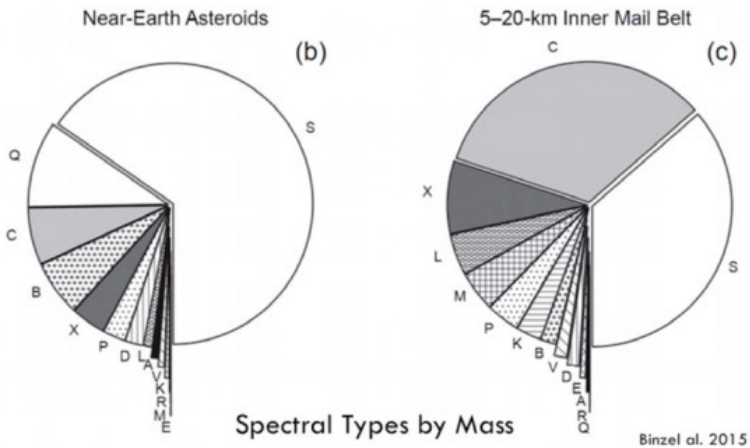
Inimkond on invasiivne liik, kes püüdleb maailma endale sobivamaks muutmise poole. Maal on see hästi õnnestunud, ning hetkel tuntakse end mugavalt. Samas pikemas perspektiivis hakkab inimkonda pitsitama ruumipuudus, üha raskemaks muutub ressursside ammutamine Maast ja lõpuks ei garanteeri keegi, et Maaga miskit kataklüstilist ei juhtu. Inimese levila peab laienema! Ja kui laieneda, on vaid üks suund. Juba 20. sajandi algul, 1903. aastal, pandi esimest korda raketinduse pioneeri Konstantin Tsiolkovski poolt kirja 14 punkti, mida inimene peab tegema, et vallutada kosmos (Lewis, 2014). Neist esimesed 7 punkti täideti juba 1964. aastaks, kuid pärast seda on progress olnud lünklik. Ülejäänud punktid on:

- kosmoseskafandrite arendamine tööks väljaspool kosmoselaeva (saavutati 1965. aastal)
- agrikultuur kosmoses, varustamiseks kosmoserändurite toidulauda
- Maa orbiidil asuvad ennast ise ülalpidavad kosmosekolooniad
- päikeseenergia kasutamine transpordil (ION drive 1965, IKAROS päikesepuri 2010, elektriline päikesepuri ootab veel edukat katsetamist)
- kaevandamine asteroididelt, saavutamaks autonoomia Maa ressurssidest
- rasketööstuse kolimine kosmosesse
- inim- ja ühiskonna täiuslikkuse saavutamine.

Kosmoses kaevandamine on vajalik väljaspool Maad asustuse loomiseks, kuid asja ahvatlevamaks tegemiseks on meil vajal ka luua Maale saadavat kasu. Kuna infrastruktuur on välja arendamata, on ka toorme Maale toomine üpriski kulukas. Näitena on võimalik nimetada miljardi dollari suuruseid hüpoteetilisi projekte, mida on planeerinud investeerimispank Goldman Sachs. Kuna kosmoses saaksime suurepärase

ligipääsu haruldastele metallidele, on ka nende Maale toomise näol tegemist väga tulusa ettevõtmisega. Kõige väärtuslikumaks metalliks loetakse plaatinat, mille puhul 2,6 miljardi dollarilise missiooni juures oleks võimalik tuua Maale maaki 50 miljardi dollari eest. Ent ikka pole reaalsus nii roosiline. Nimelt sellise ettevõtmise ja varude tekkimise korral kukuks plaatina hind drastiliselt, ning kogu projekti tulusus võib kaduma minna. Ühe keskmise jalgpalliväljaku suuruse asteroidi kaevandamisest saadav plaatina kogus võrduks umbes 15 aasta maagivajadusega. Spekulieritakse, et järsk maagi kättesaadavuse suurenemine viiks maapealse kaevandussektori kokkukukkumiseni, mõjudes halvasti kohalikule majandusele. Loomulikult võtavad kosmoettevõtmised ka kõvasti aega. Kogu tööstusvaldkond on välja arendamata ja arenduskulud sellise võimekuse väljaarendamiseks on tohutud.

Kuid see pole ainus pudelikael, mis tuleb läbida enne kosmosest kaevandamisega alustamist. Ka tänapäeval laiutavad meie teadmistes suured lüngad asteroidide endi tüübi, arvukuse ja täpse koostise kohta. Kaevandamiskõlblikeks peetakse väikest osa C, S ja M tüüpi asteroididest. Kiviseid asteroide, mille kaevandamise eesmärgid ei oma vähemasti esialgu



Joonis 1. Asteroidide spektraaltüüpide jaotused VIS+IR põhjal (Graps et al, cit Galache, 2016).

mingit tähtsust, leidub umbes 85% kõigist asteroididest. C-tüüpi asteroidid, mis on kõrge süsiniku ja veesisaldusega kondriidid, moodustavad kõigest 10% kõigist asteroididest ja neistki kõrge veesisaldusega on vaid 30%. Metallilised S-tüüpi asteroidid moodustavad umbes 4% kõigist ja suurenenud Pt gruppi kandvad M-tüüpi asteroidid moodustavad vaid 1% kõigist asteroididest. Arvestama peab ka, et potentsiaalsetest esmastest sihtmärkidest NEO-dest (Near-Earth Object) umbes 4% on võimalikud sihtmärgid ja vaid 4-40% neist on kütusekulu poolest kättesaadavad (Graps et al, 2016).

Kuid ka sellest teadmisest ei piisa. NEO-de uurimise puhul on spektraalset tüüpi võimalik määrata vaid suurema albeedoga kehadel, ning ka selle mõõtmist ei peeta tänapäevaste vaatluste puhul kuigi oluliseks. Seni on tööd läbi viidud suuremate ja eredamate asteroidide puhul (Graps et al, 2016), mille põhjal on nimetatud ka hetkel kasutuses olevad arvud. Probleemile viitavad ka erinevused NEO-de ja asteroidivöö koostise erinevuses (Joonis 1). Seetõttu meie arusaam erinevat tüüpi asteroidide suhtvahekordadest ei pruugi vastata reaalsusele ning meile realselt huvi pakkuvate asteroidide hulk võib kõikuda 4% asemel vahemikus 1-20% kõigist asteroididest. Probleemi rõhutab ka teadmine, et 738 000-st teadaolevast asteroidist on kuju ja albeedo teada vaid 150 000 kohta, millest vaid 1900 puhul on olemas ka spektraalse tüübi määrang (JPL andmebaas). Vaatlustel on seni keskendunud peamiselt suurusele, trajektoorile ja võimaluse korral ka albeedole. Teisisõnu, hetkel kasutusel olev katalogiseerimissüsteem ja vahendid selleks pole piisavad, andmaks informatsiooni asteroidide kaevandamispotentsiaalst. Tänapäeval on vähema kui 10% NEO-de puhul kindlaks tehtud suurus, pöörlemiskiirus ja spektraalne tüüp. Kõige sobilikum oleks vaatlusi läbi viia selleks mõeldud teleskoobi abil, mis asuks kas Maa orbiidil või kaugemal ja mis suudaks registreerida IR/VIS spektrit. Veel parem oleks omada vaatlustöödeks eraldi sondi, mis NEO-ga kohtuma suundub, kuid iga objekti puhul pole seda mõtet teha. Väiksemate uurimissmissioonide korraldamine on tähtis, kui soovime hakata kaardistama suuruse poolest suurema tõenäosusega äratoodavate kehade (20-100 m läbimõõdus) iseärasusi. Hetkel ainsad detailsed fotod NEO-dest on vaid neist, mille läbimõõt on suurem kui 500 m. Enamasti on nende puhul tegemist lahtise materjaliga, mis on kogunenud klompideks ja koosnevad regoliitsetest tolmust ja suurematest

rahnudest, mida hoiab koos asteroidi nõrk gravitatsioon. Meil puuduvad ka teadmised, kas mõned väiksemad kehad on ka monoliitsed, mis tähendaks teistustuguse lähenemise vajadust, kui asi puudutab nendelt kaevandamist või kunagi tulevikus selle ümbersuunamist.

Enamiku kosmose avarustes leiduvate asteroidideni jõudmine ning nende või nende saaduste Maale või Maa orbiidile toomine vajab kütusekoguseid, mille ühe sondi kütusepaaki paigutamine ei ole võimalik. Tänapäeval hinnatakse asteroidimissioonide mõttekust kahe parameetri abil, Δv ja asteroidi tüüp. Δv abil tähistatakse kiiruse muutust, mis on vajalik saavutada, jõudmaks asteroidini, teisisõnu vajaminev kütusekulu. Väiksema Δv väärtusega asteroidid on energiakulu suhtes ahvatlevamad ning peamiselt on tegemist NEO-dega, ehk Maa lähedaste objektidega, mille orbiidi lähim punkt on 1.3 AU kaugusel Päikesest. Neist omakorda veel mõttekamateks loetakse objekte, mille orbiidid on võrdlemisi sarnased Maa omaga, või mille orbiidid ristuvad meie planeediga. Neid nimetatakse PHO-deks (Potentially Hazardous Objects), ehk potentsiaalselt ohtlikeks objektideks.

Viimasel ajal on kosmose poole püüdema hakanud paljud eraettevõtted, kas koloniseerimise, kaevandamise, transpordi või maiste tugiteenuste eesmärkidel. Tänu sellele on ka erasektoris muutunud mõttekaks arendada välja võimekust tehnikat orbiidile või kaugemale saata. Tänapäeval on selle võimekusega kosmoseettevõtted SpaceX ja Lockheed Martin, ning mitmete valitsuste agentuurid.

Arvestades lünki meie teadmistes, mida on vaja täita enne kaevandamise alustamist, on selle nimel asunud tegutsema mitmed ettevõtted. Neist kaks kõige enam meedia tähelepanu pälvinut on Deep Space Industries ja Planetary Resources. Mõlemad ettevõtted plaanivad rajada teed esmalt vaatlussatelliitide abil (joonis 3), määramaks NEO kuju, koostist, pöörlemiskiirust ja muid karakteristikud, seejärel teises faasis omades maandurit, mis tooks Maale tagasi proovi (joonis 4) ja kolmandas faasis spetsiaalset sondi, mis oleks võimeline asteroidi kaevandama (joonis 2). Lisaks tegutsevad ka TransAstra, mille eesmärk on luua reaalselt töötav kosmoses kaevandamise mehhanism ja Kepler Energy and Space Engineering, LunaSonde ja Eesti juurtega ettevõtte OffWorld (Pau 2013), mida juhivad Erika Ilves.

Kosmosekeskkonnas kaevandamine erineb aga olulisel määral

maistest kaevandamismeetoditest (Lewis, 2014). Asteroidil puudub õhk, vesi, inimese kohaolek ning ka gravitatsioon. Klassikaline puurimine, kopaga tõstmine, lõhkamine ja maagi töötlemine ning puhastamine pole selles keskkonnas tehtavad. Teisisõnu, me ei saa tugineda millelegi, millega oleme harjunud Maal. Asteroidide puhul peab kaevandamine olema võimalikult autonoomne tegevus ja protsessid sõltuma toormest. Süsinikurikaste kondriitide puhul kätkeks kaevandamine endast asteroidi sulgemist kinnisesse keskkonda (Joonis 2), misjärel kuumutamiseega eraldatakse sellest gaasilisi komponente. Ennekõike on see kasulik vee kaevandamiseks, mis on vajalik raketikütuse tootmiseks. Kuna suuremate asteroidide pinnal leidub ka ohtralt purustatud peeneteralist materjali regoliiti, on sellest võimalik ka ammutada toormaterjali, ilma et eksisteeriks vajadus materjali purustama hakata. M-tüüpi asteroidide kaevandamine on aga veidi keerulisem. Endised suuremate asteroidide metallist südamikud on enamasti monoliitsed, ning nende purustamine, puurimine või lõikamine ei ole mõeldavad. Lootus eksisteerib siiski asteroidivöö objektide puhul, kus asteroidide „õised“ temperatuurid võivad põhjustada materjali rabadust, ning väiksemgi impakt võib põhjustada selle pinnal regoliitse metallitolmu tekkimise. Paraku NEO-d on selleks protsessiks Päikesele liialt lähedal ja temperatuurid rabadusest tingitud purunemisprotsesse ei võimalda.

Kuna asteroidide kaevandamise näol on tegemist veel areneva, tohutut aega ja ressursi nõudva ettevõtmisega, puudub meil ka ettekujutus, millal võib kontseptsioonist saadarealsus. Tänapäevaks on erinevatel kosmoseagentuuridel olnud kokku 10 asteroidi või komeedimissiooni, mille raames on neljal maandatud ja vaid üks proov on Maale toodud. On suudetud tõestada, et me oleme selleks võimelised, kuid pole suudetud tõestada piisavat tasuvust, autonoomsust ja mastaapsust, et investorid end mugavalt tunneksid. Asteroidide kaevandamisele pühendunud ettevõtted oma praeguses arengujärgus alles töötavad välja ja testivad uurimissonde ning kaevandamiskõlblikud kosmoseliikurid on vaid unistus, millest loodetakse järgmistel kümnenditel uus reaalsus teha.

KASUTATUD KIRJANDUS

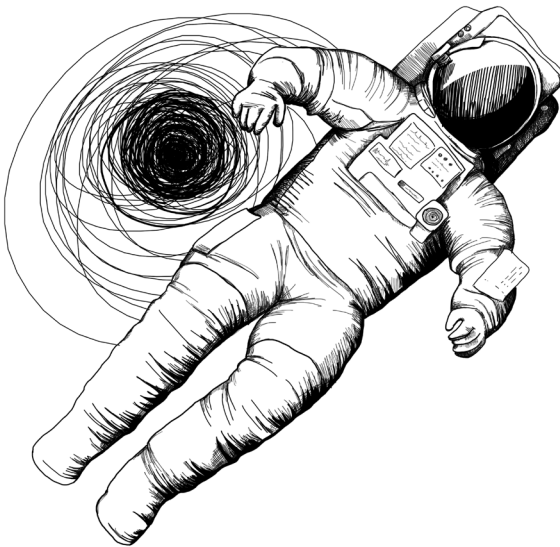
Edwards, J., 2017. Goldman Sachs: space-mining for platinum is 'more realistic than perceived'. Business Insider. Link: <http://uk.businessinsider.com/goldman-sachs-space-mining-asteroid-platinum-2017-4>

Graps, M., +30 co-authors, 2016. ASIME 2016 White Paper: IN-SPACE UTILISATION OF ASTEROIDS: Answers to Questions from the Asteroid Miners" Version 1.2. Luxembourg.

JPL andmebaas How Many Solar System Bodies. Link: https://ssd.jpl.nasa.gov/?body_count

Lewis, J. S., 2014. Asteroid mining 101: Wealth For The New Space Economy, Deep Space Industries Inc.

Pau, A., 2013. Eestlanna ettevõtte tahab avada kosmosekaevandused. Postimees. Link: <http://pluss.postimees.ee/3726731/eestlanna-ettevote-tahab-avada-kosmoses-kaevandused>



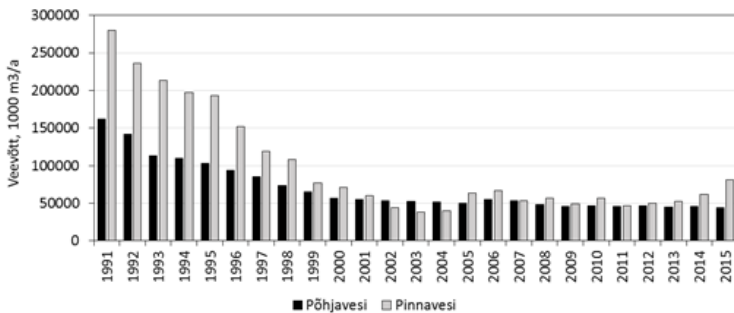
VESI KUI MAA VARA, SELLE TARBIMISE DÜNAAMIKA JA HIND EESTIS

Enn Karro ja Kaire Veeperv

Puhas ja mage vesi on inimese eksisteerimiseks ja elutegevuseks hädavajalik maavara. Tänu meie laiuskraadil valitsevatele kliimatilistele tingimustele ja piirkonna hõredale asustusele on Eesti elanikud mageda veegahästivarustatud. Sedaleidubniiulatuslikult levivates põhjaveekihtides kui ka arvukates pinnaveekogudes. Põhjavesi on Eesti peamine joogiveeks kasutatav mageveeallikas, mis on kättesaadav peaaegu kõikjal, kuid sageli võib see oma loodusliku keemilise koostise või inimtegevusest tuleneva reostuse tõttu vajada mõningast töötlemist, et tagada tervisele ohutu ja kvaliteedinõuetele vastav joogivesi. Enamiku Eesti asulate ja ettevõtete veevajaduse katab põhjavesi. Tootmisveena kasutatakse põhjavett vähe ja vaid juhul, kui seda nõuab tootmistehnoloogia või muu veeliigi kasutamine on liiga kulukas. Tallinnas, Narvas ning mitmetes Ida-Virumaa tööstusettevõttes kasutatakse peamiselt pinnavett, sest ainuüksi põhjaveevarudest seal nõutava veevarustuse tagamiseks ei piisa.

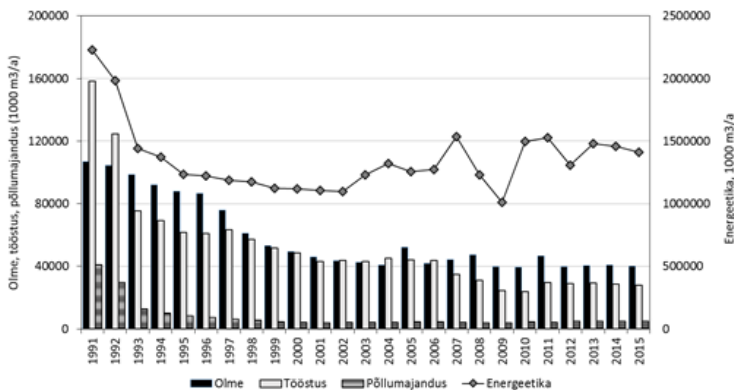
Kõigis Eesti linnades ja paljudes väikeasulates on joogiveega varustamiseks ühisveevärgid. Terviseameti andmetel (Terviseamet 2015) kasutab ligikaudu 86% Eesti elanikest (u. 1 130 000 püsitarbijat) ühisveevärgi vett, ülejäänud elanikkond saab vett individuaalsetest madalamatest puurja salvkaevudest. Riikliku järelevalve all on ligikaudu 1250 veevärki, mis tähendab, et nende kaudu tarbijale edastatava vee kvaliteeti kontrollitakse regulaarselt ja põhjalikult. Eesti ühisveevärgid kasutavad joogiveeallikana peamiselt põhjavett (60,5% tarbijatest), pinnaveest pärinev joogivesi varustab 39,5% tarbijatest. Pinnavett töödeldakse joogiveeks kahes piirkonnas – Tallinnas saadakse suurem osa veest Ülemiste järvest, samuti kasutavad seda vett mitmed Tallinna lähiümbruse asulad (kokku 385 000 tarbijat) ning Narva jõe vett tarbitakse Narva linna (61 000 inimest) ja Eesti Energia Elektri jaama töötajate veega varustamiseks.

Pinna- ja põhjavee tarbimine on Eestis viimase 25 aasta jooksul teinud läbi suure kvantitatiivse muutuse. Joonisel 1 on kujutatud veevõtu andmete ajaline dünaamika, mis näitab, et ajavahemikul 1991-2001 vähenes nii pinna- kui ka põhjavee võtt 2-3 korda ning jõudis tasemeni alla 100 miljoni m³ aastas. Viimase kümne aasta jooksul on veevõtu näitajad olnud suhteliselt stabiilsed. Põhjaveet kasutatakse vahemikus 45-50 mln m³ aastas ja pinnaveet 50-60 mln m³ aastas (Keskkonnaagentuur 2017). Joonisel kujutatud veevõtukoguste hulka ei ole arvatud kaevandustest ja karjääridest väljapumbatud vett, soojus- ja elektriijaamades jahutamiseks kasutatud vett ega ka kalakasvatustes kasutatavat vett. Samuti ei kajasta graafik veevõttu eramute juurde rajatud erakaevudest, millest vee võtmiseks ei ole vaja vee erikasutusluba. Võetava vee hulk Eestis on vähenenud seoses veevajaduse vähenemise, veearvestuse paranemise, tootmise vähenemise ning kodumajapidamiste ja tööstuse säästlikuma veekasutusega. Kui aga summeerida kõik veevõtu andmed, sh kaevandustest ja karjääridest väljapumbatava vee, jahutusvee ning kalakasvatuse vee kogused, oli 2015. aasta summaarne veevõtt Statistikaameti andmetel (Statistikaamet 2017) ligikaudu 1.6 miljardit m³.



Joonis 1. Muutused veevõtus ajavahemikul 1991-2015 a.

Nii nagu veevõtt, on ajas vähenenud ka veekasutus erinevate veekasutus-alade (olme, tööstus, põllumajandus) lõikes (joonis 2). Tootmisvee maht on vähenenud 1990. aastate algusega võrreldes neli korda, mis on tingitud tootmistegevuse vähenemisest ning säästva



Joonis 2. Veekasutus veekasutusala lõikes.

tootmistehnoloogia ja veekorduvkasutuserakendamise. Põllumajanduses tarbitava vee maht on vähenenud sama ajaga ligi 7 korda, mis on peamiselt põhjustatud põllumajandustegevuse vähenemisest. Ligikaudu kahekordse mahumuutuse on läbi teinud ka olmevee tarbimine jäädes viimasel kümnel aastal peamiselt alla 50 mln m³ aastas (Statistikaamet 2017).

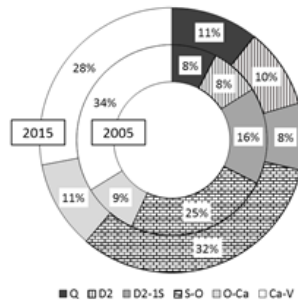
Nagu juba eespool mainitud, on põhjavesi peamine joogi- ja olmevee allikas Eestis, mistõttu tuleb põhjavett kui olulist maa vara säästvalt kasutada ning jälgida, et veevõtt ei ületaks kinnitatud põhjaveevaru ja veekihtides ei tekiks liigsest veevõtust tingitud märkimisväärset põhjaveetaseme alanemist. Viimane võib näiteks rannikupiirkonnas põhjustada merevee sissevoolu tõttu veekihti põhjavee kvaliteedi languse. Keskkonnaministri määruse „Põhjaveevaru hindamise kord“ (Põhjaveevaru ... 2003) kohaselt on põhjaveevaru arvutuslik põhjavee hulk, mida on võimalik kasutada nii, et oleks tagatud põhjavee hea seisundi säilimine. Kinnitatud põhjaveevaruga ala loetakse põhjaveemaardlaks, mis oma hüdrogeoloogilise ehituse alusel võib olla omakorda jagatud põhjaveevaru arvestuspiirkondadeks. 2015. a seisuga oli Eestis kinnitatud põhjaveevaru 444 506 m³ ööpäevas, millest joogi-olmeveevaru moodustas 443 460 m³ ööpäevas ja mineraalveevaru 1046 m³ ööpäevas (Olesk 2016).

Põhjaveekihtidest võetava vee koguse üle peetakse arvestust vee erikasutajate (nt vee-ettevõtete) poolt esitatud andmete ja aruannete põhjal. Vee erikasutusluba tuleb taotleda juhul, kui põhjaveevõtt ületab 5 m³ ja pinnaveevõtt 30 m³ ööpäevas (Veeseadus 1994). Kodumajapidamiste veevõtuks eramute juurde rajatud kaevudest ei ole vaja vee erikasutusluba. Regulaarselt esitatud veevõtu andmete alusel koostatakse igal aastal Keskkonnaagentuuri poolt põhjaveebilanss, milles esitatakse kinnitatud põhjaveevarud, veevõtt ja kasutuses olev vaba veekogus põhjaveekogumite kaupa. Väljapumbatav põhjavesi on jagatud joogi-olmeveeks, kaevandustest ja karjääridest väljapumbatavaks veeks ning mineraalveeks.

2015. aastal oli kogu riigi põhjaveevõtt 552 122 m³ ööpäevas (Olesk 2016). Ligikaudu 78% sellest veest moodustas kaevandustest ja karjääridest ärājuhitud vesi (430 442 m³ ööpäevas), joogi-olmevee osa oli 121 630 ja mineraalvee osa 50 m³ ööpäevas. Peamise osa kaevandustest ja karjääridest ärājuhitud veest moodustab Ida-Virumaa kaevandustest ja karjääridest väljapumbatav vesi. Joogi-olmeveevõtt ja mineraalveevõtt kokku kinnitatud põhjaveevarudest oli 79 581 m³ ööpäevas ehk kasutati vaid 18% kinnitatud põhjaveevarudest. Seega võime end hetkel tunda üsna turvaliselt – Eesti kui terviku põhjaveevaru on piisav. Samas tarbitakse põhjavett ka väljaspool kinnitatud varu piirkondasid, kus joogi-olmevee võtt oli 42 099 m³ ööpäevas. Seega kokku võeti 2015 aastal joogi-olmevett ja mineraalvett 121 680 m³ ööpäevas, mis on 22% kogu riigi põhjaveevõtust. Veevarustuse planeerimisel ja uute tootmisettevõtete rajamisel tuleb arvestada olemasolevate veevarudega, mistõttu näiteks veevõtu suurendamine Tallinna lähiumbruses ja paiguti ka Ida-Virumaal on keeruline, sest seal toimub Kambriumi-Vendi veekompleksi varude kasutamine kohati kuni 90% ulatuses.

Põhjavee kasutamise ja kaitse korraldamiseks on aluspõhjas ja pinnakattes esinev põhjavesi grupeeritud põhjaveekogumiteks. Kokku on Eestis välja eraldatud 39 põhjaveekogumit (Põhjaveekogumite... 2016), mis koonduvad viieks peamiseks põhjaveekogumite grupiks: Kvaternaari, Devoni, Siluri-Ordoviitsiumi, Ordoviitsiumi-Kambriumi ja Kambriumi-Vendi. Viimased aga on põhimõtteliselt vastavuses Eestis traditsiooniliselt eristatavatele veekompleksidele – Kvaternaari, Ülem-Devoni, Kesk-Devoni, Kesk-Alam-Devoni(-Siluri), Siluri-Ordoviitsiumi, Ordoviitsiumi-

Kambriumi ja Kambriumi-Vendi. Põhjave't võetakse kõigist nimetatud veekompleksidest, kuid peamised joogi-olmevee allikad on Põhja-Eestis kasutatav Kambriumi-Vendi veekompleks ning Kesk-Eestis laialt leviv Siluri-Ordoviitsiumi veekompleks (joonis 3). Viimase 10 aasta lõikes (Olesk 2016, Veekasutuse ... 2017) on erinevatest veekompleksidest pumbatava vee proportsionaalne suhe jäänud enam-vähem muutumatuks, kuigivõrd on suurenenud Siluri-Ordoviitsiumi veekompleksi osakaal ning vähenenud Kesk-Alam-Devoni-Siluri ning Kambriumi-Vendi veekompleksi osakaal joogi- ja olmevee varustuses. Ülem-Devoni veekompleksist pumbatava vee kogust ei ole joonisel 3 kujutatud, sest see moodustab üldisest põhjavee võtust vaid 0.04%.



Joonis 3. Põhjavee kasutamise osakaal veekomplekside lõikes aastatel 2005 ja 2015.

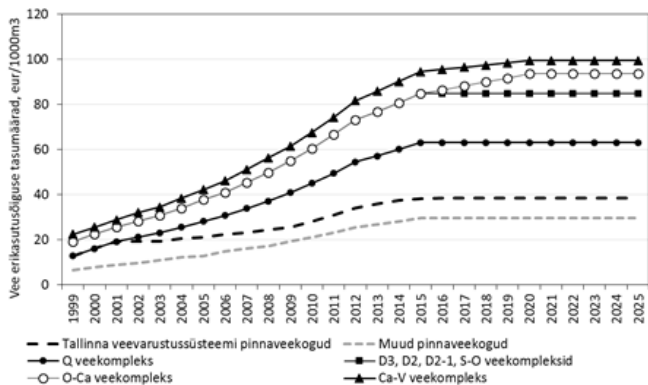
Igal tarbitaval tootel või teenusel on väärtus, mida saab väljendada näiteks selle eest makstava tasu või hinna näol. Eestis toimub vee ja veekogu kasutamine kas avaliku kasutamisenä või erikasutusena. Veekogu avalik kasutamine on näiteks suplemine, veesport, veel ja jää liikumine ning kalapüük seaduses sätestatud ulatuses (Veeseadus 1994). Vee erikasutuse korral on aga vajalik vee erikasutusluba ning erikasutuse eest tuleb maksta erikasutuse tasu, hüvitamiseks vee seisundile või veekogule selle kasutamisel tekitatavat kahju. Siseveekogude või põhjavee kasutamise tarvis väljastab vee erikasutusloa Keskkonnaamet. Vee erikasutusluba määrab kindlaks veekasutaja õigused ja kohustused, sealhulgas veekasutusega kaasnevad kaitsemeetmed ja seirekohustused. Veeseaduse kohaselt on erikasutusluba tarvis väga mitmetel juhtudel - kui võetakse vett pinnaveekogust enam kui 30 m³ ööpäevas, võetakse põhjave't rohkem kui

5 m³ ööpäevas, võetakse mineraalvett, juhitakse heitvett või saasteaineid suublasse, toimub veekogu paisutamine või hüdroenergia kasutamine jne. Vee erikasutusõiguse tasu kuulub loodusvara kasutusõiguse tasude hulka ja seda makstakse keskkonnatasude seaduse ning selle alusel kehtestatud õigusaktide järgi.

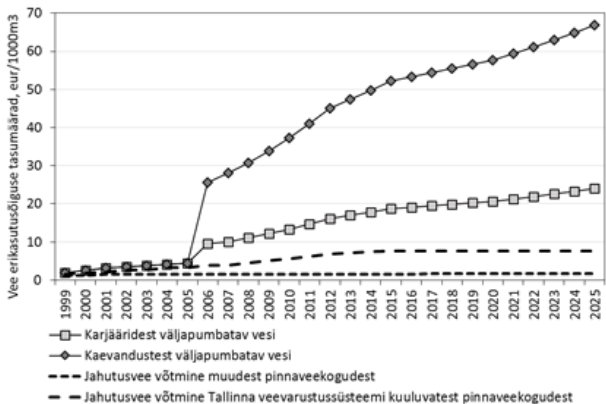
Keskkonnatasud laekuvad riigieelarvesse, kust need suunatakse läbi SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse keskkonnaprogrammi keskkonnaseisundi hoidmiseks, loodusvarade taastootmiseks ja keskkonnakahjustuste heastamiseks, näiteks saastetasud. Teatud osad laekuvad keskkonnatasud ka kohalike omavalitsuste eelarvetesse, kus neid kasutatakse vastavalt kohalikele vajadustele. Näiteks saavad kohalikud omavalitsused poole laekuvast vee erikasutusõiguse tasust. Suurt osa keskkonnatasudena laekunud raha on kasutatud ja kasutatakse selleks, et Eesti riigi veemajanduse infrastruktuuri kaasajastada.

Vee erikasutusõiguse tasumäärade kehtestamist käsitlevates Vabariigi Valitsuse määrustes (Vee erikasutuse ... 1998, 2001; Vee erikasutusõiguse ... 2005, 2009, 2014) esitatud andmete alusel koostatud joonistelt 4 ja 5 nähtub, kuidas aastate jooksul on tõusnud ja on plaanitud tõsta vee erikasutusõiguse tasumäärasid veevõtu eest veekogust või põhjaveekihist. Pinnaveekogude puhul on täheldatav hinnaerinevus Tallinna veevarustussüsteemi kuuluvate (peamiselt Ülemiste järv) ja mujal Eestis paiknevate pinnaveekogude kasutamise vahel. Põhjavee kasutamise korral sõltub tasumäär eksploateeritavast veekihist, olles kõrgem sügaval lasuva ja piirkonniti kõige intensiivsemalt kasutatava Kambriumi-Vendi veekompleksi puhul (joonis 4). Kõige madalam on Kvaternaari veekompleksi vee erikasutusõiguse tasumäär. Joonistele 4 ja 5 on lisatud ka vee erikasutusõiguse tasumäärad aastateks 2018-2025. Nende kohta aga esineb määrukses märkus, et nimetatud tasumäärasid võib muuta kuni aastani 2020, võttes arvesse seaduses sätestatud piirmäärasid, juhul kui muutuvad tasumäärade kehtestamise lähtealused või eesmärk, majanduslikud või sotsiaalsed tingimused või keskkonna kasutusõiguse hinna arvutamise meetodika.

Kaevandustest väljapumbatava vee erikasutusõiguse tasumäärad on veidi madalamad aluspõhjalistest veekompleksidest väljapumbatava põhjavee erikasutusõiguse tasumääradest. Karjääridest eemaldatava vee erikasutusõiguse tasumäärad on umbes kolm korda madalamad



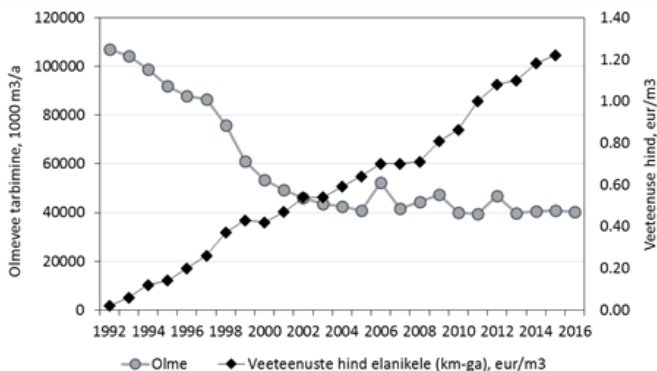
Joonis 4. Pinna- ja põhjavee erikasutusõiguse tasumäärade ajaline muutus.



Joonis 5. Kaevandustest ja karjääridest väljapumbatava vee ning jahutusvee erikasutusõiguse tasumäärade ajaline muutus.

kaevandusvee omast. Jahutusvee võtmiseks pinnaveekogudest tuleb tasuda vee erikasutusõiguse tasu alla 10 euro 1000 m³ kohta.

Veehaarete kaudu võetav pinna- ja põhjavesi jõuab kas peale veetöötlust või otse joogivee käitleja vahendusel tarbijani. Joogivee käitleja on ettevõtja, kelle tegevuseks on joogivee tootmine, varumine, töötlemine ja muud toimingud, mille tulemusel joogivesi on tarbijale kättesaadav. Tarbija maksab vee-ettevõtjale osutatud veevarustuse ja kanalisatsiooniteenuste eest tasu. Veevarustuse ja kanalisatsiooniteenuste hinnad koos käibemaksuga on leitavad Statistikaameti avalikuks kasutamiseks mõeldud andmefailidest (Statistikaamet 2017) ja Eesti Vee-ettevõtete Liidu andmestikust (Veeteenuste 2017). Need on arvatud 40 veeteenust osutava ettevõtte hindade põhjal. Investeeringud ning suurenenud veetootmiskulud, aga ka majanduslik-poliitilised otsused on tõstnud veeteenuse hinda, soodustades vee kokkuhoidlikku tarbimist (joonis 6). Hoogustunud on torude ja sanitaartechnika uuendamine ning korrektne veemõõtmine.



Joonis 6. Olmevee tarbimise ja veeteenuse hinna vaheline seos.

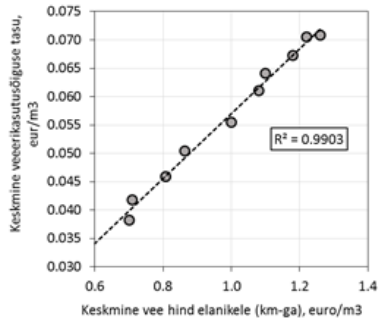
Keskmine arvestuslik veeteenuse hind (vesi + kanalisatsioon + käibemaks) on 1990-ndate aastate algusest, kui see oli alla 0.07 euro kuupmeetri eest, märkimisväärselt tõusnud. Reeglina on veeteenuse hind kõrgem asulates, kus on tehtud suuremahulisi kulutusi ühisveevärgile

ja kanalisatsioonile. Tänapäevaks (2015 aasta) on veevarustuse ja kanalisatsiooniteenuste keskmine hind tõusnud 3 eurole kuupmeetri eest. Sellest veevarustuse keskmine hind koos käibemaksuga on 1.25 eurot kuupmeetri eest (joonis 6).

Ettevõtetele on veeteenuse keskmine hind viimaste aastate jooksul olnud kokkuvõttes ligi 30 senti kallim kui elanikkonna olmevee hind. Suurim elanikkonna ja tootmisvee hinnavahe on Tallinnas, kus vee hind ettevõtetele on üle kahe korra kõrgem elanikkonnale tarnitava olmevee hinnast (Keskkonnaagentuur 2017).

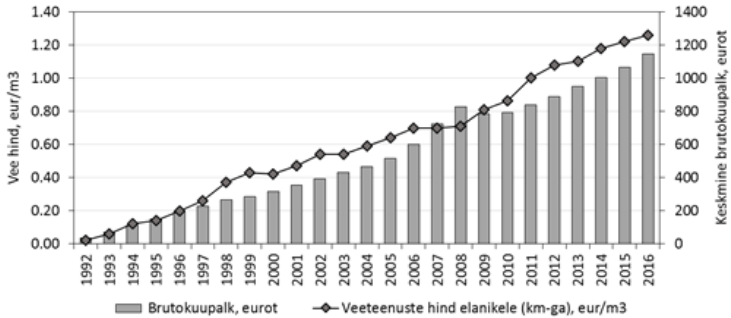
Vee-ettevõtete poolt makstavad vee erikasutusõiguse tasumäärad ja elanike poolt kvaliteetse joogi-olmevee eest makstavad tasud on omavahel ideaalses korrelatsioonis (joonis 7). Kui taandada „vee hinnad“ ühele kuupmeetrile, näeme, et eksisteerib selge, ligikaudu 18-kordne vahe ettevõtte poolt „sisseostetava“ vee hinna ja tarbijale turustatava vee hinna vahel, kuid see vahe sisaldab endas kulutusi, mida ettevõtte teeb vee varumiseks, töötlemiseks (puhastamiseks) ja juhtimiseks tarbijani.

Joonis 7. Põhja- ja pinnavee kasutamise eest makstav keskmine vee erikasutusõiguse tasu võrrelduna keskmise veeteenuse hinnaga (koos käibemaksuga).



Lõpetuseks võiks küsida: „Kas me maksame tarbijana vee eest õiglast hinda?“. Tegurid, millest sõltub mingis Eesti piirkonnas makstav veeteenuse hind, on palju – alates hüdrogeoloogilistest (põhjavee kättesaadavus) kuni tehnilistest (veetöötlemise vajadus, veevõrkide keerukus) ja sotsioloogilisteni (tarbijate hulk). Üks on aga selge – meie sisetulekute

kasv (Statistikaamet 2017) ajas käib üsna sama sammu veeteenuse hinna tõusuga (joonis 8), mistõttu me ei pea ilmselt ka tulevikus muretsema selle pärast, et me ei suuda veeteenuse eest maksta. Kindlust lisab ka asjaolu, et kinnitatud põhjaveevarudest tarbime me veel hetkel üsna tagasihoidlikku osa.



Joonis 8. Tegevusalade keskmise brutokuupalga ja keskmise veeteenuse hinna (koos käibemaksuga) ajaline muutus.

KASUTATUD KIRJANDUS

Keskkonnaagentuur 2017. Keskkonnanäitajad. Veevõtt: pinnavesi ja põhjavesi. [<http://www.keskkonnaagentuur.ee/et/veegraafikud>]

Olesk, K. 2016. 2015. aasta põhjaveevaru bilanss. Keskkonnaagentuur, Tallinn, 55 lk.

Põhjaveekogumite moodustamise kord ja nende põhjaveekogumite nimestik, mille seisundiklass tuleb määrata, põhjaveekogumite seisundiklassid, seisundiklassidele vastavad kvaliteedinäitajate väärtused ja koguseliste näitajate tingimused, põhjavett ohustavate saasteainete nimekiri, nende saasteainete sisalduse läviväärtused ja kvaliteedi piirväärtused põhjavees, taustataseme määramise meetoodika ning põhjaveekogumite seisundiklasside määramise kord. Keskkonnaministri määrus. RT I, 12.07.2016, 2.

Põhjaveevaru hindamise kord. Keskkonnaministri määrus. Vastu võetud 27.01.2003, nr 9, RTL 2003, 16, 209.

Statistikaamet 2017. KKO48: Veevõtt maakonna, tegevusala (EMTAK 2008) ja vee liigi järgi. Statistika andmebaas. [<http://pub.stat.ee/px-web.2001/dialog/statfile2.asp>]

Terviseamet 2015. Järelevalve tulemused. Joogivee kvaliteet 2015. aastal. [http://terviseamet.ee/fileadmin/dok/Keskkonnatervis/vesi/joogivesi/Joogivesi_2015.pdf]

Vee erikasutuse tasu määrad veevõtu eest veekogust või põhjaveekihist. Vabariigi Valitsuse määrus, 08.05.2001. RT I, 2001, 160.

Vee erikasutuse tasumäärade kehtestamine. Vabariigi Valitsuse määrus, 07.10.1998. RT I, 1998, 88, 1439.

Vee erikasutusõiguse tasumäärad veevõtu eest pinnaveest või põhjaveekihist. Vabariigi Valitsuse määrus, 22.12.2005. RT I, 2005, 71.

Vee erikasutusõiguse tasumäärad veevõtu eest veekogust või põhjaveekihist. Vabariigi Valitsuse määrus, 12.11.2009. RT I, 2009, 54.

Vee erikasutusõiguse tasumäärad veevõtu eest veekogust või põhjaveekihist. Vabariigi Valitsuse määrus, 17.11.2014. RT I, 2014, 169.

Veekasutuse aastaaruanded 2017. Keskkonnaagentuur. [<http://www.keskkonnaagentuur.ee/et/veekasutuseaastaaruanded>]

Veeseadus. Vastu võetud 11.05.1994. RT I 1994, 40, 655.

Veeteenuste hinnad 2017. Eesti Vee-ettevõtete Liit. [<http://evel.ee/teabepank/viited-organisatsioonidele/infomaterjalid/>]

ORIENTEERUMISMAASTIKUD EHK MIKS ME JOOKSEME JUST SEAL, KUS JOOKSEME

Eduard Pukkonen

Artikkel ajakirjast Orienteeruja nr. 1/123, 2011, lk 30-31.

Eestimaa on pindalalt väike, samas maastikuliselt piirkonniti üsnagi erinev. Suurpinnavormidest eristatakse Põhja-Eesti paekallast, Kesk-Eesti tasandikku, Pandivere ja Otepää kõrgustikku, Lääne-Eesti madalikku jt, mis määravad piirkonna üldiseloomu. Orienteerumise juures tähtsustame pigem väiksemaid pinnavorme nagu moreenkünkaid, oose, mõhnu, jõgede orgusid jm. Vähem pakuvad huvi voored, otsamoreenid või jääjärvede tasandikud – maastikud, kus pisiobjekte ja reljeefidetaile napib.

Soovimata maha kirjutada peatükke geograafiaõpikust, tahaks siiski anda väikese illustratiivse ülevaate huvitavamate orienteerumismaastike tekkest. Orienteerujale pole üldjuhul oluline, kas künkad-orud on tekkinud liustikuvete, meretuulte või jõgede erosiooni tulemusel, peaasi, et maastik oleks mitmekesine, seda nii reljeefilt, läbitavuselt kui objektide rohkuselt.

Enamik tänapäeva pinnavorme moodustusid viimase jäätumise ajal ja peale mandriliustiku sulamise algust ca 15 000 aastat tagasi. Liustiku tegevusel moodustusid erinevad kuhje- ja kulutusvormid, mille reljeefi mitmekesisistas jää ebaühtlane sulamine, liustikujõgede kulutus ja setete transport. Hilisemates merestaadiumides kujunesid mitmesugused rannamoodustised – rannavallid ja –astangud, tuuletekkelised rannikuluited jm.

Jäätumiseelsetest pinnavormidest on orienteerumiskaardile kantud eelkõige klindiaastangud. Suuri mattunud orge (Vääna, Harku) või aluspõhjalisi kõrgendikke (Pandivere, Sakala) me suuremõõtkavalistelt kaartidelt välja ei loe.

Reeglina esineb ühel orienteerumismaastikul mitmesuguse tekkega pinnavorme. Näiteks Nõmme-Harku piirkonnas jagab klindivöönd maastiku

kaheks – klindialuseks meretasandikuks ja klindipealseks paeplatooks. Kui Astangu kaardil tuleb Põhja-Eesti klint ilusti välja, moodustades kuni 10-meetriseid kaljuseinu, siis Mustamäe nõlva lääneosas on järsk paeastang kaetud liustikujõgedega deltatsetetega, moodustades Nõmme-Männiku liiviku. Trummi tänavast idas, so Nõmme kaardi idapoolses osas paeastang setete sees tõenäoliselt puudub, mistõttu pole kõrge nõlva all allikaid ega allikasoid. Viimased on aga üsna tüüpilised Nõmme Spordikeskuse piirkonnas (joonis 1).

Nõmme-Mustamäe nõlv on olnud pikalt Antsülusjärve rannaks (ca 8200 aastat tagasi), seepärast on nõlva ülemises osas meretuulte poolt kuhjatud mitmeid luited. Ühe sellise peal asub Tallinna kõrgeim punkt (64,5m). Mere taandumisel on nõlvaalusele madalikule tekkinud rohkelt madalaid leetseljakuid ja rannavalle. Taolisi lainelisi pinnavorme leiame palju Saaremaalt ja Hiiumaalt, Peraküla-Nõva kaartidelt, samuti paljudes kohtades Põhja-Eesti rannikumadalikul. Rannamoodustised võisid tekkida juba Balti jääpaisjärve staadiumis, ca 11 000 aastat tagasi, kui rannajoon asus tunduvalt lõuna pool. Siis moodustusid näiteks Ruunaraipe luited Soomaal ja Vanaõue luited Navesti kandis. Tõenäoliselt pole seal veel orienteerumiskaarte joonistatud.

Hästi joostavad reljeefirikkad luitemaastikud, millel kasvavad nõmme- ja palumännikud, on orienteerumiseks ühed meeldivamad paigad. Kahjuks on Eestis selliseid piirkondi vähe ja reeglina on tegemist väljavenitatud kitsaste aladega (Uulu-Võiste Pärnumaal, Leemeti mäed Hiiumaal) (joonis 2). Sagedamini kohtame üksikuid järsunõlvalisi rannikuluiteid, millest mere poole jääb liivane rannamännik, mandri poole soine ala (näit Tahkuna, Nõva) (joonis 3).

Mandriliustiku sulamisel kattus suurem osa Eestimaast moreeniga – sorteerimata liustikutetega. Haanja ja Otepää kõrgustikele on moreeni kuhjunud kuni 200m paksuselt, mistõttu on seal ka suurima suhtelise kõrgusega pinnavormid. Künklikud moreenimaastikud on üldjuhul tihedama taimestikuga, st kehvema läbitavusega, kuna savisisaldusega pinnas hoiab paremini niiskust ning on toitainerikkam. Taolisi maastikutüüpe leiab Haanja-Plaani ja Lüllemäe kandis.

Vähe sellest, et lõunaestlastele pakuvad füüsiliselt rasket orienteerumist moreenkünkad, lisaks on sealkandis rohkelt tehniliselt veel huvitavamaid alasid - mõhnastikke, mis on moodustunud mandriliustiku

servaaladel irdjää pankade vahel, kus väikestesse järvekestesse kuhjus jäistelt nõlvadelt liiva ja savi ning mis pärast ümbritseva jää sulamist jäid katva mütsina varemkujunenud moreenküngaste peale (näiteks Kääriku, Otepää) või moodustusid tasasemale alale (Kaiu). Mõhnastikud võisid olla ka vooluveelise tekkega, sel juhul moodustusid peamiselt liivast ja kruusast koosnevad pinnavormid (Viitna, Pikassaare). Liiv-kruus on nõutud maavara ehitustegevuses ning seoses uue Tallinn-Tartu maantee rajamisega Harju- ja Järvamaal, on nii mõnigi mõhnastik arendajate poolt tugeva surve all (näit Mustla-Nõmme).

Eesti mõhnastikud on üsna väikesed, nende pindala on enamasti alla 10 km². Suuremad mõhnastikud on Põhja-Eestis Männikvälja (18 km², Mõedaku ja Põlula kaardid), Ida-Virumaal Kurtna (15 km²) ja Peipsi nõo läänepiiril Selgise mõhnastik (23 km²). Lõuna-Eestis on üleminekud künkliku moreenmaastiku ja mõhnastiku vahel kohati ebaselged. Liivadest ja kruusadest koosnevad fluvioglatsiaalsed ehk liustikujõelised mõhnastikud on toitainetevaese pinnasega, mistõttu seal kasvavad sageli palumännikud, jooksmiseks väga meeldivad kohad. Savikamatel või moreeniga kaetud mõhnastikel on taimestik tihedam ja läbitavus kehvem (Selgise, Mägestiku, Kääriku). Mõhnastikud on nii füüsiliselt kui tehniliselt orienteerumise jaoks kõige huvitavamad pinnavormid ning seetõttu suure osas kaardistatud (joonis 4, 5).

Mõhnastikke läbivad sageli oosid ehk vallseljaked - pikad kitsad järsunõlvadised pinnavormid, mis on samuti moodustunud liustikualuste jõgede poolt transporditud setteist (põhiliselt liivast ja kruusast). Oosid võivad olla kuni 40m kõrgused (Neeruti), paikneda piki liustiku liikumissuunda (Viitna, Nelijärve, Keava, Paluküla) (joonis 6, 7) või sellele risti (Palivere). Oosid moodustavad kümnete kilomeetrite pikkusi oosistikke, eriti kauneid näiteid leiab Lääne-Virumaal.

Kui liustiku ees laius maismaa, siis seal voolanud arvukad ojad ja jõekesed kord ühinesid, kord liitusid ning kujundasid liivast ja kruusast koosnevaid madalaid koonusjaid tasandikke, nn liustikudeltasid. Neid pinnavorme kutsutakse sanduriteks ja nad levivad laialdaselt Tallinna ja Kunda vahelisel alal (Nõmme-Männiku, Kuusalu, Soodla). Sanduritel kasvavates palumetsades on meeldiv matkata ja joosta, kuid orienteerumistehniliselt on nad lihtsad. Sanduritele lisavad mitmekesisust hilisema tekkega rannavallid ja -luited ning jõeorud. Sandurid on samuti

tähtsad ehitusliiva ja -kruusa varamud.

Orienteerumiskaartidele lisavad rohkesti nn punktikohti liustiku poolt mahajäetud rändkivid (Viti, Leesi) ning sügavad, rohkete lisaorgudega jõeorud (Palmse, Taevaskoja).

Omaette orienteerumismaastikeks on vanad rekultiveeritud karjäärid, nõ tehismaastikud. Tallinna lähedal on hulgaliselt võistlusi läbi viidud Jõelähtme kaardil, mis asub endise fosforiidikarjääri alal, tulevikus on ehk võimalik orienteeruda rekultiveeritud ja metsastunud põlevkivikarjääris Kohtla-Nõmmel (joonis 8).



NOORED KOOLI

Jüri Käosaar

Noored Kooli eesmärgiks on tuua Eesti haridussüsteemi võimekaid inimesi ning tehakse seda läbi kaheaastase liidriprogrammi, mille käigus pühenduvad osalejad õpetajatööle.

Programmi jooksul tulevad esile väga erinevad probleemid, millega osalejad oma töös peavad tegelema, alates klassi juhtimisest ning lõpetades meediaga suhtlemisega. Fookuses on aga õpilased, kelle arendamine ja kellele väga hea hariduse andmine on prioriteet.

Läbi lugude avanevad osaliste programmi jooksul kogetud erinevad tahud ning õpilastega töötamise rõõmud ning valud. Eelkõige saab kuulaja aga mõtestada erinevaid põhjuseid ning motivatsioone minna kooli, andmaks oma abi ning arendamiseks iseennast.



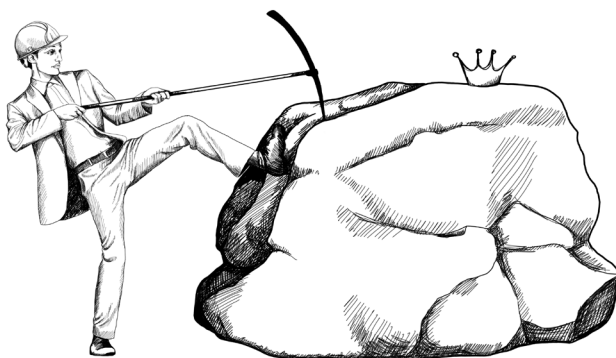
JÄRELSÕNA

Tõnn Paiste

Targemaks saamine ei saa lihtsam olla, kui keegi oma suure vaeva sulle ilusasti ette vestab ja veel vastab küsimustele ka. Küsimuste küsimine väärrib kiitust omaette, sest sellest jäeldub, et keegi peale sinu sama asja vastu huvi tunneb. Küsimuste puudumisel tuleb muidugi mõelda, kas tegemist oli halvasti esitatud looga või niivõrd selge jutuga, et kõik aina imestavad ja naudivad seda heaolutunnet, mis tekib maailmapildi laienemisel. Kahjuks tuleb maailmapildi laienemist meil igapähele ise taga ajada, ning selle nimel ka vaeva näha. Võtame näiteks ette Eesti geoloogia, millest arusaamiseks on tehtud erinevaid „etalonraamatuid“. Nimetame neid piibliteks, sest varem polnud nendele viitamata võimalik Eesti geoloogiat uurida. Nendest viimaseid, pruunide ja siniste kaantega „geoloogiapiibleid“ on viimastel aastatel viidatud igas kolmandas magistritöös. Kui võtta ette viimased 41 magistritööd (need, millele ma küüned taha sain), ning otsida viidetest neid tähtsaid teoseid, tuleb vastuseks tubli 15 juhtumit (vanemat versiooni kõigest 3 korral). Ehk siis iga kolmas on neist võtnud kätte ja uurinud Eesti geoloogiat süvitsi. Teistele on jäänud Eesti väikeseks või traditsiooniline geoloogia kaugeks. Ega see polegi probleem, vaid mõttekoht, et mis kunagi oli tava, on nüüd erand. Sääraseid muutusi võib leida ka teisi ja kipun arvama, et igasugune selline muutus nõuab järjest suuremat silmaringi. Ei piisa enam ühes suunas süvitsi minemisest, vaid peab ka muu maailma endale mugavaks kohaks tegema. Kui on võimalik, siis tuleb tegeleda mitme asjaga. Uudistada, kas midagi, mida mina teen, saab siduda ka teistega. Kas minust on kasu ka teistele suundadele ja vastupidi. Alustuseks ehk piisab täiesti ka ettekannetest teistel teemadel.

Oli Kustav tubli talumees, tal pikka põldu mitu vagu,
teadis kõike kartulist, suur muskel mullast sai ka jagu.
Kord tulnud uudis kaugemalt, et kahjur luusib ringi,
mingi väike lutikas nüüd mängib taimeturma pilli.
Kustav ainult kergitas siis oma töökat kulmu,
kehitas ka õlgu, no sellest pole miskit hullu.
Olukorda talumees ei endale selgeks teinud,
ja see mis tuli polnud härra ennem näinud.
Ei paistnud mustalt pinnalt ühtki taime enam silma,
ning jäigi Kustav kurvalt on kartulitest ilma.

Võibolla ka kuulamisest üksi võib väheks jääda. Kuuldu tuleb ka endale selgeks teha. Tekkinud küsimused peavad vastuse saama. Kui kerkib küsimus, siis tuleb küsida! Kui tekib kahtlus, tuleb saada kinnitust! Kui ei mõista, siis küll keegi ikka aitab!



MÄRKMED

MÄRKMED

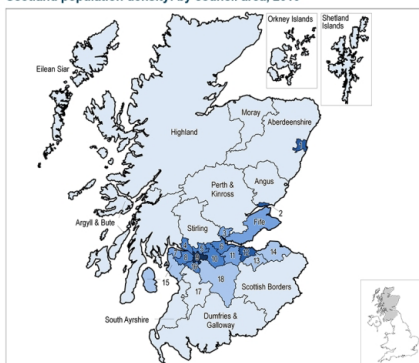
MÄRKMED

MÄRKMED

ARTIKLITE LISAD

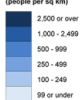
M.Osjamets

Scotland population density: by council area, 2010

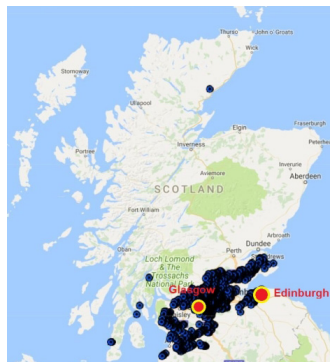


Contains Ordnance Survey data © Crown copyright and database right 2012
Contains National Statistics data © Crown copyright and database right 2012

Population density, 2010
(people per sq km)



1 Aberdeen City	10 North Lanarkshire
2 Dundee City	11 West Lothian
3 Caithness/Highland	12 City of Edinburgh
4 West Dunbartonshire	13 Midlothian
5 East Dunbartonshire	14 East Lothian
6 Falkirk	15 North Ayrshire
7 Inverclyde	16 East Ayrshire
8 Renfrewshire	17 East Ayrshire
9 Glasgow City	18 South Lanarkshire



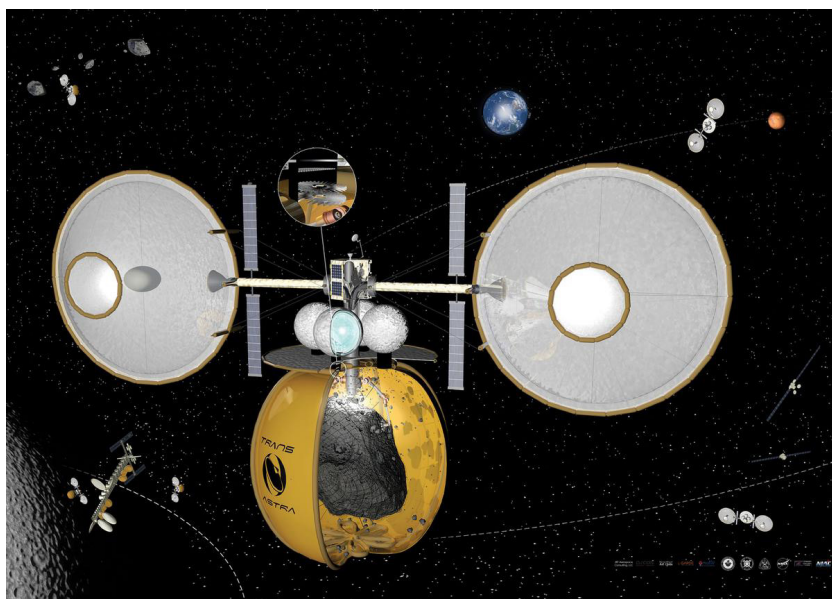
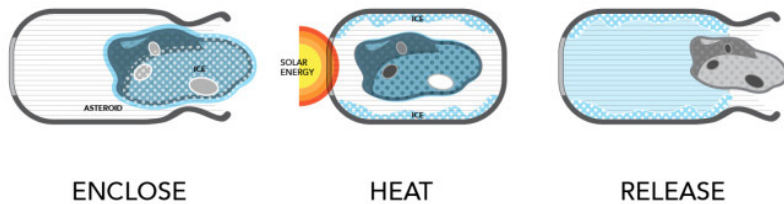
Joonis 1. (vasakul) Šotimaal on üle poole elanikkonnast koondunud 10 000 km² suurusele Glasgow ja Edinburghi vahelisele alale (UK Statistics Authority).

Joonis 2. (paremal) Šotimaa kivisöekaevanduste paiknemine (Northern Mine Research Society kaardirakendus. <http://www.nmrs.org.uk/mines-map/coal-mining-in-the-british-isles/colleries-of-the-british-isles/coal-mines-scotland/>).



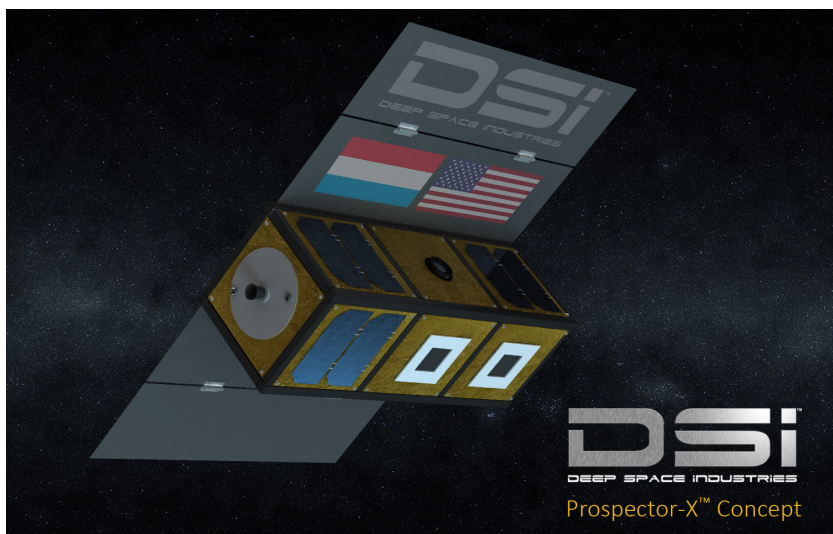
Foto 1. Puurtööd kaevanduskäikude täitmisel (Danderhall, Edinburgh 2016).

T.Ani



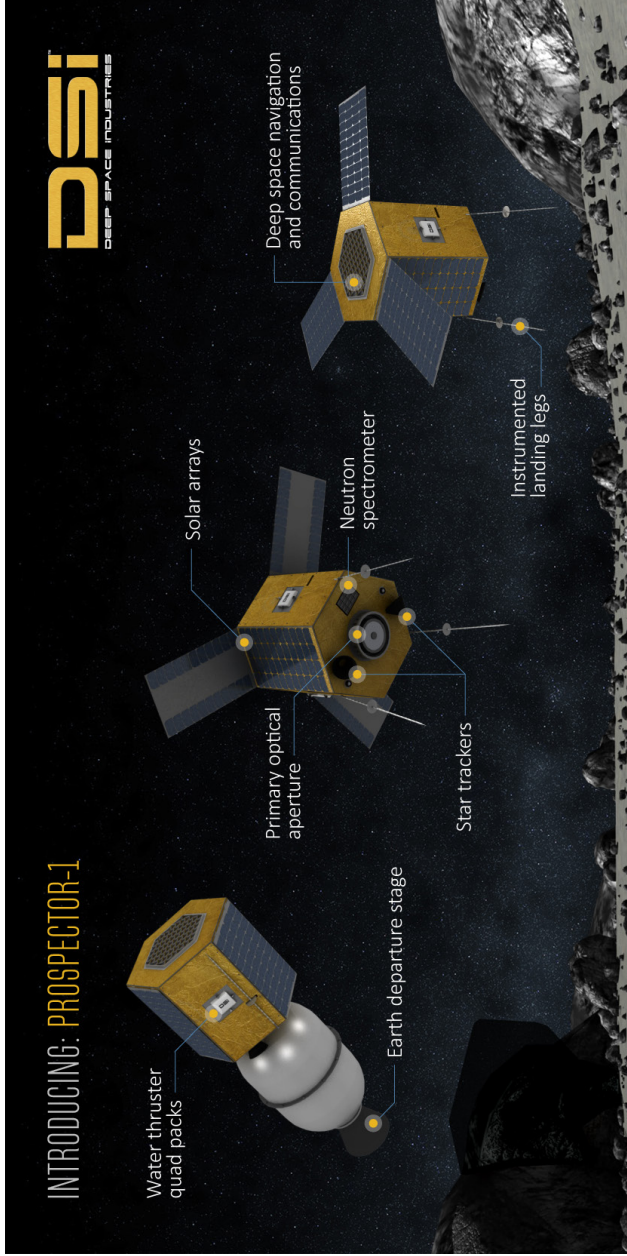
Joonis 2. Kondriitse asteroidi kaevandamine vee eraldamise eesmärgil (Allikad: Planetary Resources ja TransAstra).

T.Ani



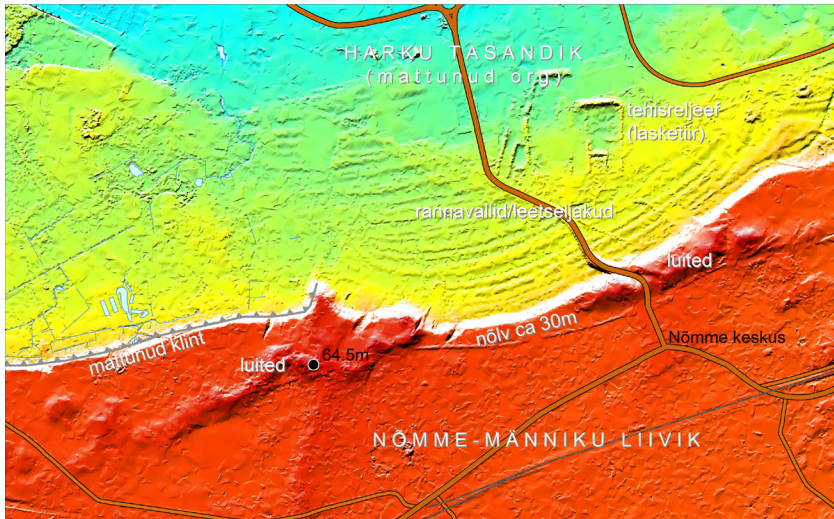
Joonis 3. Arkyd-6 (Allikas: Planetary Resources) ja Prospector-X (Allikas: Deep Scape Industries) asteroidi kaardistamise eesmärgil loodud ja orbiidil testitud nanosatelliidid.

T.Ani

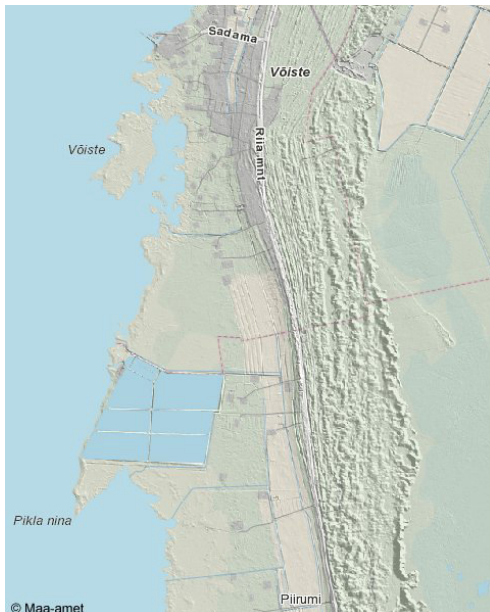


Joonis 4. Prospector-X 30-50 kg kaaluv asteroidi maanduri konseptsioon (Allikas: Deep Space Industries).

E. Pukkonen

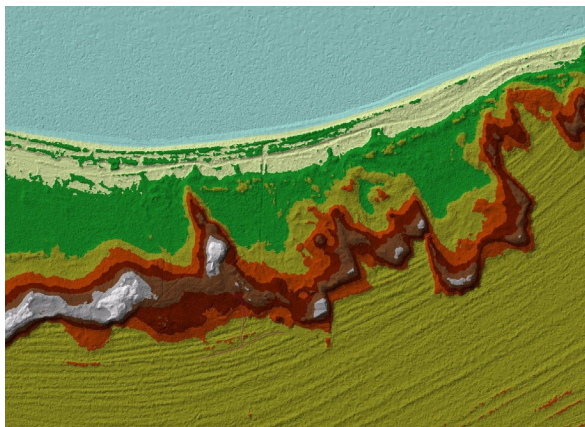


Joonis 1. Nõmme-Männiku liivik Nõmme spordikeskuse juures.



Joonis 2. Võiste luitemaastik.

E. Pukkonen



Joonis 3. Tahkuna rannikuluide.

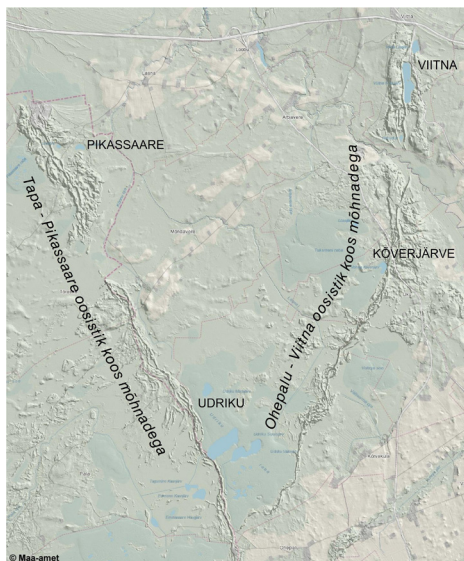


Joonis 4. Aheru ja Ähijärve mõhnastik.

E. Pukkonen

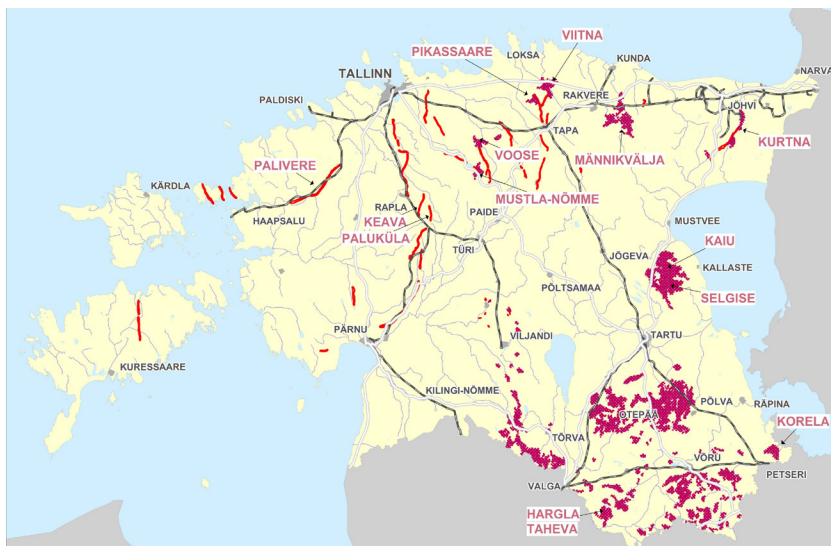


Joonis 5. Fragment Hargla orienteerumiskaardist. Näide mõhnastiku reljeefist Hargla orienteerumiskaardil.

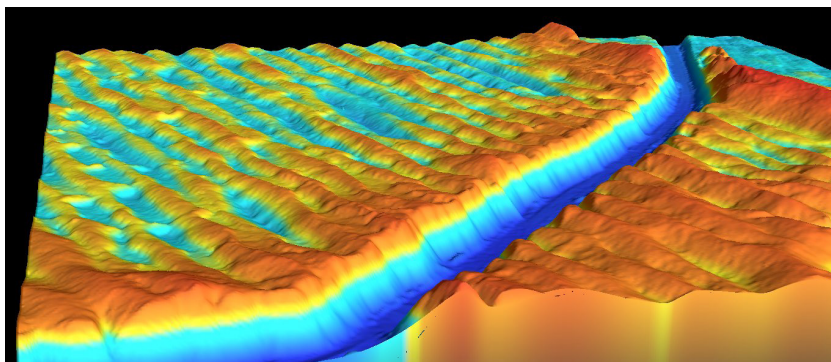


Joonis 6. Viitna oosid.

E. Pukkonen



Joonis 7. Mõhnastike ja ooside levik Eestis (Eesti kvaternaarisetete kaardi 1:400 000 järgi, Eesti Geoloogiakeskus).



Joonis 8. Kohtla-Nõmme vana põlevkivikarjäär.

MEENUTUSED XII SÜGISKOOLIST