EESTI MÄESELTS
TTÜ MÄEINSTITUUT

KILLUSTIKU KAEVANDAMINE JA KASUTAMINE

Tallinn 2008

Killustiku kaevandamine ja kasutamine

2008

Kogumiku toimetuskolleegium
Ingo Valgma – koostaja ja toimetaja
Ave Õnnis – kujundaja

Toimetajad
Alo Adamson, Veiko Karu, Jüri-Rivaldo Pastarus, Enno Reinsalu, Ülo Sõstra, Lembit Uibopuu, Aire Västrik

Esikaas
Väo karjääri purustussõlm Ave Õnnise fotokogust

Annotatsioon

Kogumik sisaldab artikleid killustiku kaevandamisest, kasutamisest ja sellega seonduvast. Autoriteks on mäeteadlased, -insenerid ja -tudengid bakalaureuseõppest doktorantideni. Kogumik koosneb kahest osast.

CD-ROM sisaldab kõiki täistekste, mille teaduslik sisu, sügavus ja üksikasjalikkus ei tarvitse laiale üldsusele suurimat huvi pakkuda. Peale tekstide on digitaalkanduril asjakohast graafilist materjali, kaarte, fotosid jm.

Trükises on avatud teemat otseselt käsitlevad ja laiemat kõlapinda omavad seisukohad, projektid, näited ning kogemus. Trükis ei ole annotatsioonide kogumik vaid iseseisev, teemat koondav ja üldistav raamat. Trükise artiklid on kirjutatud laiale lugejate ringile.

Kogumik kuulub uuringu ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused" ja teema SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine" publikatsioonide hulka.

Viitamine kogumikule:
Killustiku kaevandamine ja kasutamine. (2007). / toim. I.Valgma. Tallinn: Eesti Mäeselts, TTÜ mäeinstituut, 102 lk.

Viitamine artiklile:
Valgma I., Karu, V, Kolats, M., (2008). Killustav killustik - settekivimitel paiknev Eesti vaevleb killustiku kaevandamise hirmudes, teadmatuses ja ehitusmaterjalide puuduses. - *Killustiku kaevandamine ja kasutamine*. Tallinn: Eesti Mäeselts, TTÜ mäeinstituut, 47-51.

ETISe kategooria 3.2 - eelretsenseeritud kogumik, vt. www.etis.ee

Koostajad:
Trükis – Ingo Valgma
ISBN 978-9949-430-16-1
CD - Ave-Õnne Õnnis
ISBN 978-9949-430-17-8

Autoriõigus TTÜ Mäeinstituut, 2008

SISUKORD

EESSÕNA 6
1. LOODUSLIKE EHITUSMATERJALIDE KAEVANDAMISE PROBLEEMID Heini Viilup 7
2. KILLUSTIK AIDU KARJÄÄRIS Illimar Parts 10
3. AHERAINE KASUTAMINE KILLUSTIKU TOOTMISEKS ON ÜKS MOODUS KUIDAS SELLELE LISAVÄÄRTUST ANDA Evelin Krekker 14
4. EHITUSLIKEST LÕHKETÖÖDEST Lembit Eigo 16
5. LUBJAKIVIKILLUSTIKU KVALITEEDI MUDELID Julia Šommet 18
6. TÄITEMATERJALIDE OMADUSTE ANALÜÜS Julia Gulevitš 21
7. WIRTGEN 2500 SM JA KILLUSTIKU TOOTMIME KARJÄÄRIDES Jüri-Rivaldo Pastarus, Alo Adamson, Sergei Sabanov, Erik Väli, Oleg Nikitin, ... 26
8. PROBLEEM EHITUSKRUUSA UURINGUL Elo Rannik, Mairy Killing, Erki Niitlaan 29

10. KILLUSIKU TOOTMISE FÜÜSIKALINE KESKKONNAMÕJU JA SELLE SEIRE Jan Johanson, Martin Kaljuste, Erki Niitlaan 34
11. KIVIMI TUGEVUSOMADUSTE MÄÄRAMINE MOBIILSETE KATSESEADMETEGA Veiko Karu, Ain Anepaio 40
12. KARJÄÄRI KORRASTAMISE VÕIMALUSED Aire Västrik 46
13. KILLUSTAV KILLUSTIK - SETTEKIVIMITEL PAIKNEV EESTI VAEVLEB KILLUSTIKU KAEVANDAMISE HIRMUDES, TEADMATUSES JA EHITUSMATERJALIDE PUUDUSES Ingo Valgma, Veiko Karu, Margit Kolats 49
14. KUIDAS PAISTAB KILLUSTIKKU KAEVANDAV ETTEVÕTE INTERNETIS Margit Kolats, Vivika Väizene 54
15. KILLUSTIKUGA SEOTUD LIIDUD EESTIS JA VÄLISMAAL Karin Robam, Vivika Väizene .. 60
16. KESKKONNAKULTUURIST KULTUURIKESKKONNAS Rein Einasto, Elerin Vende 62
17. MÄLESTUSI AKADEEMIK ARNOLD HUMALAST Lembit Uibopuu 64
18. PÜHA BRIGITTA PAEMURD Enno Reinsalu 66
19. MÄETUDENGI ÕPPETÖÖ JA TEADUSTEE MÄENDUSE JA GEOLOOGIA TEADUSKLUBIS Veiko Karu 71
20. TTÜ MÄEINSTITUUT 70 Enno Reinsalu Alfred Reieri, Lembit Uibopuu, Alo Adamsoni jt materjalidele tuginedes 74
21. TTÜ Mäeinstituut 70 Aire Västrik, Ingo Valgma 80
22. MTÜ EESTI MÄESELTSI TEGEMISI JA TULEVIKUPLAANE Viive Tuuna, Tarmo Tohver 82

Joonised

Joonis 2-1 Põlevkivi kihid 10
Joonis 2-2 *Aidu killustikukompleksi skeem* 11
Joonis 2-3 *Aidu killustiku purustamise skeem* 12
Joonis 7-1 Laadimine vaaludesse (A) ja kalluritesse (B) 27
Joonis 7-2 Erienergia purustamisel (A) ja põlev- ning lubajakivi tükilisus (B) 27
Joonis 8-1Lubjakivi, dolokivi ja kruusa kaevandamise proportsionaalne jaotus 29
Joonis 8-2 Karbonaatkivimite kaevandamine maakondade lõikes 29
Joonis 8-3 Kruusa kaevandamine maakondade lõikes 30
Joonis 8-4 Puuraukudest ja šurfidest võetud materjali proovide sõelkõverate erinevus 31
Joonis 10-1 Tüüpiline tolmu allikas killusiku tootmisel [Foto: Martin Kaljuste] 34
Joonis 10-2 Väljavõte Trinity College väljatöötatud müra mudeli kaardist [www.mme.tcd.ie] 35
Joonis 10-3 Freeskombaini Vermeer T1255 töörežiimide müra graafik [Inseneribüroo STEIGER] 36
Joonis 10-4 Tolmu analüsaator DustTrak 8520 [Foto: Martin Kaljuste] 37
Joonis 10-5 Väljavõte AERMOD BREEZE GIS pro 6 tolmu hajumismudelist [Inseneribüroo STEIGER] 37
Joonis 10-6 Seismograaf Blastmate Series II DS-277 [Foto: Ole Sein] 38
Joonis 11-1 Põlevkivikihindi vahekihi C/D silindrikujuline katsekeha pressi plaatide vahel 40
Joonis 11-2 Katsetööd kivimihaamriga. Mõõdetakse C/D tugevust 41
Joonis 11-3 Punktkoormus test puursüdamik katsekehaga. Laboritingimustes 42
Joonis 11-4 Punktkoormus test korrapäratu kujuga ketsekehaga. Välitingimustes 42
Joonis 11-5 Kivimi tugevusomadused määravad kasutatava tehnoloogia (vasakul – ripperkobesti; paremal – kivimifreesimine) 44
Joonis 12-1 Sunkeni aed vanas lubjakivikarjääri 48
Joonis 13-1Tallinn-Tartu maantee killustikaluse logistika arvutamise skeem 49
Joonis 13-2 Sõelanalüüsi tulemused graafikuna 51
Joonis 13-3 Killustiku grupitööst osavõtjad 52
Joonis 18-1. Jüssi murru sein Varsaallika kohal 68
Joonis 18-2. Mustakivi tee süvendi idakallas. 69
Joonis 18-3 Kahemeetrine astang Katleri kooli kohal. 69
Joonis 18-4 Fotomontaaž Laagna tee algusest 70
Joonis 18-5 Panoraamfoto ühest kinni müüritud Peeter Suure merekindluse stollidest klindiastangus Katleri all. 70
Joonis 19-1 Tudengid tahhümeetrit uudistamas 72
Joonis 19-2 Mäeinstituudi dotsendi Heidi Soosalu juhendamisel tutvuti seismograafidega ja seismojaamaga 73
Joonis 19-3 Teadus algab mõõtmisest. Ave Õnnise foto. 73
Joonis 20-1 Virumaa Kaevanduskool 1932…1938 oli Jõhvi Eragümnaasiumi ruumides. 74
Joonis 20-2 Professor Jaan Kark 75
Joonis 20-3 Artur-Alexander Linari-Linholm 75
Joonis 20-4 Dotsent Ludvig Kaalman 75
Joonis 20-5 Dotsent Alfred Reier 75
Joonis 20-6 Draglaini kopp 77
Joonis 20-7 Välitöö maardus 78
Joonis 20-8 Sisetöö kivimilaboris 78
Joonis 20-9 MGIS labor 78
Joonis 21-1 Mäeinstituudi töötajad 80

Tabelid

Tabel 5-1. Killustikku kontrollkatsete sagedused [2], [3], [4]. 20
Tabel 6-1 Asfaldinormide järgi kasutatakse täitematerjalide klasside liigitus 22
Tabel 6-2 1:1 katsetamine 24
Tabel 6-3 3:1 katsetamine 25
Tabel 6-4 CaO sisaldus 25
Tabel 8-1 Helmi-Aakre II uuringuruumis läbitud puuraukudest ja šurfidest võetud materjali koostis 31
Tabel 11-1Korrigeeritud tugevusnäitaja parameetrid arvestades löögi suunda 41
Tabel 11-2 Väljavõte pressi katsetulemuste protokollist 43
Tabel 11-3 Väljavõte kivimihaamri katsetulemuste protokollist 43
Tabel 11-4 Väljavõte punktkoormus testi katsetulemuste protokollist 43

Tabel 11-5 RQD kivimi tugevuse klassifikatsioon [1] 44
Tabel 11-6 Punktkoormus testi koormusindeksi kivimitugevuse klassifikatsioon [4] 44
Tabel 12-1 Lubjakivi ja dolomiidi varud Eestis 46
Tabel 13-1Sõelanalüüsi tulemused tabelina 51
Tabel 13-2 Katsetulemused Schmidti haamriga..... 52
Tabel 14-1 Killustiku kaevandajad..... 54

EESSÕNA

Killustik- mis killustab nii kohalike elanike kui kohalike ettevõtjate, nii autosõitjate kui metsashulkujate huvisid on maavaradest kõige süütum, neutraalsem ja ohutum materjal. Ometi on see väärtuslik kaup, mille hankimine ja töötlemine nõuab teadmisi, otsustusvõimet ja veenmisosavust. Olukorras kus kivimurde ja väikekarjääre nimetatakse kaevandusteks, aru saamata, mille poolest erineb põleva puistanguga fosforiidikarjäär, langeva maa ja keemiatööstusega koos eksisteeriv põlevkivikaevandus või savi, liiva, kruusa ja paekivi auk, aitab infopuudust ja faktinappust leevendada käesolev kogumik, kuhu kutsuti arvamust ja uuringute tulemusi avaldama kõik osapooled. Loomulikult ei soostu kõik pooled oma arvamust raamatusse raiuma. Nii otsustatigi osa saabunud lugusid panna paberkogumikku täiendavale CD-le ja Mäeseltsi veebilehele. Kogumiku lõpuosa on pühendatud Mäeseltsiga seotud infole ning Mäeinstituudi 70. aastapäevale.

Lisaks käesolevale kogumikule leiab laiem lugejaskond killustikujutte ajalehest ja internetist. Selleks, et jutud ei hajuks ja lugeja teemast põhjaliku pildi saaks, seadsime üles killustikujutte koondava veebilehe aadressil:

http://mi.ttu.ee/killustik/

Sealt leiate ka vastukaja ja tulevikus avaldatavad uuringud, arvamused ja emotsioonid.

Kogumiku lõpuosa on pühendatud Mäeseltsiga seotud infole ning Mäeinstituudi 70. aastapäevale.

Ingo Valgma
Eesti Mäeseltsi juhatuse liige, kogumiku toimetaja ja koostaja

1. LOODUSLIKE EHITUSMATERJALIDE KAEVANDAMISE PROBLEEMID
Heini Viilup

Eesti hoogne majanduslik areng viimastel aastatel on kaasa toonud järjest suurenevate elamu-, tööstuse- ja teedeehituse tootmismahtude suurenemise, mis omakorda tingib looduslike ehitusmaterjalide (lubjakivi, kruus, liiv ja täitematerjal) nõudluse kasvu. Eriti on suurenenud nõudlus killustiku toodete järele. Eestis on piirkonniti tekkimas olukordi, eriti Harjumaal, kus ehitusobjektide varustamine nõuetekohase kvaliteetse killustikuga on häiritud. Killustiku vajadus on lihtsalt suurem kui tootjad suudavad anda.

Mõned faktid Ehitusmaterjalide Tootjate Liidu andmetest:
2005.a – vajadus 4,5 mln tonni, toodeti 4,5 mln tonni
2006.a – vajadus 5,5 mln t, toodeti 5,5 mln t
2007.a – vajadus 6,5 mln t, loodeti toota 6,0 mln t
2008.a – vajadus 7,0 mln t, loodetakse toota 6,5 mln t
2009.a – vajadus 7,5 mln t, loodetakse toota 5,0 mln t
2010.a - vajadus 8,0 mln t, loodetakse toota 5,0 mln t

Ehitustöödel vajati Eestis eelmisel aastal ligikaudu 6,0 milj tonni paekivikillustikku, millest suur osa tuli toota kolmest Tallinna piirkonna karjäärist (3 milj t.).

Tallinna piirkonna lubjakivi kaevandavate mäetööstusettevõtete tootmismahud on aga piiratud ning uusi lubjakivikarjääre ei ole juurde tekkimas. Piirkonniti hakkavad Harjumaal asuvad lubjakivi maavaravarud (Väo, harku, Maardu) kas kohe otsa saama või lõpevad lähikümnendi jooksul.
On maardlaid, mille aktiivsed tarbevarud lubaksid kaevandamistegevust laiendada, aga mäeeraldiste laiendamistaotlusi ei ole mäeettevõtted kohaliku omavalitsuste vastuseisu tõttu seni rahuldatud (Harku Karjäär AS).

Olukorra lahendamiseks on mäeettevõtjad soovinud hakata kaevandama teisi Harjumaal asuvaid ehituslubjakivi maardlaid, kus oleksid vähegi sobilikud keskkonnatingimused mäeettevõtte rajamiseks (Ruu, Nabala, Loo, Vasalemma). Asukoha valiku teevad keerukaks kas looduskaitselised piirangud või häirib tihe asustatus. Samas on uute kõrgekvaliteedilise lubjakivimaardlate avamine vältimatu. Seni ei ole mäeettevõtjate huvid langenud kokku kohalike omavalitsuste huvidega, mistõttu ei ole saavutatud kaevandamisloa taotlustele kohalikelt omavalitsustelt positiivseid seisukohti (Jõelähtme, Harku, Kiili, Kose, Saku ja Kohila valdadelt). Vallavolikogud aga ei saa ja ka ei soovi ettevõtjat toetada, kui valla rahvas on avaldanud kaevandamisele tugevat vastuseisu. Veelgi enam, kohalikud omavalitsused on hakanud kaevandajate tõrjumiseks looma kohalikke maastikukaitsealasid (Tagadi, Kurevere, Rehatse). Vastuseisude tõttu on tekkinud mäeettevõtte ja kohaliku omavalitsuse vahel esimesed kohtuvaidlused (Paekivitoodete Tehase OÜ ja Kose vald). Samuti on algatatud keskkonnamõjude hindamised kulgenud vaevaliselt ja ei ole leidnud heakskiitu (Ruu, Nabala).

Kaevandajad on keskkonnaprobleemide leevendamiseks asunud otsima uusi võimalusi keskkonnasõbralike kaevandamistehnoloogiate kasutuselevõtuks. Kaevandajatele on appi tulnud teadusasutused, kelle abil on töötatud välja uusi, meie oludele sobilikumaid lubjakivi kaevandamistehnoloogiaid . TTÜ Mäeinstituudi teadurid töötasid välja tehnoloogia, mille puhul Väo lubjakivimaardla Loo lubjakivikarjääris lasuvate ehituslubjakivivarude raimamiseks saab tavalise puur-lõhketööde asemel kasutada kõrge tootlikkusega mäefreeskombaine. Näiteks AS Talter plaanib väljata Loo lubjakivikarjääris 2,7 milj m3 suurusega lubjakivivarud vähem kui 5 aastaga mäefreeskombaini kasutamise meetodil. Kaasaegse kaevandamistehnoloogia kasutamise eelistuse peab selgitama algatatud keskkonnamõjude hindamine, kuhu kavatsetakse kaasata Eesti parimad oma ala keskkonnaeksperdid. Tööde läbiviijaks on AS Maves ning keskkonnamõjude hindamise aruanne peab valmima 2009 aasta jooksul.

Riigi kaasfinantseerimise abil on pooleli projekt, mille raames uuritakse paekivi veealuse kaevandamise võimalusi põhjaveetaset alandamata. Tööde läbiviijaks on Inseneribüroo Steiger OÜ. Katsetööde läbiviimist planeeritaks teostada AS - le Erksaar kuuluvas Rummu paekarjääris Vasalemma vallas.

Säästlikke mäetehnoloogiaid on Eestis rakendatud killustiku tootmisel väga vähe, sest need on kulukad ja nende tasuvusaeg pikk. Kui mäeettevõte ei ole kindlustatud maavaravaruga pikemas perspektiivis, ei ole investeeringute tasuvus tagatud. Tulevikus saavad uusi mäetehnoloogiaid juurutada eeskätt majanduslikult arenenud suurettevõtted.

Täiendavad aherainekillustiku katsetamisuuringud ning uute teeehituse tehnoloogiate rakendamine peab lähiajal välja selgitama põlevkivimaardlast toodetud madalama kvaliteediga aherainekillustiku kasutamisvõimalused. Aherainekillustiku kvaliteediomaduste parandamiseks on võimalus lisada tugevdus- ja sideaineid, kasutades selleks Eestis piisavas koguses leiduvat põlevkivituhka või tsemendi klinkertolmu. Sellised kasutusvõimalused on andnud positiivseid tulemusi mitmetes Lääne Euroopa riikides.

Eesti Põlevkivi plaanib 2009. aastal avatava Estonia kaevanduse killustikukompleksiga toota koos Aidu karjääriga kokku 2,5 milj t aherainekillustikku aastas. Narva ja Viru kaevanduses plaanitakse killustiku toota mobiilsete tehastega, mis lubab killustiku juurde saada veel 0,5 milj t aastas. Kvaliteediomadustelt suudavad aherainekillustiku tootjad garanteerida IV kvaliteediklassi, mis lubab ahereinekillustiku kasutada põhiliselt täitematerjalina. Aherainekillustiku kasutatavuse teedeehituses määravad ära tingimused, milles konkreetne teekonstruktsioon töötab, mistõttu teede projekteerijad peavad otsustama lähiajal, kui suure osa Eesti Põlevkivis toodetud aherainekillustikust suudame teedeehituses ära kasutada. Eesti Põlevkivis toodetud killustiku kasutamist piirab ka veo kaugus, millest lähtuvalt kujuneb aherainekillustiku vedu Harjumaale kallimaks kui killustik ise. Aherainekillustiku vastuvõtmiseks Harjumaal läheb vaja riigi abi. AS - le Eesti Raudtee tuleb Ida-Virumaalt transporditava aherainekillustiku vastuvõtmiseks ehitada Harjumaa kaubajaamadesse täiendavalt aherainekillustiku vastuvõtmise estakaade ning kohandada haruteid. Lisaks tuleb ehitada täiendavaid laoplatse ja juurdepääsuteid, millega paraneksid logistilised võimalused.

Eesti impordib aastas ligikaudu 0,7 milj t graniitkillustiku Soomest ja Rootsist. Kaugelt toodud materjal on kohalikust paekivikillustikust kolm korda kallim. Kvaliteediomadustelt ei ole imporditud graniitkillustikule Eestis seni looduslikest ehitusmaterjalidest toodetud killustikule võrdset. Eesti omab Maardu graniidimaardla näol 170 meetri sügavusel ammendumatuid graniidivarusid, kuid lähitulevikus ei ole majanduslikult otstarbekas graniidikaevandust rajada. Kuid pikemas perspektiivis 20 – 30 aasta pärast võib Eesti oma stabiilsest majanduslikust arengust lähtuvalt olla suuteline graniidikaevandust rajama. Graniitkillustiku kasutamise vajadust suurendavad Eestile kehtestatud Euroopa Liidu standardite kasutamise kohustus maanteede ehitamisel ja rekonstrueerimisel.

Kuigi Maanteeameti poolt 2006.a. kehtestatud käskkiri lubab seoses lubjakivi- ja kruuskillustikuvarude vähenemisega diferentseerida killustiku kasutamist vastavalt teede perspektiivsele liiklussagedusele, jääb lähiaastatel siiski prioriteetseks imporditud graniitkillustiku kasutamine teedeehituses.

Lahendusi otsib ka looduslike ehitusmaterjalide kasutamise riiklik arengukava. Plaanitakse koostada ja kehtestada ”Looduslike ehitusmaterjalide kasutamise riiklik arengukava 2010 – 2020”. Looduslike ehitusmaterjalide arengukava eesmärgiks on määrata riigi huvid ja selle alusel lahendada ehitusmaavarade kaevandamise ja nende kasutamisega seotud vastuolud, probleemid ning mis peamine, leevendada kohalike omavalitsuste ja elanikkonna kaevandamisvastased hoiakud. Hädavajalik on tagada ehitusobjektide varustamine nõuetekohase kvaliteedi ja optimaalsete hindadega ehituskillustikuga, mille veokaugus oleks võimalikult optimaalne. Majanduslik mõõde on äärmiselt oluline – riik peab otsustama kuidas kasutada võimalikult otstarbekalt oma kõike loodusressursse, tagades nende kasutamise võimalikkuse pikemas perspektiivis.

Muuta ja täiustada oleks vaja mäendusalast seadusandlust ja tagada selle rakendamine. Eesti kaevandajatel on viimastel aastatel hakanud muret tegema geoloogiliste ja kaevandamislubade menetlustoimingute läbiviimisel kogetud bürokraatia.

Tihtipeale takerduvad geoloogiliste uuringute menetlusprotsessid riigivara valitseja seisukohavõtu puudumise tõttu ja selle saamine võtab lubamatult kaua aega. On juhtumeid, kus kooskõlastusprotsess on väldanud üle aasta ja kauemgi. Selline ajakulu on lubamatult pikk ja takistab arendaja majandustegevust.

Geoloogiliste uuringu - ja kaevandamislubade menetlusprotsessides esineb juhtumeid, kus maakondlike ja kohalike omavalitsuste üldplaneeringute ja arengukavade koostamisel ei tähistata

kohaliku tähtsusega aktiivsete maavara tarbevarude paiknemist. Sellest tingituna ei pööra keskkonnaametnikud nimetatud eksimusele vajalikku tähelepanu. Tulemuseks on situatsioon, mis sisuliselt välistab igasuguse kaevandamistegevuse nimetatud territooriumil, veelgi enam, annab vallajuhtidele hea võimaluse kindlustada oma eitava seisukoha kujundamist geoloogiliste uuringu - ja kaevandamislubade taotluste menetlustel. Keskkonnaametnikud peaksid olema tähelepanelikumad nimetatud planeeringute kooskõlastamisel.

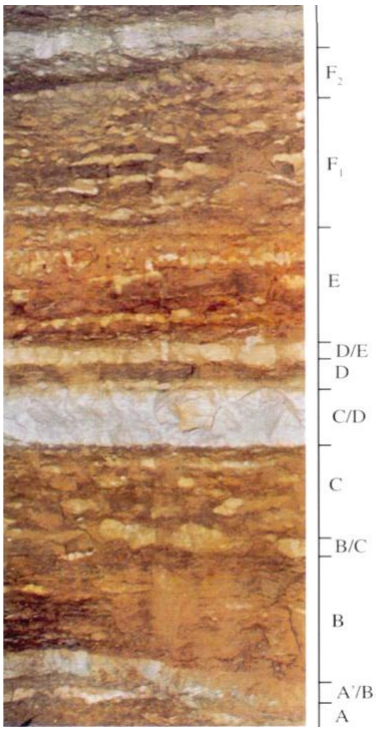
Parima tulemuse ja konsensuse saavutamiseks peaksid vallajuhid olema enam valmis koostööks arendajatega. Kaevandamislubade menetlustel peaksid sündima poolte huvisid arvestavad kompromissettepanekud, mis annaksid vallarahvale kindlustunde, et koos kaevandamistegevusega paraneks valla omandis olev teedevõrgustik, tekiksid uued kaevandamisjärgsed puhkemaastikud ja tehisveekogud. Huvitatud osapooli rahuldavate tulemuste saavutamiseks peaksime kaasama rohkem kohaliku elanikkonna esindajaid, tegema koos elanikkonnaga tutvustavaid väljasõite kaevandatud ja rekultiveeritud aladele.

Kokkuvõttes võime tõdeda, et lähiaastatel ootavad nii tootmistegevuses kui ka teaduses osalevaid Eesti mäeinsenere ees tõsised väljakutsed Eesti looduslike ehitusmaterjale kaevandamismaastiku kujundamisel.

2. KILLUSTIK AIDU KARJÄÄRIS
Illimar Parts

Aidu karjäär alustas tegevust 1973.a. Sarnaselt kaevandustele ja erinevalt teistest karjääridest on Aidu karjääri rajatud põlevkivi rikastusvabrik, milles toimub mäemassist nn. aheraine eraldamine ja põlevkivi jagamine erineva kvaliteediga klassideks. Suurem osa põlevkivist tarnitakse hetkel AS-i Narva Elektrijaamad Balti elektrijaama elektri ja sooja tootmiseks, osa läheb AS-le VKG põlevkiviõli tootmiseks ja osa AS-le Kunda Nordic Tsement tsemendiahjude kütteks.

Põlevkivi on iseenesest suhteliselt lai mõiste, geoloogiliselt koosneb ta erinevatest kihtidest (vt.Joonis 2-1 Põlevkivi kihid). Kihid jagatakse tinglikult kukersiitpõlevkivikihtideks (joonisel A, B, C, D, E, F_1, F_2) ja lubjakivi vahekihtideks (joonisel A'/B, B/C, C/D, D/E). Kukersiitpõlevkivikihid sisaldavad ka lubjakivi osi, mis esinevad kihtides erinevatel tasemetel ja erinevas mahus. Lubjakivi vahekihtidest kõige paksemad on A'/B ja C/D, milledes orgaanilise aine sisaldus on madal – enamasti alla 5%, teistes vahekihtides ulatub see kuni 12%-ni.



Joonis 2-1 Põlevkivi kihid

Aidu karjääris kaevandatakse põlevkivi kas väljates kõik kihid korraga või osaliselt selektiivselt, eraldades juba kaevandamise käigus tranšees kogu mäemassist vahekihi C/D. Ülejäänud mäemass transporditakse rikastusvabrikusse, kus toimub selle gravitatsiooniline rikastamine, eraldamaks kukersiitpõlevkivist lubjakiviosad. Kuna mäemass on väga erineva koostisega, siis on puhta lubjakivi eraldamine sellest keeruline. Eraldatud lubjakivi tehnilised omadused on madalamad kui traditsiooniliselt kaevandataval lubjakivil, mistõttu selle vahetu kasutamine ehituses ilma piisava töötlemiseta on olnud suureks küsimärgiks juba pikka aega. Põhiprobleemiks on olnud suhteliselt kõrge orgaanilise aine sisaldus (kivi on "pruun") ning kõrgem poorsus, mis omakorda tingib suurema veeimavuse, siit ka halvema külmakindluse ja kokkuvõttes meie ilmastikutingimustes suhteliselt kiire lagunemise.

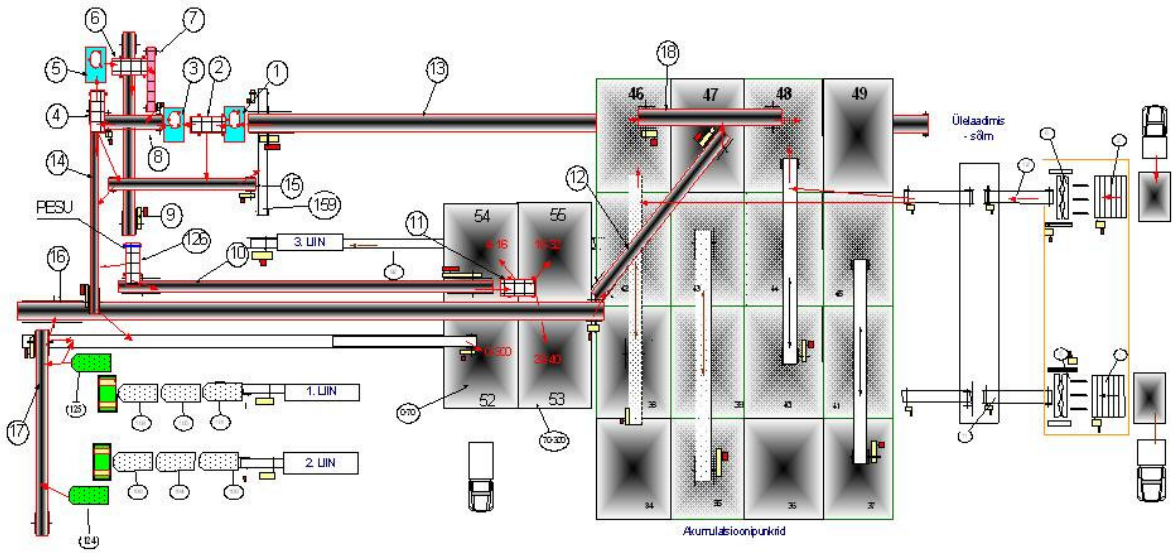
Lubjakivist aherainet on peamiselt kasutatud tee-ehituses (madalama kandevõimega teed, metsateed jms.) ja ehitustööstuses täitematerjalina platside ehitamisel. Samas on pidevalt uuritud ka selle materjali kasutamisvaldkondade laiendamist. Selleks, et eraldada aherainest kvaliteetne lubjakivi ja saada sellest kvaliteetset killustikku, on seda tarvis mitmeid kordi purustada ja sõeluda. Kuna kukersiit on oma omadustelt pehmem, siis mitmekordse purustamise käigus on võimalik see praktiliselt 100%-

liselt eraldada. Samas tekib aga ka suhteliselt palju sõelmeid (kuni 50% purustatavast massist), mida on aga osaliselt võimalik ka ära kasutada.

UUS Kompleks

Kuni 2006 aastani töötas Aidu karjääris peamiselt omatarbeks killustiku tootmise liin, kus aheraine purustamine oli 2-astmeline ning vanemat tüüpi seadmed ei võimaldanud tagada killustiku piisavat kvaliteeti. Seetõttu kasutati killustikku peamiselt ehitustöödel täitematerjalina ja karjäärisiseste teede katteks.

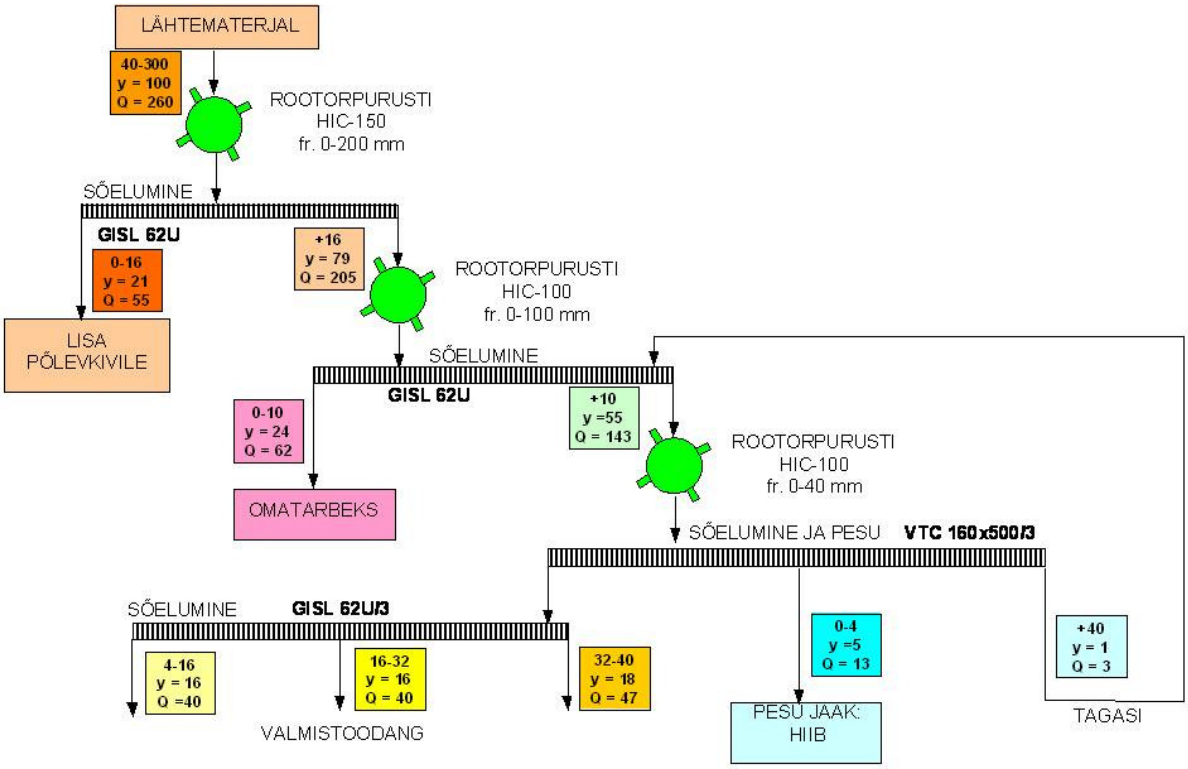
Lähtudes eelnevatel aastatel tehtud uuringutest ja samuti ehitustegevuse hoogustumisest tingitud materjali nõudluse suurenemisega turul, alustati Aidu karjääris 2005.a. uue killustiku tootmise kompleksi rajamist, mis võimaldaks toota vähemalt 4.klassi nõuetele vastavat killustikku. Kompleks valmis ja käivitati 2006.a. sügisel. Kompleks moodustab põlevkivi rikastusvabrikust ühe osa ning selle töö põhimõtteline skeem on järgmine:



Joonis 2-2 ***Aidu killustikukompleksi skeem***

Põlevkivi rikastamisel (liinid 1. ja 2) tekkiv aheraine liigub mööda konveiereid (17,16, 12, 18) aheraine akumuleerimispunkritesse (46-49). Punkritest liigub aheraine mööda konveierit (13) purustusliinile (1,3,5 – purustid, 2,4,6 – sõelurid) ja sealt edasi mööda konveiereid (9,10) lõppsõelurisse (11), mis jagab killustiku vastavalt 3 fraktsiooniks. Eri fraktsioonid kogutakse killustiku punkritesse (53-55), kust laetakse autodele või transporditakse raudtee laadimisplatsile.

Aheraine 3-astmelise purustamise ja sõelumise tehnoloogiline skeem on järgmine:



Joonis 2-3 ***Aidu killustiku purustamise skeem***

Vastavalt skeemile:
Lähtematerjal tükisuurusega 40-300mm satub 1. astme rootorpurustisse HIC-150, mis purustab selle tükisuuruseni 0-200mm.

Toimub sõelumine, kus eraldatakse fraktsioon 0-10mm. Kuna antud fraktsioon sisaldab suurel määral põlevkivi, siis saab seda kasutada lisandina energeetilisele põlevkivile.

Materjal tükisuurusega 10-200mm satub 2.astme purustisse HIC-100, mis purustab selle tükisuuruseni 0-100mm.

Toimub jällegi sõelumine, kus eraldatakse fraktsioon 0-16mm, mis samuti sisaldab suurel määral põlevkiviosi ja läheb jäätmeks.

Fr. 16-100mm liigub 3.astme purustisse HIC-100, mis purustab selle tükisuuruseni 0-40mm.
Purustatud materjal liigub kaheastmelisele sõelale, kus see jagatakse 3 osaks, fr. 0-4mm läheb jäätmeks, tükid üle 40mm saadetakse uuesti 3. astme purustisse ja ülejäänud osa fr. 4-40mm liigub lõppsõelurisse. Antud sõelal toimub ka materjali pesemine.

Lõppsõeluris toimub materjali jagamine 3 fraktsiooniks, vastavalt 4-16mm, 16-32mm ja 32-40mm.
(skeemil Y - osakaal %, Q – kogus tn/h)

Killustiku tootmise kompleksis on kasutusel kolm Tšehhi tootja DSP Přerov, spol. s r.o. toodetud purustit HIC, millest üks on HIC150 ja kaks HIC100. Sõelurid GIST 72, GISL 62U on AS Mäetehnika toodang ja sõelur VTC 160 on samuti Tšehhi päritolu.
Peatöövõtjaks oli kompleksi rajamisel AS Energoremont.

Valmistoodang

Uus killustiku tootmise kompleks võimaldab toota kolme erinevat killustiku fraktsiooni, vastavalt 4-16mm, 16-32mm ja 32-40mm. Hetkel on juba korraldatud katsetused tootmaks fr. 32-64, mis vastab samuti 4. klassi nõuetele. Vastavalt vajadusele ja kliendi soovidele on võimalik toota ka kitsamaid fraktsioone.

Erinevate fraktsioonide analüüside tulemused on kokkuvõtvalt toodud alljärgnevas tabelis:

Parameeter		Ühik	**Standardi järgi**		**4-16 mm**	**16-32 mm**	**32-40 mm**
Peenosiste sisaldus	EVS-EN 933-1:2000	%	≤ 2	F 2	1,7	1,7	0,7
Osakeste näivtihedus	EVS-EN 1097-6:2002	Mg/m^3			2,57	2,53	2,43
Osakeste tihedus väljakuivatatud olekus	EVS-EN 1097-6:2002	Mg/m^3			2,26	2,25	2,25
Osakeste tihedus küllastatud pindkuivas olekus	EVS-EN 1097-6:2002	Mg/m^3			2,38	2,36	2,32
Veeimalus	EVS-EN 1097-6:2002	%	≤ 4	WA 4			3,4
		%	≤ 5	WA 5		5,0	
		%	≤ 6	WA 6	5,4		
Terakuju plaatsusteguri järgi	EVS-EN 933-3:2000	%	≤ 20	FI 20	4,1	4,50	1
Purunevus silindris	GOST 8269 punkt 8	%	15-19	M600	15,1	17,5	17,5
			13-15	M800	≈ M800	≈ M700	≈ M700
Purunemiskindlus Los Angelese katsel			≤ 35	LA	LA 35		

Kokkuvõtteks

Aheraine proportsioon kogu rikastamise protsessis on ca 35-37% ja kokku tekib Aidu karjääris aherainejääke aastas ca 1 milj.tn. Sellest annab toota kuni 400 tuh.tn. kõrge kvaliteediga killustikku, mida saab kasutada nii teedeehituses kui ka täitematerjalina ehitustöödel ja betoonis.
Näiteks võib tuua uue Sonda –Peterburi mnt. teelõigu rajamist AS Talter poolt 2006-07.a., mis on suuremas osas valmistatud just Aidu karjääri aherainest ja killustikust, samuti Aidu killustiku peenema fraktsiooni ulatuslikku kasutamist betooni valmistamisel OÜ Betoonimeister poolt.

Samas ei saa aga mainimata jätta ka seda, et kuigi toodetav materjal vastab Eestis kehtivatele standarditele, Aidu karjääri tootmisprotsess ja ka saadav killustik on AS Teede Tehnokeskus pideva kontrolli all, vajab aherainest saadav killustik ja selle kasutamine täiendavaid uuringuid. Eelkõige sooviks siin teha koostööd nii vastavate alade spetsialistidega ehitusettevõtetest, TTÜ-st, Maanteeametist, Teede Tehnokeskusest ja mujalt. See annaks omakorda võimaluse välistada asjatuid spekulatsioone materjali kõlblikkuse või mittesobivuse kohta ühe või teise töö jaoks ja aidata kasutusele võtta juba olemasolevaid ja lisanduvaid aherainekoguseid. Aheraine suurem ärakasutamine vähendab ka keskkonnale tekitatavaid kahjulikke mõjusid.

Esimesest edukast projektist innustatuna on AS Eesti Põlevkivi alustanud Aidule sarnase kompleksi ehitamist ka Estonia kaevandusse, mille planeeritav tootmisvõimsus saab olema kuni 2 milj. tn kvaliteetset killustikku aastas.

3. AHERAINE KASUTAMINE KILLUSTIKU TOOTMISEKS ON ÜKS MOODUS KUIDAS SELLELE LISAVÄÄRTUST ANDA Evelin Krekker

Maavarade kasutamine ning riigi ja rahva heaolu edendamine on tihedalt seotud mõisted. Positiivse seose näiteid on palju ja kindlasti silmatorkavamaid nende hulgas on Araabia kõrbes kerkinud kaasaegsed linnad. Kahjuks ei puudu ka looduse röövelliku kasutamise ja reostamise juhtumid. Pole kahtlust, et maavarade kasutamise, loodushoiu ja ühiskonna majandusarengu seosed on keeruline kompleksprobleem kogu maailmas.
Eesti maapõueseadus loetleb 12 liiki kivimeid ja setteid, mis vastavad maavaradele esitatud nõuetele. Peal nende on teada veel rida teisi, mis võivad osutuda kasutatavateks tulevikus. Tervikuna on see nimestik koos andmetega maavarade kaevandamise kohta veenavad et Eesti mäenduslik potentsiaal on piisavalt kõrge.
Majandus on dünaamiline eluala, kuid taastumatute loodusvarade kasutamise pikaajaline poliitika peab tuginema säästva arengu põhimõtetele. Eesti Maavarade Komisjon peab väga vajalikuks nende põhimõtete järjekindlat rakendamist kõigi maavarade, eriti põlevkivi kasutamise poliitikas. [1]

Kuid igal heal asjal on reeglina ka puudusi, nii ka põlevkivi kaevandamisel.
Selleks on karjääride puhul maapinna pealmise kihi eemaldamise ja sealt põlevkivi eraldamise tagajärjel tekkinud keskkonnakahjustused. Samuti jäätmed.

Põlevkivi kaevandamine Aidu karjääris ja selle muutmine valmistoodanguks toimub rikastusmeetodil rikastusvabrikus. Aheraine, mis on rikastuse kõrvalprodukt veeti tagasi kui jäätmed kaevandatud tranšeedesse. Tänaseks on ühe rikastusliini baasil ehitatud sorteerimis-purustuskompleks saamaks fraktsioneeritud killustikku, mis jaotub kolme erinevasse klassi ja mille müük annab ettevõttele lisatulu. [2]

Teine võimalus tülikatest jäätmetest vabanemiseks on mäed. Kaevandustes ja Aidu karjääris kaevandatud mäemass rikastatakse rikastusvabrikutes. Kaevandustes põlevkivi rikastamisel tekkinud aheraine ladestatakse puistangutesse. Aidu karjääris viiakse see tagasi karjäärisisepuistangusse. Aastas ladestatakse kaevanduste aheraine puistangutesse 4 - 5 miljonit tonni põlevkivi rikastusjääke. Estonia ja Viru kaevanduste aherainepuistangutes olev materjal on suhteliselt inertne ega kujuta keskkonnale ohtu.

Enamus vanu puistanguid e. terrikoonikuid on aja jooksul ise haljastunud, noorematele puistangutele, näiteks Tammiku, on peale istutatud puid ja põõsaid. Kukruse "mäest", on kujunenud populaarne turismiobjekt, mäkketõusu hõlbustamiseks on rajatud betoontrepid. Kohtla kaevandus-parkmuuseumi territooriumil on aherainepuistangutele rajatud suusatamiseks - kelgutamiseks sobivad nõlvad, serpentiin ja ekstreemrajad ATV-dele. Sinivoore "mäe" (end. Kukruse kaevanduse aherainepuistang) juurde on rajatud auto-moto võidusõidurada ning nõlvad on kohaldatud suusatamiseks - kelgutamiseks. AS Eesti Põlevkivi. 2007. Jäätmed [3].

Käesoleval ajal karjääride poolt korrastatud maad on enamjaolt metsamajandusliku tähtsusega, esindatud nii tarbe-, kui küttepuiduga. Kaevandatud ala rekultiveerimine põllumaaks ei ole täna majanduslikult otstarbekas, samas puudub ka nõudlus täiendava põllumaa järgi. Karjääride sulgemisel täitub enamus väljaveotranšeesid veega ning kaevandatud alal moodustub maaliline metsaste poolsaartega järvistu. AS Eesti Põlevkivi. 2007. Kaevandatud alade korrastamine [4]

Kolmas, hetkel veel Eestis läbiproovimata, võimalus on segada aheraine Narva elektrijaamade tuhaga ning pumbata seda kaevanduskäikudesse. See võimaldaks ära hoida maade vajumise kaevandatud aladel ja vähendaks jäätmeid, mille ladustamise eest tuleb nii elektrijaamadel kui kaevandustel iga aastaga üha rohkem keskkonnamakse tasuda.

Eesti Energia keskkonnajuhi Tõnis Meriste sõnul võimaldaks selle plaani teostamine suunata jäätmeid taaskasutusse ja keskkonnaseisundi parandamisse. "Elektrijaamades tekib põlevkivituhka sadu miljoneid tonne ja selle ladestamisega on seotud suured keskkonnaprobleemid. Kui suudaksime osa

tuhast kasutada kaevanduste täitmiseks, et stabiliseerida maapinda, siis vähendaksime jäätmete hulka märgatavalt," ütles Meriste.

Põlevkivituhk on sisuliselt kehva kvaliteediga tsement ning praegu otsitakse optimaalset varianti, kuidas segada seda paekiviga. Kuna vesi, mis puutub kokku põlevkivituhaga, muutub leeliseliseks, siis tuleb saavutada maa-alustes tingimustes segu nii tugev kivistumine, et see ei mõjutaks põhjavee olukorda. "Ilma selleta pole võimalik seda ideed teostada," lausus Meriste. [5]

Seega on Eesti Põlevkivil õige mitu lahendust mille vahel valida. Otsuste tegemine ei ole muidugi lihtne ja tulemusi pole näha kohe homme, kuid on mille poole püüelda. Kunagi ei ole hilja alustada millegi uuega. Eesti Põlevkivi on arenev ettevõte ning valmis kaaluma erinevaid innovaatilisi lähenemisi probleemide ennetamiseks ning lahendamiseks.

Viited

1. Kattai, V., Saadre, T. jt. (2000) Eesti põlevkivi, geoloogia, ressurss, kaevandustingimused. Tallinn: Akadeemia Trükk, 226 lk.
2. 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis 2006. Aidu karjääri ajalugu
3. Eesti Põlevkivi AS kodulehekülg http://www.ep.ee/?id=1906
4. Eesti Põlevkivi AS kodulehekülg http://www.ep.ee/?id=1908
5. Kamzejev, E. (2007). Eesti Energia tahab täita kaevandused põlevkivituhaga. – Põhjarannik 14. november 2007

4. EHITUSLIKEST LÕHKETÖÖDEST
Lembit Eigo

Lõhketööd on enamike tahkete mineraalsete maavarade tootmisel üks laialt levinuim tööliik, kuid laialdaselt kasutatakse lõhketöid ka ehituses allmaakommunikatsioonide rajamisel ja vanade kõlbmatute hoonete, eriti korstnate langetamisel.
Miks peaks ära koristama tarbetuks jäävad korstnad, kas neid ei võiks kasutada edaspidi vaatetornidena või ehitada ülesse suvekohvikud koos vaateplatvormidega. Kahjuks (või õnneks) ei luba seda aga ohutusnõuded, sest seal puudub nõuetekohane varuväljapääs, mistõttu suleti isegi meie teletornis olev restoran ja vaateplatvorm.

Kui korsten jääb kasutamatult seisma, hakkavad tema ülaosas pesitsema linnud. Lindude väljaheited on aga happelised ja lagundavad tsementi, sellesse tekivad praod, kuhu omakorda tungib vesi, mis talvel külmub. Nii algab ülaosa lagunemine, sageli tekivad korstnasse ka pikipraod ja lagunenud - lahtitulnud kivid kukuvad alla, eriti lindude lendutõusmisel, ohustades all olevaid inimesi. Kõikidel korstnatel on väljaspool sissemüüritud roniredelid, mis on osaliselt lahti tulnud või läbi roostetanud. Neid redeleid võivad aga oma uljuse demonstreerimisel kasutada uljaspäised poisikesed-noorukid või vägijooke kasutanud kihlavedajad ja väga paljudel juhtudel on need traagiliselt lõppenud. Seepärast oleks vajalik sellised korstnad lammutada enne, kui algab selle kinnistu täisehitamine, sest hilisem lammutamine on väga keerukas ja ohtlik ettevõtmine.

Kundasse rajatava biokütuse tehase ehituseks ettenähtud kinnistul oli vaja lammutada kolm endise tsementitehase korstnat, millest kaks olid 1960…1962 aastatel ehitatud katlamaja telliskorstnad ja üks 1912 aastal ehitatud elektrijaama raudbetoonkorsten. Telliskorstnatest üks oli 75m kõrgune ja 8,7m läbimõõduga ning teine 38m kõrgune ja 5,1m läbimõõduga. Telliskorstnad langetati kiilukujulise purustusvöö moodustamsega korstna jalga. Purustusvöö pidi võimaldama korstnale vähemalt 15^0 kalde vertikaaltelje suhtes, et tekiks langetamiseks vajalik raskusjõu pöördemoment. Selleks puuriti suurema korstna jalga kolm rida lõhkeauke ja väiksema korstna jalga kaks rida lõhkeauke. Korstnad langetati korraga lammutatavale katlamajale, kergendades sellega lammutajate tööd. Kolmas, raudbetoonkorsten oli 42m kõrgune ja 3,2m m läbimõõduga ja seda olid juba 1960 aastatel edutult püüdnud langetada Punaarmee sapöörid, kuid korstna langetamise asemel purustanud üksjagu Kunda linna aknaid. Kuna puudus korstna ehituse projekt, ei olnud mingit ettekujutust armatuuri paiknemisest ja hulgast Paljandasime piikvasaratega mõned armatuurvardad Selgus, et armatuur on betoonvalu sees 20cm kaugusel välispinnast, kus asub armatuurvarraste välisring ja sellest 10cm seespool sisering. Armatuurvarraste läbimõõt oli 25mm ja nad olid suhteliselt hästi säilinud. Armatuurvardad asusid paaristikku, kuid nende paaride omavaheline samm oli 18 …28cm, seega tuli armatuuri täpse asukoha kindlaks tegemiseks paljandada kogu armatuuriring, et teada saada armatuurvarraste paiknemine, parameetrid ja hulk.. Paljandamisel selgus, et armatuuriringis on 44 paarisarmatuuri ja 4 üksikarmatuuri, seega kokku 92 armatuurivarrast. Katsetasime armatuuri katseliselt purustada lõhkamisega mitmeti, küll käärlaengutega (laengud paigutatakse mõlemale poole armatuurvarrast üksteise suhtes nihutatuna), küll tugevajõulise detoneeriva nööriga (80g/m), kuid katsed ei andnud positiivseid tulemusi. Seega jäi korstna langetamiseks ainus variant, langetada korsten nn. pealepandavate tõmbelaengutega (toimivad, nagu löök põlveõndlasse). Selleks paljandasime armatuuri langetamisepoolsest küljest 0,7…0.8m ulatuses ja vastasküljel 0.3m ulatuses, et oleks võimalik vajalik hulk armatuurvardaid läbi lõigata. Langetamiseks paigutasime kaheksale langetamissuunas asetsevale armatuurvardale piki varrast 0,6kg lõhkelaengu.

Korstna edukaks ja ohutuks langetamiseks tuli arvestada järgmiste asjaoludega:

1. Korstna raskusjõu pöördemoment peab olema suurem langetamise vastassuunas asetsevate armatuurvarraste tõmbetugevusest ja langetamisteljel asetsevate varraste tugevusest pikipaindele. Selleks tuli läbi lõigata kõik välisringis olevad armatuurvardad ja osaliselt nõrgestada siseringis olevaid vardaid
2. Langetamissuunas olevatele armatuurvarrastele paigutatud laengute plahvatus pidi tõmbama korstna kaldu vähemalt 15^o.
3. Langetamisel kasutatav summaarne välislaeng võis purustada aknaklaase kuni 300m raadiuses. Õhu lööklaine ärahoidmiseks katsime esmalt laengud ja süütevõrgu paekivisõelmetega täidetud kottidega ja seejärel täiendavalt kogu purustusvöö ja selle 0,6m laiuse ümbruse kuni ühe meetri paksuse paekivisõelmete kihiga. Samuti katsime sõelmetega kõik purustusvöös olevad avaused.

Ülaltoodud nõudeid täites langes korsten täpselt ettenähtud suunas ja mingit kildude laialilendu ja aknaklaaside purunemisi isegi 40m kaugusel asetsevas laohoones ei olnud.

Korstna või mistahes ehitise langetamisel tuleb arvestada asjaoluga, et see on nn. “puhas töö”. Siin puudub võimalus teha “mustand”, millesse võiksid vajadusel korrektiive teha. Seepärast peab langetamissuuna, langemise tõenäosuse, kildude laialilennu (võib plahvatada ka korstna sees olev tahm) ja langetamisel tekkiva seismilise võnkumise mõju määramisel arvestama väga paljude praktilistel kogemustel põhinevate olukordadega, et saavutada positiivne tulemus.

5. LUBJAKIVIKILLUSTIKU KVALITEEDI MUDELID
Julia Šommet

Lähtun põhimõttest, et mistahes kvaliteedimudel on kindlaks määratud konkreetse standardiga. Eelmisel, 2007. aastal olid OÜ Väo Paas toodanguks lubjakivikillustiku fraktsioonid: 0-4, 4-16, 4-8, 8-16, 16-32, 32-64, 0-63, 0-45 ja 0-16, mille põhilisteks tarbimisvaldkondadeks olid teede ehitus ja betooni-, puiste- (sidumata) ning asfaltsegu valmistamine.

Kvaliteedinõuded

Ettevõtte toodangul on tootmisohje sertifikaat, mille TTÜ Sertifitseerimisasutus annab kord kahe aasta jooksul. Sertifikaat tõendab, et täitematerjalid vastavad Eesti Vabariigi standardite nõuetele EVS-EN 12620, Betooni täitematerjalid, EVS-EN 13043, Asfaltsegude ning teede, lennuväljade ja muude liiklusalade pindamiskihtide täitematerjalid ning EVS-EN 13242, Ehitustöödel ja tee-ehituses kasutatavate sidumata ja hüdrauliliselt seotud materjalide täitematerjalid. Sertifikaadi omamine tähendab ja audiitorid on teinud tehase esmase ülevaatuse ja tootmisohje kontrolli. Sellest lähtuvalt on meie killustikul kolm põhilist kvaliteedi mudelit, eraldi tellimuste puhul võib neid olla ka rohkem. Üks sellistest juhtumitest on standard EVS-EN 13285:2003, *Unbound mixtures - specification*" (sidumata ehk puistesegudes kasutatavate täitematerjalide spetsifikatsioon). Antud juhul oli too killustik valmistatud lennuvälja teede laiendamiseks.

Kõiki mudeleid ühendab üks ja sama toodanguproovide kontrollimis-katsetamismetoodika, sõltumata toormaterjali saamise viisist (freeskombainiga või lõhkamisega), mis toimub järgmiste põhiliste standardite järgi:

EVS-EN 932 Täitematerjalide üldiste omaduste katsetamine

Osa 1: Proovivõtumeetodid.

Osa 2: Laboratoorsete proovide vähendamise meetodid.

Osa 5: Üldkasutatavad seadmed ja kalibreerimine.

EVS-EN 933 Täitematerjalide geomeetriliste omaduste katsetamine

Osa 1: Terastikulise koostise määramine. Sõelanalüüs.

Osa 2: Terastikulise koostise määramine. Katsesõelad, avade nimimõõtmed.

Osa 3: Tera kuju määramine. Plaatsustegur.

EVS-EN 1097 Täitematerjalide füüsikaliste ja mehaaniliste omaduste katsetamine

Osa 3: Puistetiheduse ja tühiklikkuse määramine

Pidev toodangu kvaliteedi kontroll on teostatav ettevõtte laboris, kus saab kontrollida iga fraktsiooni puhtust - peenosiste sisaldust, teha sõelanalüüs – määrata lõimise ehk terastikuline koostist, mõõta plaatsust – terade kuju ja puistetihedust. Neid tegevusi kontrollib kord aastas ka sertifitseerimisasutus. Peale mainitud teimide veel külmakindlust, purunemiskindlust (Los Angelese meetodil), kulumiskindlust (Mikro-Eeval või Nodic testiga), terade tihedust ja veeimavust. Igal standardil on oma proovide katsetamissagedust, mis on toodud Tabel 5-1.

Tavaliselt on võimalik korraga tagada toodangu vastavus kolmele põhilistele kvaliteedimudelitele: EVS-EN 12620, EVS-EN 13043 ja EVS-EN 13242. Standardi EVS-EN 13285 piirnormide nõuded erinevad oluliselt mainitud kolmest põhilistest mudelitest. Selleks, et tagada killustikku vastavust ainult viimatimainitud standardile, on korraldatud fraktsioonide purustamine-sorteerimine eraldi väiksema purusti peal.

Kvaliteedi sõltuvus raimamise tehnoloogiast

Peale metoodika ja standardi nõuete ranget järgimise on rida faktorid, mis samuti mõjuvad positiivselt killustikku kvaliteedile.

Kvaliteedi tõus on seotud masinate tehniliste omadustega, raimamise parameetritega. Masinate remonti ja hooldust teostatakse samuti kvaliteedi parenemiseks. Alati on vaja arvestada mäendustingimustega ja toormaterjali (-kivimit) ehk kaevist selektiivselt väljata.

Toormaterjali kvaliteedi põhinäitajateks on tükisuurus, mis pärast lõhkamist ja hüdraulilise piikvasaraga täiendavat purustamist ei tohi üheski suunas ületada 800 mm. Teine oluline on peenosiste, eriti savi ja huumuse sisaldus, mida hinnatakse visuaalselt [Tabel 5-1. Killustikku kontrollkatsete sagedused [2], [3], [4].]. Kui materjal vastab ülalmainitud normidele, võib ta laadida rootorpurustus-sorteerimissõlme, mis ettevõttes kasutusel.

Purustamisprotsessi reguleeritakse rootori tööga, rootori hammaste korrashoidmisega ja õigeaegse vahetamisega. Samuti on väga tähtis purusti sõelte terviklikkus ja õigeajaline vahetamine või remont, mis võimaldab reguleerida fraktsioonide terastikulist koostist. Head tulemust on võimalik saada rullsõela kasutamisel, eriti väga niiske materjali puhul. Need protseduurid võimaldavad tõsta purustus-sorteerimisprotsessi tulemust ja sellest lähtuvalt kõigi fraktsioonide vastavust kvaliteedinõuetele.

Sageli mõjuvad tootmisprotsessile erinevad ebasoodsad välisfaktorid, mida tuleb alati arvesse võtta, kuna nad võivad halveneda toodangu kvaliteeti. Kvaliteeti alandavad purusti punkri ebapidev täitmine kaevisega, lähtematerjali looduslik lõhelisus või liiga tugeva lõhkamisega tekitatud lähtematerjal lõhelisus, samuti ilmastikutingimused, nagu paduvihmad, madal õhutemperatuur jm.

Laboratoorne jälgimine on näidanud, et purustist tuleva eelsõelutud materjalivoo terastiku analüüsi abil saab alati kiiresti välja selgitada, kas tegemist on kaevise kvaliteedi langemisega või purustusseadme tehnoloogilise protsessi hälbega.

Kokkuvõte

Mõistlikul lähenemisel on tellijal võimalus ise valida talle vajaliku ja õige kvaliteedimudel, lähtuvalt tema objekti tingimustest. Kaevandaja ehk tootja ülesanne antud juhul on tagada kvaliteetse tööprotsessi toimimine, mis omakorda garanteerib toodangu vastavuse standarditele ehk valitud kvaliteedimudelitele. Kaevise kui killustikutoorme kvaliteedi vastavust saab alati jälgida ja kontrollida õigeaegsete laboratoorsete katsetega.

Tabel 5-1. Killustikku kontrollkatsete sagedused [2], [3], [4].

Katsetatav omadus	Katsemetoodika	Minimaalne katsesagedus	
Terastikuline koostis	EVS-EN 933-1	EVS-EN 13043	1 kord nädalas
		EVS-EN 13242	
		EVS-EN 12620	
Peenosiste sisaldus	EVS-EN 933-1	EVS-EN 13043	1 kord nädalas
		EVS-EN 13242	
		EVS-EN 12620	
Tera kuju	EVS-EN 933-3	EVS-EN 13043	1 kord kuus
		EVS-EN 13242	
		EVS-EN 12620	
Puistetihedus	EVS-EN 1097-3	EVS-EN 13043	1 kord 2 aasta jooksul
		EVS-EN 13242	1 kord aastas
		EVS-EN 12620	1 kord aastas
Veeimavus	EVS-EN 1097-6	EVS-EN 13043	1 kord 2 aasta jooksul
		EVS-EN 13242	1 kord aastas
		EVS-EN 12620	1 kord aastas
Purunemiskindlus	EVS-EN 1097-2	EVS-EN 13043	1 kord aastas
		EVS-EN 13242	2 korda aastas
		EVS-EN 12620	2 korda aastas
Kulumiskindlus	EVS-EN 1097-1	EVS-EN 13043	1 kord aastas
		EVS-EN 13242	2 korda aastas
		EVS-EN 12620	1 kord 2 aasta jooksul
Külmakindlus	EVS-EN 1367-1	EVS-EN 13043	1 kord 2 aasta jooksul
		EVS-EN 13242	1 kord 2 aasta jooksul
		EVS-EN 12620	1 kord 2 aasta jooksul

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused” ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“.

Viited

1. OÜ Väo Paas kvaliteedikäsiraamat
2. EVS-EN 12620: 2005 Eesti standard, Betooni täitematerjalid
3. EVS-EN 13242: 2006 Eesti standard, Ehitus töödel ja tee-ehituses kasutatavad sidumata ja hüdrauliliselt seotud täitematerjalid
4. EVS-EN 13043: 2004 Eesti standard, Asfaltsegude ning teede, lennuväljade ja muude liiklusalade pindamiskihtide täitematerjalid

6. TÄITEMATERJALIDE OMADUSTE ANALÜÜS
Julia Gulevitš

Sissejuhatus

Tänapäeval kasutatakse täitematerjalina Eestis praktiliselt ainult kruusa, liiva ja paekillustikku. Hiljuti hakati kasutama ka ehituslammutustöödest valmistatud materjali, kuid suur hulk materjalide alast jääb rakendamata. Jutt käib jääkidest. Kaasaegse kaevandamismeetodiga nii paekarjääride kuid ka põlevkivi allmaakaevanduses peaaegu 30 % tootmist muutub jääkideks. Selleks on avakaevandamise puhul lubjakivi tuhk, rikastusvabriku räbu, põletatud aheraine tuhk ja põlevkivi vahekihtidest saadud lubjakivi.

Igal aastal kaotab Eesti Põlevkivi tänu kamberkaevandamise viisile umbes 30 % kasulikust kihist. See süsteem ei vasta enam tänapäevasele nõuetele ja standartidele, ega kindlusta ka kambrite igavest püsivust. Selle töö eesmärk on tutvustada allmaakaevanduse uut koristus- ja täitmissüsteemi ja soovitada võimalike täitematerjalidele esitatavaid nõudeid ja omadusi, arvestades Eesti seadusandlusega ja EVS EN standardi süsteemiga.
Kahjuks, ei ole praegu Eestis standarti, mis kirjeldab allmaakaevanduse täitematerjalide omadusi, kuid arvestades allmaakaevandamise täitmise viisiga, võiks prognoosida, mis materjal see võiks olla.
See töö vaatleb lubjakivituhka ja põlevkivi vahekihtide lubjakivi kasutamisvõimalust. Esiteks, tuleb selgeks teha, mis on nende materjalide peamised täiteomadused.

Täitematerjali nõutavad omadused

Transportimine

Täitematerjalisegu koostisosad peavad olema odavad ja kvaliteetsed. Kui vaadeldakse, et põhiosa on lubjakivi killustik, koostisosana võivad sobida kas põlevkivi tuhk, lubjakivi sõelmed ja sõltuvuses nõutava omaduse, kas liiva osa ka. Materjali allikate kaugus ei tohi olla kaevandusest kaugemal, kui 40 km. Põhjus on transpordi maksumusest. Iga transpordi kilomeetri hind on keskmiselt 25 – 50 kr/km. Kokkuvõtteks, võib öelda, et täitematerjalide valik toimub põhimõtteliselt kohalikust materjalidest. Välja arvatud juhul, kui materjal tahtlikult transporteeritakse allmaakaevandusesse, kasutades seda jäätmehoidlana.

Täitmise viisid

Sõltuvuses täitmise viisiga, täitematerjalide nõutavad omadused saavad ka muutuda.
Isevoolav täitmine: täitmise korral saabub kaevandatud alale ja laieneb seal oma raskusejõu all. Täitemassiivi tihendamine alguses toimub kukkuvate või alla veerevate tükkide raskusjõu toimel.
Maksimaalselt lubatud täitematerjali tükki suurus on 200-250 mm. Suurema tükki suurus võib põhjustada kahjustusi naabertöö olevatele masinatele ja tugedele. Optimaalsed tükki suurused on kuni 100 mm.
Vajumisprotsent on 40-50 % kogu mahust.
Pneumaatiline täitmine. Pneumaatilisel täitmisel peab olema materjal vähe abrasiivne, et vähendada torude kuluvust. Materjali savi ja tolmu sisaldus peab olema minimaalne, et vähendada peenosiste eraldamist. Maksimaalne lubatav tükki suurus on 60-80 mm. Tihti täitmisel tükkide suuruse 60 mm ja peenosakeste sisaldusel toob esile torustiku korkimist. Optimaalsed tükkide suurused on 20-50mm. Pneumaatiline täitmine annab 20-30 % vajumist.
Hüdrauliline täitmine. Efektiivsus hüdraulilisel täitmisel sõltub põhiliselt terastikulisest koostisest ja pulpi konsistentsist. Sellepärast pulbile esitatakse ranged nõuded. Tahke aine ja vee sisaldus pulbis liiva kasutamisel peab olema 1:1 kuni 1:1,5. Suuremate fraktsioonide täiteaine kasutamisel tahkeaine ja vee vahe peab olema suurem, kuni 1:6.
Täitematerjali tähtis näitaja on filtratsiooni moodul. Täitemassiivi vajumise näitaja on 10-15%, kõige väiksem. Täitemassiivi tugevus on 0,5- 10,0 Mpa.
Hüdraulilisel täitmisel täitematerjali tükke sisaldus suurem kui 60 mm kutsub esile materjali vajumise suurenemist, järsku vee kulu juurdetuleku, torude kõrge kuulutus ja nõuab täitetorude diameetri suurenemist. Optimaalne tükki suurus on vähem kui 20 mm. Kõige parem materjal on puhas kvartsliiv.

Täitematerjalide viisid

Täitematerjalid omaduste määramiseks Eestis on kasutusel niisugune täitematerjalide liigitamine:

- Asfaltsegude ning teede, lennuväljade ja muude liiklusalade pindamiskihtide täitematerjalid, EVS EN 13043:2004.
- Kergtäitematerjalid. Osa 1:Betooni ja mördi kergtäitematerjalid, EVS-EN 13055-1:2005
- Mördi täitematerjalid, EVS-EN 13139:2005
- Ehitustöödel ja tee-ehituses kasutatavad sidumata ja hüdrauliliselt seotud täitematerjalid, EVS-EN 13242:2006
- Kindlustusehitistes kasutatavad täitematerjalid. Osa 1: Spetsifikatsioon, EVS-EN 13383-1:2002
- Betooni täitematerjalid, EVS EN 12620:2005
- Sidumata segud EVS EN 13285:2007

Vastavalt nendele standartidele Eestis on vastuvõetud järgmised normid, mis hõlmavad täitematerjalide kasutamist:

- Teehoiutööde tehnoloogilised juhised, 2003-16
- Asfaldinormid AL ST 1-02
- Maa RYL 2000 - Ehitustööde üldised kvaliteedinõuded. Pinnasetööd ning alustarindid.

Asfaldinormide järgi kasutatakse täitematerjalide klasside liigitus(Tabel 6-1):

Tabel 6-1 Asfaldinormide järgi kasutatakse täitematerjalide klasside liigitus

Katse	Klass I	Klass II	Klass III	Klass IV	normid
Nordic kulumiskindlus	≤ 10	≤14	PN	PN	EVS-EN 1097-9
Külmakindlus	≤2	≤2	≤2/PN	≤2/PN	EVS-EN 1367-2
Purunemiskindlus Los Angelesi katsel	≤20	≤20	≤30	≤35	EVS-EN 1097-2
Peenosiste sisaldus	≤1	≤1/≤2	≤2/≤3	≤3/≤4	EVS-EN 933-1
Terakuju plaatsuse teguri järgi	≤10	≤20	≤25	≤35	EVS-EN 933-3
Huumusesisaldus	Heledam etalonist				EVS EN 1744-1 p.15.1

PN – pole nõudmisi

Murru lugejas näidud tardkivikillustikule, nimetajas lubjakivikillustikule ja kruuskillustikule.
Tihti täitematerjalide jaoks küsitatakse vana filtratsiooni mooduli näitajat, mis on tehtud Sojuzdornii meetodi järgi, kus kõige madalam tulemus, mis võib olla täiteliiva -ja kruusa jaoks on 1,05 m/ööpäevas. Sellest on järeldus, et kui on vaja jääkidest teha täitematerjali, see materjal peab vastama standardile ja peab olema ohutu keskkonnale.

Kahjuks, praegu ei ole eraldi standarti täitematerjalide jaoks, mis kasutatakse allmaakaevanduse täitmiseks, kuid saab kasutada standarti Sidumata segud EVS EN 13285:2007, mis ilmus eelmisel aastal, ja mis kirjeldab purustatud betooni ja teekatte täitematerjalide katsetamist ja liigitust.

Kuid kasutada jäätmeid nagu täitematerjalid tuleb arvestada EUROOPA PARLAMENDI JA NÕUKOGU DIREKTIIV 2006/21/EÜ, 15. märts 2006, kaevandustööstuse jäätmete käitlemise ja direktiivi 2004/35/EÜ eeskirjadega. Kõrge lubja või magneesiumi sisalduse tõttu võib klassifitseerida lubjakivi tuhka ja sõelmeid **ohtlikuks jäätmeteks.**

Euroopa direktiiv klassifitseerib maavarade kaevandmise jäägid ohtlikkuse jäätmete hulka.
Vastavuses Euroopa Komisjoni otsusele 94/3/EÜ on vastuvõetud järgmised jääkide ohtlikke ainete tingimusi, millest need, mis võivad kaasneda lubjakivi, on:

- leekpunkt ≤ 55 °C,
- ühe või mitme ärritust tekitava ja tähisega R36, R37 või R38 margistatud aine üldkontsentratsioon ≥ 20 %,

- ühe või mitme mutageense, kategooriasse 3 kuuluva ja tähisega R40 margistatud aine üldkontsentratsioon ≥ 1 %.

Riskilausete järgi tõlgib direktiiv neid nagu:

- R36 Ärritab silmi
- R37 Ärritab hingamiselundeid
- R38 Ärritab nahka
- R40 Võimalik vähktõve põhjustaja

Eestis on eelnimetatud direktiivid üle võetud **Jäätmeseaduse** (RT I 2004, 9,52) ja selle alamaktidega. Need õigusaktid sätestavad ühtlustatud nõuded jäätmetega seotud keskkonnariskide kontrollimiseks. Eelkõige on seatud eesmärgiks jäätmete tekke vältimine ning kui see pole võimalik, siis jäätmete tekke vähendamine ning tekkinud jäätmete keskkonda viimise kontrollimine. Et järgida keskkonnaohutuse nõudeid jäätmete ladustamisel on oluline jäätmete eelnev klassifitseerimine1: püsijäätmed (*inert waste*), tavajäätmed (*non-hazardous waste*) ja ohtlikud jäätmed (*hazardous waste*).

Kui laaditakse kaevandamisjäätmeid, mis on ohtlike jäätmete hulgas, siis seda nimetatakse jääkide ladu – või prügila, mille avanemine nõuab täiendavaid lube. Käesolev seadus näitab paragrahvis 34, et prügila on jäätmekäitluskoht, kus jäätmed ladestatakse maa peale või maa alla ja kus jäätmeladestuskoht loetakse prügilaks järelhoolduse lõpuni.

Ohtlike jäätmete ladustamisel peab ettevõtjal olema jäätmete käitluslitsents. See tähendab, et nii prügila koht, kuid ka seadmed vastavad keskkonnanõuetele, kuid ka on olemas vastutavad spetsialistid pädevustunnistustega ja õnnetusjuhtumitest kindlustus. Kindlustuse suurus sõltub laaditava materjali kogusest, kuid iga tonni kohta peab ettevõtte maksma 76,9 kr.

Järeldus, kui edeneb kaevandusjääkidest teha täitematerjali või ohtlikest jääkidest muuta neid püsiva hulka, siis pole vaja allmaakaevanduse registreerida ohtlike jäätmehoidla ala all. Järgmises peatükis pakutatakse allmaakaevanduse täitematerjalide kahjulike omaduste vähendamist ja kõrvale hiilimist.

Põlevkivi vahekihtide killustiku omadused

Järgmises peatükis on kasutatud materjalid, mis oli tehtud Estonia põlevkivi maardla kõrvalmaterjalide uurimistöödest. Selle töö jooksul oli uuritud põlevkivivahekihtides olevat lubjakivi, ja lubjakivi, mis jääb katendiks põlevkivi karjäärides. Aruanded: „*Analiz ranee provedennyh issledovanii po izucheniju i ocneke vtorichnyh resursov slancevoi promyshlennosti na EMGC*“, Kohtla-Järve, 1992. a. ja „*Poluzavodskie ispytanija vskryshnyh (karbonatnyh) porod estonskogo mestorozdenija gorjuchih slancev i razrabotka tehnologicheskoi shemy ih pererabotki na scheben' i pesok dlja stroitel'nyh rabot*.“ Aruande põhimõte oli leida lubjakivijääkidele uus kasutusmeetod, kas ehituskillustikuks, tsemendi tooreks või mulla väetamiseks põllumajanduse jaoks.
Katsetades jääkide lubjakivi materjale oli võetud proove iga 3 tonni kaalu kaevanduse Estonia ja Viru ja karjääri Aidu punkritest. Seda sõelutakse, purustatakse ja fraktsioneeritakse 0-5mm, 5-10 mm, 10-20 mm, 20-40 mm ja +40 mm järgi. Katseproovi analüüsiti eraldi põlevkivivahekihtide lubjakivi ja rikastusvabriku jääke.
Tulemusena oli tehtud keemiline koostis ja füüsika-mehaanilised omadused.

Nagu näha tulemustest, CaO sisaldus on väga kõrge, kuid ei ole praegu täiendavaid uuringuid vaba kaltsiumoksiidi esinemisest lubjakivi sees, sest võib see muuta jäätmeid ohtlikkeks jäätmeteks, sellepärast, et kõrge kaltsiumoksiidi sisaldus reageerimisel veega muudab vee tugevalt aluseliseks.

Selle töö peal olid tehtud järeldused:

1. Viru kaevanduse jäägid sobivad ehituskillustiku tootmiseks ja annavad tulemusena 600 klassi ja 25 tsükli külmakindluse, tõlkides tänapäeva klassidele. See on sarnane Los Angeles purunemiskatse tulemusele 30- 35 %, mis sobib IV klassile.
2. Estonia ja Aidu kaevanduste jääkide külmakindluse katsetulemus on liiga madal, et sobida ehituskillustikuks.
3. Aidu karjääri lubjakivi keemilised tulemuste CaO sisaldus on piisab tsemendi tootmise jaoks.
4. Estonia ja Viru kaevanduste MgO sisaldus ei luba teha sellest lubjakivist tsemenditoore.

5. Pollütantide (toorii, uraan, arseen, koobalt, tsink, plii, nikkel, tsirkoonium, strontsium) sisaldus ei ületa nende klarkide näitajaid.

Kahjuks, selles töös jääkide kasutamine nagu allmaakaevanduse täitematerjal ei olnud vaadeldud, on vaja märgata, et selliste lubjakivide põlevkivi sisaldus on 3- 8%, mis võib mõjutada täitematerjalide täitmisele ja selle viisile. Näitkeks, pneumaatilisel täitmisel või suurendada põletusohtliku situatsiooni.

Aidu karjääri lubjakivist oli tehtud pooltootlikkuse proovi (rootori purusti läbi), millest olid tehtud järgmised katsed.

Füüsika-mehhaaniliste katsete tulemusena oli määratud, et lubjakivi keskmine:

- tihedus on 2,68 g/cm3
- veeimavus on 3,08 %
- survetugevuse maks. näitaja kuivalt 86 Mpa
- survetugevuse maks. näitaja märjalt 54 Mpa

Aruandest näha, et survetugevuse näitajad ei ole piisavad ehituskillustikku tootmiseks. Tugevuse mark on 400, mis on ka liiga madal ja külmakindluse tulemus on alla 15 tsükli. Peenosiste sisaldus (savitükid on sees) on kuni 4,5 %, mis sobib tänapäevastele normidele. Terakuju plaatsuse teguri järgi on kuni 16,8 %, mis on kolmanda ja neljanda klassi minimaalsete näitajate sees.

Järgmised katsetulemused on saavutatud juba tänapäevaste katsestandartide järgi ja nendest lähtuvalt selguvad materjali sobivus ehituskillustikuks ja selle tugevuse tulemused.

Narva karjäärist toodud killustiku fraktsioonidega 4-16, 16-32, 32-64 katsetamine andis järgmisi tulemusi

- Los-Angeles tugevusekatsemeetodi tulemused on liiga madalad IV klassi killustiku jaoks ja annab keskmiselt 39% EVS-EN 1097-2 katsemeetodi järgi
- Külmakindluse näitaja on ka madal; 11% EVS-EN 1367-1 katsemeetodi järgi

Viru kaevandusest toodud killustiku näitajad:

- Los-Angeles tugevusekatsemeetodi tulemused on liiga madalad IV klassi killustiku jaoks ja keskmine näitaja on 39,3% EVS-EN 1097-2 katsemeetodi järgi
- Külmakindluse EVS-EN 1367-1 katsemeetodi järgi on keskmiselt 16%

Arvestades katsetulemusi, mis olid tehtud 1990-91 aastatel ja tänapäevaselt, võib öelda, et põlevkivi vahekihtide ja katendi lubjakivi ei sobi ehituskillustikuks oma tugevuse ja külmakindluse omaduste tõttu. Vaid mõned proovid sobiksid IV klassi killustikuks, mille peamine kasutamiseesmärk on täitematerjalina teedeehitustöödes. Teine võimalus, et kasutada seda materjali betoontäitematerjaliks, kuid suure orgaanikasisalduse tõttu tuleb rajada põlevkivi tükkide välja sõelumise skeem.

Täitematerjalide omadused allmaakaevanduse täitmise eesmärkideks ja soovitavad nõuded

Sidumata segud

Vastavalt uuele standardile EVS EN 13285:2007 on sidumata segud teraline materjal, tavaliselt kontrollitud terakoostisega, mille d=0 ja mida kasutatakse tavaliselt aluse kihtides. (Sidumata segud ei sisalda lisatud sideainet). Minu märkus on see, et see sideaine, mis võib tekkida pärast materjalide segamist (näiteks lubja või põlevkivi tuha kivistumine) võib lugeda lubatuks.

Nõudmise korral peavad segus kasutatava täitematerjali järgmised omadused vastama standardile EN 13242: jämetäitematerjali tera kuju, purustatud või murtud terade ja täielikult ümardunud terade protsent jämetäitematerjalides; peenosiste kvaliteet; jämetäitematerjali purunemiskindlus; terade tihedus; veeimavus; jämetäitematerjali kulumiskindlus; keemilised nõuded; püsivusnõuded.

Näiteks, tehtud katsed liiva ja paesõelmete segudest näitasid, et mõnikord paesõelmed parandavad filtratsiooni tulemust:

- Voose karjäärist liiva ja paesõelmete segu (1:1) katsetamine (Tabel 6-2)

Tabel 6-2 1:1 katsetamine

Proovi nr	fr mm	Omadus	Katsemeetod	Tulemus	Tähis
225	0/4	Filtratsiooni moodul	Sojuzdornii meetod	7,66 m/ööp	

Voose karjäärist liiva ja paesõelmete segu (3:1) katsetamine (Tabel 6-3 3:1 katsetamine)

Tabel 6-3 3:1 katsetamine

Proovi nr	fr mm	Omadus	Katsemeetod	Tulemus	Tähis
227	0/4	Filtratsiooni moodul	Sojuzdornii meetod	25.5 m/ööp	

Jämetäitematerjali tera kuju

Kasutades lubjakivijääke täitematerjalina ja kasutades erinevaid transpordi tüüpe, peab materjali terakoostis olema kindlaks määratud.

Nagu vanad katsemeetodid näitasid, peenosiste ja savi sisaldus ei ole niisugustel lubjakividel suur, sellepärast pole vaja fraktsioneerida materjali alampiiriga (alamsõelaga).

Fraktsioonid d=0 (d on alamsõel) annavad võimaluse lisada lubjakivi sisse peenmaterjali lisaks, nagu liiv või kruus.

Peenosiste kvaliteet

Tihti juhtub, et peenosiste sisaldusest sõltub filtratsiooni näitaja. Sellest järeldub, et peab olema määratud maksimaalne peenosiste näitaja, mis annaks minimaalset 2 m/ööp. Sellest järeldub, et jätta ainult peenosiste näitajad täitematerjali nõuetest, aga vähendada võimalikku massiprotsenti, või lisada ka filtratsiooni näitajat

Veeimavus ja filtratsiooni moodul

Filtratsiooni mooduli jaoks peab olema määratud kõige madalam piir, mille väärtus ei tohi ületada 1,05 m/ööp.

Keemilised nõuded

Keemilised nõuded peavad olema väga ranged CaO sisalduse pärast.

Tabel 6-4 CaO sisaldus

Keemiline sisaldus	Keskmine näitaja, %	Nõutav näitaja, %
Cao	45,46	20
MgO	1,67	2
Al_2O_3	1,42	2
Fe_2O_3	1,62	2
TiO_2	0,11	0,5
K_2O	0,63	0,5
S	0,85	0,5
SO_3	0,13	0,5
põlevkivi	6	10

Järeldus

Töös oli analüüsitud nii põlevkivi vahekihtidest ja katendist võetud lubjakivi killustiku katsetulemusi, mis oli tehtud 1990 ja 2007 aastatel. Oli tõestatud, et see materjal ei sobi täitekillustikuks teeehituses ja betoonsegudesse, arvestades tänapäevaseid standarte ja norme. Oli tehtud ettepanek, et kasutada materjali allmaakaevanduse täitmisel, kuid põhiline probleem oli selles, et see lubjakivijääk kuulub ohtlike jäätmete hulka, mille laadimine nõuab ohtlike jäätmete hoidla luba. Arvestades lubjakivi jääkide omadusi, oli tehtud soovitus, kuidas saab jäätmetest teha lubjakivitäitematerjali, mis kõlbaks nii normidele ja standartidele, kuid sobiks ka täitmisetehnoloogiale.

Viited

1. Täitematerjalid, täitmine. (aineprojekt) Julia Shommet, 2007
2. Otchet o nauchno-tehnicheskoi rabote: poluzavodskie ispytanija vskryshnyh (karbonatnyh) porod estonskogo mestorozdenija slancev i razrabotka tehnologicheskoi shemy ih pererabotki na scheben' i pesok dlja stroitel'nyh rabot. N.I. Borisevskaja, 1993
3. Otchet po teme: Analiz ranee provedennyh issledovanii po izucheniju i ocenke vtorichnyh resursov slancevoi promyshlennosti na EMGS, 1992
4. Spravochnoe posobie po dobyche stroitel'nyh materjalov, J.A. Alehin,

7. WIRTGEN 2500 SM JA KILLUSTIKU TOOTMIME KARJÄÄRIDES

Jüri-Rivaldo Pastarus, Alo Adamson, Sergei Sabanov, Erik Väli, Oleg Nikitin,

Sissejuhatus

Üheks alternatiivseks võimaluseks maavara väljamisel puur-lõhketöödele on freeskombain (1, 2). Maavarade kaevandamisel karjäärides on Saksa firma Wirtgeni poolt valmistatud freeskombainid leidnud laialdast kasutamist nii Saksamaal kui ka USA-s, Kanadas, Austraalias jne. Firma soovitab kombaini kasutada ka lubjakivi kaevandamiseks, kusjuures tootlikkuseks on prognoositud 170...1500 m^3/h sõltuvalt kombaini tüübist. Teda on võimalik kasutada ka nendel aladel, kus lõhketööde teostamine on lubamatu. Arvestades kombaini suurt tootlikkust, mobiilsust ja energiavarustuse autonoomsust, on võimalik rajada väikesi karjääre Eesti erinevates regioonides.

Freeskombaini kasutamine maavarade raimamisel omab rida eeliseid, võrreldes puur-lõhketööde ja kobesti kasutamisega tehnoloogiate ees (2, 3, 4):

- kaevise lahtimurdmine, laadimine ja transport toimub ühe operatsiooniga;
- töötajate hulk ee-rinnas on minimaalne;
- kõrgselektiivne kaevandamine (maavarakadude ja aherdumise vähenemine);
- lintkonveier on kasutatav maavara transpordiks;
- ei tekita seismilisi võnkeid;
- tolmu eraldumine on minimaalne;
- müra ei ole häiriv;
- ei ole vaja kasutada puur-lõhketöid.

Eestis on olemas suured kogemused kombainide kasutamisel lubja- ja põlevkivi kaevandamisel aastatel 1970...2002. Aastatel 1989...1991 töötas Väo karjääris Wirtgen 2600SM. Vaatamata masina headele näitajatele, tuli selle kasutamisest loobuda killustiku nõudluse puudumise tõttu. Paar aastat hiljem katsetati freeskombaini Wirtgen 2100 SM Kurevere dolokivikarjääris. Kuid kahjuks osutus see masin dolokivi raimamise jaoks kergeks. Paekivi raimamiseks peaks masin kaaluma vähemalt 80...100 t. Wirtgen 2500 SM-i (kaal 100 t) katsetati 2006. aastal Põhja-Kiviõli karjääris. Lähtudes firma Wirtgeni kontseptsioonist, et nad saavutavad oma tehnoloogilise täiuslikkuse konkreetsetes mäenduslikes tingimustes. Kahjuks ei saavutatud freeskombain loodetud tootlikkust. Kombaini konstruktsioon ja kaevandamise tehnoloogia vajavad moderniseerimist ja katsetööde jätkamist, et neid siis kasutada Eesti maardlate tingimustes.

Artiklis on esitatud freeskombain Wirtgen 2500 SM kasutamise analüüs ja võimalused lubjakivikillustiku tootmiseks Eesti põlev- ja lubjakivimaardlate tingimustes.

Freeskombaini Wirtgen 2500 SM lühikirjeldus

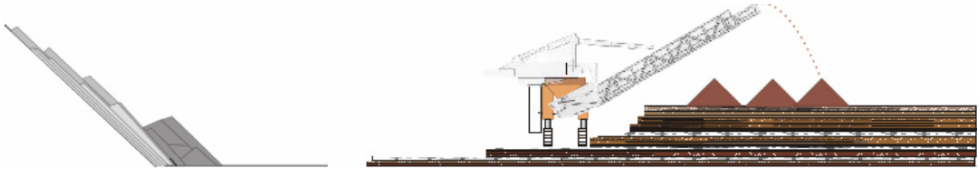
Freeskombainis on kasutatud vooltootmise printsiipi kivimi lahtimurdmisel trummeltüüpi lõikeorganiga. Ta on varustatud diiselajamiga, mis tagab kombaini autonoomsuse ja mobiilsuse. Lõiketrummel kujutab endast kahekäigulist tigutransportööri, mille harjadele on paigutatud lõiketerad kivimi raimamiseks. Tigu transporteerib kaevise trumli keskele, kus ta laetakse konveierile. Trummel on paigutatud kombaini keskele, mis suurendab raimamisprotsessi efektiivsust.
Freeskombain Wirtgen 2500 SM trumli läbimõõduga 1,4 m ja laiusega 2,5 m on projekteeritud tugevate kivimite väljamiseks (survetugevus 80...110 MPa). Selle kombaini modifikatsiooni juures on ta kogu raskus (100 t) kasutatav kivimite raimamisel (maksimaalne kaevandamissügavus 0,6 m).

Riskianalüüs

Freeskombaini Wirtgen 2500 SM evitamisprotsess viidi läbi 2007. a. AS Eesti Põlevkivi Narva karjääris. Katsetamine toimus neljas etapis - laadimine kallurile ja vaaludesse ning nende kombinatsioone. Viidi läbi kronometraaž erinevate tööoperatsioonide kohta ja fikseeriti kombaini tootlikkus nii lubjakivi kui ka põlevkivi kihtides.

Freeskombain võimaldab kaevandamisel kasutada kahte laadimise tehnoloogiat (Joonis 7-1 Laadimine vaaludesse (A) ja kalluritesse (B)): laadimine vaaludesse ja kalluritesse.

(A)

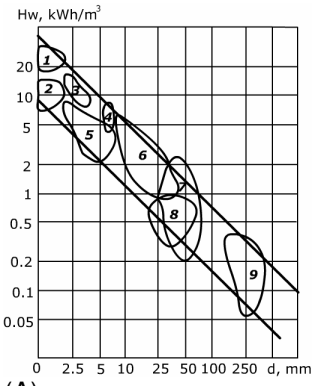


(B)

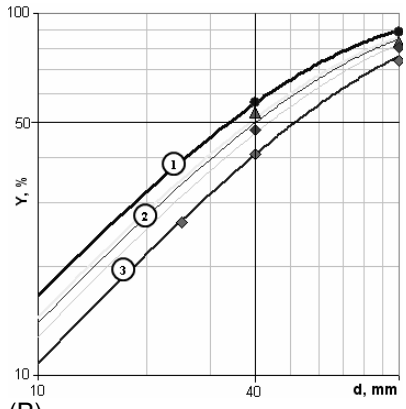
Joonis 7-1 Laadimine vaaludesse (A) ja kalluritesse (B)

Laadimine vaaludesse ei ole seotud autotranspordiga ja järelikult freeskombaini tootlikkus on suurem. Siinjuures tuleb arvestada, et hiljem tuleb vaalud laadida ja transportida lattu või tarbijale, mis nõuab täiendavaid kulutusi. Majandusarvutused annavad sellele küsimusele vastuse. Freeskombaini töö efektiivsus laadimisel kalluritesse sõltub tööde organiseerimisest, kusjuures tuleb arvestada, et osa kombaini tööajast kulub paratamatult seisakuteks, mis on seotud kallurite vahetumisega.

Joonis 7-2 Erienergia purustamisel (A) ja põlev- ning lubajakivi tükilisus (B)A on esitatud erienergia kulu sõltuvus põlev- ja lubjakivi tükilisusest (3). Mida väiksem on tüki suurus, seda rohkem on energiat vaja kivimi purustamiseks. **Joonis 7-2 Erienergia purustamisel (A) ja põlev- ning lubajakivi tükilisus (B)**B on toodud põlev- ja lubjakivi tükilisuse graafik (3).



(A)



(B)

Joonis 7-2 Erienergia purustamisel (A) ja põlev- ning lubajakivi tükilisus (B)

Erienergia purustamisel (A): 1 - lubjakivi puurimine; 2 - põlevkivi puurimine; 3 - lubjakivi soonimine; 4 - põlevkivi soonimine; 5 - B kihindi väljamine kombainiga UKR-1; 6 - kombainkaevandamine; 7 - lubjakivi lõigatavus DKS; 8 - põlevkivi lõigatavus DKS; 9 - ripperiga purustamine.
Wirtgen 2500SM tüki suurus (B): 1 - lõikamine põlevkivi EF (0,43 m) kompleksis; 2 - lõikamine lubjakivi A/B (0,18 m) ja C/D (0,25 m) kihtides; 3 - lõikamine põlevkivi CB (0,36 m) kompleksis.

Freeskombaini kasutamisel erienergiakulu raimamisel langes piirkonda 7 ja 8 (Joon. 2A). Arvestades freeskombaini laadimisprotsessi iseärasusi, mille vältel toimub kivimite täiendav purustamine, siis erienergiakulu suureneb ja ta liigub piirkonda 6. Selle tulemusena kombaini liikumiskiirus ja ka tootlikkus väheneb. Selle protsessi parandamiseks tuleb modifitseerida kombaini laadimisprotsessi.

Eesti põlevkivikihind koosneb erineva paksusega ja mehaaniliste omadustega põlevkivi ja lubjakivi kihtidest. Põlevkivi üheteljeliseks survetugevuseks on 15...40 MPa ja lubjakivil 40...120 MPa. Karstitsoonide läheduses on lubjakivide anomaalsed piirkonnad servetugevusega kuni 100...120 MPa. Järelikult on koormused kombaini lõiketeradele ja trumlile erinevad. Lähtudes sellest on vajalik parandada kombaini tööorganite parameetreid, mis sobivad kasutamiseks Eesti põlevkivimaardla tingimustes.
Kõrgselektiivne lubjakivikihtide väljamine põlevkivikihindis võimaldab tagada toodangu vastavalt tarbija vajadustele. Võimalik on ka kasutada freeskombaini katendi eemaldamiseks, mis võimaldaks vähendada killustiku defitsiiti (4).

Põlevkivikihindi väljamisel oleks otstarbekas laastu paksus võtta võrdseks suletise paksusega. Sel juhul suletised ei purune raimamisprotsessis ja peale sõelumist on neid võimalik kasutada killustiku valmistamiseks. Vastasel juhul nad purunevad ja saadud toodang vajab rikastamist.

Järeldused

Freeskombain Wirtgen 2500 SM tööstuslikud katsetused tõestasid lubjakivi lõhketöödeta kaevandamise võimalikkust ja otstarbekust. Tööde efektiivsuse tõstmiseks on otstarbekas freeskombainil sisse viia konstruktsioonilised muudatused ja viia ta vastavusse kivimi parameetritega.

Töö on teostatud ETF grandi nr. 6558 „Mäendusriskide haldamise kontseptsioon ja meetodid” ja uuringu SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“ raames.

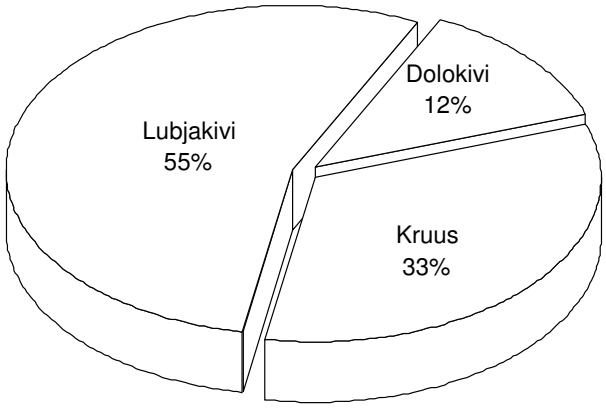
Viited

1. Wilke, F.L., Spachtholz, F.X., 1993. Operational Conditions for Continuous Mining Systems in Hard Rock Open Pit Mines. Brite EuRam II project BE 6044 of the European Commission, www.tu-berlin.de.
2. Adamson, A., Jostov, M., Kattel, T., 2006. Perspectives for the Mining of Oil Shale and Limestone with Surface Miner in Estonia. Proc. ISCSM Aachen 2006.
3. Nikitin, O.; Väli, E. ; Sabanov, S.; Pastarus, J.-R. (2007). The surface miner sustainable technology introduction for oil-shale mining in Estonia. In: Environment. Technology. Resources: Proc. 6th International Scientific and Practical Conference, Rezekne, Latvia, 20-22 June, 2007. (Toim.) Noviks, G.; Morozov, V.; Tepfers, R.; Leal, W.; Chrzan, T.. Rezekne, Latvia: RA Izdevnieciba, 2007, 55 - 61.
4. Adamson, A., Kattel, T. 2005. Uute tehnoloogiate juurutamise suunad (ehitus)maavarade kaevandamisel. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. Eesti Mäekonverents 2005. Tallinn, lk. 10 - 15.

8. PROBLEEM EHITUSKRUUSA UURINGUL

Elo Rannik, Mairy Killing, Erki Niitlaan

Ehituskillustikku on viimase viie aasta jooksul Eestis toodetud kokku hinnanguliselt **30 miljonit tonni**[1]. Kogu toodetud materjal on leidnud tarbija ning nõudlus on jätkuvalt suur. Aastatel 2002 – 2005 tõusis killustiku tootmine (tarbimine) kaevandatud mahtude põhjal keskmiselt 15 % aastas. Mõningast langust võib statistikas täheldada 2006. aastal, mil ehituslubjakivi, dolokivi ja kruusa kaevandamise mahud vähenesid 2003. aasta tasemele. 2007. aasta kohta andmed praegu kahjuks puuduvad, kuid ilmselt mahud kasvasid.

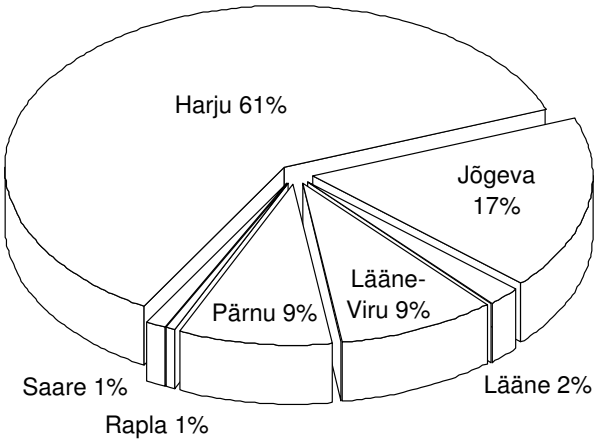


Joonis 8-1Lubjakivi, dolokivi ja kruusa kaevandamise proportsionaalne jaotus

Toodetud killustiku kasutusvaldkonnad on mitmekülgsed: teede aluseehitus, dreenpadjad, betooni ja asfaldi täited jpm – iga valdkond oma fikseeritud kriteeriumite ning nõuetega. Tegelikult on ka killustiku tootmine sama mitmekülgne, kui selle kasutamine. Erinevaid tehnoloogilisi lahendusi on võimalik rakendada alates maavara looduslikust olekust eemaldamisest kuni erinevate purustamis- ja sõelumistehnoloogiateni välja, määrates nii koos toormeks kasutava maavara kvalitatiivsete ja kvantitatiivsete omadustega lõpptoodangu kvaliteedi.

Peamiseks killustiku toormeks Eestis on ehituslubjakivi, mis moodustab kogu kaevandatud mahust **55 %**. Kaevandamisviisi ja füüsikalis-mehaaniliste näitajate poolest samalaadne on ehitusdolokivi, mille osatähtsus on **12 %**. Viimasel ajal räägitakse üha enam ka põlevkivi kaevandamise ja rikastamise jääkide kasutamisest, mis tegelikult on samuti valdavalt lubjakivi. Samas jääb killustiku tootmisel teenimatult tähelepanuta ehituskruus (veerised, munakad, paelahmakad), mille osatähtsust ei saa alahinnata – **33 %**.

Karbonaatkivimi maardlaid, kus käesoleval ajal kaevandatakse, on suhteliselt vähe (**16**), kuna nende levik Eesti geoloogilise ehituse tõttu on ebaühtlane ning maavara väljamise mõju keskkonnale piirab selle kaevandamist. Oluliselt rohkem on ekspluateeritavaid kruusamaardlaid (**68**)[2] ja neid leidub kõikjal üle Eesti. Lisatud joonistelt (2 ja 3) nähtub, et kruusa kaevandamine on maakondades, kus suuri karbonaatkivimi maardlaid ei ole oluliselt suurem, kui neis, kus kaevandatakse lubjakivi või dolokivi. Erandiks on siin muidugi Harju maakond, kus ka tarbimine on teistest oluliselt suurem. Nii võibki öelda, et karbonaatkivimikarjäärid katavad valdavalt suurte ja riikliku tähtsusega objektide, kuid kruusakarjäärid peamiselt väiksemate ja kohaliku tähtsusega objektide vajadusi. Kuid nii karbonaatkivimi kui kruusamaardlate kasutusele võtmisel peame ühtviisi täpselt teadma maavara omadusi ja varu, millest olenevad edaspidised tehnoloogilised valikud ja äriplaan.

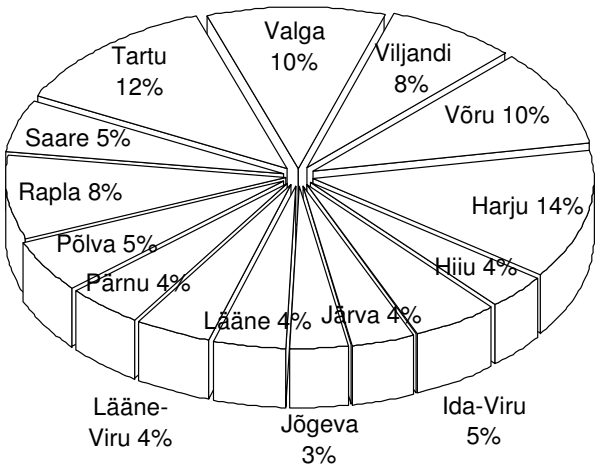


Joonis 8-2 Karbonaatkivimite kaevandamine maakondade lõikes

Mistahes maardlas leviva maavara kvalitatiivsed ja kvantitatiivsed omadused määratakse geoloogilise uuringuga, nii on see olnud iga riigikorra ajal. Pikka aega on püsinud muutumatul kujul ka

[1] Kõik artiklis toodud statistilised üldistused on tehtud Eesti maavarade bilansi (2002-2006) andmetel
[2] 01.03.2008. a seisuga Maa-ameti andmetel.

mineraalsete ehitusmaterjali maardlate geoloogilise uuringu põhimõtted, küll aga on nüüd, turumajanduse tingimustes, muutunud erinevate uuringumeetodite osatähtsused ja mahud



Joonis 8-3 Kruusa kaevandamine maakondade lõikes

Nii on näiteks karbonaatkivimite uuringutel vähenenud laboritööde maht ja kruusa uuringutel muutunud nii uurimismeetodid kui ka laboritööde mahud. Järgnevalt peatumegi pikemalt kahe, täna kasutatava kruusa uuringu meetodi analüüsil ja võrdlusel. Eelmise riigikorra ajal, nö piiramatu eelarvega töötamise tingimustes oli kaevandite rajamise meetodina valdavalt kasutusel tigu- või löökpuurimine. Tigupuurimist (nimetatakse ka šnekkpuurimiseks) kasutatakse ka täna, kuid majanduslikel kaalutlustel märksa vähem ning löökpuurimist üldse mitte. Tänasel päeval on enamlevinud uurimine uuringušurfidega[3], mis rajatakse pöördekskavaatoriga. Selle üheks põhjuseks on piisava kaevesügavusega (5 – 7 m) ekskavaatorite kättesaadavus, kui ka 2-3 korda odavam rendihind. Siiski võiks eeldada, ei kuna mõlemad meetodid on lubatud ja kasutusel, hinnatakse saadud tulemusi kui sarnased, kuid paraku see ei ole nii.

Uuringušurfid annavad palju täpsema ülevaate kasuliku kihi materjali koostisest (**täpne varu kvaliteet**). Samas ei võimalda kaevanditega uurimine suuremate kasuliku kihi paksuste puhul kätte saada lamamit. Puuraukudega uurimisel on eeliseks, et üldjuhul on võimalik määrata kihi kogupaksus ning kätte saada lamam (**täpne varu kogus**), kuid uuringu tulemusena määratav materjali kvaliteet ei vasta maavara tegelikule looduslikule koostisele. Kruusa puurimisel tekib kruusaterade ja veeriste hõõrdumisel tolm, mis suurendab mitmekordselt savi ja tolmu sisaldust ning välja tõstmata jäävad suuremad veerised. Mainida võib ka asjaolu, et tihtilugu kiilub kruusalasundi puurimisel puurotsik veeriste vahele kinni ning edasine puurimine ja puurvarda väljatõstmine on raskendatud. Sellised tingimused on juhtinud geoloogid probleemi ette, selgitada välja see „õige“ uuringumeetodi kruusa, eriti veeristerohke kruusa puhul.

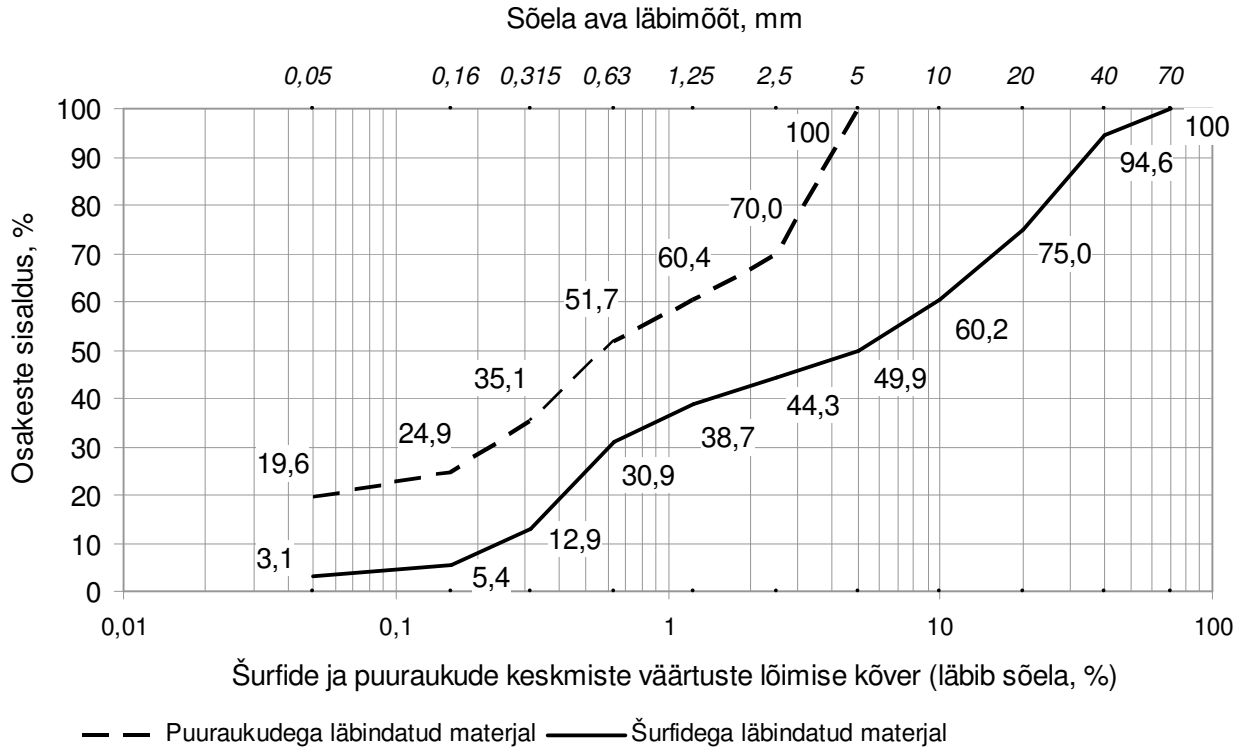
Eelnevalt mainitud küsimuse ees olime geoloogilise uuringu tegemisel Valga maakonnas **Helmi-Aakre liivamaardlas**. Tellija soovis geoloogilist uuringut puurimisega, et uurida kasulik kiht täies ulatuses. EMK (Eesti Maavarade Komisjoni) eksperdi A. Teedumäe soovitusel rajati uuringu käigus täiendavalt samadesse uuringupunktidesse ka šurfid, mille tulemusel selgus, et puurimisel saadud maavara kvaliteet erines oluliselt sellest, mis saadi šurfidest (Tabel 8-1 Helmi-Aakre II uuringuruumis läbitud puuraukudest ja šurfidest võetud materjali koostis.).

Kaevandi nr	Proovi pikkus, m	Materjali kvaliteet				
		Kruusa fraktsioon (>5 mm), %	Liiva fraktsioon (5-0,05 mm), %	Savi- ja tolmuosakesed (<0,05 mm), %	Liiva peensus-moodul	Maavara nimetus
PA-2	3,1	30,5	57,3	12,2	2,1	*TL
Š-15	2,6	59,8	38,8	1,4	2,7	*EK
Erinevus		**2,0 korda**	**1,5 korda**	**8,7 korda**	**1,3**	
PA-6	2,9	28,3	51,6	20,1	1,8	*TL
Š-16	2,7	57,6	40,0	2,4	2,8	*EK
Erinevus kordades		**2,0 korda**	**1,3 korda**	**8,4 korda**	**1,6**	
PA-8	5,4	31,7	58,1	10,2	2,4	*TL
Š-14	2,8	47,1	51,2	1,7	2,9	*EK
Erinevus kordades		**1,5 korda**	**1,1 korda**	**6,0 korda**	**1,2**	
PA-de keskmine		30,2	55,7	14,1	2,1	*TL
Š-de keskmine		54,9	43,3	1,8	2,8	*EK
Erinevus kordades		**1,8 korda**	**1,3 korda**	**7,8 korda**	**1,3**	

[3] Kaasaegses eesti keeles nimetatakse vene-saksa šurfi kaevandiks (E.Reinsalu kommentaar)

* TL - täiteliiv, EK - ehituskruus

Tabel 8-1 Helmi-Aakre II uuringuruumis läbitud puuraukudest ja šurfidest võetud materjali koostis.



Joonis 8-4 Puuraukudest ja šurfidest võetud materjali proovide sõelkõverate erinevus

Nagu ülaltoodud **Tabel 8-1 Helmi-Aakre II uuringuruumis läbitud puuraukudest ja šurfidest võetud materjali koostis.** näha, on puuraukudest võetud proovides kruusa fraktsiooni (> 5 mm) keskmise sisaldus 30,2 %, šurfide keskmine aga 54,9 % (erinevus ~2 korda). Savi- ja tolmusisaldus puuraukudest tõstetud materjalis on keskmiselt 14,1 %, šurfides vaid 1,8 % (erinevus ~7 korda). Liiva fraktsioonist määratud moodul on puuraukude keskmisena 2,1 ning kaevandite keskmisena 2,8 (vahe 0,7). Olenemata mitmekordsetest erinevustest savi-tolmu ning kruusa fraktsiooni sisaldustes, liiva peensusmoodul nii oluliselt erine. See on seletatav sellega, et osakeste hulka, mis läbib standardsõelte ava läbimõõduga 0,16 mm ei võeta peensusmooduli arvutamisel arvesse.

Jooniselt 8-4 näeme kahel erineval meetodil võetud proovide laboritulemuste põhjal koostatud sõelkõverat. Graafikul on võimalik täheldada sama materjali lõimise üsna suurt erinevust. Šurfidest võetud materjali lõimise kõver on laugem ning sisaldab andmeid nii ülipeente osakeste kui ka jämedama purdmaterjali kohta. Puuraukudest võetud proovidel on sõelkõver piiratud: andmed suuremate kruusaterade ning veeriste kohta puuduvad, ülejäänud osakeste kohta aga looduslikus materjalis sisalduvate fraksioonide osaprotsent suhteliselt ebaproportsionaalne.

Vastavalt maapõueseaduses sätestatud tingimustele, vastab antud näite põhjal šurfidest võetud proovide järgi maavara **ehituskruusale** esitatavatele nõuetele: kruusa sisaldus > 35 %, savi- ja tolmusisaldus < 20 %. Samas uuringupunktis tehtud puuraukude andmete alusel tuleb maavara hinnata **eriotstarbeliseks liivaks**: kruusa sisaldus < 35 %, savi- ja tolmuosakesi > 10 %, liiva peensusmoodul > 1,3. Lisaks pole võimalik puuraukudest saadud materjalist saada piisavalt materjali esindusliku proovi kruusa füüsikalis-mehaaniliste katsete tegemiseks (vajalik materjali kogus on ~50 – 60 kg). Seega saab adekvaatseid andmeid kruusa kvaliteedi iseloomustamiseks ainult šurfidest võetud proovidest.

Saadud tulemused tõstatavad uuritud materjali käsitlemise suhtes terve rea küsimusi: kas puurimisega uuritud maardla varu tuleks hinnata uurituse põhjal tarbe- või reservvaruks (kaevandamisväärseks reservvaruks)? Kas puurimist, kui uurimismeetodit saab kruusa uurimiseks üldse kasutada ning kas

teades šurfidest tehtud analüüside põhjal materjali tegelikke omadusi on võimalik neid korreleerida kogu lasundile ehk ekskavaatori ammutussügavusest allapoole?

Kindel on, et puurimist kui uuringumeetodit ei tohiks ära kaotada. Puurimisega on võimalik siiski määrata lasundi paksust ning lamami omadusi. Puuraukudele lisaks tuleks aga kindlasti rajada šurfid, mis võimaldavad hinnata saadud tulemuste usaldusväärsust. Šurfidega uuritud varule saab kindlasti anda aktiivse tarbevaru kvalifikatsioon ning ainult puuraukudega uuritud varule (kaevandamisväärse) reservvaru klassi, kui on leidnud tõestust geoloogiline järjepidevus. Materjali täpne kvaliteet selgub toodangu hilisema sertifitseerimise käigus.

Kokkuvõtteks, kruusa ja eriti veeriselise kruusa uurimiseks tarbevaru tasemel võiks soovitada kasutada vaid kaevandeid. Uuringupraktika näitab, et tigupuurimisel ei ole võimalik saada esinduslikku materjali proovimiseks. Puuraukudega võib määrata kihi paksust, kuid saadud kruusa lõimise ja füüsikalis-mehaaniliste näitajate järgi (kui ebatäpsed) võiks varu hinnata reservvaruna, andes sellele kaevandamisõiguse. Materjali terasuuruse ja kvaliteedi täpsustamine ja vajadusel selle sertifitseerimine tuleks teha kaevandamise käigus võetud proovidest. Kui uute uuringute tegemisel on eelnimetatud teadmistega lihtne arvestada, siis tõstatub selle põhjal aga veel palju üldisem küsimus, kui usaldusväärseks saab pidada kõikide varasemate, puurimisega uuritud kruusamaardlate uurimise tulemusi?

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused” ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“.

Viited

1. Killing, M., Kotenjov, R., Kattai, V. 2008. Valga maakonna Helmi-Aakre liivamaardla Helmi-Aakre II uuringuruumi geoloogilise uuringu aruanne. Tallinn.
2. Kukk, M. 2002 – 2005. Eesti Vabariigi maavaravarude koondbilansid. Tallinn.
3. Maapõueseadus (RT I 2004, 84, 572; 2005, 15, 87; 67, 512; 2006, 14, 109; 58, 439; 2007, 42, 303; 2008, 408).
4. Roosalu, R. 2006. Eesti Vabariigi maavaravarude koondbilansid. Tallinn.

9. SÄÄSTLIKUST JA KESKKONNASÕBRALIKUST KILLUSTIKUTOOTMISEST
Rein Einasto, Elerin Vende

Hetkeseis

Paekillustiku vajadus nii hoonete kui teede-ehituses on aasta-aastalt aina kasvanud, aga hetkel **töötavate karjääride tarbevarud on otsakorral.** Eriti teravaks kujuneb olukord Tallinnas, kus kaks seni põhilist killustikutootjat – Paekivitoodete Tehas ja Väo Paas Väo karjääris ja Harku karjääris kaevandavad viimaseid seni kinnitatud varusid. Samas põrkub uute karjääride rajamine aina suurema kohalike elanike vastuseisule ja teeb järjest küsitavamaks riikliku ressursi voolujoonelise süsteemse väljamise omaniku maalt.

Paetootmise kaasaegseist põhimõtteist on selle loo üks autoreist korduvalt ka varem kirjutanud (Einasto, 2005 a,b; 2006), nende ettepanekute rakendamisest oleme alles kaugel.

Maavarade säästliku kaevandamise ja kasutamise üldriikliku keskkonna-strateegia ja -taktika küsimused Eestis on mitmes mõttes veel ühekülgselt ja liiga suuromaniku-keskselt lahendatud või lahendamata jäänud. Pinnakatte-alune aluspõhjaline paas on meil üldrahvalik omand, aga selle kasutamise võimalikkuse üle otsustab praegu maaomanik. Riiklikku maavara peaks kaevandada saama maaomanikust suhteliselt sõltumatult seal, kus keskkonnakahjud minimaalsed, kvaliteetne paekivi kasutajale võimalikult lähedal, kaevandamistingimused soodsad ja sellega omahind madalam Valitsus on nii riiklikul kui omavalitsuste tasandil suure osa ressursipealsest maast lühinägelikult maha müünud, esitamata selle maa omanikule piiravaid tingimusi, mis kindlustaksid riiklikule maavarale juurdepääsu kaevandamiseks. Kõige tõsisemad raskused riiklike paeressursside kasutuselevõtul esinevad linnade lähiümbruses, eriti Tallinnas seoses ulatusliku valglinnastumisega, kus arendajale pole seatud tingimust enne täisehitamist hinnaline maare väljata. Lasnamäel oleks sellega veel aastaiks võinud linna killustikuvajaduse rahuldada. Lähitulevikus on selleks võimalus **ringtee rajamisel raudtee-alune paas kogu trassi pikkuses väljata,** lastes sellega ohtlikud veosed süvisesse ja lahendades kahel tasandil kõik linnast radiaalselt väljuvate teede ristmikud. See eeldab üldriiklikke otsuseid, millest kõik senised ja ka hetkel valitsev äärmuslik-liberaalne koalitsioonivalitsus on kõrvale hoidnud.

Säästlikkus ja keskkonnahoid põhinõudeiks

Põhjaveest kõrgemal paiknevad ehituspae leiukohad asuvad kogu Lääne- ja Põhja-Eesti paeplatool loogiliselt pankranniku astangu suhtelises läheduses (Suuroja,1997; Arold, 2005).

Põhja-Eestis (Lasnamäe Põhja- ja Lõunamurd, Harku, Ilmandu, Valkla, Kunda-Aru jt karjäärid), Läänemaa kunagiste lupja mattunud korallrifikõvikute (Kirbla, Lihula, Salevere, Mihkli jt) ning Hiiu-, Muhu- ja Saaremaa pankade platoo serval (Hilleste, Tupenurme, Koguva, Riiumäe).

Sisemaistel, Läänemere varasemate arengustaadiumide murrutustegevuse tulemusel paeklibu ja -veeristiku alla maetud paekõvikuil (Härgla, Seli-Koigi, Varbola, Raikküla Paka, Koikse, Mündi), kõrgustike (Pandivere, Saaremaa) servaaladel (Naistevälja, Võhmuta, Kogula jt), kus pinnakate on üldjuhul õhuke või on paepealne kruus eelnevalt juba kaevandatud.

Sügavamale paeplatoosse lõikunud jõeorgude läheduses (Vääna, Keila-Joa), Keila jõe keskjooksul (Lohu, Kohila,) ja Valgejõe ülemjooksul (Porkuni). Kaevandamisloa tohiks väljastada üksnes põhjaveest kõrgemale jääva varu väljamiseks.

Eespool loetletud paikades on kahtlemata ridamisi loodus- või muinsuskaitselisi piiranguid. Kaevandamist takistab sageli tiheasustus, ent teiselt poolt on kaevandamisviiside kiire tehnoloogiline täiustumine avanud mitmeid uusi võimalusi kasutada seniseid jääkvarusid, kaevandada selektiivselt kihiviisiliselt ja seetõttu ka säästlikumalt ning kvaliteetsemalt.

Viited

1. Einasto, R**.** 2002.. Lasnamäe ehituspaekivi ajaloolised murdmiskihid Tallinna ümbruses. Tallinna Tehnikakõrgkooli Toimetised nr 1, lk 56–69.
2. Einasto, R**.** 2005. Eesti paevarude kaevandamisest ja säästlikust kasutamisest. TTK Toimetised, Nr 8, lk 44-51.
3. Einasto, R. 2005 Mõned säästliku paekasutuse põhimõtted. I , Keskkonnatehnika, 8/05, lk 32-33.
4. Einasto, R**.** 2006 Mõned säästliku paekasutuse põhimõtted. II, Keskkonnatehnika, 1/06, lk 36-38
5. Taim K. 2005. Kinnisvaraarendus takistab paekaevandust. – Äripäev, 1.09.05.

10. KILLUSIKU TOOTMISE FÜÜSIKALINE KESKKONNAMÕJU JA SELLE SEIRE

Jan Johanson, Martin Kaljuste, Erki Niitlaan

Ehituskillustiku tootjad seisavad silmitsi mitmete järjest karmistuvate keskkonnanõuetega. Kuid nii üllatav, kui see ka pole, kummitavad need alustavaid ettevõtted sageli märksa rohkem, juba siis kui tootmist ei ole veel alustatud - tegevuslubade taotlemisel ning selle raames algatatud keskkonnamõju hindamise käigus. Kuigi enamuses ja teravamalt puudutab see karbonaatkivimite kaevandajaid on samad probleemid ka kruusakarjäärides.

Üsna sageli on probleemide tõstatajaks kohalik kogukond, mis on ka loogiline, sest tavaliselt on nende elu-olu kõige enam ohus. Suurimad kartused on seotud füüsikaliste muutustega keskkonnas - põhjavee taseme alanemine ja reostus, tolmu saaste, müra ning lõhketööde maavõnked. Kõigi nende tegurite esinemist on karbonaatkivimite kaevandamisel alati ka täheldatud ning nende olulisust ei saa alahinnata. Samas peab kahjuks tunnistama, et kohalike sõnavõtud on sageli emotsionaalsed ja põhjendamata ning mis veel kurvem, ei püüagi süveneda probleemi olemusse, et seda objektiivselt hinnata. Kuid on selge, et inimeste vastuseis on suuresti tingitud teadmatusest arengutest mäetööstuses ja vastumeetmete ning seire efektiivsuses. Muutuste ees on hirm.

Joonis 10-1 Tüüpiline tolmu allikas killusiku tootmisel [Foto: Martin Kaljuste]

Kõigis nimetatud valdkondades on õigusaktidega kehtestatud lubatud piirnormid, milledest kinnipidamise eest kaevandaja vastutab. Kehtivad normatiivid on väljatöötatud selliselt, et nad tagavad igal juhul inimeste tervise ja vara säilimise. Probleemiks kujuneb aga ettevõtte mahtumine olemasolevasse keskkonnaruumi. Küsimuste, kas inimesi häiriva müra peamine allikas on karjäär või lähedalt mööduv tiheda liiklusega maantee (näit. Väo karjäär *versus* Peterburi mnt) või kas tolmu tekitajaks on karjäär või kruusatee, vastused ei ole alati ühesed. Kuivõrd keskkonnamõju hindamine oma olemuselt rajaneb eksperdi kogemustel ja teadmistel põhinevate hinnangute (mitte tõestuste) andmisel, siis on argessiivse vastuseisuga võimalik protsessi halvata ja mõjutada, eriti veel orukorras, kus otsustaja ja järelevalve teostaja on pigem passiivsed pealtvaatajad, kui aktiivsed protsessis osalejad. Selleks, et hinnangute andmisel tugineda faktidele ja konkreetsetele arvudele on vaja rohkem teha keskkonnamõõtmisi ning seiret.

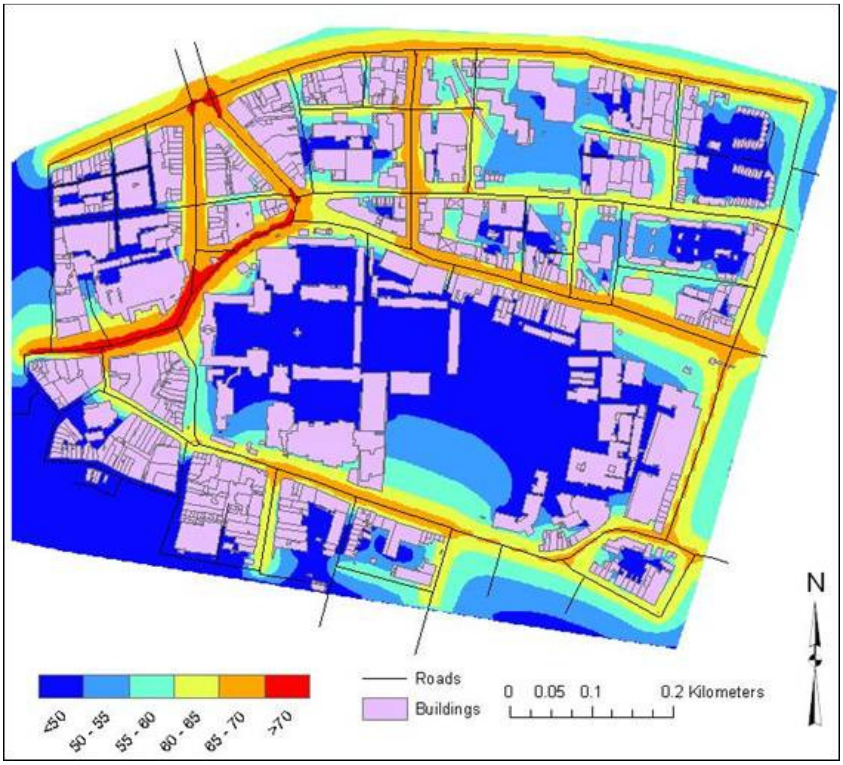
Kuigi enamikel juhtudel käsitletakse seiret, kui konstateerivat tegevust, on sellel mäetööstuses selgelt preventiivne roll, sest mäetööstuse keskkonnamõju kujuneb reeglina välja aastate jooksul ning ei avaldu koheselt ja õigel ajal saab rakendada piisavaid vastumeetmeid. Tuleb küll tunnistada, et kohalike kartus, et ülenormatiivse keskkonnamõju korral ei ole vastumeetmete rakendamine või tekkinud kahju kompenseerimine piisavalt operatiivne, on ilmselt põhjendatud. Ühelt poolt puudub selleks järelevalve näol piisav haldussuutlikus aga ka vajaliku paindlikkusega õigusruum ning teiselt poolt arendajate soov operatiivseks koostööks. Paljuski mõjutab

tänaseid otsuseid varasem, sageli aastakümnete tagune, negatiivne kogemus, mis annab uute arenduste elluviimisel valusaid tagasilööke.

Kuid võttes eelduseks, et neis valdkonnas toimub mingigi edasiminek, on konkreetsed keskkonnamõõtmised ja seire garantiiks nii kohalikele elanikele kui loa andjale keskkonnanõuetest kinnipidamisel ning arendajale alusetute süüdistuste kaitseks. Loomulikult on kõige selle eelduseks läbimõeldud seire kava, sellest kinnipidamine ning normaalne inimlik suhtlemine. Järgnevalt püüamegi analüüsida tolmu, müra ja maavõngete seire korraldamist ja selle tehnilisi võimalusi, et sellest rohkem kasu sünniks, kui ainult vormitäide. Toodud soovitusi on võimalik rakendada nii keskkonnamõju hindamisel, tegevuslubade keskkonnanõuete kehtestamisel kui ka juba töötavatele karjääride seire ja kontrollmõõtmiste korraldamisel.

Müra

Normatiividega kehtestatud piirväärtusteülene müra on üks olulisemaid tervistkahjustavaid füüsikalisi tegureid ning helirõhutaseme määramine, kas prognooskaardi koostamise või seire läbi on esimene samm negatiivsete tagajärgede ennetamisel ning nende parendamisel.



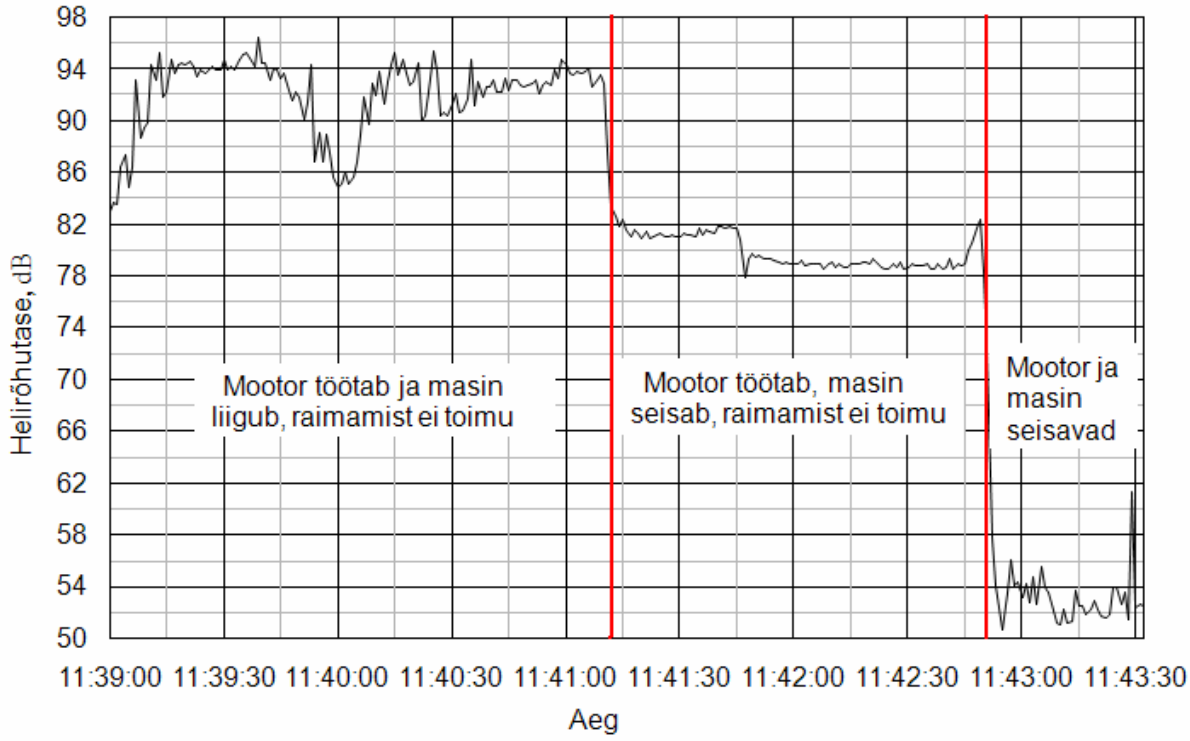
Joonis 10-2 Väljavõte Trinity College väljatöötatud müra mudeli kaardist [www.mme.tcd.ie]

Üheks möödapääsmatuks osaks karjääride keskkonnamõju hindamisel on müra leviku prognoosimine. Kõige täpsemini on võimalik seda teha müra kaardistamisega. Kaardistamiseks kasutatakse arvutusmudelit (näit. SoundPLAN 6.4 või Cadna A jt), mis võtab arvesse müraallikate fikseeritud tasemed, juhul, kui arvutuseks vajalikud andmed puuduvad, kasutatakse reaalset müratasemete mõõtmist ning müra levikut takistavate objektide toimet. Selle põhjal koostab mudel plaani, millel esitatakse müra leviku prognoos, leviku ulatus ja ohustatud objektide paiknemine piirkonnas. Kuna mürakaardile märgitakse müraindikaatorite arvsuuruste järgi kindlaksmääratud müravahemikud, on selle järgi lihtne hinnata müra areaalis paiknevatele inimasumitele, üksikelamutele ja tundlikele objektidele avalduvat mõju. Kaardil kuvatakse kavandatava tegevuse poolt põhjustatud müra ja selle hajumine, millelt lihtsalt on näha objektid, millele avalduv mõju on lubatud tasemest suurem. Mürakaart annab võimaluse ülenormatiivse müra teket vältida ning seda juba keskkonnamõju hindamise käigus. See võimaldab müra aspektist välja pakkuda optimaalse lahenduse. Samuti on mudeli abil võimalik kavandada leevendusmeetmeid ja kontrollida nende efektiisust. Näiteks leida parim koht katendi puistangute (müra tõke) moodustamiseks või statsionaarsetele müraallikatele.

Lähtuvalt seire preventiivsest olemusest, tuleb regulaarselt läbi viia ka helirõhutaseme mõõtmisi. Eestis on Sotsiaalministeeriumi pool kehtestatud määruses piirtasemed määratletud A-korrektsiooniga ekvivalenttasemel ($L_{pA,eq,T}$). See iseloomustab püsiva tasemega müra, mille akustiline energia on sama kui muutuva tasemega müra korral kindla mõõtmisaja jooksul. Kuna normatiiv dokumendis on lubatud väärtused selliselt sätestatud, tuleb ka mõõtmised läbi viia A-filtriga ekvivalentsel tasemel.

Uute, tööd alustavate karjääride korral tuleb mäetöödele eelnevalt mõõta piirkondlik müra foon. Fooni mõõtmised tuleb läbi viia eelkõige tundlike objektide vahetus läheduses, näiteks inimasulate piiril tulevase karjääri suunal. Usaldusväärsema teabe saamiseks on soovitav mõõtmisi kuni kolm korda korrata. Saadud teave võimaldab tööde alustamisel objektiivselt hinnata karjääri avamisega kaasnevat piirkonna mürasaaste kasvu. Juhul, kui ei ole tehtud eelnevat helirõhu kaardistamist, annab fooni tasemega võrdlemine täiendavad võimalused õigeaegsete vastumeetmete rakendamiseks. Müra õigeaegsel mõõtmisel ei ole hilisem pidev seire kuigi oluline, kui kasutatavas tehnoloogias ei toimu olulisi muudatusi. Mingil määral tuleb siiski arvestada müra leviku sesoonseid erinevusi. Näiteks levib müra talvel ja eriti kevad-talvel paremini, sest sile lumekoorik ei summuta seda niivõrd kui taimkate. Samas levib müra jällegi kaugemale tuulevaiksetel suveõhtutel, kui see peegeldub tagasi erineva temperatuuriga õhukihtidelt. Piisavaks seire sageduseks võib lugeda 1-2 korda aastas.

Üksikute mõõtmistena on võimalik registreerida ka erinevate müratekitajate poolt põhjustatud helirõhutaseme muutusi ning hinnata ka isegi üksikute tehnoloogiliste protsesside või mäemasinate töötsüklite müra tasemeid. Mõõdetud tulemusi on võimalik kasutada mürakaartide koostamisel, nii konkreetse objekti suhtes kui ka analoogses situatsioonis. Samuti on tehtud mõõtmise põhjal võimalik hinnata konkreetse masina sobivust mürast lähtuvalt konkreetsesse karjääri. Vastavalt vajadusele on võimalik määrata nii A kui C filtriga miinimum, maksimum ja ekvivalentset helirõhu taset ($L_{pA,max}$; $L_{pA,min}$; $L_{pA,eq,T}$; $L_{pC,max}$; $L_{pC,min}$, $L_{pC,eq,T}$).



Joonis 10-3 Freeskombaini Vermeer T1255 töörežiimide müra graafik [Inseneribüroo STEIGER]

Tolm

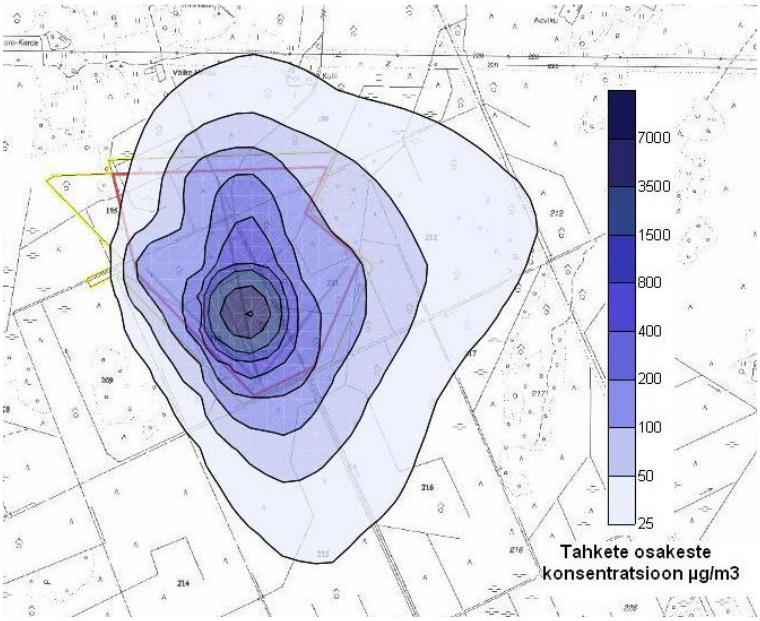
Inim-, loodus ja töökeskkonna õhu kvaliteedi üheks olulisemaks parameetriks on tahkete osakeste sisaldus. Peaaegu igasuguse mäendusliku ja muu tööstusliku tegevuse tulemusel paiskub õhku tolmuosakesi, mis atmosfääris ringi liikudes mõjutavad ka inimeste elukvaliteeti. Kaevandamisel on peamiseks tolmu tekitajaks kivimi purustamine ja karjäärisisene transport. Sellest lähtudes on üha karmistuvate Euroopa Liidu nõuete tõttu tekkinud paljudel ettevõtetel kohustus korraldada nende tegevusest õhku paisatud saasteainete seiret. Tolmu koguste mõõtmisel tuleb anda ülevaade ettevõtte poolt põhjustatud summaarse ja PM10 tolmu heitest (PM10 - tolm, mille osakeste aerodünaamiline läbimõõt on võrdne või väiksem kui 10 µm). Lisaks on oodata, et peagi tuleb hakata mõõtma ka tolmu PM2,5.

Joonis 10-4 Tolmu analüsaator DustTrak 8520 [Foto: Martin Kaljuste]

Suur tolmu teke on üks enim mäenduse arendamise vastu kasutatavatest argumentidest. Ettevõte millel on tolmu tekitamise seisukohast hea ülevaade hetke olukorrast ehk teostab pidevaid mõõtmisi (joonis 10-4) ning suudab tolmu levikut ohjes hoida, on kindlasti paremas kirjas nii kohalike kui ka riiklike asutuste silmis.

Uute arenduste keskkonnamõju hindamisel on oluline osata prognoosida kavandatava arenduse saastekoormusi. Tolmu saaste leviku täpseks hindamiseks on võimalik koostada tolmu hajuvuse kaart (joonis 5). Selleks on loodud erinevate arvutusalgoritmide põhjal mitmeid tarkavara programme. Samuti on loodud küllalt hea andmebaasi põhjal erinevate protsesside heitekoguste arvutusvalemid, mis on mudelite koostamise sisendiks. Maailmas enamlevinud on USEPA (United States Environmental Protection Agency) poolt välja töötatud arvutusvalemid ja mudelid (PRIME, ADMS, AERMOD, ISC), mida kasutatakse ka Eestis. Siiski peab arvestama, et tolmu hajuvust oluliselt mõjutavaks teguriks on ilmastik, mis on pidevas muutumises ning teeb prognoosimise keeruliseks. Hetke seisuga on parimate arvutusmudelite täpsuseks ~60%, mis on võrreldes näiteks mürakaartidega on küllaltki madal. Siiski on nende täpsus piisav ülevaate andmiseks ja võimaliku mõju prognoosimiseks. Tolmu kaart võimaldab ennetada võimalikke ohte ning vajadusel kavandada leevendusmeetmeid. Lisaks sellele saab mudeliga simuleerida erinevaid võimalikke olukordi ning valida selle põhjal tolmu leviku seisukohalt väikseima mõjuga lahendus.

Tööd alustavas ettevõttes tuleks täpsemad tolmu hajuvusmõõtmised teostada kahes etapis: tootmise alustamisel ja täisvõimsuse saavutamisel. Mõõtmiste teostamisel peab kindlasti arvestama ilmastikuoludega. Mõõtmispunktid peab valima alla tuult, võimalusel ohustatud objekti ligiduses, kuid see ei ole tingimata vajalik ning töö teostama kuiva ilmaga, kui ka eelnevalt ei ole paaril päeval olnud olulisi sademeid. Saadud tulemuste alusel on võimalik anda hinnang koostatud mudelarvutustele ning täpsustada leevendusmeetmete rakendamise kava. Hilisem seire, näiteks 1-4 korda aastas, ei anna reeglina sisulisi tulemusi. Kordusmõõtmised on vaja teha, kui tehakse muudatusi tootmistehnoloogias, oluliselt on suurenenud tootmismahud või on esitatud konkreetseid kaebusi.



Joonis 10-5 Väljavõte AERMOD BREEZE GIS pro 6 tolmu hajumismudelist [Inseneribüroo STEIGER]

Maavõnked

Olulisim maavõnkeid põhjustav tegevus kaevandamisel on lõhkamine. Lõhketöödega kaasneb kolme tüüpi lainete teke, mis liitudes moodustavad summaarsed maavõnked. Nende levikut väljapoole mäeeraldist on oluline arvestada mitmetel põhjustel. Lisaks üldtuntud ohule mistahes rajatiste suhtes, võib sellest lähtuv keskkonnamõju avalduda ka näiteks loomastikule aga eriti just roomajatele. Kuna maavõngete levikut mõjutavad paljud erinevad tegurid (pinnase tihedus, lõhelisus, põhjavee tase jms) on lisaks prognoosile vajalik hiljem teostada ka otseseid mõõtmisi.

Joonis 10-6 Seismograaf Blastmate Series II DS-277 [Foto: Ole Sein]

Lõhketööde seire kavandamisel on oluline suurem mõõtesagedus just objekti käivitamise algfaasis. Esiteks võidakse algmurde rajamisel kasutada suurendatud laenguid ning teiseks on enamikel juhtudel põhjavee tase hilisemast kõrgem ehk teisisõnu on oht lainete paremaks levikuks. Just esimeste lõhkamiste mõõtmine on vajalik ka sellepärast, et kiiresti oleks võimalik tuvastada projekteerimisvead, kui neid peaks esinema. Soovitavalt tuleks mõõta esimesed 5-10 lõhkamist ning nende põhjal teha vastav analüüs. Hilisem mõõtmiste sagedus võib jääda 1-2 korra peale aastas, tingimusel, et lõhketööde tüüpprojekti vahepeal ei muudeta. Ee parameetrite olulisel muutumisel on soovitav teha iga kord kontrollmõõtmine, jälgima peab, et ühes viites lõhatav lõhkeaine kogus ei ületaks lubatut. Mõõtmiskoha valikul peab lähtuma riski suurusest. Kindlasti on vaja mõõtmisi teha enamohustatud objektide juures (varisemisohtlikud hooned, arheoloogia mälestised või lõhkamiskoha vahetusläheduses paiknevad hooned ja rajatised). Korduvate mõõtmiste korral on soovitav mõõta maavõngete levikut erineval kaugusel, et saada usaldusväärsemad tulemused hilisemaks analüüsiks. Lõhketööde seismika mõõtmisel tuleks kasutada ainult kolme vektorkomponenti mõõtvaid seismograafe nagu on näidatud Joonis 10-6 Seismograaf Blastmate Series II DS-277 [Foto: Ole Sein]. Ainult siis on võimalik registreerida tegelikke maksimaalseid võnkekiirusi ning saadud andmete põhjal teha kontrollarvutusi.

Enne uue objekti käivitamist, enne esimesi lõhkamisi, saab varasemate mõõtmisandmete olemasolul analoogsetes tingimustes, kasutada ohutute lõhkeaine koguste arvutamiseks taandatud kauguste võrrandit / 1 /:

$$d_s = d / Q^{-½}, \quad m \times kg^{-½} \qquad (1)$$

kus:
d – objekti kaugus lõhkamise kohast, m
Q – ühes viites korraga lõhatav lõhkeaine kogus, kg

millest saame objektile lubatava maksimaalne võnkekiiruse teadmisel avaldada ohutu laengusuuruse:

$$Q = (d / d_s)^2, \quad kg \qquad (2)$$

Andmebaasi puudumisel saab lubatud lõhkeaine koguste arvutamiseks kasutada ka teist valemit / 2 /:

$$Q = (d^2 \times r^{2,7})/K^2, \quad kg \qquad (3)$$

kus:

v – kaitstava objekti suurim lubatav võnkekiirus, cm/s
d – objekti kaugus lõhkamise kohast, m
K – kaitstava objekti aluse pinnase seismilisuse tegur (200 – 600)

Siinjuures on oluline märkida, et mistahes karbonaatkivimi karjääri avamisel on nii arendajale kui kohalikele elanikele kasulik ohutsooni jäävate hoonete pragude kaardistamine. Need tuleks pildistada ja mõõta ning võimalusel paigaldada mõõtereeperid hilisemaks kontrolliks. See aitab ära hoida mistahes asjatuid vaidlusi.

Kokkuvõte

Kokkuvõtvalt võib öelda, et pöörates kaevandamise keskkonnamõjule suuremat ning innovatiivset tähelepanu, on võimalik tekkivate füüsikaliste mõjude kohta saada senisest palju täpsemat teavet ning neid vajalike meetmete rakendamisega ohjata. Näidates välja suuremat huvi keskkonnaprobleemidega tegelemisel on võimalik mõnevõrra parandada ühiskonna arusaamu ning mäetööstuse olemust tervikuna, mis peaks oleme meie kõigi hüvanguks.

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused” ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“.

Viited

1. Charles H. Dowding. 1985. Blast vibration monitoring and control, lk 28, 29
2. Tomberg T. 1998. Lõhketööd, lk 62

11. KIVIMI TUGEVUSOMADUSTE MÄÄRAMINE MOBIILSETE KATSESEADMETEGA
Veiko Karu, Ain Anepaio

Sissejuhatus

Eestis ehituse kasv kindlasti jätkub, vaatamata sellele, et viimasel ajal tempo mõnevõrra pidurdus. Ehitamise mahu kasv ja linnalähedaste ehitusmaavarade varu ammendamine seab suuremaid eesmärke ka ehitusmaterjalide kaevandajatele – toodang uutest maardlatest peab kasvama, et rahuldada materjalide toodangut.

Kivimite tugevusomadused määravad kaevandamise tehnoloogia, masinate tootluse ja ehitusmaavarade kvaliteedi. Kaevise tugevusest, ka abrasiivsusest oleneb, kas raimamiseks (kivimi esmaseks purustamiseks) kasutatakse puur- ja lõhketöid või saab seda teha mehaaniliselt (lõigates, murdes, lõhkudes). Kaaskivimite tugevusest oleneb laekäitlemismoodus ja veomasinate valik allmaakaevandamisel ning paljandustööde tehnoloogia avakaevandamisel [1].

Käesolevas artiklis kirjeldatava uurimustöö eesmärgiks on leida parimaid võimalusi kivimite tugevusomaduste määramiseks geoloogilise uuringu ja kaevanduse projekteerimise staadiumis toimuva välitöö käigus, et vähendada laboratoorsete tööde mahtu.

Metoodika

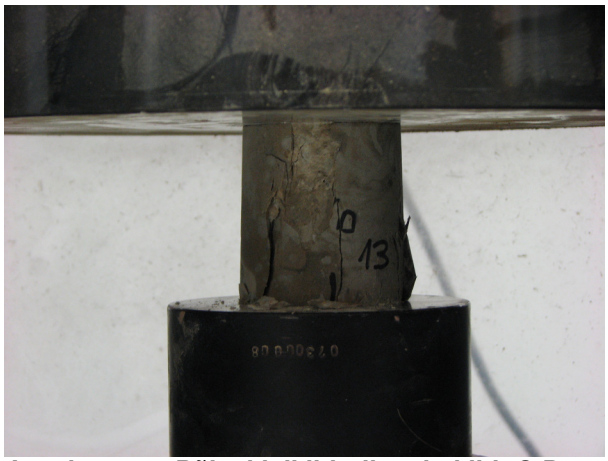
TTÜ mäeinstituudi mäendustingimuste laboris (http://mi.ttu.ee/maelabor) on olemas kivimite tugevusomaduste määramiseks järgnevad seadmed:

1. Üheteljeline pinge-deformatsiooni parameetrite määraja (survepress)
2. Kivimite tükeldamise saag (katsekeha ettevalmistamine)
3. Laboratoorne südamikupuur (katsekeha ettevalmistamine)
4. Kivimi tugevusparameetrite määraja punktkoormustestiga (Point load test)
5. Kivimi pinnatugevuse portatiivne mõõtja - kivimihaamer (Schmidti haamer)

Kaks viimatimainitud on portatiivsed, neid saab kasutada välitöödel.

Laboratoorne üheteljeline pinge-deformatsiooni parameetrite määraja – survepress

Katseseade on ette nähtud betooninäidiste ja kivimi puursüdamike survetestimiseks. Seadet saab kasutada silindri- ning kuubikujuliste näidiste katsetamiseks. Viimasel juhul on vaja kasutada vaheplaate. Seadmel on olemas digitaalne näidik, mis salvestab katsetulemused. Surveteimi teostamiseks tuleb mõõta ja kaaluda katsekeha parameetrid (pikkus, laius, mass), seejärel need sisestada digitaalsesse mällu. Kui parameetrid on sisestatud, tuleb katsekeha asetada pressi alumise plaadi keskele (Joonis 11-1 Põlevkivikihindi vahekihi C/D silindrikujuline katsekeha pressi plaatide vahel), seejärel lülitatakse sisse mootor ning liugur hakkab liikuma ette antud kiirusega. Peale katsekeha purunemist hoiab näidik jõu tippnäitu ekraanil ning katseseade tuleb välja lülitada ja õlirõhku vähendada.



Joonis 11-1 Põlevkivikihindi vahekihi C/D silindrikujuline katsekeha pressi plaatide vahel

Kivimihaamer (Schmidti haamer)

Kivimihaamer kujutab endast kaasaskantavat katseseadet, mis võimaldab läbi viia kivimi mittepurustavat testi. Seade kasutab osa vedru poolt salvestatud energiast ja näitab instrumendisisese vasara tagasipõrke astet pärast lööki. Kivimihaamri surumisel vastu testitavat pinda vedru koormatakse. Varda täielikul sukeldumisel kivimihaamrisse vabastatakse automaatselt sisevasar, mis vastu varda sisemist otsa põrkudes annab selle kaudu löögi kivimi pinnale. Varras reageerib ja edastab tagasipõrke vasarale: mida tugevam ja tihedam on kivim, seda suurem on tagasipõrge. Tagasilöögi käigus liigutab vasar osutit, mis näitab tagasilöögi maksimaalset ulatust ja samal ajal ka lugemit skaalal (Joonis 11-2). Lugemi väärtus on korrelatsioonis survetugevuse ja löögi nurgaga. Seda protseduuri korratakse vähemalt kuni 24 korda (seadme instruktsioonis määratud) iga katsekeha korral.

Joonis 11-2 Katsetööd kivimihaamriga. Mõõdetakse C/D tugevust

Kivimi survetugevuse hindamiseks tuleb paberil või diktofonis fikseerida lugem, et hiljem arvutada survetugevus. Selleks on TTÜ mäeinstituudis seadme tehasejuhendi nomogrammide alusel välja töötatud tabelarvutusprogramm.

Mõõtes tuleb silmas pidada, et kivimihaamrit saab kasutada mitte ainult vertikaalseil, vaid ka kaldpindadel. Kaldest sõltuv raskusjõud mõjutab haamri tagasipõrget. Üles suunatud varbkolvi peaga katse annab katsekehaga/katsepinnaga sama tugevuse juures suurema tagasipõrke kui katse läbiviimisel näiteks karjääri küljel. Mainitud erinevuste kompenseerimiseks kasutab ülalmainitud programm parandustegureid, mis vastavad erinevatele löögiasenditele või nurkadele (Tabel 11-1Korrigeeritud tugevusnäitaja parameetrid arvestades löögi suunda).

Tabel 11-1Korrigeeritud tugevusnäitaja parameetrid arvestades löögi suunda

Suund	Alla		Üles		Rõhtsalt
Kordajad	0	-45	90	45	0
a	0	0,0003	0,0005	0,0005	0,0008
b	0	-0,0102	0,081	0,051	-0,0209
c	0	-0,75	-10,64	-8,14	-3,15

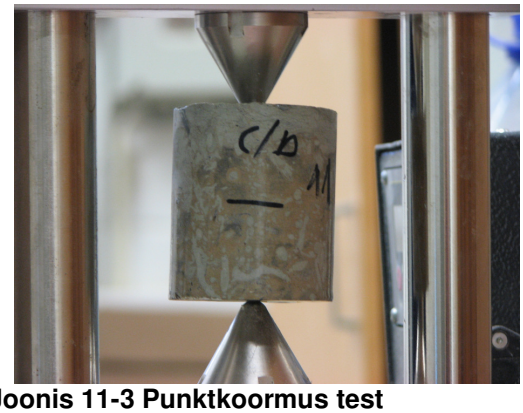
Parandustegurid erinevate lööginurkade jaoks $R_{korr} = R + a*R^2 + b*R + c$
Kus R on mõõdetud Schmidti tugevusnäitaja

Punktkoormustest

Punktkoormuse mõõtmine kujutab endast kivimite klassifitseerimistesti, niihästi väli- kui ka laboritingimustes. Test teostatakse kivimi puursüdamiku või ebakorrapärase kujuga katsekeha korral (käsipala). Punktkoormuse rakendamisel viiakse katsekeha purunemiseni, kasutades paari standardse suurusega teraskoonust. Seejärel mõõdetakse katsekeha purustamiseks vajalik koormus ning kaugus kooniliste teravike vahel enne ja pärast testi.

Puursüdamike katsetamisel surve rakendatakse piki ta diameetrit (Joonis 11-3), mille pikkuse ja diameetri suhe on suurem kui 1. Täpse tulemuse saamiseks peab olema vähemalt 50 katsekeha ühest katsetatavast materjalist. Katsekeha soovitatav läbimõõt on 50 mm [2]. Proovikehale tuleb märkida testi soovitav orientatsioon piki pinda kulgevate joontega. Enne surve rakendamist tuleb kontrollida, kas koonilised teravikud kontakteeruvad proovikehaga. Kasutades seadme raamile

kinnitatud skaalat mõõdetakse vahemaad kahe koonuse punktide vahel mis tagab täpsuse ± 2%. Seejärel avaldatakse katsekehale survet. Registreeritakse maksimaalne jõud, mida näitab digitaalne manomeeter (koormuse maksimaalne väärtus fikseeritakse mõõdikul) ja seejärel mõõdetakse uuesti vahemaa koonuste vahel. Proovikeha osalise purunemise korral katse tulemust arvesse ei võeta.



Joonis 11-3 Punktkoormus test puursüdamik katsekehaga. Laboritingimustes

Kivimi katsetamine, korrapäratu kujuga katsekehaga, toimub analoogiliselt kivimi puursüdamiku testimisel (Joonis 11-4). Osalise purunemise korral katse tulemusi samuti ei arvestata. Purunemise lõikepind joonistatakse ruudulisele paberile, et saaks paremini arvutata purunenud lõikepinna pindala (läheb tarvis survetugevuse arvutamisel).

Joonis 11-4 Punktkoormus test korrapäratu kujuga katsekehaga. Välitingimustes

Punktkoormuse tugevusindeks IS (MPa) arvutatakse välja alltoodud valemi abil:

$$I_S = \frac{P \cdot 1000}{D_E^2}$$

Kus:

P on maksimaalne tugevus, kN.
D_E on südamiku ekvivalentne diameeter, mm.
Diameetriliste testide puhul:
D_E = proovikeha diameeter.

Aksiaalsete testide puhul korrapäratu kujuga katsekehadega (käsipaladega): $D_E^2 = 4 \cdot A/\pi$

Kus A = W × D kujutab endast töölaua kontaktpunkte läbiva tasapinna minimaalset ristlõikepinda.

Tulemused

TTÜ mäeinstituudi üheks uuringuküsimuseks on punktkoormustesti koormusindeksi ja survetugevuse tulemuste vahelise seose leidmine. Selleks kasutatakse üheaegselt erinevaid mõõteseadmeid ja metoodikaid ühesuguste materjalide katsetamistel, et saada võrreldavaid tulemusi. Väljavõtted katsetulemuste protokollidest on toodud järgnevates tabelites: Tabel 11-2 (kivimipress),

Tabel 11-3 (kivimihaamer) ning Tabel 11-4 (punktkoormus test). Kuigi maailmas on neid seoseid leitud, ei saa neid kasutada Eesti tingimustes, kuna geoloogilised tingimused on erinevad. Välismaal on saadud ülemineku kordajaid ühe kivimi kohta isegi mitu [3]. Praegu toimuvad katsetööd nende kordajate määramiseks põlevkivi ja paekivi kohta, kuna nad on tootmises ühed nõutumad materjalid.

Tabel 11-2 Väljavõte pressi katsetulemuste protokollist

Nr	Asukoht	Tüüp	Pikkus, (mm)	Mass, (g)	Surve, kN	Surve, Mpa
3	Narva karjäär	risti	62,7	350	136,0	58,53
6	Narva karjäär	piki	63,2	346	100,5	43,26
12	Narva karjäär	risti	62,8	340	119,3	51,34
13	Narva karjäär	piki	62,3	350	107,6	46,28

Katsekeha materjaliks on põlevkivi C/D kiht ning katsekeha läbimõõt 54,4 mm.

Tabel 11-3 Väljavõte kivimihaamri katsetulemuste protokollist

ÜLDANDMED		
Proovi(mis)koht	Estonia kaevandus	
Tunnus	Tähis	Väärtus
Koordinaat, m	x	
Koordinaat, m	y	
Kõrgus, m	z	
Kuupäev	30.11.2007	
Kellaaeg	hommikupoolik	
Kivim	C/D vahekiht	keskelt
KATSE ERIANDMED		
Vasara löögi suund kihisuse suhtes	Risti	
Vasara löögi rõhtsalt, nurgaga	α	0
Löökide arv	n	30
Keskmine tugevusnäitaja	R	23.23333
Arvutused		
Korrigeeritud tugevusnäitaja	R_{korr}	20
Tegurid	a	0.0008
	b	-0.0209
	c	-3.15
Kivimi erikaal (tihedus), kN/m^3	d	26
Tegur	z	0.0526
Poolfabrikaat	ln s	3.37
Tulemus		
Survetugevus, MPa	**s**	**29**

Tabel 11-4 Väljavõte punktkoormus testi katsetulemuste protokollist

Nr	Surve	Surve-tipp	Koonuste vahe (enne purunemist)	Koonuste vahe (pärast purunemist)	Standardi-seeritud punkt-koormus-indeks
	p	F_B	D1	D2	$I_{s(50)}$
	Mpa	kN	mm	mm	**MPa**
2	4,05	9,41	62,1	58,3	**2,53**
4	4,32	10,03	63,2	60	**2,65**
7	3,77	8,76	62	59,5	**2,34**
5	3,08	7,15	62,2	60,3	**1,90**
9	2,99	6,95	62	48	**2,01**
11	3,75	8,70	62,5	58,5	**2,33**

Katsekeha materjaliks on põlevkivi C/D kiht ning katsekeha laius 54,4 mm.

Eesti tingimustes kehtivad saadud kordajad eelkõige kindla karjääri kohta. Kui viia läbi katseteseeriad ka teistes karjäärides, siis saab tulevikus kivimite omadusi määrata portatiivsete seadmetega. Seega väheneb laboratoorsete katsete maht ning kulud.

Järeldused

Maavarade uuringu staadiumis üritatakse (kui uuringu tellija nõuab) hinnata kivimite tugevusomadusi puursüdamike laboratoorse katsetamisega, kuid kahjuks ei ole seos katsekeha ja maapõue kivimi omaduste vahel küllalt tugev (mastaabi efekt). Seetõttu ei saa ka kaevandamise tehnoloogiat projekteerida ainult geoloogilise uuringu staadiumis.

Kivimite tugevusomaduste kirjeldamiseks kasutatakse mäenduse praktikas suhteliselt lihtsalt määratavaid, kuid kaevandamistingimusi kompleksselt kirjeldavaid tunnuseid. Maailma mäenduse praktikas on selliseks välitunnuseks RQD (Rock Quality Designation), mille sisuks on protsentides väljendatud üle 4" (10 cm) pikkuste puursüdamike saagis puursüdamiku puurimisel. See klassifikatsiooni on toodud Tabel 11-5 [1].

Tabel 11-5 RQD kivimi tugevuse klassifikatsioon [1]

Üle 10 cm pikkuste puursüdamike saagis %	Kivimi klass inglise keeles	Klassi eestikeelne vaste
0...25	very poor	väga nõrk
25...50	poor	nõrk
50...75	fair	keskmise tugevusega
75...90	good	tugev
90...100	excellent	väga tugev

Nii nagu näitab RQD kivimi klassi, saab määrata ka punktkoormustesti koormusindeksi alusel kivimi klassi – isegi täpsemini (Tabel 11-6).

Tabel 11-6 Punktkoormus testi koormusindeksi kivimitugevuse klassifikatsioon [4]

Point load index, MPa	Kivimi klass inglise keeles	Klassi eestikeelne vaste
<=0,03	extremely low	ülinõrk
0,03…0,1	very low	väga nõrk
0,1…0,3	low	nõrk
0,3…1	medium	keskmise tugevusega
1…3	high	kõva
3…10	very high	väga kõva
> 10	extremely high	ülitugev

Portatiivsete mõõteseadmetega saadud tulemusi saab kiirelt ja operatiivselt kasutada kaevandamistehnoloogia valikul, mäendustarkvara visualiseerimisel ning majanduskulutuste arvutamisel. Teades kivimi tugevusomadusi saab kiirelt ja efektiivselt määrata kasutatava kaevandamistehnoloogia (Joonis 11-5).

Joonis 11-5 Kivimi tugevusomadused määravad kasutatava tehnoloogia (vasakul – ripperkobesti; paremal – kivimifreesimine)

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused" ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine".

Viited

1. Reinsalu, E. 1998. Mäemajandus lk 27 http://digi.lib.ttu.ee/i/?164
2. JKMRC Technology Transfer [http://www.jktech.com.au/Products_Services/Laboratory-Services/Comminution-Testing/pointloadtesting.htm] – 03/12/2007
3. Mark, C; Rusnak, J. Using the point load test to determine the uniaxial compressive strength of coal measure rock. Proceedings of the 19th International Conference on Ground Control in Mining, Peng SS, Mark C, eds. Morgantown, WV: West Virginia University, 2000; :362-371 [http://www.cdc.gov/niosh/mining/pubs/pdfs/utplt.pdf] – 03/12/2007
4. The Australian National Groundwater Data Transfer Standard: Rock Strength [http://www.brs.gov.au/land&water/groundwater/result.rock_strength.html] – 03/12/2007

12. KARJÄÄRI KORRASTAMISE VÕIMALUSED Aire Västrik

Sissejuhatus

Statistikaameti 2006. aasta seis andmetel on Eestis ehituslubjakivi varu 651 miljonit m^3 ja ehitusdolomiiti 218 miljonit m^3 (Tabel 1). Killustiku tarbimine on kasvanud viimase kümne aasta jooksul märgatavalt ning killustiku tootmine ja tarbimine on muutunud aktuaalseks teemaks.

Tabel 12-1 Lubjakivi ja dolomiidi varud Eestis

	Ehituslubjakivi, tuhat m³			Tsemendi- ja tehnoloogiline lubjakivi, tuhat m³			Ehitusdolomiit, tuhat m³		
	Maardlate arv	Toodang	Varu	Maardlate arv	Toodang	Varu	Maardlate arv	Toodang	Varu
Kogu Eesti									
1996	19	674.9	635 694.5	11	353.7	178 626.6	12	96.1	177 642.2
1997	22	601.6	626 244.3	11	437.8	182 548.1	12	165.9	175 603.4
1998	24	923.5	617 366.0	12	505.0	182 858.4	15	201.9	182 139.5
1999	27	801.3	621 241.7	14	433.5	184 691.8	23	155.5	182 720.0
2000	32	959.7	637 814.0	23	429.2	278 638.8	22	212.1	208 313.9
2001	33	687.9	640 575.0	23	385.2	278 253.6	22	233.0	206 770.8
2002	33	1 072.7	639 253.9	23	437.6	277 816.0	21	262.8	206 943.0
2003	34	1 255.0	705 656.8	23	434.7	277 381.2	21	291.2	196 528.9
2004	37	1 547.0	645 198.8	23	524.4	276 856.6	22	323.4	198 231.5
2005	37	1 921.6	648 774.2	23	421.4	276 435.4	21	260.2	216 900.0
2006	40	2 343.8	650 661.7	23	427.9	276 691.6	23	378.3	218 177.6

Uskumatuna võib tunduda, et kunagi muretseti asjaolu pärast, et meil pole paasi kuhugi turustada ja et paevarud on nii suured, et varude lõppemist pole vaja karta [2].

Kaevandamise maine ja avalik arvamus

Kaevandamine avaldab mõju keskkonnale - eelkõige maastikule ning veerežiimile. Üldsus on vastu pea igale uuele avatavale karjäärile tajumata, et kõik me tarbime pae kaevandamisest tulenevaid lõppprodukte – tee- ja elamuehitusmaterjale, viimistlusmaterjal jne.

Avalikkuse vastuseis uute karjääride ja kaevanduste rajamisele on eelkõige tingitud mäenduse halvast mainest, mis on jäänuk nõukogudeajast, mil karjäärid hüljati ning mingit korrastamist ei toimunud. Hüljatud karjäärid muutusid kohalikele inimestele peagi käepärasteks prügi panipaikadeks, sest konkreetset maa eest vastutajat ei olnud.

Avalik sektor vajaks suuremat üle-Eestilist kampaaniat, mis teavitaks kaevandamisel tekkivatest erinevatest mõjudest ja kaevandatud alade korrastamise võimalustest, sest mäetöösturitel endal on raske kõrvaldada inimestesse nõukogudeajast juurdunud arvamusi mäetööstusest. Tänapäeval on mitmeid Eesti ja Euroopa rahastufonde, mis toetavad keskkonnaalase teadlikkuse tõstmist. Vajalik oleks koostöö kaevandajate, omavalistuste, keskkonnakaitseseltside ja -liitude ning riigiametnike vahel.
Eeskätt peaks tulema initsiatiiv Eesti Mäeseltsi kuna üheks Eesti Mäeseltsi eesmärgiks on mäetöösturite heaolu eest seismine.

Kaevandamise käigus rikutud maa korrastamine

Käesoleval hetkel ei ole Eestis ühtegi kaevandaja poolt korralikult korrastatud paemurdu ega paekarjääri. Positiivse näitena heast korrastamisest võib esile tuua näiteks Aidu põlevkivikarjääri, mis on vastavalt projektile korrastatud metsamaaks [3]. Suurepäraseks näiteks on samuti Seli kruusakarjäär, mis vastavalt omaniku soovile kujundati kalatiigiks [5].
Ideid, mida pärast kaevandamist karjääris teha võiks, kaevandajatel jätkub. Põhja-Kiviõli põlevkivikarjääri korrastamisel on esialgse metsamaa asemele välja pakutud alternatiivvariandina mootorspordikompleksi rajamine [1].

Hea näitena hüljatud paekivikarjääri kasutamisest võib tuua praeguse Tamsalu lubjapargi. Tamsalu paekivikarjäär rajati ülemöödunud sajandi kaheksakümnendatel aastatel ja hüljati 1940. aastal. Hüljatud paemurru korrastamise järgselt loodud Tamsalu lubjapark on tänapäeval nii turismiobjekt kui pakub ka väga head õuesõppimise võimalust koolidele [4].

Tänapäeva tehnoloogiaga on võimalik kaevandada selektiivselt ja keskkonda kahjustamata. Peale kaevandamist tagastatav maa võib omada isegi suuremat väärtust kui enne karjääri olemasolu. Näiteks Eesti Kunstimuuseum KUMU on loodud paekivi kaevandamisel ning on heaks võimaluseks tõmbamaks avalikkuse tähelepanu karjääri korrastamise erinevatele variantidele ja samuti aitav kaasa kaevandamise maine parandamisele.

Lasnamäel asuv paemaardla ootab head projekti, mis võimaldaks seal olemasolevat ressurssi kaevandada ja hiljem muuta kaevandatud ala linnaelanikele avalikult kasutatavaks näiteks supluskoha, matkaraja või mõne uhke ehitisena. Hetkel on olukord paemurrus üsna nukker, kuna sinna veetakse prügi, mis heidab kaevandajatele taaskord negatiivset varju.

Positiivse näitajana kaevandajate initsiatiivikusest võib siinkohal välja tuua 2004. aasta mais OÜ Saare Dolomiit poolt tehtudalgatuse Kaarma dolomiidikarjääri rekonstrueerimiseks, mis vähemalt idee tasandil näitab, et maavarade kaevandamisega kaasnevat muutunud maastikku on võimalik oskusliku ning läbimõeldud tegevusega muuta taaskasutatavaks ning esteetiliselt vastuvõetavaks.
Kaarma dolomiidikarjäär on aastaid seisnud omapärase ja kohati ebaesteetilise maamärgina, mille puhul ongi näha eeskätt nõukogulikku tootmisprotsessi, kuid samas tuleb tõdeda, et ka kaasaegne tootmine jätab maastikule oma jälje. 2004. aasta septembrist detsembrini valmisid OÜ Saare Dolomiit, OÜ Artes Terrae ja EPMÜ KKI maastikuarhitektuuri osakonna tudengite koostöös ideekavandid Kaarma karjääri ümberkujundamiseks polüfunktsionaalseks rekreatsioonialaks. Eeskätt on välja pakutud Kaarma karjääri ümberkujundamisideed inspiratsiooniallikaks ka teiste Saaremaa ja Muhu dolomiidi- ning paekarjääride korrastamisel, kuid üldisemalt võiks tehtut eeskujuks võtta paljude Eesti paekarjääride korrastamisel. Ettevõtmine kulmineerus 2004. aasta suvel toimunud seminariga . Reaalsele tegevusele eelnes paar kuud peamurdmist ning läbirääkimisi, kuidas võiks Kaarma karjääri ideekavandi loomise läbi viia. Seminaril toimunud ajurünnakutes ja esitlustel lõid kaasa Kaarma valla esindajad, Saaremaa Keskkonnateenistuse esindajad, Geoloogiainstituudi teadlased, Eesti Paeliidu esindajad ja loomulikult OÜ Saare Dolomiit esindajad.
Lähemalt võib sellest huvitavast projektis lugeda Sulev Nurme kodulehelt - http://www.sulevnurme.org/pages/kaarma.htm

Kui Eestis on positiivseid näiteid korrastatud paekarjääridest veel suhteliselt vähe siis maailmas on neid piisavalt.
Mineral Information Institute kodulehel (http://www.mii.org) on üle kümne näite maailmas edukalt korrastatud karjääridest, kus on korrastatud nii hüljatud kui ka projektikohaseid karjääre. Korrastamise suunad on erinevad – tehakse nii järvi, maastikke ning mainimata ei saa jätta ka ekstravakantset iluaeda

Joonis 12-1 Sunkeni aed vanas lubjakivikarjääri

, kus taamal võib näha ka endise tsementitehase põletusahju

Joonis 12-1 Sunkeni aed vanas lubjakivikarjääri

Kokkuvõte

Numbriliselt paevaru on, kuid olemasoleva varu kaevandamise võimaluse saamiseks tuleb mäetöösturitel teha tugevaid jõupingutusi. Tuleb teavitada avalikku sektorit ning eelkõige kohalikke omavalitsusi, kaevandatud maa korrastamise võimalustest ja parandada kaevandamise mainet. Ainult keskkonnamõju hinnangu avaliku aruteluga on raske kohalikke elanikke veenda, et kaevandamine ei riku keskkonda. Kaevandmise mainekujunduse parandamine peaks toimuma eelkõige Eesti Mäeseltsi eestvedamisel: avalikud seminarid, ekskursioonid juba korrastatud aladele, et inimestel oleks võimalik näha, milline võiks hiljem nende kodu lähedal asuv karjääriala välja näha.

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused” ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“.

Viited

1. Karpelin, R., 2007. Sonda auto-motoraja projekteerimisest Põhja –Kiviõli põlevkivikarjääris. Eesti Mäekonverentsi kogumik, lk 20
2. Raudsep, R., Paas- Meie rahvuslik aare.
3. Sokman, K., Viil, A., 2007. Põlevkivikarjääride korrastamise parimad näited. Eesti Mäekonverentsi kogumik, lk 7-11
4. Tomberg, E., 2007. Looduskoolitu lubjapargis. Eesti Mäekonverentsi kogumik, lk 34-35
5. Viilup, H., 2007. Kruusakarjääri kujundamine kalatiigiks, vastavalt omaniku soovile Eesti Mäekonverentsi kogumik, lk 18

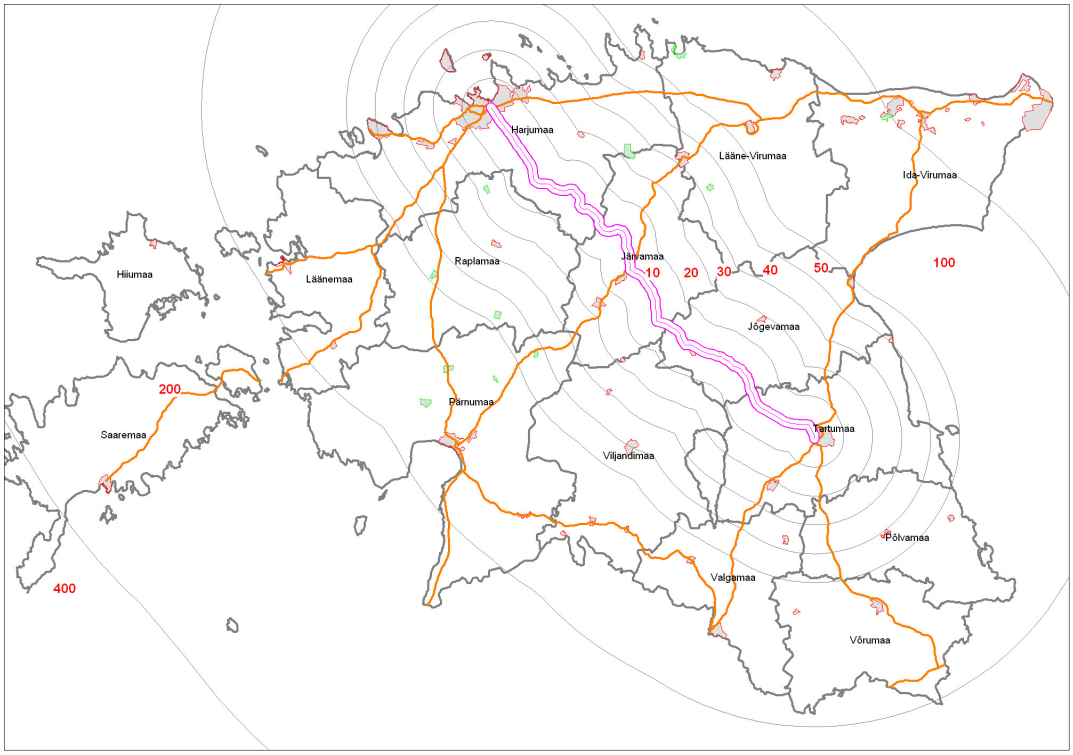
13. KILLUSTAV KILLUSTIK - SETTEKIVIMITEL PAIKNEV EESTI VAEVLEB KILLUSTIKU KAEVANDAMISE HIRMUDES, TEADMATUSES JA EHITUSMATERJALIDE PUUDUSES

Ingo Valgma, Veiko Karu, Margit Kolats

Sissejuhatus

Killustik- mis killustab nii kohalike elanike kui kohalike ettevõtjate, nii autosõitjate kui metsashulkujate huvisid on maavaradest kõige süütum, neutraalsem ja ohutum materjal. Ometi on see väärtuslik kaup, mille hankimine ja töötlemine nõuab teadmisi, otsustusvõimet ja veenmisosavust. Olukorras kus kivimurde ja väikekarjääre nimetatakse kaevandusteks, aru saamata, mille poolest erineb põleva puistanguga fosforiidikarjäär, langeva maa ja keemiatööstusega koos eksisteeriv põlevkivikaevandus või savi, liiva, kruusa või paekivi auk, oli äärmiselt otstarbekas korraldada ühiskonna aktiivseimale ja tundlikumale osale - Talveakadeemial osalevatele tudengitele grupitöö käesoleva artikli teemal. Infopuudus ja uuringute vajadus kõlab kõigi huvitatud isikute arvamusavaldustest [8, 1, 11].

Üliõpilaste keskkonnateemalist teaduskonverentsi Talveakadeemiat korraldatakse juba aastast 2003, tänavune konverents oli kuues. Selleaastane tudengikonverents toimus Pärnumaal Kablis Lepanina hotellis. Talveakadeemia on koht, kus lisaks teadustööde vastastikusele tutvustamisele saavad tudengid oma teaduslikke mõtteid ja häid ideid laiemas ringis edasi arendada ning tegeletakse ka praktilist laadi grupitöödega mida juhendavad eksperdid. Viimastel aastatel on toimunud kaevandamise teemalisi grupitöid, nii seegi kord, grupitöö organiseeris TTÜ mäeinstituut teemal "Killustav killustik“ [15, 10]. Talveakadeemial osalevatel üliõpilastele oli püstitatud eesmärk: analüüsida võimalikke lahendusi Tallinn-Tartu maantee (Joonis 13-1Tallinn-Tartu maantee killustikaluse logistika arvutamise skeem) laiendamiseks, teha arvutusi väidete tõestamiseks ning teha katseid mäendustingimuste välilaboris.



Joonis 13-1Tallinn-Tartu maantee killustikaluse logistika arvutamise skeem

Teedeehitus

Ajast, millal Euroopa Liit hakkas rahastama Eestis tee-ehitus objekte, on tekkinud suurem nõudlus täitematerjalide järele. Eestis leidub suures mahus tee-ehituseks kasutatavaid looduslikke kivimaterjale – lubjakivi, dolokivi, kruusa ja liiva. Puudub aga asfaltsegudes kasutatav tardkivi, mida ostetakse sisse peamiselt Soomest. Olemasolevate kivimaterjalide omadused on sõltuvalt leiukohast väga erinevad. Sellest olenevalt saab neid materjale kasutada ka erinevates teekonstruktsiooni osades. Probleem seisneb selles, et lubjakivi ja dolokivi karjäärid ei suuda ehitushooaja lõpukuudel vajalikus koguses killustiku toota, mis paneb ehitaja raskesse seisu, kuna tööd venivad üle tähtaja. Olemasolevate karjääride regionaalne jaotus on suhteliselt ebaühtlane ning samas on paljud neist juba ammendumas. Samas on ehituskillustik oma odava hinna tõttu kohaliku tarbimisväärtusega toode. Seetõttu on viimastel aastatel esitatud mitmeid uusi taotlusi geoloogiliste uuringute tegemiseks ja/või kaevandamise loa saamiseks.

Probleemid ehitusmaavaradest toodetud kauba tootmisega

Ehitusmaterjalide piisavaks tootmiseks on vaja kasutusele võtta uusi maardlaid. Esitatud kaevandamisloa taotluste alusel algatatud keskkonnamõju hindamised on protseduuriliselt veninud enamasti pikaks, kuna praegu Eestis kasutatakse enamasti lubjakivi kaevandamiseks puur-lõhketöid, mis kutsub tavaliselt esile kohalike pahameele ning seega on raske pakkuda uusi lahendusi, mis rahuldaksid nii keskkonna kui kogukonna vajadusi ja samas oleksid majanduslikult tasuvad.

Peamisteks keskkonda mõjutavateks faktoriteks on:

- kaevandamisest lähtuv mõju põhjaveele, eelkõige selle alandamise näol
- puur-lõhketöödest põhjustatud maavõnked
- hüdrovasaraga kaevandamisest tingitud müra
- purustus-sorteerimissõlmede tööst lähtuv müra ja tolm.

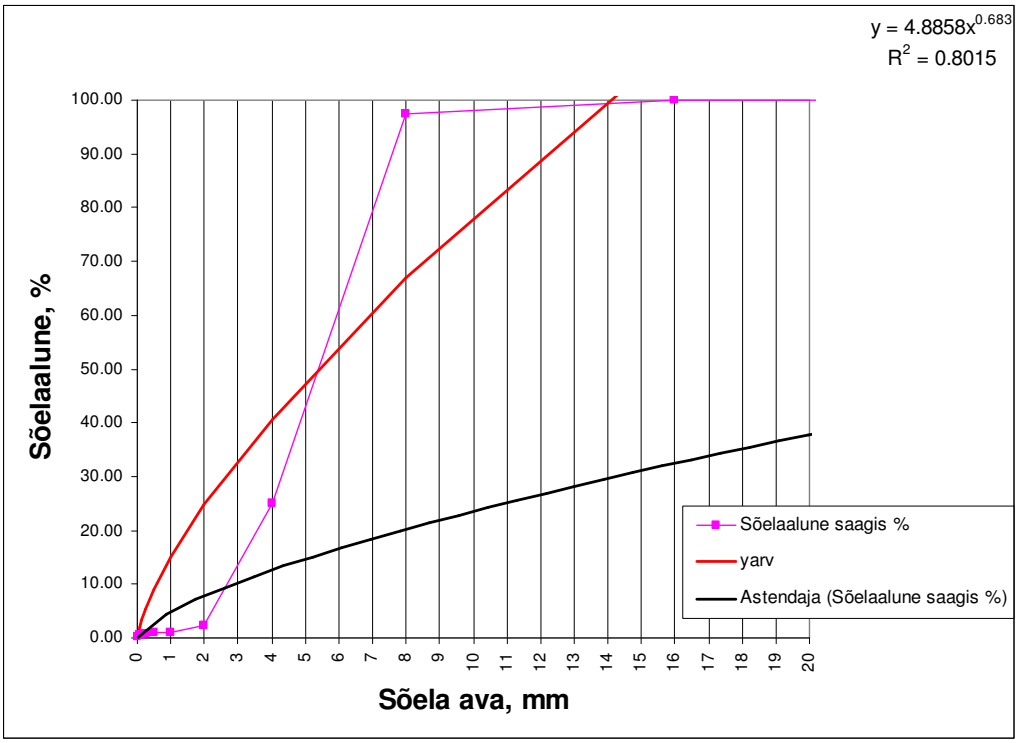
Võimalus – põlevkivi kaevandamisel tekkiva aheraine kasutuselevõtt
Põlevkivikihind sisaldab 50% põlevkivi ja 50% paasi paekivikihtides ja paesuletistes põlevkivikihtides. Viimastel aastatel on alustatud põlevkivi rikastusjääkide ümbertöötlemisega ehituskillustikuks, mille tulemusena paraneb põlevkiviressursi kasutus ja väheneb ka keskkonnatasude mõju põlevkivi kasutamisel. Killustikutehas Aidus töötab alates 2006.a ja Estonias avatakse tehas 2008. aastal. Rikastusjääke on ladestatud aherainemägedesse üle 150 miljoni tonni. Veidi üle 20% aherainest läheb juba taaskasutusse [13]. Uuringute järele on vajadus nii teedeehitajatel kui teistel tarbijatel, kuna kvaliteedi ja veo küsimused on veel suhteliselt lahtised [4]. Lahendamata on ka katendikivimite kasutamise õiguslikud aspektid. Lahendamata ja venivad küsimused on seotud peamiselt nendega tegelevate spetsialistide kutsekvalifikatsiooni tasemega.

Tegevus killustiku grupitöös püstitatud eesmärkide täitmiseks
Grupitöö käigus õpiti lisaks logistika ja mahtude ning kvaliteediomaduste analüüsile tundma TTÜ mäeinstituudi Mäendustingimuste labori välilabori seadmeid, millega uuritakse kivimite tugevusomadusi. Laboriseadmeteks olid: kivimi omaduste portatiivsed määrajad Point Load Test ning Schmidti haamer ja sõelur puistematerjali sõelumiseks. Katsetati erinevaid killustiku fraktsioone, lubjakivi, põlevkivi, graniiti ja randa uhutud kruusaveeriseid. Katsetamise eesmärgiks oli veenduda killustiku tugevusomaduste erinevuses ja nende mõjus teedeehitusmaterjalide kvaliteedile. Välilabori katsetööde tulemused näitasid, et sõelutud killustikufraktsioon vastab esitatud nõuetele (14-1 ja Joonis 13-2)[5]. Schmidti haamriga leitud survetugevus vastab samuti lubjakivile esitatud nõuetele (

Tabel 13-2).

Tabel 13-1Sõelanalüüsi tulemused tabelina

Katsemeetod:		pesemine ja sõelumine		-			
		kuivsõelumine		+			
Üldine kuiv mass, kg			14.10				
Kuiv mass peale pesemist, kg			14.10				
Väljapestud peenosiste mass, kg			0				
Sõela ava, mm	Klassid	S_mass, kg	Kaal, kg	Klassi saagis, kg	Klassi saagis, %	**Sõelaalune saagis %**	Sõelapealne saagis
16		0.00	0.36	0.36	2.53	**100.00**	0.00
8		0.00	10.18	10.18	72.37	**97.47**	2.53
4		0.00	3.20	3.20	22.76	**25.10**	74.90
2		0.00	0.17	0.17	1.22	**2.34**	97.66
1		0.00	0.02	0.02	0.18	**1.12**	98.88
0.5		0.00	0.01	0.01	0.10	**0.94**	99.06
0.25		0.00	0.03	0.03	0.22	**0.84**	99.16
0.125		0.00	0.02	0.02	0.16	**0.61**	99.39
0.063		0.00	0.02	0.02	0.17	**0.45**	99.55
0.001		0.00	0.04	0.04	0.28	**0.28**	99.72
	Summa	0	14.07	14.07	0.94		
	Kontroll	14.07					



Joonis 13-2 Sõelanalüüsi tulemused graafikuna

Grupitöös tehtud arvutused näitasid, et Tallinn-Tartu maantee laiendamiseks läheb tarvis umbes 18 miljonit m^3 teeehitusmaterjale kui teha 4 realine maantee. Trassile kulunud killustiku hinnanguline maksumus on 8,5 miljardit krooni. Kõike seda juhul kui uuendatakse olemasolevat 182 km pikkust Tallinn-Tartu maanteed, uue trassivariandi puhul on materjali kulu ja maksumus veidi erinev. Kaevandamistehnoloogia ja selle mõju ümbritsevale ei oma aga tähtsust, kui tegu pole tundlikus tsoonis e. otsustaja huvisid riivava kaevandamisega. Grupitööst osavõtjad on Joonis 13-3.

Tabel 13-2 Katsetulemused Schmidti haamriga

KATSE ERIANDMED			**Valemid**
Vasara löögi suund kihisuse suhtes	Piki		
Vasara löögi rõhtsalt, nurgaga	α	0	
Löökide arv	n	30	
Keskmine tugevusnäitaja	R	23.7	Tuleb altpoolt
Arvutused			
Korrigeeritud tugevusnäitaja	R_{korr}	21	$R_{korr} = R + a*R^2 + b*R + c$
Tegurid	a	0.0008	
	b	-0.0209	
	c	-3.15	
Kivimi erikaal (tihedus), kN/m^3	d	26	
Tegur	z	0.0526	z = 0.00195 d + 0.0019
Poolfabrikaat	Ln s	3.40	ln s = 2.32 + z R_{korr}
Tulemus			
Survetugevus, MPa	**s**	**30**	s = exp (ln s)
Mõõtmistulemused:			
Keskmine		23.7	

Joonis 13-3 Killustiku grupitööst osavõtjad

Grupitöö tulemuse peamised väited:

- Infot ülesande lahendamiseks on piisavalt, nii varude, kvaliteedi, karjääride paiknemise, tee-ehitusobjektide, korrastamise, võimalike tehnoloogiate ja kaevandamiskogemuste kohta, kuid kuna kriteeriumid on kokku leppimata, siis ei saa ka lahendamise metoodikat kokku leppida, ning lahendus jääb ühekülgseks [14, 17, 16, 3, 6, 7, 12, 9, 18, 2, 19].
- Olemasolevad lubjakivi ja dolokivi karjäärid ei võimalda Tallinn-Tartu maantee laiendamist, selleks on tarvis rajada uusi karjääre[17, 19].

- Panna ehitustegevus seisma ning kõigi karjääride ressursid suunata Tallinn-Tartu maantee ehituseks järgmised viis aastat [3]
- Graniidi survetugevus on 48 MPa
- Paekivi survetugevus on 31 MPa
- Probleemi lahendamine on seotud niivõrd paljude tehniliste, majanduslike, sotsiaalsete ja psühholoogiliste probleemidega, et lihtsat ja rahuldavat vastust leida ei õnnestunud.

Grupitöös osalesid erinevate erialade - geenitehnoloogia, füüsika, mäenduse, maastikuarhitektuuri ja keskkonnakaitse tudengid - tänu millele oli töö arutelu ja tulemuste saamine väga mitmekülgne. Osalejate jaoks vajas põhjalikku selgitust nii ehitusmaterjalide ringkäik looduses, kui tee-ehituse proportsioonid ja mahud[12]. Tagasiside oli positiivne, saadi ülevaade Eesti killustiku situatsioonist ja õpiti kasutama uusi laboriseadmeid.

Grupitöö modelleeris hästi kohaliku elanikkonda, e. tüüpilise volikogu koosseisu, kes koosneb haritud ja aktiivsetest liikmetest, kuid kelle baasteadmiste puudumise tõttu ei saa teha objektiivseid, kalkuleeritud otsuseid maantee-ehitamise küsimustes.

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused" ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine".

Viited

1. Eesti Põlevkivi killustik sihib Saksamaa ostjaid. Ärileht. 28. september 2006
2. Enno Rebane. Eesti ehitusmaterjalide tootjate liit ja maavarad. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 94-96.
3. Helena Lind, Ingo Valgma. Eesti karjäärid. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 34-36.
4. Imbi Ernits-Kaljuste. Aheraine ei pruugi vastata ehituse vajadustele. Ärileht. 12. märts 2008
5. Ingo Valgma, Merike Ring, Janek Järv, Kuuno Pärnoja, Ave-Õnne Õnnis, Margit Kolats. Mäetööde mõju killustiku kvaliteedile. Kaevandamine parandab maad. Tallinn. Eesti Mäeselts, TTÜ mäeinstituut. 2007
6. Ingo Valgma. Ehitusmaterjalide kaevandamise kursuseprojektid. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 56-58.
7. Jüri-Rivaldo Pastarus. Killustiku ja plokkide kaevandamine Maardu graniidimaardlas. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 59-64
8. Koigi vallavolikogu otsustas vaidlustada Vabariigi Valitsuse korralduse [http://www.jarva.ee/?action=article&CatID=289&ArtID=37777] – 23/03/2008
9. Marina Vaganova. Uue lubjakivikarjääri avamine. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 84.
10. Materjal grupitöö läbiviimiseks [http://mi.ttu.ee/talveakadeemia/] – 21/03/2008
11. Nabalasse peab rajama paekivi katsekaevanduse. Ärileht. 10. jaanuar 2007
12. Paul Vesiloo. Killustiku tootmine. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 76-77.
13. Peeter Eek, Rein Raudsep. Kinnisvara & ehitus: Aherainemäed võivad leevendada ehitusmaavarade puudust. Ärileht. 12. märts 2008
14. Riho Iskül. Kunda ümbruse karjääride teine elu. Kaevandamine parandab maad. Tallinn. Eesti Mäeselts, TTÜ mäeinstituut. 2007, 14-17.
15. Talveakadeemia koduleht – grupitööde kirjeldused [http://www.talveakadeemia.ee/2008/index.php?failinimi=grupitööd.txt] – 21/03/2008
16. Tõnis Kattel, Alo Adamson. Uute tehnoloogiate juurutamise suunad (ehitus)maavarade kaevandamisel. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 10-15.
17. Tõnis Kattel. Ehituspae ressurssidest Tallinna ümbruses. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 5-9.
18. Aire Västrik, Allan Koger, Ave-Õnne Õnnis, Helena Lind, Marleen Aigro, Ingo Valgma. Kaevandatud ala hindamine Harku lubjakivimaardlas. Kaevandamine parandab maad. Tallinn. Eesti Mäeselts, TTÜ mäeinstituut. 2007
19. Ülo Mõttus. Ülevaade teedeehitusmaterjalide tootjatest kagu regioonis. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 91-93.

14. KUIDAS PAISTAB KILLUSTIKKU KAEVANDAV ETTEVÕTE INTERNETIS
Margit Kolats, Vivika Väizene

Kes paistab?

Andmeid selle kohta millised firmad killustiku kaevandavad oli võimalik leida Eesti Geoloogia keskuse lehelt, kus oli kirjas maavaravarude bilanss ning oli välja toodud nimekiri kes ja kui palju kaevandas 2005 aastal seisuga, uuemat infot ei leidnud[9]. Firmad valisime toodangumahu järgi ja proovisime vastata küsimusele: „Kuidas paistab kaevandav ettevõte internetis erinevatele huvigruppidele - tavainimesele, kohalikule, rohelisele ja erialahuvilisele. Kõigi kaevandajate kohta ei olnud võimalik infot leida (Tabel 14-1 Killustiku kaevandajad. Kui sisestada interneti otsingusse sõna killustik siis oli võimalik leida killustiku lehel olevat infot [10].

Tabel 14-1 Killustiku kaevandajad

Kaevandaja	Maardla	Maavarakood	Kaevandatud ala, ha 2005. a.	Märkused
Aru-Lõuna lubjakivikarjäär-AS Kunda Nordic Tsement	Kunda	801	335,1	Valitud
Karinu karjäär-Nordkalk AS	Karinu	802	82,5	Valitud
Tolmu I lubjakivikarjäär-AS Limex	Lümanda-Mõisaküla	802	0,1	Ei valinud
Võhmuta lubjakivikarjäär-AS EDK	Võhmuta	802	3,5	Ei valinud
Harku lubjakivikarjäär-AS Harku Karjäär	Harku	803	249,9	Valitud
Kogula lubjakivikarjäär-AS Level	Kogula	803	15,9	Ei valinud
Aru-Lõuna lubjakivikarjäär-AS Kunda Nordic Tsement	Kunda	803	230,3	Valitud
Maardu II paekarjäär-OÜ Starhill	Maardu	803	131	Valitud
Maardu Lõunakarjäär (Marmor)-Maardu Kivi AS	Maardu	803	47	Valitud
Pärtli-Kod. Hillar Müür	Maardu	803	0,5	Ei valinud
Määra lubjakivikarjäär-Padise Grupp OÜ	Määra	803	0,4	Ei valinud
Otisaare lubjakivikarjäär-Kaltsiit AS	Pajusi	803	185,3	Valitud
Otisaare II lubjakivikarjäär-Kaltsiit AS	Pajusi	803	0	Ei valinud
Pusku ehituslubjakivikarjäär-AS Haapsalu Paekivi	Pusku	803	9	Ei valinud

Rummu lubjakivikarjäär-OÜ Erksaar	Rummu	803	0	Ei valinud
Sopimetsa lubjakivikarjäär-Luige Kivi OÜ, Moreen OÜ	Sopimetsa	803	63,9	Valitud
Valkla lubjakivikarjäär-OÜ Põhjakivi	Valkla	803	1,6	Ei valinud
Vasalemma karjäär-Nordkalk AS	Vasalemma	803	167,7	Valitud
Väo-Lagedi lubjakivikarjäär-OÜ Eesti Paekivi	Väo	803	0	Ei valinud
Tondi-Väo lubjakivikarjäär-AS Väo Paas	Väo	803	409,1	Valitud
Väo karjäär-PaekivitoodeteTehase OÜ	Väo	803	232	Valitud
Väo II karjäär-Paekivitoodete Tehase OÜ	Väo	803	178	Valitud

801 - tsemendilubjakivi; 802 - tehnoloogiline lubjakivi; 803 – ehituslubjakivi

Killustikku kaevandavate firmadel veebilehed

Paekivitoodete tehase OÜ (PTT OÜ) on Eesti üks suurimaid looduslikust paekivist ehitusmaterjale tootev ja tarniv firma. Ettevõte varustab hetkel 40% kohalikust turust paekiviehitusmaterjalidega.
Firma on asutatud 1959.aastal. Aasta käive 2006 aastal oli üle 86 mln krooni. Personali suurus on 120 inimest ning aasta toodang üle 1000 000 tonni.
Firma põhitoodang on ehituspaas ja paekivikillustik, mis vastavad eurostandarditele.
Toodangu kõrge kvaliteedi kindlustamiseks on viimastel aastatel investeeritud ligi 40 mlj.krooni.
Paekivi kaevandamise ja ümbertöötlemise kõrge tase kindlustatakse kivi purustamise unikaalse tehnoloogia abil - võimsate hüdrohaamrite Krupp baasil. See kaevandamistehnoloogia - kui tööstuslik paekivi kaevandamismeetod - oli firma poolt kasutusele võetud praktiliselt esimesena maailmas.
Killustiku fraktsioonide kõrge kvaliteet kindlustakse võimsa purustus-sorteerimisliiniga NORDBERG.
Palju pööratakse tähelepanu keskkonnakaitsele.
Meie toodangu ostjad on rahul nii killustiku kvaliteedi kui teenindustasemega.
Aprilli keskel 2006.a. algab ka EIVERE karjääris , mis asub 10 km kaugusel Paidest (vt. asukoht), paekivi kaevandamine ja killustiku tootmine.
Avades selle karjääri loodame, et tootes kõige hästiminevaid paekillustiku fraktsioone (vt. hinnakirja) aidata Järvamaal ruttu ja kvaliteetselt ehitada ja remontida teid ning teisi ehitusobjekte[0, 6].

Välja on toodud peaaegu kõik mida üks inimene tahab kuulda olenemata tema ametist. Keskkonnakaitsjale ja rohelisele on ära mainitud, et pööratakse tähelepanu keskkonnale, kuid puudub täpsem informatsioon, millisel viisil keskkonda säästetakse. Killustikku kasutavale firmale on väljatoodud see, et on väga hea kvaliteet ja loomulikult on välja toodud erinevate fraktsioonide hinnad. Aga kohaliku inimese rahustamiseks pole midagi mainitud nagu näiteks et hüdrovasaraga paekivi raimamine ei tekita kahjustusi inimese varale ega saasta õhku (tolm) vaid on välja toodud, et uue karjääri avamine aitab kaasa killustiku puuduse leevendamisele nii teedeehituses kui ka ehitusel. Erialahuvilisele on ka natuke materjali tehnoloogiatest ja masinatest aga võib öelda, et informatsioon on minimaalne.

OÜ Väo Paas on paekivist killustikku ja müürikive tootev ettevõte Tallinna ja Harjumaa piiril Väos. Asutus tegutseb aastast 1992. Paekivi kaevandamisel ja töötlemisel kasutavad kaasaegset tehnoloogiat, jälgivad keskkonnakaitse ja säästlikkuse nõudeid. On üks väheseid karjääre, kus ei kõrgu hiiglaslikke jäätmemägesid.

Vahendavad diabaaskillustikku Soomest ning graniidist sillutuskive (nn täringukivid) Poolast ja Soomest[3].

Väo paasi põhilised tooted on
- paekivikillustikud
- käsitsi murtud paest tooted (müürikivi, soklikivi, plaadid jms.)
- Soome graniidist sillutuskivid nn. täringukivid
- kaubabetoon
- vähesel määral sõelume kasvupinnast

Lubjakivi kobestamine toimub puur-lõhketöödega ja hoonete läheduses (300m) hüdrovasaraga, kaevandamine ekskavaatoriga. Killustiku valmistamine toimub kaetud sõelte ja transportööridega mobiilse purusti MOBIREX MRK 1315 RR abil. Purustussõlmest asfaltteeni viiv tee väljaspool tarbevaru kontuuri kaetakse tolmuvaba kattega, kuivadel perioodidel karjäärisiseseid teid niisutatakse[2].

Eriti on rõhutatud keskkonnasõbralikkusele ja säästmisele. Kohaliku inimese jaoks on välja toodud, et hoitakse teid korras ja piiratakse tolmu levimist ning hoonete läheduses ei kasutata lõhkamist vaid hüdrovasarat. Ostjale on välja toodud hinnad ja tooted mida tehakse.

AS Reiden Dolomiit
1967.a. juulis anti Pärnu Ehitusmaterjalide Tehasele üle Pärnu Kommunaalettevõtete Kombinaadi alluvuses olnud Anelema dolomiidimaardla, kus murti käsitsi ehituste tarbeks tükikivi. Karjääris töötas tollal 7 töötajat. Anelema karjääris alustati tööstuslikku killustikutootmist 1968. aastal, mil seati üles purustusliin PDSU 200. Teine analoogne liin monteeriti 1975.a. ning kolmas 1978.a. 1991.a. sai Pärnu Ehitusmaterjalide Tehase õigusjärglaseks AS Reiden ning 1993.a. reorganiseerimise tulemusena Anelema karjääri baasil moodustatud AS Reiden Dolomiit. Tänaseks on töös kaks purustusliini, millest üks on rekonstrueeritud 2003 - 2005. aastatel. Karjääris töötab 31 töötajat.
AS Reiden Dolomiit tegeleb dolomiidi kaevandamisega Anelema karjääris. Dolomiidi kobestamiseks kasutatakse peamiselt puur-lõhketöid ning osaliselt ka hüdrovasarat. Suurim tooteartikkel on dolomiidikillustik. Valmistame ka dolomiidipulbrit ja mineraalväetist ANDO[5].

Pole üldse välja toodud mingit infot selle kohta, kas on keskkonnasõbralik või mitte. On vaid toodud lühike kirjeldus firma ajaloost, tooted ning nende hinnad ja tootmisohje sertifikaat kus on välja toodud, et nende killustik on standardite nõuete kohane. Tavainimese seisukohalt mõeldes tundub, et antud karjääris ei tehta mitte midagi keskkonna säästmiseks, aga oma paiknemiselt on ta inimasustusest kaugel, mis on hea, sest siis ei ole probleeme müra ja tolmu levikuga.

AS Harku Karjäär põhikaubaks on erinevate fraktsioonide valikuga pae- ja graniitkivikillustik, lõhatud paekivi, kiviliiv, täitematerjal, täitepinnas.
Killustik on ehitusmaterjalide seas üks kõige vajalikumaid materjale. Paekivikillustiku kasutatakse betooni täitematerjalina, raudtee ballastikihi, teekatendi, dreenkihi jms materjalina.
Ettevõte asub Harjumaal, Tallinna lähedal, on Harku lubjakivimaardlas maavara kaevandusega ja selle töötlemisega tegelev ettevõte[4].
Nii maavarade kaevandamisel, kui ka toodangu valmistamisel kasutab AS Harku Karjäär uusimat tehnoloogiat ja kaasaegseid seadmeid, mis võimaldavad valmistada kvaliteetset toodangut. Kauba kvaliteet vastab Eesti Vabariigi seadusega kinnitatud, nõuetele ja normidele. Toodangule on omistatud kvaliteedisertifikaate.
Harku lubjakivi leiukoha tooret paekivikillustiku tootmiseks iseloomustavad järgmised andmed:
- Keskmine tihedus: 2,62 g/cm³
- Veeimavus: 1,50%
- Survetugevus: 1000 kg/cm²
- Külmakindlus: 50 tsükli
- Terakoostis: 10-25%
- Savi- ja tolmuosade sisaldus: 0,2% - 0,5%

On rõhutatud toodete kvaliteeti ja ostja sõbralikkust „Kogu oma tegevusaja jooksul on AS Harku Karjääri peamiseks ülesandeks olnud ja on ka tulevikus kõike klientide vajaduste rahuldamine kvaliteetse ning mõõdukate hindadega kaubaga". Mainitud ei ole keskkonnakaitset, ega ka seda kas sellega üldse tegeletakse.

AS Kunda Nordic Tsement on 136-aastase ajalooga ettevõte, mis täna kuulub rahvusvahelise HeidelbergCement Groupi koosseisu. AS Kunda Nordic Tsement toodab ehitustsemente ja lubjakivikillustikku ning pakub sadamateenuseid[7].
AS Kunda Nordic Tsement peamiseks tegevusalaks on klinkri ja erinevate tsementide tootmine. Lisaks pakub ettevõte sadamateenuseid ning toodab lubjakivikillustikku.
Tehase naabruses leidub suurtes kogustes heakvaliteedilist lubjakivi ning kodumaine põlevkivi on juba aastakümneid olnud ahjude peamiseks kütuseks. Ettevõttel on suurepärane asukoht Soome lahe rannikul ning tal on oma sadam.
AS Kunda Nordic Tsement on erinevate tunnustatud asutustega sõlminud lepingud toodetavate tsementide kvaliteedi nõuetele vastavuse ja killustiku tootmisohje hindamiseks. Nimetatud asutused väljastavad meile ajakohased vastavussertifikaadid[8].

Enamus infot on tsemendi tootmise kohta. On mainitud, et nad toodavad ka killustiku millele on ka tootmisohje hinnang. Keskkonnakaitsest pole midagi kirjutatud.

OÜ Starhill maavara kavandamise loa taotluses on välja toodu eritingimused ja piirangud.
Kaevandamine toimub reeglina ilma lõhketöödeta hüdrovasaraga kobestades. Karjääri külgedel ripped kõrvaldada kaevetööde käigus. Maastikule tekkivad kahju leevendamiseks rajada karjääri ja tallinna-peterburi mnt. vahelisele alale 2003 aasta jooksul metsariba kooskõlastatult tee valdajaga. Kaevandatud ala rekultiveerida metsamaaks. Karjääri rekultiveerimisprojekti koostamiseks vajalikud tingimused küsida loa väljaandjalt hiljemalt 2010 aastal[10].

Üldist informatsiooni firma tegevuse kohta ei leia ainult Keskkonnalubade infosüsteemist leidsime Maavara kaevandamise loa kus on välja toodud eritingimused ja piirangus mis on kohalikule inimesele lohutavad „Parem midagi kui mitte midagi".

Nordkalk AS on Põhja-Euroopa suurim lubjakivitoodete tootja. Nordkalk tütarettevõtted Eestis alates 1996 aastast. Töötajaid 140, asuvad 4 omavalitsuse territooriumil, kaevandavad 1,6 milj tonni lubjakivi ja dolokivi aastas. Mobiilne purustus-sorteerimissõlm[12].
Kaevandatud ala rekultiveerida tehisveekoguks. Põldude lupjamiseks on lubatud turustada ainult tootmisjääke. Maavara varu on tsemendilubjakivi ja tehnoloogiline lubjakivi aga põhimaavara on lubjakivi[13].
Nordkalk kaevandab ja töötleb lubjakivi tööstuse, põllumajanduse ja keskkonna tarbeks. Lubjakivitooted mängivad olulist rolli paljude elutähtsate toodete toomistes - alates leivast ja lõpetades veega.
Lubjakivi on tuttav materjal enamikule inimestest. Siiski saab lubjakivist väga erinevaid lubjakivitooteid erineva kvaliteedi ja rakendusega. Nordkalki tooted kaevandatakse 5 riigi 20 karjäärist. See tagab turu nõudluse rahuldamise kõigi tooteliikide osas.
Lubjakivi puhastab, neutraliseerib, täidab ja stabiliseerib. Sellepärast on lubjakivi nii oluline ja tihti asendamatu loendamatute kaupade tootmisel. Nordkalk teab, kuidas kasutada lubjakivi ja kirjutada retsept, mis toob edu meie klientidele ja seeläbi ka meile[14].

Ametlikul koduleheküljel on välja toodud tootmisüksused ning põgusalt loendatud tootmiseks vajalikke protsesse. Välja on toodud keskkonnaga seonduvad tootmiseks vajalikud erinevad load ning kodulehel ka lubjakivitoodete kasutamine keskkonnakaitses. Tehnilistest näitajatest on välja toodud purustussõlm, jahvatusliinid ja ahjud, kuid erialahuvilise jaoks jääb palju kindlasti teadmata.

AS Kaltsiit põhitegevusaladeks on paekivikillustiku tootmine ja jaekaubandus. Kaltsiit kaevandab lubjakivi peamiselt Pajusi valla Otisaare lubjakivimaardlatest ning Kalanas asuvas paekarjääris, kus asuvad ettevõtte kaasajastatud killustikutootmise liinid. Ligi 20 aastat Pajusi vallas Pisisaarel tegutsenud paekivikarjäär on Kagu-Eesti suurim killustikuga varustaja, tarnides seda nii tee-ehitajatele kui ka Lõuna-Eesti betoonitehastele. Valdav osa - 80 % läheb kohalike teede ehitusse. Suurimad kogused, mis Pisisaare karjäärist päevas välja veetud, ulatuvad 3700 tonnini, tavapärane päevane killustikukogus jääb 2000 ja 2500 t vahele. Kuus veetakse välja 50 000 t ning terve aasta jooksul ca 600 000 t killustikku [17].
Keskkonnalubade infosüsteemist on leitav kaevandamise luba, jäätmeluba, vee erikasutusluba.

Koduleheküg puudub, kuid Eesti Ehitusturu leheküljelt partnerite alt on võimalik üldist infot saada. Rohelisele: on MTÜ Eesti PakendiRingluse klient[16]. Erialahuvilisele pole tootmisest ega tehnoloogiast midagi.

Moreen OÜ on asutatud 1998. aastal. On 100%-liselt Eesti erakapitalil põhinev firma.
Tegevusaladeks on:

- mineraalmaterjalide varumine, töötlemine ja paigaldamine;
- teedeehitustööd ja teede remonditööd;
- kruusa, liiva ja maa-ainese kaevandamine;
- transporditeenused [14]

Koduleheküljel välja toodud killustiku hinnad, kuid keskkonnahuvilisele või erialahuvilisele puudub vähimgi info.

Maardu Kivi AS on äriregistri andmetel pankrotis[18]. Kodulehte pole, kuid on avalik välisõhu saasteluba[19].

Kuidas paistab kaevandav ettevõte internetis inimesele, kohalikule, rohelisele, erialahuvilisele jne

Killustikku tootvate ettevõtete kohta informatsiooni otsimisel internetist olid ettevõtete kaupa erinevad tulemused, kuid nende põhjal võib üldistada.
Erialahuviline, kes tahab leida põhjalikku infot kaevandava ettevõte kohta ei leia piisavalt infot selle kohta, milliseid masinaid ja tehnoloogiat kasutatakse ega ka teisi iseloomustavaid näitajaid.
Tavainimese jaoks, kes ei ole teadlik killustikku kaevandavate ja tootvate firmade osas, siis on raske leida informatsiooni tegutsevate ettevõtete kohta. Infot võiks ka leida reostuse uuringute kohta mis huvitaks kõiki, et kas on ikka kaevandamine inimestele ja nende varale ohutu näiteks nagu „Kunda piirkonna ja Toolse jõevee ning põhjasetete seire 2007.a", mis toob välja põhjavee seisundi. Erilist huvi pakuks see kohalikele elanikele. Samas võib selline informatsioon tekitada inimestes vastuolu kaevandamise ja sellega kaasnevate ohtude osas. Milleks lubada kaevandada, kui firma ei suuda järgida keskkonnaohutust?
Osadel vaadeldud interneti lehekülgedel on eraldi välja toodud kaevandamisega seotud keskkonna küsimused ning lubjakivitoodete kasutamine keskkonnakaitses.

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused" ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine".

Viited

1. Marina Vaganova. Uue lubjakivikarjääri avamine. Ehitusmaterjalide kaevandamine ja varud. TTÜ Mäeinstituut. 2005, 84.
2. Valter Petersell. OÜ Väo Paas'i poolt kavandatava Ruu uuringuala leviva ehituslubjakivi kaevandamisega kaasneva keskkonnamõju hindamise aruanne.
3. OÜ Väo Paasi koduleht-[http://www.vaopaas.ee/]-28.03.2008
4. AS Harku Karjääri koduleht-[http://www.harkukarjaar.ee/pages/firma_est.htm]- 28.03.2008
5. AS Reiden Dolomiiti koduleht-[http://www.reiden.ee/dolomiit/]-28.03.2008
6. Paekivitoodete Tehase OÜ koduleht-[http://www.limestone.ee/index2.php]- 28.03.2008
7. AS Kunda Nordic Tsementi koduleht http://www.heidelbergcement.com/ee/et/kunda/home.htm-28.03.2008
8. AS Kunda Nordic Tsementi koduleht http://www.heidelbergcement.com/ee/et/kunda/firmast/index.htm-28.03.2008
9. Eesti Geoloogiakeskus OÜ-http://www.egk.ee/egk/?r=r8&ra=r8_2_2_2-28.03.2008
10. Killustiku koduleht-http://killustik.blogspot.com/-28.03.2008
11. Keskkonnalubade infosüsteem-http://klis.envir.ee/klis/per/view_doc?doc_id=12281-28.03.2008
12. Keskkonnalubade infosüsteem-http://jarva.envir.ee/pandiv/Raul-Eenpuu_Karinu_karjaari_laiendus.pdf [28.03.2008]
13. Keskkonnalubade infosüsteem-http://klis.envir.ee/klis/per/view_doc?doc_id=9998 [28.03.2008]
14. Nordkalk AS koduleheküg-http://www.nordkalk.ee/default.asp?viewID=1529 [31.03.2008]

15. Moreen OÜ- http://www.moreen.ee/ [31.03.08]
16. Eesti PakendiRinglus- http://www.pakendiringlus.ee/ee/web/kaupmehele/4 [31.03.2008]
17. Eesti Ehitusturg http://www.eesti-ehitusturg.ee/index.php?leht=19&rn=10034187&PHPSESSID=6bbebab20ef1d155ada12416fc4952ed [31.03.2008]
18. Ärikataloog- http://www.arikataloog.ee/ari.php?lang=et&code=00494030049403&nabnr=49403&mabnr=&show=0[31.03.2008]
19. Keskkonnalubade infosüsteem Välisõhu saasteluba http://klis.envir.ee/klis/per/view_doc?doc_id=31886 [31.03.2008]

15. KILLUSTIKUGA SEOTUD LIIDUD EESTIS JA VÄLISMAAL Karin Robam, Vivika Väizene

Killustikuteema analüüsi tegema asudes vajas EMK2008 orgkomitee informatsiooni Eestis tegutsevate nn. killustikuliitude kohta. Killustikuliiduks nimetatakse siin ühingut, kus suures osas tegeletakse killustikuga. Sõelale jäid Betooniühing, Asfaldiliit, Paeliit, Mäeselts, Ehitusinseneride Liit ja Ehitusmaterjalide Tootjate Liit. Eelnimetatud liidud ühendavad omavahel nii killustiku tootjaid kui ka tarbijaid. Mõni selts, mis ühendab peamiselt insenere, seisab mõlema huvide eest vastavalt sellele, mis ettevõttes mäe- või ehitusinsener parajasti töötab.

Eesti Betooniühing BÜ www.betoon.org
Eesti Betooniühing põhieesmärgiks on betooni kui materjali maine tõstmine avalikkuse silmis ja betooni kui ehitusmaterjali mitmekesisemate kasutusvõimaluste laialdane propageerimine ning tutvustamine. Teisteks eesmärkideks turuosa kasv soodsamate ja funktsionaalsemate lahenduste leidmise ning hea kvaliteedi saavutamise kaudu, betooni ja betoonkonstruktsioonide alase teabe levitamine ja arendustöö toetamine, raudbetoonkonstruktsioonide ja raudbetooni komponentmaterjalide uurimisega, projekteerimise ja tootmise-ehitamisega seotud spetsialistide professionaalsuse tõstmine.

Eesmärkide saavutamiseks esindatakse BÜ liikmete huve suhetes teiste organisatsioonidega, osaletakse betoonitööstust, projekteerimist ja ehitamist puudutavate õigusaktide ja standardite väljatöötamises ning avaldatakse arvamust väljatöötatud õigusaktide ja standardite projektide kohta, koondatakse vahendeid innovatsiooni eesmärgil, korraldatakse täiendkoolitust iseseisvalt, tutvustatakse oma ala uusimaid teadusuuringuid ja praktilisi saavutusi, arendatakse koostöös Eesti Ehitusinseneride Liidu ja Eesti Ehitusettevõtjate Liiduga vastavalt inseneride ja oskustööliste pädevussüsteemi, viiakse läbi parimate betoonehitiste konkursi ja tutvustatakse tulemusi avalikkusele [1].

Eesti Asfaldiliit www.asfaldiliit.ee
Eesti Asfaldiliit on 5. juunil 1991. aastal 14 teedeettevõtte ja 10 teedeinsener poolt asutatud mittetulundusühing, mille liikmed on asfalditöödega tegelevad Eestis registreeritud ettevõtted ja erialaharidusega üksikisikud. Käesoleval ajal on liidul 25 liikmesettevõtet ning 9 üksikliiget. Liidu eesmärk on osaleda teedeehituses erialase teabe kogumise ja levitamise teel ning kaitsta oma liikmete kutsehuve. Liit ühendab vabatahtliku liikmeksoleku alusel asfalditöödega tegelevaid Eestis registreeritud juriidilisi isikuid ja üksikisikuid. Liidu tegevusvaldkonda kuulub nõupidamiste ja seminaride korraldamine, välissidemete arendamine, statistiliste uuringute tegemine oma erialas.

Eesti Asfaldiliit korraldab regulaarselt teabeüritusi nagu asfaldipäevad, erialaseminarid ja vahendab oma liikmetele erialast informatsiooni. Liidu tegevus rajaneb tema liikmete algatusel ja ühisel tegutsemisel, juhtkonna valitavusel ja valitud juhtide regulaarsel aruandlusel liikmete ees. Juhatuse koosolekud on lahtised, neist võivad osa võtta kõik liidu liikmed nõuandva häälega.

Alates 1.juuni 1994 võeti Eesti Asfaldiliit vastu Euroopa Asfaldiliidu (European Asphalt Pavement Association) assotsieerunud liikmeks ning alates 1. jaanuarist 1998 ollakse selle liidu täisliige.
Alates 1. jaanuarist 1996 on Eesti Asfaldiliit ka USA Asfaldiliidu (National Asphalt Pavement Association) välisliige [2].

Paeliit www.paeliit.ee
Eesti Paeliit asutati 23. aprillil 1992. aastal Kuressaares. Paeliidu tegevus hõlmab kõike paekivi uurimise, tootmise ja kasutamisega seonduvat. Liidu põhieesmärgiks on väärtustada paekivi kasutamist ehitus- ja viimistlusmaterjalina, tehnoloogilise toormena ja kunstiloomes. Paeliidu põhikirjalised ülesanded on käivitada paekivi kaevandamis- ja kasutamisalaseid rakendusuuringuid, propageerida võimalikult palju teadus- ja infomahuka toodangu valmistamist, teha paealane teabe kättesaadavaks ning nõustada paeliidu liikmete pädevuse piires [3].

Paeliidu tegemiste põhilised vormid on projektide koostamine ja iga-aastaste paekonverentside korraldamine.
4. mai on paepäev alates sellest, kui 4. mail 1992 kuulutas meie tollane kõrgeim riigivõimuorgan paekivi Eesti rahvuskiviks.

Eesti Ehitusinseneride Liit www.ehitusinsener.ee
9. veebruaril 1991. aastal asutati 124 ehitusinseneri poolt Eesti Ehitusinseneride Liit (EEL). 2008. a. 1. veebruari seisuga on EEL-is 367 individuaalliiget. Liiduga on liitunud ka 2 kollektiivliiget: Eesti Kütte- ja Ventilatsiooniinseneride Ühendus ja Eesti Geotehnika Ühing.

Eesti Ehitusinseneride Liit on eraõigusliku juriidilise isikuna tegutsev Eesti Vabariigi ehitusala inseneride kui üksikisikute vabatahtlik loominguline ühendus.

Liikmeid võib leida ehitusala peaaegu kõikidest sfääridest. Enamik liikmetest töötab projekteerimis- või ehitusfirmades. Üheks olulisemaks liidu ülesandeks on ehitusalase täiendkoolituse organiseerimine.
Vastavalt Kutseseadusele on ehitusvaldkonna inseneridele kutsekvalifikatsioonide omistamise korraldamiseks moodustatud EEL-i Kutsekomisjon.

Aastast 1997 kuulub Eesti Ehitusinseneride Liit Euroopa Ehitusinseneride Liitude Ühendusse (ECCE) [4].
Eesti Mäeselts www.maeselts.ee
Mäeselts on mäemeeste ühendus. Mäeseltsi liikmeteks on mäeinsenerid, eru-mäeinsenerid ja mäetudengid. Mäeseltsi juriidilised liikmed on mäendusega seotud ettevõtted. Juriidiliste liikmete esindajad moodustavad Vanemate Kogu [5]. Mäeseltsi suurüritus on Mäekonverents.
Mäeselts osaleb kõikides kaevandamisega seotud küsimustes läbi oma põhikirjaliste tegevuste.

Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit www.hot.ee/eetl/
Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liit on vabatahtlikkuse alusel ühinenud Eesti Vabariigis tegutsevate ehitusmaterjalide tootmise ja müügiga tegelevate ettevõtete ühendus.
EETL põhieesmärkideks on ehitusmaterjalialase ettevõtluse ja müügi arendamine ning oma liikmeskonna huvide esindamine ja kaitse. Lisaks liikmete esindamine suhetes riigivõimu- ja valitsemisorganitega, ühiskondlike organisatsioonidega ja teiste isikutega, ehitusmaterjalide tootmise ja müügiga tegelevate ettevõtjate ühendamine vastastikuse koostöö baasil, Eestis toodetavate ja turustatavate ehitusmaterjalide nõuetekohasus ja ehitusmaterjalide sertifitseerimine, koolituse ja täiendõppe korraldamine, EETL Liikmete tööks vajalike andmebaaside loomine ja kasutamine, Eesti ja rahvusvahelist ehitusmaterjalide tööstuse turgu kujundavate protsesside analüüsimine, osalemine tööstust, majandust ja ehitust puudutavate õigusaktide väljatöötamises ning arvamuste esitamine väljatöötatud õigusaktide projektide kohta, suhtlemine teiste riikide vastavate liitudega ning liikmeskonna kui tööandjate huvide esindamine tööõiguslikes suhetes ning suhetes teiste tööandjate organisatsioonidega [6].

Killustikuliidud välismaal

Euroopa Killustiku Ühendus - European Aggregates Association www.uepg.eu
Briti Killustiku Ühendus - British Aggregates Association www.british-aggregates.co.uk
Slovakkia Killustikutootjate Ühendus - Slovak Association of Aggregates Producers www.szvk.sk
SBMI Rootsi killustikutootjate Ühendus - SBMI Swedish Aggregates Producers Association www.sbmi.se
Killustikutootjate Ühendus - Quarry Products Association, mis ühendab ligi 90% Inglismaa killustiku tootjatest (QPA) – www.qpa.org
National Stone, Sand & Gravel Association – Rahvusvaheline Kivi, Liiva & Kruusa Ühendus http://www.nssga.org/

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused” ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“.

Viited

1. Eesti Betooniühing BÜ kodulehekülg http://www.betoon.org/ [14.03.2008]
2. Eesti Asfaldiliidu kodulehekülg http://www.asfaldiliit.ee/ [14.03.2008]
3. Eesti Paeliidu kodulehekülg http://www.paeliit.ee/ [14.03.2008]
4. Eesti Ehitusinseneride Liidu kodulehekülg http://www.ehitusinsener.ee/ [14.03.2008]
5. Eesti Mäeseltsi kodulehekülg http://www.maeselts.ee/ [30.03.2008]
6. Eesti Ehitusmaterjalide Tootjate Liidu kodulehekülg http://www.hot.ee/eetl/ [30.03.2008]

16. KESKKONNAKULTUURIST KULTUURIKESKKONNAS
Rein Einasto, Elerin Vende

EESTIMAA PUHTAKS! TEEME ÄRA!
ÜLESKUTSE KILLUSTIKUTOOTJAILE:
JÄRGMISE HOOGTÖÖNA – LAGUNEVAD KASUTUD TEHISKIVIHOONED SÄÄSTLIKULT JA KESKKONNASÕBRALIKULT KILLUSTIKUKS!

Sõites Pakri pangale suurt pankranniku varingut vaatama, möödusime teel neeme tippu mitmest koledast sisselangenud katustega kasarmuhoonest ja väiksemaist lagunevaist ehitustest, avaldas Tallinna Tehnikakõrgkooli Rajatiste õppetooli juhataja ***Jaan Kollist*** järgimistvääriva mõtte – esimesele ESTIMAA PUHTAKS massiüritusele käesoleva aasta 3. mail TEEME ÄRA 2008! võiks sama ürituse teise etapina kohe järgneda:

KASUTUD TEHISKIVIEHITISTE VAREMED ÜLE EESTI ÜLDRIIKLIKU ETTEVÕTMISENA KORISTADA JA KOHAPEAL KILLUSTIKUKS JAHVATADA.

Kodanikualgatus **"Teeme ära 2008"** prügikoristustalgutena 3. mail kujuneb kahtlemata seninägematult tulemuslikuks. Kohalike reostuskollete kõrvaldamine parandab oluliselt keskkonnaseisundit ning annab julgust samas suunas edasi tegutseda. **Tõsine keskkonnareostus pole mitte ainult lahtine metsa alla veetud igat liiki prügi, vaid ka** HOOLDAMATA **KASUTU** KINNISVARA - **mahajäetud kolhoosi- ja sõjaväe kiviehitised** – karjalaudad, kasarmud jt kasutud lagunevad tootmishooned üle kogu maa. Juba nende hoonete püstitamisel tekkis loodusesõbral ja ilusat maastikku hindaval inimesel hingekraapiv küsimus – miks ei planeeritud nende ette kõrghaljastust? Praegu on enamus neist kasutult lagunevad, räämas ja **risustavad tõsiselt kultuurmaastikku.**

Muidugi ei kutsu me üles hävitama aegumatu kultuuriväärtusega looduskivist mõisaansambleid ja taluhooneid, ka siis mitte kui neist praegu on järel vaid varemed. Just nende muinsusväärtusega hoonete kiiremaks taastamiseks soovitame viimase võõrvõimu ajal ehitatud ja praegu kasutuna seisvad ning meie omanäolisi maastikke risustavad tehisrajatised lammutada ning lammutusseadus taaskasutada

Selline ühiskampaania oleks väga sobiv ühendada R**ahvusvahelise Planeet Maa Aasta** maastikuhoolduslike keskkonnaüritustega, olles nii eeskujuks teistelegi riikidele. Analoogiliselt prügikohtade kaardistamisele tuleks kohalike omavalitsustega kooskõlastatult **kaardistada kõik MITTEVAJALIKUD lagunevad kivihooned kogu vabariigis,** need üldriiklike talgute korras paetootjate kaasamisel kohapeal killustikuks jahvatada ja taastoodetud materjal kohalikule tarbijale üle anda. Täitekillustikuks on tulem - silikaat- või punasest tellisest ning betoonist purustusprodukt täiesti kõlbulik. Vanadest kivihoonetest järelejäänud suuri killustikumägesid on positiivsete näidetena tuua mitmeid: veel hiljuti Paldiski sissesõitu kuulutanud Pentagon, mis lahkunud vene sõjaväest küll täies korras maha jäi ja rüüstati meie omade marodööritsemisel; Tallinna Veerenni tööstushoonete kvartal Pärnu maanteeni jt **Selline varem loodud ja nüüd reostusena seisvate väärtuste taaskasutus on samas säästlik ja lohakil kultuurikeskkonda taasväärtustav, kujundades ROHELIST ELULAADI riiklikus ulatuses ka omanike keskel.**
Teiselt poolt on kõigile hästi teada, et **lähiaastail ootab meid tõsine loodusliku paekillustiku defitsiit**, kuivõrd töötavate karjääride tarbevarud on otsakorral. Uute avamine aga põrkub kohalike elanike järjest suuremale ja hetkel ka mõistetavale kollektiivsele vastuseisule, sest seniste kogemuste alusel nad kardavad kaasnevat keskkonnareostust, kaevude kuivaksjäämist, kohalike teede ülekoormamist, tolmu- ja helireostust. Vastuseis teeb tõsiste meetmeteta järjest küsitavamaks **riikliku ressursi väljamise maaomaniku maalt**. Paekillustiku vajadus nii hoonete kui teede ehituses on hoogsa kinnisvara- ja logistika-arenduse tulemusel aasta-aastalt aina kasvanud. Eriti teravaks on olukord kujunemas pealinnas, kus kaks seni põhilist killustikutootjat – Paekivitoodete Tehas ja Väo Paas linna sisse kasvanud Väo karjääris, samuti paetootjad linnast läände jäävas Harku karjääris kaevandavad oma viimaseid kinnitatud varusid. Paljudes riikides **saab kohalik rahvas nende maavarade kaevandamisest riiklikku pensionilisa**, mis vähendab oluliselt vastuseisu kaevandamisele. Meil on kõik eeluurimise ja kaevandamise mured jäetud kaevandaja kaela, nagu

oleks killustikku vaja vaid tootjale äritegemiseks kasumi eesmärgil, mitte rahvale üleriiklike vajaduste rahuldamiseks.

Varemeid on küll tülikas likvideerida, aga...

Kasvava killustikupuuduse leevendamiseks kasutatavad abinõud peavad eranditult olema **keskkonnasõbralikud, säästlikud ja jätkusuutlikud,** kus kasvava tähendusega tõusevad esile põhimõtted **taaskasutusvõimalustest** ka ehitusmaailmas. Varemeid võib olla küll tülikas likvideerida, ent kasu on mitmepoolne. Jääkproduktist kindlasti **olulisemgi on korrastatud kultuurikeskkond nii linnas kui maal**. Kui seda organiseeritult korraldada kogu riigi ulatuses, on tulemused tõesti paljutõotavad. Taaskasutusest tulenev täitematerjal on usaldusväärseks alternatiiviks looduslike täitematerjalide kasutamisele betoonkonstruktsioonides. Kuigi ümbertöödeldud ehitus- ja lammutusjäätmed pole täiendava töötluseta piisavalt kõrge kvaliteediga, et neid loodusliku killustiku asendajana oleks võimalik kasutada kõigil aladel, on **betooni lammutusjäätmed** purustatuna uue betooni tootmisel tänuväärseks täitematerjaliks. Tänapäeval on ka kõrge tugevusastmega betooni võimalik toota keskkonnasäästlikult. Ja rõhutagem veel kord: kivihoonete lammutamistel tekkiv suur jääkmaterjali hulk on taaskasutuse meetmeteta tõsiseks probleemiks ökosüsteemile ja kogu keskkonnale.

Seni on **jäätmete realiseerimine** ehitus- ja lammutustöödel olnud suureks probleemiks. Kui aga ühendada kaks suurt probleemi, jõuaksime positiivsele tulemusele ehk kaks miinust annavad kokku plussi. Uue betooni tootmiseks on nii tänasel päeval kui ka pikemas perspektiivis kriitiliselt vähe looduslikku täitematerjali, samas kui halvenenud kvaliteediga ja vananenud konstruktsioonidega ehitised oma olemuselt ja nende lammutamisega tekkiv suur betooni hulk tekitab suure probleemi keskkonnale. Riiklikult tasandilt peaks **kohalikele omavalitsustele** tulema ettepanek kasutuskõlbmatute kivi/betoon ehitiste kaardistamiseks, lammutamiseks ning taaskasutusse suunamiseks. Üks võimalikke viise selle probleemi lahendamiseks on kasutada jäätmetest saadud betooni täitematerjalina betoonkonstruktsioonides, alternatiivina looduslike täitematerjalidele. Kuigi ümbertöödeldud ehitus- ja lammutusjäätmed pole täiendava töötluseta piisavalt kõrge kvaliteediga, et neid kasutada loodusliku killustiku asendajana kõigil kasutusaladel, on betooni lammutusjäätmed purustatuna uue betooni tootmisel suurepäraseks täitematerjaliks, mis annab võimaluse toota keskkonnasäästlikult kõrge tugevusastmega betooni.

Ümbertöödeldud betooni taaskasutamise populariseerimine

Kohalik omavalitsus otsustab kohaliku kaitse üle, mõtleb välja kuidas saaks vabaneda vastutusest oma haldus territooriumile kaevanduste rajamisest, mõtlemata sellele et killustiku puuduse tõttu on mitmete eesti jaoks oluliste teede-ehitusprojektide realiseerimine ohtu sattumas. Minu arust Tänase päeva seisuga kaalub riiklik kaevandamise vajadus üles looduse puutumatuna hoidmise vajaduse. Kohalik omavalitsus võtab mõnikord kergekäeliselt looduskaitse alla potentsiaalseid paemaardlaid. Kui riigi ja omavalitsuste koostööl määrataks riigi vajadusi rahuldav karjääride võrgustik üle Eesti ning kompenseeritaks vanade betoonehitiste lammutamist, seega annaks ümbertöödeldud betooni taaskasutamine ehitustöödel eelduse probleemi üha süvenevaks stabiliseerimiseks. Ümbertöödeldud betooni taaskasutamine ehitustöödel on tõusev trend.

17. MÄLESTUSI AKADEEMIK ARNOLD HUMALAST
Lembit Uibopuu

Nüüd, kui 10. märtsil möödub 100 aastat Arnold Humala (s. Tudeberg) sünnist, tahan jagada teistega oma mälestusi Tallinna Polütehnilise Instituudi ühest väljapaistvamast professorist. Mul oli õnn aastatel 1965-1967 kuulata ja nautida professor Humala matemaatika loenguid. Ta oli lahkunud hiljuti Teaduste Akadeemia asepresidendi kohalt ja asunud täie ametikohaga TPI matemaatika professori ja kateedrijuhataja kohale. Tema hea maine oli juba teada teiste üliõpilaste kaudu ja see osutus tõeks. Professor Humal oli lühikest kasvu, valge peaga, saabus vaikselt, tegi auditooriumi ees kerge kummarduse ja alustas loengut. Tal ei olnud tugev hääl, kuid kuna auditooriumis valitses täielik vaikus, siis loeng oli siiski hästi kuuldav. Tema loengud olid selged, loogilised ja heas eesti keeles sõnastatud.

Peale lühikest seletust kirjutas professor kogu loengu teksti selges kirjas tahvlile, sealhulgas pöörates tähelepanu ka kirjavahemärkidele. Oli teda, et matemaatika professor oli keelehuviline, võttis aktiivselt osa TA keeletoimkondadest, oli nõudlik terminite kasutamisel. Tihti tuli loengu käigus kasutada varematel loengutel omandatut, aga ka keskkoolis õpitut. Sel juhul tavatses professor lausuda: “Tuletame veelkord meelde...” ja kirjutas ka selle täielikult tahvlile. Nii sai kompaktne konspekt, ilma et oleks tarvidust vajaduse korral abi otsida vanadest konspektidest või käsiraamatutest. Loengute tempo oli aeglane, mille käigus võis selle läbi mõtelda ja “seedida”. Nii sai läbivõetud materjal loengu käigus selgeks, ilma et seda oleks tarvitsenud enam kodus korrata. Siiski tuleb tunnistada, et konspekteerimine ei olnudki lihtne, sest loengu jälgimine ja kaasamõtlemine võttis omajagu aega, mistõttu tuli küllalt kiirelt konspekteerida, et mitte maha jääda. Tänu sellele said väga head konspektid. Kahjuks läksid minu konspektid “rändama”, kui andsin neid teistele kasutada, kuigi tõotati tagastada.

Matemaatika distsipliine loeti meie ajal 5 õppeaasta jooksul. Matemaatikal oli kaks ülesannet. Üheks oli anda nendes matemaatika osades põhjalikum alus, mida tuli kasutada eriala ainete loengutel süvendatult ja hiljem läks vaja oma tulevasel tööl. Professor Humal ütles, et ta oli eriala kateedritega kokku leppinud, millele tuli just suuremat rõhku pöörata. Tänapäeval on selle osa tähtsus vähenenud, sest on kasutusele võetud uued meetodid ja arvutitel kasutamiseks väljatöötatud paketid. Teiseks on matemaatika enam teoreetilised osad, mida ei lähe tarvis vahetult oma tulevasel tööl, kuid mis arendavad insenerile vajalikku loogilist mõtlemist, analüüsivõimet, ettenägelikkust, mis on rajatud eksaktsete loodusseaduste tundmisele. Seda oleks vaja rohkem ka tänapäeva intelligentsile, poliitikutele jne., kuid kahjuks on selle vaegus ilmne. Paljud need osad, nagu näiteks diferentsiaalvõrrandite lahendamine, mis said korralikult omandatud on unustatud, kuid nende lahendusvõtted on säilinud alateadvuses ja aitavad mõtlemisel ning otsuste vastuvõtmisel.

Matemaatika praktilisi harjutustunde viis läbi matemaatik pr. Ingrid Sõrmus, kelle õpetamisviisi hindasid üliõpilased kõrgelt. Kord, kui assistendid suunati koos üliõpilastega kolhoosidesse sügistele põllutöödele, korraldas harjutustunde meie õpperühmale professor ise. Ülesanded, mida ta kasutas, olid võrdlemisi teoreetilised. Ülesande lahendamine seisis selles, et üliõpilane tõusis püsti ning dikteeris professorile lahenduse käiku, kes kirjutas selle tahvlile. Kui see oli vale, siis professor ei kirjutanud, vaid aitas üliõpilase õigele rajale ja siis lahenduse käik jätkus.

Piko-klubis oli sel ajal kombeks korraldada kohtumisi väljapaistvate inimestega. Niisugune kohtumine toimus ka akadeemik Humalaga. Kohtumisele oli kogunenud võrdlemisi väike seltskond, mille tõttu see kujunes intiimsemaks, kus sai esitada rohkesti küsimusi. Professor rääkis oma õppimistest, kusjuures tal oli kaasas ka tunnistusi ja muid dokumente. Muuhulgas ta näitas ka Madridi Ülikooli poolt väljaantud doktoritöö hispaaniakeelset sertifikaati. Asi oli selles, et tulevane professor, selleaegse nimega Arnold Tudeberg, oli end täiendamas koos tulevase keemiaprofessori Adolf Partsiga Göttingeni Ülikoolis, kus nendel oli ühine uurimistöö aatomite kohta. Selles pidi A. Parts tegema keemiat puudutava osa, A. Tudeberg aga lahendama matemaatilise osa. Juhtus aga nii, et Parts läks võimulolevate natsidega nii põhjalikult tülli, et andis endale tõotuse, et ta oma tööd saksa keeles ei avalda. Nii tuli ka Arnold Tudebergil (Humalal) koos Partsiga siirduda Madridi ja kirjutada töö hispaania keeles. Hiljem Saksa okupatsiooni ajal Adolf Parts, olles juba Tallinna Tehnikaülikooli professor, põgenes Rootsi kaudu Inglismaale. Professor Humal hindas kõrgelt Göttingeni Ülikooli ja nende professoreid, kellest paljud olid naisterahvad.

Professor Humal oli omandanud hariduse Eesti Vabariigi koolis ja ülikoolis, oli tuttav ka Euroopa intelligentsi kultuuriga ja see paistis silma tema käitumises üliõpilastega. Professor Humal ei olnud

dissident, vaid käitus kui demokraatlik humanitaar, ignoreerides selgelt parteipoliitilist retoorikat. Nii paistis see üliõpilase seisukohast vaadates.

Enne sõda oli professor Humal avaldanud raamatu “Finantsmatemaatika”. Loomulikult seda ei saanud enam kasutada sotsialistliku majanduse tingimustes, kuid ta ei püüdnudki seda loengutsüklit kohandada vastavalt nõudmistele ja siirdus hoopis poliitikavabale üldise matemaatika alale. Kahjuks ei avaldanud professor oma suurepäraste loengute alusel raamatuid. Mis põhjustel, ei tea?
Professor Humal oli omaaegse Tallinna Polütehnilise Instituudi kõige euroopalikum professor.

18. PÜHA BRIGITTA PAEMURD
Enno Reinsalu

Epiloog

Kuuskümmend aastat tagasi avastasin oma esimese maardla. See juhtus karja- ja marjamaal Pirita-Kosel, Lasnamäe nõlva ja Varsaallika oja vahel. Tollal puhtaveelise, kirpvähkidest kubiseva oja liivapõhjalt olime leidnud mündisuurusi musti killukesi. Kasutasime neid mängurahana. Teadmata, millega tegu, nimetasime neid teemantideks, sest vääriskivide leidmine oli jõest lugemishimulistele poisikestele teada. Peale mustjashallide killukeste tuli üliharva ette ka punaseid. Need olid meil eriti hinnalised.

Edasistel rännakutel Lasnamäe nõlval jõudsime kohale, kus Katleri oja alla tuleb. See on Purde teest sada meetrit läänes. Oja alumine astang oli kunagi olnud kindlustatud paemüüritisega ja küllap oli seal olnud vaatamisväärne juga. Meie ajaks oli tugimüür lõhutud, võimalik, et õhitud kui potentsiaalne laskepesa. Selle tagant avastasimegi paksu lademe musta kilta, millest seni olime leidnud vaid killukesi. Võite ette kujutada, kuidas meie mänguraha devalveerus… Peale selle, kahe astangu vaheliselt platool, mis tollal oli rohumaa, mitte lagavõsa nagu praegu, leidus mutimullahunnikutes ka punaseid kilde. Niisiis, mustad killud olid ojja tulnud kivimilademest, mille nime kuulsin alles kümme aastat hiljem tudengina ja mille õige nimetuse suhtes pole geoloogid seni kokku leppinud. Kust aga pärinesid punased killud, hakkasin aimama alles neljakümne aasta pärast, kui nägin Maardus põlenud diktüoneemaargilliiti. Oma avastust, musta argilliiti ehk konnatahvlit kasutasime nikerkivina ja sellest tehtud taieseid lakkisime piimohaka mahlaga. Aga see on teine lugu. Samuti ka küsimus, kust tulid põlenud diktüoneema killud.

Lasnamäe – murdude maa

2007. a mäekonverentsi artiklis näitasin kaardil, kuidas Lasnamäe paepealsel oli kivimurd kivimurru kõrval [1]. Igal talul oma ja peale selle veel „priimurd“ Seli ning Kuristiku küla vahel. Küllap sealt tekkiski praeguse linnaosa nimi: Priisle = „prii Seli“. Nüüd on paepealne täis paneelmaju, kus keegi ei tea, et elab kaevandatud maal. Aga vanu murde, nii loodustunuid kui rekultiveerituid, leiab elamute ja klindi vahel ridamisi.

Kas Pirita kivimurd?

Lasnamäelt Pirita poole vaadates hakkasin mõtisklema, kust murti Pirita kloostri ehituskivi. Seda pidi olema päris palju - vähemalt 20 tuhat kantmeetrit murdu. Minu küsimusel on mitu mäemajanduslikku tahku. Esiteks, paekivi on kohalik ehitusmaterjal, mille vedu kaugelt on kallis. Aga kloostri juures murdu olla ei saanud – maapõu on selline. Kloostrist linnulennult nelja kilomeetri kaugusel on Viimsi paepealne, ent seal sellist ehituskivi ei ole. Kaks kilomeetrit kloostrist edelas on Tallinna põhjamurd. Seega üsna lähedal, kuid üle jõe. See raskendas kivivedu. Aga mis olulisem – põhjamurd oli linna maal, klooster ehitati Ordu maale. Siinkohal tulekski rõhutada, et juba keskkajal, ja isegi varem ei saanud maavara kaevandada ilma loata, pealegi võõral maal.

Pirita kloostri kodulehel on kirjas, et kuigi alustati 1407. a, „kulus siiski veel kümmekond aastat, sest alles 1417 saadi esimene paemurruluba… Kloostri keskne ehitus - kirik - pühitseti sisse 1436. aastal. Ehitustegevus jätkus … kuni 16. sajandi alguskümnendini“ [2].

Siis tekkiski mul hüpotees, et Katleri vaheplatoo võis olla kivimurd. Tunduvalt suurem kui arvukad talumurrud piki ülemist astangut Tallinna põhjamurrust Väo mõisani. Kui Katleri all oleks olnud Pirita kloostri murd, siis sealt oleks olnud jõeni allamäge veidi üle kilomeetri. Lükati kärestiku alt oleks saanud kive vedada veel kilomeetri võrra jõesuu poole – suvel parvega, talvel reega. See on minu mäemajanduse tavaülesanne – leida optimaalne veotee kaevandamiskohast tarbijani. Antud juhul siis vastupidises seades – leida lähim murd veo seisukohalt.

Pöördusin 2006. a suvel küsimusega asjatundjate poole ja tekitasin e-diskussiooni. Tsiteerin huvitavamaid katkendid meie e-kirjadest

Marika Mägi, TLÜ arheoloogiaprofessor:

„Omalt poolt võin vaid öelda, et alates 17. sajandist, kui on juba täpsemaid kaarte, seal minu mäletamist mööda enam kivimurdu polnud … Aga kui 15. sajandil sealt kive võeti, ei peagi see enam 17. sajandi kaartidel kajastuma. Kasutaks ühtlasi juhust ja küsiks, kust teie arvates toodi kivid Iru linnamäe ehitamiseks? Viimane järk seal on pea täielikult kivist, mis pidi ju kusagilt toodama [4]. Olen selle küsimuse üle ise vahel mõtisklenud, kuid minu teadmised geoloogiast on võrdlemisi puudulikud."

Juhan Kreem, Tallinna linnarhiivi teadur:

„Kivimurdmist Pirita tarbeks kajastavad kaks kirja. Üks neist (1417/16 dateerimine on vaieldav), palub, et tallinlased lubaks omaltpoolt kivimurdmist. Niisiis … see pidi olema linna maal. (Ehk seda maksab siis otsida Waxelbergi kaardilt). Samas räägib see kiri, et rüütelkondki on lubanud paemurdmist, mis tähendab, et see (teine) murd võis asetseda ka mujal (ma ei tea kas rüütelkonnal oli linnasarases mingeid paemurruõigusi, välistada seda ei esialgu ei maksaks).

Teine kirjadest, 1437, 18. okt, on ainult meistri kiri linnale, mis palub luba paemurdmiseks ja need pidid olema linna karjäärid."

Kersti Markus, TLÜ professor:

„Helle Perensiga avastasime, et Harju-Risti pikihoone ja Niguliste kiriku koori ehitamisel on kasutatud sama kivi. See erineb tavapärasest Lasnamäe kivist oma tumeda värvusega. Kusagil mujal ta seda ehitistes pole näinud [5]. Mõlemad ehitised pärinevad samast ajast, so 15. algusest. Ta ei osanud alguses selle Harju-Ristiga midagi peale hakata. Kui ma aga rääkisin talle oma kontseptsioonist, et nii Niguliste kui ka Risti kiriku ehitamise taga võivad olla samad meistrid, siis läksid asjad iseenesest paika. Pirita ehitamist alustati kohe pärast Niguliste valmimist. Eks siit tekivadki küsimused, miks ühed ehitusmeistrid kasutavad ühtesid, teised teisi murde. Eks transport ole muidugi üks olulisemaid tegureid. Vaatasin praegu Raami ja Tamme Pirita kloostri raamatut ja seal seisab: ".. Liivi ordumeistri vahendusel saadi linnalt ka esimene luba nende kivimurdudest Lasnamäelt paasi murda." Kindlasti oleks vaja originaalteksti vaadata. Aga selge on see, et paasi murti linna maalt. Klooster ise asus aga ordu maal. Järelikult peaks välja uurima kelle maale oletatav kivimurd jääb."

…ja veel Kersti Markuselt:

„Harju-Risti jääb Vasalemma alale, kuid see kivi on ehituseks kehv. Seda on Padise kloostris hästi näha. Seepärast Helle oligi algul nii nõutu, avastades Ristist Lasnamäe kivi. Seda on kasutatud just võlvimise juures. Lasnamäe paasi veeti ju eksportartiklina välja. Minagi olen mõelnud kuidas see kivi Ristile jõudis, ilmselt olid valmistahutud detailid."

Ivar Leimus, TLÜ vanemteadur:

„Kui linnalt saadi luba pae murdmiseks, siis on ju selge, et murd asus linna maal, vastasel juhul poleks ordumeistril tarvis olnud vahele astuda. Meistrid ju ka puha linlased kõik."

Rein Einasto, TTK professor:

„Enno hüpotees vajab kontrolli, seni oli minul ainsaks allikaks omas mõttes Lasnamäe Põhjamurd, mille ülemisteks kihtideks on Muldvalged, alumisteks Põhjapunased koos Pukisarvega, mis Karl Orviku nimetas Dolomiidipangaks koostise alusel. Kuna Kloostri müüride alumises pooles põhjapunased puuduvad, arvasin, et võeti ülemisest osast ja alles keskelt tuleb pruunide kivide esinemine - on jõutud põhjani. Selline loogika kehtib kindlasti ka teiste murdude kohta. Kivi veeti linnamüüri tarvis põhiliselt talveteega, mida Pirita jõgi ei takistanud. Aga arhiiviandmeid mul pole, oleks ülimalt oluline mingite kirjalike lepinguteni arhiivides kaevuda."

Nii sain soovitusi hüpoteesi kontrollimiseks, ent selgust mitte.

[4] Katleri platoolt Iru linnamäeni on peaaegu kolm kilomeetrit. Küllap oli linnuseehitajatel lähemalt murda.
[5] Seda erimit kirjeldab Helle Perens oma raamatus „Paekivi Eesti ehitistes II", EGK, Tallinn, 2004, leheküljel 45 [3].

Katleri astang jääb Waxelbergi kaardilt välja. Tsiteerin viitematerjali [4, lk 208…209], mis käsitleb fortifikatsioonileitnandi Samuel Waxelbergi 1688. a kaardi piirikirjeldust. Linna piir kulges „ merekaldalt Pirita …jõe suudmest, … jõge kaudu … „Kose suvemõisa…“ idapoolse piirini…mäenõlva aluse allika juurde…jõe lõunapoolsel kaldad asetseva suure punase kivini, mille ühele küljele raiuti 1458. a linna tunnusmärgina kilp ristiga… ja teisele kloostri tunnusmärgina – rist rõngaga keskel. Sellelt … siirdus piir Lasnamäe nõlva all asuvale Varsaallikale… ning sealt Lasnamäe loopealsel asetsevale piirikivile. …piirikivilt pöördub piir lõunakagusse suurele „Mustakivi“ nimelisele rändrahnule.“

See tähendab, et 17. saj lõpul oli kõnealune koht linna maal. Kuid varem ei pruukinud olla, sest oli olnud ka „Pirita kloostri abtissi Konegundi …ning Tallinna rae vahel sõlmitud kokkulepe Väo küla ja kloostrimaade vahelise piiri kohta 8. septembrist 1458. aastast“ [4, lk 207]. Võib ju turgutada end oletusega, et tolle lepinguga anti ammendatud paemurd linnale.

Kolleeg Einasto seisukoht tundub tõepärane, kui teada, et põhjamurrust viib Pirita suunas alla Mäe tänavat pikendav õõnestee. Kuid see tee, geoloogidele tuntud ka kui Suhkrumäe paljand, olevat rajatud alles 1876 a [5, lk 184] [6].

Kindlasti veeti peamine kogus ehituskivi talveteega ja siis sai tugeva jääga ka hõlpsalt üle jõe. Kuid Juhan Kreemi kiri jätab siiski võimaluse ka alternatiivsele, ajutisele murrule.
Asusin kõnealust paika lähemalt uurima.

Joonis 18-1. Jüssi murru sein Varsaallika kohal

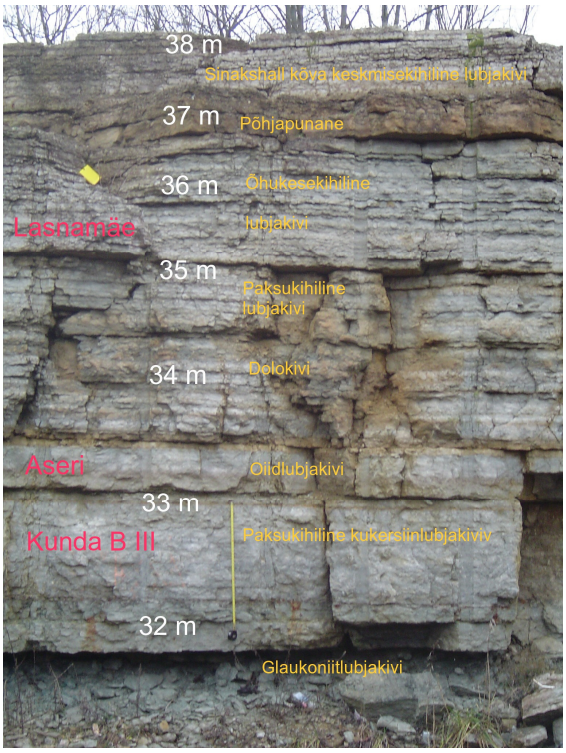
Purde teest pool kilomeetrit lääne-kirdes on vana murd, nimetagem seda talu järgi Jüssi[7] murruks. Seda on kirjeldanud Jürgenson ja Möls [6, joonis 3 ja lk 17].

Oletan, et suutsin markeerivad kihid identifitseerida (Joonis 18-1). Seega võiks paljandis tegu olla selle osaga ehituspaest, mida varem nimetati Lasnamäe lademe ülemise osa alumisteks kihtideks. Praegu on need vist Kostivere kihistiku alumine osa ja Pae kihistu (Põhjapunased ning Pukisarv).

Jüssi murru ja Purde tee vahel on klinti lõhutud süvend, mis praegu (2008. a) ootab Mustakivi tee pikendamist Kose suunas. Paljandi ülaosas on näha samu kihte, mis Jüssi murruski. Põhjapunaste (Pae kihistiku, Karl Orviku Dolomiidi panga või Keskdolomiidi) all tulevad järjest Lasnamäe alumised kihid: Rebala kihistik ning Aseri, Kunda ja Volhovi lademed. Kihid on pildile kirjutatud nii, nagu seda on teinud kolleeg Rein Einasto Väo karjääri paasi kirjeldades.

Absoluutkõrgused (m) on ligikaudsed. Peamiselt seepärast, et kasutatud GPS-seadme mõõtmistäpsus on ±1 m, aga ka sellest, et kanjonis on sateliitmõõdistamise viga suurem kui lauskmaal. Pildistatud on alt üles, sestap on ka foto ülemised meetrid lühemad kui alumised. Ent GPS-iga külastatud geodeetilised punktid üleval ja all lubavad kõrgusmärke ligilähedaseks pidada.

[6] Viidatav entsüklopeediaartikkel on mõistetav mitmeti, välistamata võimalust, et too õõnestee võis ka varem olema olla. Õõnestee – kunagi kohatud mõiste, mida praeguses sõnastikus ei ole. Tähistame sellega risti või paralleelselt järsakuga süvistatud teed, mida ehitistes nimetatakse rambiks. Klindiastangul üsna levinud.
[7] Seotud tuntud loodusvaatleja ja fotograafi Fred Jüssi suguvõsaga.



Joonis 18-2. Mustakivi tee süvendi idakallas.

Mustakivi süvendi alumine ots on käesoleva kirjutise objekti – oletatava ajaloolise kivimurru põhja tasandil. GPS-mõõdistamise järgi on platoo tasand 30…35 m kõrgusel. Kui jääda arvamuse juurde, et tegu on loodustunud kivimurruga, siis võis see olla analoogiline Põhjamurruga, kus Karl Orviku 1933. a teksti tsiteerides: „murtakse ehituslubjakivi 4 m paksuses, kusjuures alumisimaiks väljamurtavaiks kihtideks on ehituslubjakivi dolomiidistunud kihid“ [7, lk 89].

Kogu kõnealuse platoo pindala on ligikaudu 15 ha, mille ressursimahutavus oleks olnud üle 50 tuh m^3 murdu.

Joonis 18-3 Kahemeetrine astang Katleri kooli kohal.

Kas see ikka oli murd?

Ei pruugi olla, sest Pirita orus voolanud ürgjõgi ja meri selle suudmes võisid luua mitmesuguseid astanguid. Loodusliku tekke poolt räägib, et just selles kohas jõuab astanguni üks kahest Lasnamäe klindineemiku loode-kagusuunalist nõost – üks kunagistest voolusängidest. Selle viimane nire, Tondi rabast alanud Katleri oja kuivas pool sajandit tagasi koos rabaga. Pealegi, koht on karstunud - tähelepanelikud karjapoisid nägid liivakivis lõhesid, kuhu vesi klindi all lahkus enne Varsaallika ojani jõudmist. Mere murrutavale mõjule viitab ka rannavalli jäänuk Katleri kooli kohal. Karlova (Katleri) mõisa 1862. kaardil on sellel kohal kruusaaugud, mis valli ammutasid.

Kuid teisalt - kas selline püstne kallas, nagu kõrval pildil, sai tekkida juhul, kui allpool on kaljuplatoo? Kui all oleks murrutustundlik liivakivi, siis küll. Nii et võib olla ka murd, sest tihti alustati kivi võtmist just looduslikest seintest, nii nagu see oli toimunud Härjapea jõe juures Ülemistel. Kanjoni seintes on kivi värskem, seega ka sobivam ehitamiseks. Kui alustada järsaku seinast, siis tekib kallasmurd, mitte auk. Kallasmurrust oli kergem vett ära juhtida, tänu millele sai võtta sügavamale. Kallasmurrust oli kergem

jääke kõrvale lükata. Siis saab platoo perv lauge, just selline, nagu kõnealusel kohal. Tüüpilised kallasmurrud olid Lasnamäe serval Tartu maanteest Kadrioruni.

Joonis 18-4 Fotomontaaž Laagna tee algusest

Epiloog

Kui olin hakanud joonisel 3 kujutatud kohas „maa peale“ ronima, tõmbas oks mult mütsi. Rummule kukkununa veeres see kui ratas 15 m allapoole, kohta X :6590800 Y:547878, kus kohe avastasin ühe Peeter Suure merekindluse stolli kinni müüritud suudmetest (järgmine foto). Nahkhiireuurijate ebalevate teadet kohaselt pidid need olema paar kilomeetrit ida pool. Selle avastusega sain selguse ka karjapoisipõlves tekkinud küsimusele – kust oli pärit savi kalda all kuhelikes. Nüüd tean, et stollidest. Stollid on korraliku müüriga suletud ja neisse ei pääse.

Joonis 18-5 Panoraamfoto ühest kinni müüritud Peeter Suure merekindluse stollidest klindiastangus Katleri all.

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused” ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“.

Viited

1. Reinsalu, E. 2007. Elu võimalikkusest kaevandatud aladel // Kaevandamine parandab maa, Eesti mäeselts, TTÜ mäeinstituut, 41…44.
2. http://www.piritaklooster.ee/kloostri_ajalugu.html (2008-02-19)
3. Perens, H. 2004. Paekivi Eesti ehitistes II, EGK, Tallinn, 143 lk
4. Alamaa, E., Kivi, A. 1966. Tallinn II // Linna asustus ja ehitusajaloolisi materjale seitsmes köites, Eesti Projekt, Tallinn 1966, 297 lk.
5. Suhkrumäe paljand. Entsüklopeedia Tallinn, 2. köide. lk 184.
6. Jürgenson, L., Möls, E. Mineraalsetest ehitusmaterjalidest Eesti NSV-s // Teaduslik kirjandus, Tallinn, 1946, 1356 lk
7. Orviku, K. Maavarad. Loodus, Tartu, 1933. 173 lk.

19. MÄETUDENGI ÕPPETÖÖ JA TEADUSTEE MÄENDUSE JA GEOLOOGIA TEADUSKLUBIS

Veiko Karu

Sissejuhatus

Tallinna Tehnikaülikooli üliõpilaste ja mäetudengite teadusklubilise tegevuse ajalooline ülevaade on kirja pandud juba varemalt [1]. Käesolev artikkel teeb ülevaate 2007/2008 aastal toimunust ja teadusklubi põhiväärtustest.

Teadusklubi põhiväärtused

Teadusklubi projektid on haridusliku taustaga ning nende teaduslikkuse eest vastutavad õppejõud. Teadusklubi on mõeldud tudengite haridustee mitmekesistamiseks, et õppetöö ei koosneks vaid loengutes/harjutustundides käimises, vaid annaks lisaväärtust. Klubi raames tehtav tegevus on mõeldud teadusest huvitatud tudengitele, kes soovivad end arendada loovtegevuse valdkonnas. Teadusklubi üldine tegevus on seotud sellega, et õppetöö saaks seotud tihedamalt praktikaga. Teadusklubi juhendajad (õppejõud) täiendavad oma kogemusi tudengite suunamisel ja juhendamisel ning tutvuvad paremini tudengitega ning näevad millistes on potentsiaali saada valitud eriala tippspetsialistideks.

Tegevuse peamised eesmärgid

- Akadeemilise personali järelkasvu tagamine, noorte/uute töötajate asumine TTÜ-sse tööle
- Võimalike uute töötajate selgitamine ja kaasamine teadustöösse
- Magistrantide ja doktorantide kaasamine õppe- ja teadustöösse
- Töötajate ja tudengite õppe- ja teadustöö tegemise motivatsiooni parandamine
- Praktika ühine korraldamine
- Koostöö parandamine Eesti ja välismaa ülikoolide ja instituutide noorteadlaste vahel

Need on vaid mõned eesmärgid, mida teadusklubi suudab tudengile pakkuda tema arendamiseks ja õppeasutuse kvaliteedi tõstmiseks.

Neljapäevak – arendustöö uutmoodi

Seoses teadusklubi tegevuse aktiivse arenemisega sai TTÜ mäeinstituudis korraldatud õppetöö järgnevalt, et neljapäevane päev on õppeainetest vaba ja sel päeval toimub Mäenduse ja geoloogia teadusklubi tegevus (teaduse populariseerimine). Kogu tegevus läheb tudengitel õppe- ja teadustööna arvesse ja seega saavad nad reaalselt teadusklubis tegutsemise eest ainepunkte. Neljapäevak on õppe- ja teadustöö vorm, mis on vaheldusrikas, huvitav ja kasulik kõigile tudengitele ja õppejõududele. Igal neljapäeval pakub TTÜ mäeinstituut oma tudengitele võimalust osaleda nii väli-kui sisetööl. Välitööl külastatakse mõnda mäendusega seotud või geoloogilist objekti ja tehakse mõõdistusi. Sisetööl tehakse katseid instituudi kivimilaboris ja MGIS laboris, on võimalik õppida mäendustarkvarade kasutamist.
Lisaks toimub neljapäeviti seminar, kus tudengid saavad tutvustada enda lõpu-, aine- või teadustöid.

Mis kasu on neljapäevakust?

- saab arendada oma erialaseid kogemusi
- kogu tegevus läheb õppetööna arvesse ning mõjutab õppeedukust mäeinstituudis
- neljapäevakute raames saab läbida Mäe-õppepraktika []

Tegevus 2007/2008 aastal

Teadusklubi tegevuse käigus töötavad koos kõikide tasemete üliõpilased ja õppejõud. Tehtavate tööde tulemused kantakse ette TTÜs nii mäeinstituudi kui Mäeseltsi ning Geoloogia Seltsi seminaridel ja erialainstituutide seminaridel. Tööde tulemused avaldatakse internetis (http://mi.ttu.ee/teadusklubi),

erialakogumikes (http://www.maeselts.ee/kogumik) või spetsiaalsetes (http://www.talveakadeemia.ee/) väljaannetes.

Ülevaade huvitavamatest tegemistest:

Juuni 2007
Mäenduse ja geoloogia teadusklubi tunnustas tublimaid koostööpartnereid ja teadusklubilisi.

Tublimad koostööpartnerid:
- TTÜ mäeinstituut
- TTÜ üliõpilasesinduse Haridustoimkond ja Projektikonkurss

Tublimad teadusklubilised on:
- Allar Aamer
- Janek Järv
- Ole Sein
- Ave-Õnne Õnnis
- Martin Kaljuste
- Karin Robam
- Mikk Sarv
- Reili Pärnasalu
- Helis Vahtra
- Vivika Väizene

Õnnitleme laureaate!

Jaanuar 2008
Õpiti tundma elektrontahhümeetrit

Joonis 19-1 Tudengid tahhümeetrit uudistamas

Märts 2008
Välitöö: Heidi Soosalu juhtimisel seismoloogia ja seismojaam

Joonis 19-2 Mäeinstituudi dotsendi Heidi Soosalu juhendamisel tutvuti seismograafidega ja seismojaamaga

Kokkuvõte

Teadusklubi tegevus on kestnud üle kahe aasta, selle jooksul on toimunud palju erinevaid üritusi: välitööd, sisetööd, seminarid, konverentsid, konkursid. Üliõpilased on esinenud ja osalenud Talveakadeemial, Eesti Mäekonverentsil ja Eesti Geoloogia Seltsi seminaridel ja rahvusvahelistel konverentsidel ning osalenud nende korraldamisel.

Tehtavaid töid saab kasutada ja nende tulemused kajastuvad:

- Instituudilt teadustöös
- Noorteadlase isikliku bakalaureuse/magistri/doktori teadustöö tulemusena
- Teadustöö populariseerimiseks (seni väga edukaks osutunud)

Joonis 19-3 Teadus algab mõõtmisest. Ave Õnnise foto**.**

Artikkel on seotud uuringutega ETF Grant ETF7499 „Säästliku kaevandamise tingimused” ja SF0140093s08 „Maavarade säästva ja talutava kaevandamiskeskkonna loomine“.

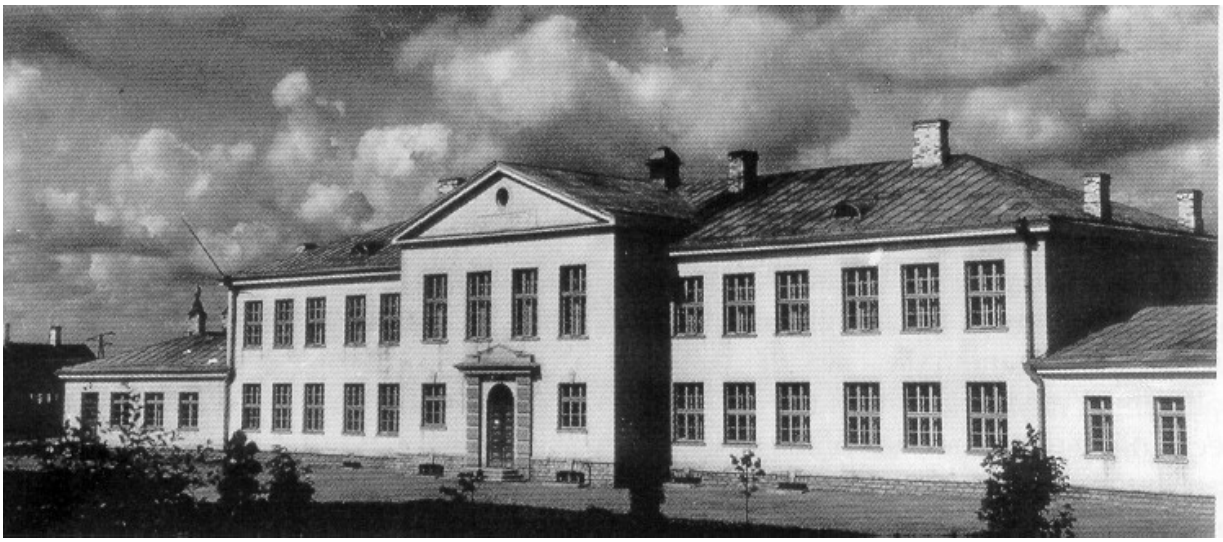
Viited

1. Karu V. (2008). Mäeõppe kvaliteedihüpe Mäenduse ja geoloogia teadusklubis. – *Kaevandamine parandab maad*. Tallinn: Eesti Mäeselts, TTÜ mäeinstituut. CD kogumik
2. Karu V. (2006). AKM0110 Mäe-õppepraktika laiendatud ainekava. [http://www.ene.ttu.ee/maeinstituut/aineprogrammid/akm0110.htm] – 30/03/2008

20. TTÜ MÄEINSTITUUT 70
Enno Reinsalu

Alfred Reieri, Lembit Uibopuu, Alo Adamsoni jt materjalidele tuginedes

Kuni 1938. aastani toimus mäeõpe Jõhvis, Virumaa kaevanduskoolis. Selles, 1932. a. mäeinsener Oskar Vuhti initsiatiivil asutatud õppeasutuses koolitati steigereid ja oskustöölisi. Steigeriks tuli õppida töö kõrvalt kolm aastat ja saadud haridus vastas tänapäevasele bakalaureuse kraadile.



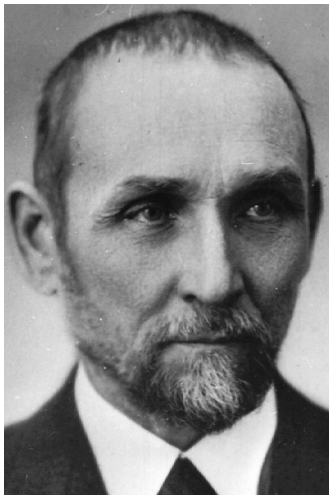
Joonis 20-1 Virumaa Kaevanduskool 1932…1938 oli Jõhvi Eragümnaasiumi ruumides.

Mäeinsenere hakati õpetama TTÜ-s 1. septembrist 1938. a. Kahtlemata hõlbustas mäeosakonna loomist TTÜ-s asjaolu, et ülikoolil oli olemas juba Tallinna Tehnikumist pärit geoloogia- ja mineraloogiakabinet koos vajalike mineraali- ja kivimikogude ning muude näitlike õppevahenditega, mida seni oli kasutatud ehitus- ja keemiateaduskonna õppetöös. Loodi praktilise geoloogia (rakendusgeoloogia) ja mäetööde professuurid. Nendele kohtadele valiti mäeinsenerid Jaan Kark ja Arthur Alexander Linari-Linholm [8], kes koostasid mäeosakonna õppeplaanid. Need valmisid 1939 / 1940. õppeaastaks. Õppekava ja laboratoorne baas koostati suurte mäekoolide: Peterburi, Freibergi ja teiste mäeakadeemiate eeskujul. TTÜ-s toimus õpe vastavalt Eesti akadeemilisele tavale ainesüsteemselt, normaalkestusega neli aastat.

Teise maailmasõja ajal jätkus õppetöö vaheaegadega. Pärast sõda 1944. a. sügisel oli kohal ainult J. Kark. 1945. astus dotsendina tööle tehnikakandidaat Ludvig Kaalman. Sama aasta suvel tulid õppejõududeks veel põlised mäemehed O. Vuht ja Jaan Aarman ning assistent Elmar Kotkas. Nii koosnes esimeste sõjajärgsete aastate mäekateeder täielikult Peterburi Mäeinstituudi kasvandikest, kes olid lõpetanud: J. Kark 1907., O. Vuht ja J. Aarman 1914., E. Kotkas 1930. ja L. Kaalman 1934. aastal. E. Kotkas kaitses kandidaadiväitekirja 1947. a. TPI nõukogus.

Tallinna Polütehniline Instituut viidi üle kursusesüsteemsele õppele. Umbes viiendik õppemahust kulus militaar- ja poliitainetele. Seega vastas tolleaegne õpe nelja-aastasele inseneriõppele. 1950. a viidi õppekavad vastavusse tööstusharude erivajadustega. Tolleaegsed mäeinsenerid said TPI-s põhjaliku teoreetilise ja praktilise ettevalmistuse töö korraldamiseks ja juhtimiseks söe- ning põlevkivikaevanduste rajamis- ning koristustööl. Mäeõppe populaarsust tõstis kõrgem stipendium ja tööstuspraktika väljaspool Eestit: Venemaal, Ukrainas, Kasahstanis. Negatiivset mõjus kakskeelse õppe laienemine ja hariduse saanud mäeinseneride sundkorras jaotamine NSVL söetööstuse ministeeriumi kaevandustesse.

[8] Professor A.A. Linari valitud artiklid on digitaalkujul leitavad TTÜ digikogus http://digi.lib.ttu.ee/i/?199 . Samas leiab muidki kasulikke digitaliseeritud mäendusraamatuid nagu E.Reinsalu Mäemajandus ja Infotöötlus mäenduses ning E. Pirruse Maavarade geoloogia jm.



Joonis 20-2 Professor Jaan Kark

31.12.1876 Hellenurme – 01.05.1953 Tallinn
mäeinseneride õppe looja - mäeosakonna ja mäekateedri juhataja 1938...1950

Joonis 20-3 Artur-Alexander Linari-Linholm

12.01.1903 Tallinn – 25.10.1983 Toronto
Mäeinseneride õppe alustaja - adjunktprofessor ja erakorraline professor 1938...1944

1950. a kõrvaldati professor Kark kateedrijuhataja kohalt. Järgnenud kahekümne aasta jooksul, juhatas kateedrit peamiselt dotsent Ludvig Kaalman. „Papa“ Kaalman ehk „Kaalu“ oli aastail 1947…1951 ka keemia-mäeteaduskonna dekaan.

Joonis 20-4 Dotsent Ludvig Kaalman
28.06.1899 Peterburi kubermang - 28.03.1981 Tallinn
Mäekateedri juhataja 1950...1963 ja 1965...1970

Joonis 20-5 Dotsent Alfred Reier
20.03.1921 Tallinn –30.09.1998 Tallinn
Mäekateedri juhataja 1970...1980

Lootuses lähendada akadeemilist õpet tootmistegevusele, viidi mäekateeder 1960. a. Kohtla-Järvele. Sinna toimetati ka mäetööde laboratooriumi sisustus. Kohtla-Järvel alustas kateeder tööd kolme õppejõuga. Üliõpilased pidid algkursustel töötama päeval kaevandustes, õhtul õppima. See ei osutunud enamikule jõukohaseks ja väljalangevus ületas kriitilise piiri. Nõrgenenud kateeder toodi Tallinna tagasi. Laboratooriumi sisustus jäi Kohtla-Järvele. Õnneks jäi Tallinnas alles professor Kargi poolt kokku pandud unikaalne kivimite ja mineraalide kogu.

Seoses põlevkivienergeetika võidukäiguga lülitati 1965. aastal mäekateeder energeetikateaduskonna koosseisu. Energeetikateaduskonna majas Kopli t. 82 sai kateeder küllaldaselt pinda mäetööde laborite sisustamiseks. Tänu Eesti Põlevkivi toele ja kateedri entusiastidele ehitati ja sisustati majja suurejooneline mäelabor, mis paistis silma tolle aja mäemasinate rikkaliku kollektsiooniga.

1970. aastal sai kateedrijuhatajaks dotsent Alfred Reier, olles sellel kohal kaks perioodi ehk 10 aastat, misjärel järgmise perioodi vältel juhatas kateedrit dotsent Veljo Lauringson. 1985. aastal sai kateedrijuhatajaks dotsent Alo Adamson. 1990. aastal tuli temale appi vahepeal Eesti TA Geoloogia Instituudis töötanud Enno Reinsalu. 1990. a omistati mõlemale aseprofessori kutse[9]. Geoloogia professoriks valiti geoloogia-mineraloogiadoktor Enn Pirrus, samuti Geoloogia Instituudist.

Eesti iseseisvuse ja majanduse taastamise käigus tuli hakata mäeharidust tagasi pöörama väikese mäetööstusriigi rööbastele. Oluliseks tingimuseks seati, et mäeinsener valdaks eesti keelt. Mitmekülgseid vajadusi arvestades pidid mäeinseneri teadmised olema üldisemad, sest iga mäeettevõte ei suuda pidada mitut erialainimest. Universaalne mäeinsener peab tundma kogu eesti geoloogilist ehitust ja kõiki meie maavarasid, mitte ainult põlevkivi, millele seni oli pööratud põhitähelepanu.

Otsustasime taastada Eestis klassikalise mäehariduse. See ei kujunenud lihtsaks, sest mäendus ei olnud populaarne. Pealegi, et anda mäeinsenerile üldisemaid teadmisi, on vaja ka üldiste teadmistega õppejõude. Välismaalt ei saanud neid kutsuda - ei olnud raha, ja ka võõrkeele oskus tehnilistest aladest huvitunud noorte seas oli peaaegu olematu. Mäeinseneri õppekavas tuli tugevdada (rakendus)geoloogiliste ainete osa. Seepärast tuli arendada insenerlikku, praktilist, majandus- ja tehnikapõhist geoloogiat, vältida loodusteaduslikku, kirjeldavat maateadust. Kõike tuli teha õppekavade pideva muutmise foonil, ülikoolisiseses võitluses vähese õpperaha eest.

Mäehariduse taastamise perioodil sai mäeinstituut tuge tööstusettevõtetelt. Suurim toetaja oli Eesti Põlevkivi, mida juhtis tol ajal mäeinsener Väino Viilup. Mäeõpet toetasid ka need riigiasutused, kus sõnaõigust ja otsustamisjulgust omasid missioonitundega mäeinsenerid (Eino Joost, Guido Paalme). Tööstuse raha eest soetatigi mäeinstituudi arvutipark ja tarkvara ning korraldati välissõite, sest ülikoolis jaotatav riigieelarveline raha ei katnud ega kata seni isegi palgakulu.

Välismaalt abistasid Helsingi Tehnikaülikooli materjali- ja kaljutehnika laboratoorium, mida tol ajal juhatas professor Raimo Matikainen. Tubli toetaja oli Luleå Tehnikaülikooli mäeosakond, eesotsas professor Gunnar Almgreniga. Hindamatu oli toetus Londoni Kuninglikult Mäekolledžilt, eesotsas maailma ühe autoriteetsema mäeprofessoriga Timothy Shaw'ga, kellele Eestit tutvustas professori abikaasa, Arthur-Alexander Linari (Linholm) tütar. Tänu mäeprofessorite solidaarsusele võeti meie omad ülemaailmsesse mäeprofessorite ühingusse (*Society of Mining Professors / Societät der Bergbaukunde*), kust sai juhiseid, kuidas sobitada mäeõpe arenenud mäetööstusriikide tavade ja õppemahtudega. Välisülikoolid võtsid kursusele ja praktikale eesti mäeüliõpilasi, kellest kujunesid olulised tegijad teaduses ja mäetööstusega seotud äris.

Üheksakümnendate teisel poolel kujunes välja senine õppekava, mille nimeks on geotehnoloogia**.** Juhtlausega „Kõige looduskesksem inseneriala TTÜ-s" mis tegelikult polegi vale, sest maapõu on osa loodusest. Geotehnoloogia valdkond osutus sisseastujate seas üsna atraktiivseks. Valdkonnas oli kaks suuna- ehk erialaõpet – mäetehnika ja rakendusgeoloogia. Õppekava iseloomustavad numbrid 4 + 2 + 4, mis tähistavad vastavalt bakalaureuse-, magistri- ja doktoriõppe kestust aastates. Vastavad õppemahud on 160 + 80 + 160 AP, nii rakendusgeoloogia kui mäetehnika erialal. Kuigi selle kava magistriõpe (240 AP) jäi mahu poolest alla 5-aastasele inseneriõppele (300 AP), siis tänu suuremale iseseisvale tööle oli geotehnoloogia magister vaieldamatult hariduse poolest võrdne inseneriga.

Alates 2005. aastast läks TTÜ üle 3 + 2 + 4 aastasele õppele. See on: kolm aastat bakalaureuse-, kaks magistri- ja neli doktoriõpet. Bakalaureuseõpe on rakendusgeoloogia ja mäetehnika erialale ühine ja bakalaureusekraad vastab kunagise „lõpetamata kõrghariduse" tasemele. Selline maapõueteadusi „nuusutanud" inimene võiks ehk hakkama saada pisikeses mäeettevõttes või riigi- ja omavalitsusasutuses kuid mitte kaevanduses. Seepärast peab mäeinseneriks saada sooviv tudeng

[9] NSVL Kõrgema Atestatsioonikomisjoni poolt doktoriteks ja professoriteks gradueeritud eestlased (*Full-professors*) tekitasid sellise, mittetäisväärtusliku professori nimetuse.

edasi õppima magistri- ja miks mitte ka doktoristuudiumis. Õppeainete valikuga on võimalik end ette valmistada kas ava- või allmaakaevandamisele aga ka maavarade uuringule, ehitusgeoloogiale või hüdrogeoloogiale. Magistrikraad annab võimaluse pärast praktiliste töökogemuste omandamist kandideerida tõelise ehk kutselise mäeinseneri nimetusele.

2004. a toimus mäeinstituudis, nagu ka terves energeetikateaduskonnas oluline muudatus. Valmis uus õppekorpus Mustamäel ja energeetikud said „inimeste sekka“. Kuid seoses sellega läks vanarauaks kogu mäemasinate kollektsioon, käivititest laavakombainini. Sellest oli muidugi kahju, kuid hoida vanu masinaid ainult selleks, et neid paar korda aastas vaadata ja külalistele näidata ei olnud enam mõistlik. Pealegi, käivitada neid ei saanud ei ohutustehnilistel kaalutlustel ega ka sel lihtsal põhjusel, et energeetikateaduskonna alajaam ei oleks vastu pidanud. Osaliselt kompenseeris vanaraua Eesti põlevkivi kinkides mäeinstituudile ülikooli vapustava 15 m^3 draglainikopa.

Joonis 20-6 Draglaini kopp

2006. a emeriteerus mäeinstituudi direktor, professor Alo Adamson, kes alates 1985. a oli juhtinud mäeõpet, seda pidevalt uppumast päästnud. Ajavahemikus 1994…2000. a sai loota ka energeetikateaduskonna dekaanile, kelleks üle kaua aja oli olnud mäemees – professor Enno Reinsalu, kes oli emeriteerunud juba varem, 2002 a. Samal, 2002. aastal oli emeriteerunud ka rakendusgeoloogia õppetooli juhataja ja selle õppesuuna hing Enn Pirrus. Adamsoni emeriteerudes asus tema kohale noor mäeprofessor Ingo Valgma. Tegusat insenerigeoloogia professorit pole Eestisse veel tekkinud.

Uude majja kolimisel oli instituut saanud raha õppelaborite sisustamiseks. Läbi riigihanke vaevade sai noor direktor labori kokku alles 2007. aastaks. Uus labor koosneb kolmest osast:

1. Välilabor – mikrobuss, diiselgeneraator, kummipaadid, katsepumbad, tahhümeeter (elektrooniline teodoliit), orienteerimisseadmed (GPS-seadmed), kivimite ja setete proovivahendid ja -kastid, veekeemia välilabor jne
2. Kivimilabor, enamik seadmeid ka välitööl kasutatavad:
    a. nii väli- kui sisetööl on kasutusel: punkt-koormustester ja Schmidti vasar kivimi tugevuse hindamiseks, sõelur erinevate sõelte komplektiga jm
    b. sisetööks: kivimilõikurid ja –press klassikaliste survekatsete tegemiseks, killustiku katsemasin (Los Angelesi tester), kuivatuskapp, elektronkaalud jm,
3. Tarkvara – nii välitööl kogutud andmestiku esmatöötlemiseks nagu WipFrag puistematerjali terisuse hindamiseks fotode alusel kui ka rikkalik programmide kogum hüdro- ja insenerigeoloogiliste, kuid peamiselt siiski mäendusülesannete lahendamiseks.

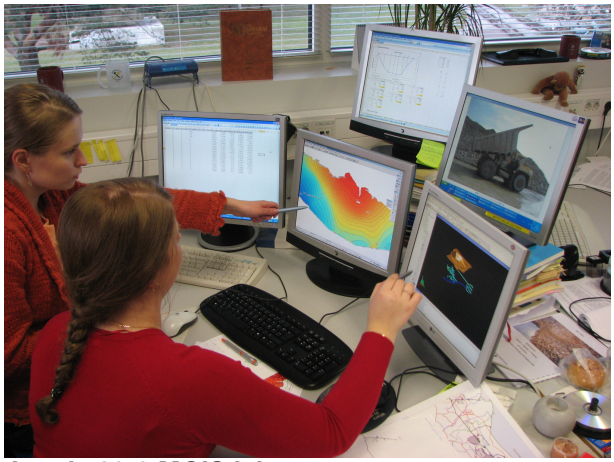
Lähemalt vt http://mi.ttu.ee/id43.htm

Joonis 20-7 Välitöö Maardus

Joonis 20-8 Sisetöö kivimilaboris

Tarkvara baasil on sisustatud mäetööde projekteerimise labor, mille aluseks on Ingo Valgma juhtimisel loodud MGIS (*Mining GeoInfo System*, Mäe-geoinfosüsteem). Selle varamu põhielement on EMA (Eesti mäenduse andmebaas), valdavalt mäeinstituudi poolt kogutud, kuid osaliselt juba A. Skotšinski nim mäendusinstituudi Eesti Filiaalis aluse saanud digitaalne andmekogu. Julgeme väita, et Eestis ei ole olemas sellist mäenduslikku objekti, mille kohta ei oleks andmeid. Natukene on selles ka Narva jõe tagusest Oudova põlevkivimaardlast.

Lähemalt vt http://mi.ttu.ee/mgislabor



Joonis 20-9 MGIS labor

Kokkuvõtteks

Eesti mäeinseneride koolitamisel on olnud erinevaid aegu

Loomisaeg, mis algas 1938 ja kestis veel mõni aasta pärast professor Jaan Kargi kõrvaldamist 1950. a. Poliitiliste pööriste ja sõja taustal saadi kokku klassikalise mäenduse professuur, kus valitses veel Peterburi mäeakadeemia vaim. Lõpetanuid oli tol ajal vähe, aga just nende seast tulid mäekateedri teise põlvkonna õppejõud: geoloogiakandidaadid Alfred Reier ja Kalju Ojaste, tehnikakandidaat Heino Aruküla ja õppejõududena kätt proovinud mäeinsenerid Helmut Kasesalu, Guido Paalme ning Kuido Saarest.

1952. aastaks oli välja õpetatud 47 mäeinseneri, neist tuntuim Väino Viilup. Meile teadaolevalt üheksa ehk tervelt viiendik tolle perioodi lõpetanuist kaitses teaduskraadi.

Viiekümnendad. Üliõpilased tulid veel eestimeelsetest peredest, noored olid käinud üsna eestimeelses koolis. Sellest põlvkonnast tulid mäeinsenerid, kes lõid Eesti mäetööstuse: Tuntuim nimi on Eesti Põlevkivi ja mäejärelevalvet juhtinud Ülo Tambet. Viiekümnendate lõpuks olid mäekateedri teise põlvkonna noored õppejõud täies jõus ja neid ümbritses edumeelsuse aura. Nende tööd kroonis erandlik, 1960. a lõpetanud eesti rühm, kelle üheksast lõpetanust viis kaitsesid kandidaadikraadi ja üks neist, Kustav-Olimar Laigna (Pae) sai esimeseks NSVL mäedoktoriks. Ka tolle lennu üks venekeelsest tudengitest jõudis geoloogiakraadini.

1960. aastaks oli lõpetanud 245 mäeinseneri. Neist teaduskraadi on kaitsnud iga kahekümnes.

Kuue-seitsmekümnendad. Aasta-aastalt hakkas domineerima vene õppekeel. Lõpetanute arv hakkas vähenema. Ilmselt ka tase, sest vaid üksikud neist on jõudnud kandidaadikraadini: mäenduses Alo Adamson, Viktor Andrejev, Otto Sullokatko ja Viktor Undusk.

1977. aastal, kui üldse oli lõpetanud 507 inseneri, langes väljalase viie lõpetanuni. Tolle perioodi lõpetanutest jõudis teaduskraadini teadaolevalt üks viiekümnest.

Stagnaaeg 1977…1997. Valdas venekeelne õpe, eestikeelsete lõpetanute osalus oli 25 %. Kuid just võõrkeelne õpe oli see, mis takistas TPI mäekateedri sulgemist. Ja teiseks – vene keel oli siiski rahvustevaheline suhtlemiskeel. Tolle ajajärgu üliõpilaste nimistus on leedu, ukraina, valgevene, juudi, gruusia, volga-saksa jt nimesid.

1996. aastaks oli lõpetanud oli 791 mäeinseneri. Järgmisel aastal lõpetanuid ei olnud. Tolle perioodi mäeinseneridest jõudsid Eesti doktori (= NSVL kandidaadikraadile) tasemele Ingo Valgma ja Oleg Nikitin, seega vähem kui 1% lõpetanuist.

Geotehnoloogia aeg algas 1998. Kui viimane viiest nais-mäeinsenerist oli lõpetanud 1959, siis alates 2000. aastast hakkas neid jälle tulema. Nüüd juba enam kui mehi. Kuid nüüd ei õpetata meil mitte mäeinsenere vaid geotehnolooge. Nende seas ka rakendusgeolooge. 2005. a moodustasid rakendusgeoloogid enamuse.

Käesoleval aastal õpib mäendust 100 tudengit, neist 60 bakalaureuse, 25 magistri ja 15 doktoriõppes.

Lisaks loe:

- Adamson, A., Reinsalu, E. Mäeinseneride õpetamine Eestis // 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis, lk 580…590

21. TTÜ Mäeinstituut 70
Aire Västrik, Ingo Valgma

Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut
Ehitajate tee 5-VII-202, 19086 Tallinn EESTI
tel.: 372/6203850
mi.ttu.ee , maeinst@ttu.ee

Mäeinstituut on välja kujunenud Tallinna Tehnikaülikooli mäetööde ning geoloogia laboratooriumist koosnenud mäeosakonnast, mis loodi 1938.a. TTÜ mäeinstituut on Eesti ainuke rakendusgeoloogiat ja mäeinseneriõpet teostav asutus Eestis ning põhiline mäendusuuringuid teostav institutsioon. Instituut teeb koostööd praktiliselt kõikide Eesti mäettevõtetega ja neid ettevõtteid varustavate mäemasinaid tootvate ettevõtetega maailmas. TTÜ mäeinstituut on ainuke teadus-õppeasutus maailmas kus tegeletakse põlevkivi kaevandamise probleemidega.

Mäeinstituudi moodustavad
Maavarade kaevandamise õppetool, juhataja ja mäeinstituudi direktor professor Ingo Valgma
Rakendusgeoloogia õppetool, hoidja dotsent Ülo Sõstra
Mäendustingimuste labor, juhataja assistent Veiko Karu
Mäetööde projekteerimise labor, juhataja spetsialist Vivika Väizene

Olemasolev aparatuur ja tarkvara on kaasaegne. Võimaldab teha mäenduslikke ja rakendusgeoloogilisi teaduslikke uuringuid. Instituudis läbiviidavad praktilised uurimistööd käsitlevad rakendusgeoloogia, maapõue geotehniliste ja mäetööde protsesside ning masinate parameetrite modelleerimist ja nende alusel vastavate protsesside analüüsi ja hindamist.

Mäeinstituudis on 1.05.2008 seisuga on 16 töötajat.

Joonis 21-1 Mäeinstituudi töötajad

Mäeinstituudis õpib stabiilselt ligikaudu 100 tudengit, kellest 15 on doktorandid, 25 magistrid ja 60 bakalaureuseõppe tudengid.

Riiklik õppetöö finantseerimine moodustab ca. 15 % instituudi eelarvest. Mäeinstituudi teadustöö on rakendusliku suunaga ja baseerub lepingutel mäetööstuse, riigi ja fondidega. Suurimad tellijad on

ministeeriumid ja riigiettevõtted. Koostööd teeme kaevandajate ja nendega seotud asutustega. Teadustööde kirjeldused ja nimestikud asuvad aadressil: http://mi.ttu.ee/teadus/

Mäeinseneride õpetamine ja koolitamine, nii nagu teiste ülimalt ebapopulaarsete kuigi vajalike erialade õpetamine on majanduslikus mõistes **kahjumlik** tegevus. See on seotud sellega, et õppeaineid ja tunde tuleb teha palju, kuid tudengeid on vähe. Finantseerimisskeem arvestab tudengite arvuga, ja lõviosa nende arvuga, kes ülikooli ka lõpetavad. Õpetada on võimalik **ainult mäetööstuse kaasabil**, e. kaasates tööstust õpetamisse, praktika ja uuringute korraldamisse. Õpetamise kuludest ca 30% on võimalik hankida riigieelarvest. Ülejäänu saadakse koostöö abil. Ükski fond ei toeta õpetamist, vaid konkreetset teadustegevust, ükski ettevõte ei eelda, et ta maksab kinni ka selle töötaja palga, kes talle otseselt tööd ei tee. Seega on vaja ka tööstusel harjuda ebamugava mõttega, et ülikool on samasugune ettevõte nagu nad isegi, seal tehakse samuti ületunnitööd ja enamuses oluliselt väiksema tasu eest kui nende endi ettevõtetes. See teeb ülikoolis töötamise spetsiifiliseks selles mõttes, et töö eesmärk ei ole mitte teenida kasumit vaid õpetada, koolitada, teha teadustööd ja arendada majandust. See spetsiifika tekitab ka meie kõige suurema probleemi, fanaatikute e. õppejõudude ja teadlaste nappuse. Olukorras kus teaduse rahastamissüsteem eeldab, et doktorant töötab täiskohaga ja produtseerib maailmatasemel artikleid 6000 krooni eest kuus, ja magistrant 4000 krooni eest kuus, on jätkusuutlik teadlaste reprodutseerimine lihtsalt õnnemäng.

Lisaks õpetamisele ja teadusele tegeleb mäeinstituut arendustööga ja projekteerimisega, täiendkoolituste korraldamise ja erialainfo levitamise ning ühiskonna harimisega konverentside, seminaride ja diskussioonide korraldamise abil.

Mäeinstituudi on tänaseks lõpetanud **972** tudengit.

Mäeinstituudi tegevust kajastab kord semestris avaldatav mäeinstituudi uudiskiri, mille leiate aadressilt mi.ttu.ee/uudiskiri

22. MTÜ EESTI MÄESELTSI TEGEMISI JA TULEVIKUPLAANE
Viive Tuuna, Tarmo Tohver

Võttes kokku eelmise aasta Mäeseltsi tegevuse võib nentida, et tegemisi ja toimetusi oli palju ning kõike vajalikku ei jõutudki teoks teha. Põhisündmuseks, nagu ka möödunutel aastatel oli mäekonverentsi korraldamine. Üritus on oluline just sellepärast, et kaasatud on kõik Mäeseltsi liikmed ning tehtavad kulud on Mäeseltsi jaoks suuremahulised. Mäekonverentsiga jõuab Mäeseltsi tegevus ka avalikkuse huviorbiiti.

2006. aasta Jõhvis üldkoosolekul valitud juhatuses jätkasid Erki Niitlaan, Kalmer Sokman, Viive Tuuna, Ingo Valgma, Heini Viilup ning juhatuse esimehena Alo Adamson. Asjaajajana võeti tööle Ave Õnne-Õnnis.

Aasta alguse juhatuse koosolekutel oli põhiline teema Mäekonverentsiga seonduv. Silmaringi laiendamiseks külastas juhatus ka erinevaid mäetööstuse ettevõtteid. 11. jaanuaril tutvuti Väo karjääriga ja AS-iga Talter. 7. veebruaril peeti nõu mäeinstituudis. 20.märtsil külastati AS-i Harku Karjääri, 25. aprillil kohtuti Pannjärve liivakarjääris.

Mäeseltsi juhatus toetas noorteadlaste osalemist seminaril Talveakadeemia 2007 “Kas turbaraba on soo või ettevõte?” Talveakadeemial osalevad tudengid erinevatelt erialadelt. Mäeseltsi eesmärk on teavitada mäendusest noortudengeid. Edaspidi on Mäeseltsi noorliikmete osalemine Talveakadeemia kokkusaamistel planeeritud Mäeseltsi tegevuskavva.

3. aprillil oli kavandatud kohtumine teemal: "Kas Mäeseltsil võiks olla parem väljund ka firmadele? Rootsi lõhketööde ettevõtete ühistöö kogemustest." Kohtumine pidi toimuma Ronald Netterlindiga, kes oli Rootsis tegutseva BEFi (Mäelõhketööde Rootsi alltöövõtuettevõtete majanduslik ühing) tegevdirektor. Kohtumine kahjuks jäi ära, kuid teema on edaspidises Mäeseltsi arengus väga aktuaalne.

Mäeseltsi noorliikmed ehk Mäering korraldas kevadekskursiooni marsruudil Tallinn-Pärnu-Riia.

Eesti Mäekonverents toimus seekord 4-5. mail 2007 Saaremaal Kuressaares. Konverentsi läbivaks teemaks oli „Kaevandamine parandab maad”. Konverentsi raames tulid esitamisele mitmed huvitavad ettekanded maavarade kaevandamisest ning korrastamisest. Esinejateks olid Erki Niitlaan - OÜ Inseneribüroo STEIGER juhatuse liige, Urve Saar - Keskkonnaministeeriumi Saaremaa keskkonnateenistuse maavarade ja keskkonnamõju peaspetsialist, Allan Viil - AS Eesti Põlevkivi tootmisosakonna juhataja, Andrea Eiche - Sonda vallavanem. Konverentsi ajaks anti välja samateemaline kogumik trükituna ja CD-l kokku 52 artiklit, kus oli kajastatud korrastamise parimaid näited ja sellega seonduvat infot. Ekskursioonidel külastati Saare Dolomiit -Väokivi OÜ Kaarma tootmist ja Lümanda lubjatööstust. Seekordsel konverentsil oli palju osavõtjaid - üle 200. Vahetult enne konverentsi astuti aktiivselt Mäeseltsi liikmeks, eriti palju liikmeid (umbes 100) lisandus põlevkivi ettevõtetest.

Konverentsi raames toimus ka traditsiooniline tudengitööde konkurss, mis oli korraldatud koostöös Eesti Geoloogia Seltsi ja Eesti Geotehnika Ühinguga. Konkursil võisid osaleda kõik eesti ülikoolides (s.h. rakenduskõrgkoolid) konkursi toimumisega samal aastal või sellele eelneval kalendriaastal õppinud kõigi astmete üliõpilased.

Konverentsile eelnenud üldkoosolekul kinnitati eelmise aasta majandusaruanne ning valiti ka uued juhatuse liikmed: esinaine Viive Tuuna, Oleg Nikitin, Maris Saarsalu, Tarmo Tohver, Ingo Valgma, Allan Viil ja Heini Viilup.

16.mail valisid Mäeseltsi noorliikmed Mäeringi uue juhatuse, kuhu kuulusid siis järgmised tudengid: Veiko Karu , Helena Lind, Gaia Grossfeldt, Mikk Sarv, Martin Kaljuste, Ole Sein ja presidendi ametit valiti jätkama Ave-Õnne Õnnis.

Mäeseltsi uue juhatuse kokkusaamise kuupäevaks sai 23.mai, kohtumispaigaks mäeinstituut. Pärast seda on kohtutud AS-is Voglers Aru karjääris ja Kundas 18. juunil ja 26. septembril, 3. juulil AS-is Eesti Põlevkivi, 29. novembril mäeinstituudis. Põhiteemadeks kujunes põlevkivi raamatu väljaandmisega seonduv, uue aasta tegevuskava koos tehtavate kulutustega ning tegevdirektori leidmine.

3.-5. august 2007 toimusid järjekordsed Mäemeeste suvepäevad Särghaua välibaasis. Varuks olid ka mõned uuendused. Ettekandega esinesid: Aire Västrik ja Vesta Kõpp. Kutsutud olid ka Mäeringi sõprusorganisatsioonide esindajad, et tihendada koostööd ning lüüa tulevikus kaasa uutes ja huvitavates projektides. Ei puudunud ka kanuud, võrkpalli turniir, maastikumängud ja palju muud huvitavat.

31. augustil tähistati traditsiooniliselt Kaevurite Päeva Toila-Orus.

Mäeseltsi toetusel toimus ka 14-20 oktoobril Rahvusvaheline tudengite nädal ISW Tallinn 2007. Seekord olid külas 9 välistudengit neljast riigist (Belgia (Mons), Saksamaa (Bochum), Ungari (Miskolc) ja Inglismaa (CSM)). Tudengitel õnnestust külastada AS Silikaati, AS Wihurit, Kunda Nordic Cementi kui ka Eesti Põlevkivi Narva karjääri ja Kohtla-Nõmme kaevandusmuuseumi. Samuti ei puudunud ka jalutuskäik Tallinna vanalinnas ning Narva linnuses. Kokku koos külalistega võttis üritusest osa pea 60 tudengit.

22. novembril MTÜ Eesti Mäeselts juhatuse esimees pr. Viive Tuuna allkirjastas Tallinna Raekojas SA Tallinna Tehnikaülikooli Arengufondiga koostöölepingu, millega MTÜ Eesti Mäeselts koostöös TTÜ Arengufondiga määrab alates 2007/2008 õppeaastast stipendiumi kahele Tallinna Tehnikaülikooli energeetikateaduskonna edukale ja Mäeseltsis aktiivselt tegutsevale bakalaureuse üliõpilasele. Ühe stipendiumi suurus on 20 000 EEK

7.detsemberil toimus kaevurite pühaku St.Barbara mälestuspäeva tähistamine.

2008 a jaanuaris jõudis lugejani mahukas kogumik kaanekirjaga “90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis. Tehnoloogia ja inimesed.” Raamatu andsid välja Eesti mäeselts, TTÜ mäeinstituut ja Eesti Põlevkivi. Eesti mäetööstuse ajaloolugude kogumise ja raamatu koostamise initsiaatoriteks ning taganttõukajateks olid TTÜ 1956. a lõpetanud, Eesti Mäemehed Ülo Tambet ja Nikolai Varb. Kogutu toimetas raamatuks geoloog-kirjanik Kalle Suuroja. Raamat tähistab üheksakümne aasta möödumist põlevkivi kaevandamise alustamisest 1916. a ja Eesti põlevkivitööstuse rajamisest 1918. a. Raamatu avaldamise toetuseks eraldas raha Keskkonna Investeeringute Keskus. Raamatu koostamisel olid abiks ligemale 40 mäeinseneri ja toetajateks mitmed omavalitsused ja ettevõtted. Töö- ja vaevanägijad said tänukirja ning mälestuseseme, mille valmistajaks oli Experimental Glass ART Studio disaineri pr. Kalli Seini.

Mäeseltsi esindajana osales kogu aasta vältel Eesti Inseneride Liidu juhatuse töös Heini Viilup.

Koostöös Tehnilise Järelvalve Ametiga töötatakse välja mäeinseneri kutsestandardit ja moodustatakse kvalifikatsiooni omistavat organit. Osalevad Alo Adamson, Ingo Valgma, Aire Västrik, Egon Hirvesoo, Heini Viilup Korduvalt on koos käinud Kutsekomisjon.

Mäeseltsi esindajana Keskkonnaministeeriumi juures oleva maapõuealase seadusloome nõuandvas töögrupis osales Enno Reinsalu.

Eesti Mäeselts on tänaseks kasvanud päris suureks, meil on palju füüsilisi ja juriidilisi liikmeid ja vanust on juba ka - 7 aastat, et oleme jõudnud teelahkmele. Et kas teha kvalitatiivne hüpe edasi, palgata tegevjuht/asjaajaja (kasvõi osalise tööajaga) või jätkata siiski vanaviisi, leppides sellega, et aasta tippsündmuseks jääb mäekonverents.

Juhatus on möödunud aasta jooksul pärast eelmist konverentsi tegelenud eelarve ja tegevuskava koostamisega järgmiseks, ehk käesolevaks aastaks. Suureks saavutuseks võib pidada mitmeaastase töö viljana valminud Põlevkivi raamatut, mille esitlus toimus Jõhvis 25. jaanuaril 2008. Sama aasta 13. veebruaril kutsusime kokku Vanemate Kogu, et kuulata nende soove ja ootusi. Kokkusaamisel sai lubatud , et paneme kokku tegevusjuhendiprojekti tulevasele juhile ning saadame vanemate kogu listi kõigile tutvumiseks. Nii ka tegime ning ootame nüüd tagasisidet. Tõenäoliselt tuleb sel teemal veel nii mõnigi kord kokku saada, aru pidada ja leida rahalised võimalused.

Vanemate kogu kokkusaamiselt jäi kõlama ka idee teha koostööd välismaiste sarnaste seltsidega ning korraldada reise välismaale. Selle idee teostusena toimubki meil reis 18-22. mail Rootsi, kus külastame Atlas Copco puurmasinate ja allmaakaevandus-masinate tehast, vaatame kiirtee-ehitust, mis Rootsi oludes tähendab hakatuseks lõhketöid, killustiku purustamist ja alles seejärel tavapärasemat ehitamist. Vaatame ka üht karjääri ja tunneliehitust. Reisil saame kokku Rootsi mäeseltsi esindajatega ning meile ekskursioone korraldava Lõhketööde Ettevõtete Liiduga, seega saab loodud algus koostööks rootslastega.

Ja siis muidugi Konverents, mis tänavu on pühendatud TTÜ Mäeinstituudi 70. aastapäevale.

Kõige aktiivsem osa Mäeseltsist on jätkuvalt Mäering.

Niisiis – ühtteist ju toimub. Siiski tundub, et aasta-aastalt on üha raskem leida tegijaid näiteks Mäekonverentsi korraldama, artikleid kirjutama jne. Ja kas ei peaks olema rohkem ettevõtmisi ka tavaliikmetele, keda meil on ju nii palju?

Seega, millise tee valime?

EESTI MÄESELTSI LIIKMED SEISUGA 2.04.2008

Nimi	Liige	Asutus	E-post
Allar Aamer	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	allar.aamer@mail.ee
Enn Aaviksaar	Vanemate kogu liige		info@kiiusoon.ee
Valeri Abramov	Tavaliige	AS Viru kaevandus	valeri.abramov@;ep.ee
Alo Adamson	Auliige	TTÜ mäeinstituut	alo@cc.ttu.ee
Igor Agutin	Tavaliige	Põlevkivi kaevandamise AS, Estonia kaevandus	Igor.Agutin@ep.ee
Marleen Aigro	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	marleen888@hot.ee
Kalle Alasi	Vanemate kogu liige		kalle.alasi@balrock.ee
Viktor Andrejev	Tavaliige	TTÜ Virumaa Kolledž	viktor.andrejev@ttu.ee
Ain Anepaio	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	ain.anepaio@ttu.ee
Hannes Arraste	Tavaliige, vanemate kogu liige		hannes.arraste@mail.ee
Heino Aruküla	Tavaliige, pensionär	TTÜ mäeinstituut	maeinst@ttu.ee
Aivar Arumäe	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	mohikaan@starman.ee
Leivi Arumäe	Noorliige	Reaalprojekt OÜ	leivi@one.ee
Pavel Astapov	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi	Pavel.Astapov@gmail.com
Harry Auväärt	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	hry@hot.ee
Ago Bachmann	Tavaliige		ago.bachmann@ep.ee
Juhan Bachmann	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi	juhan.bachmann@ep.ee
Igor Barbašev	Tavaliige	AS Viru kaevandus	briest@inbox.ru
Aleksei Bari	Vanemate kogu liige		cba@infonet.ee
Leonid Baumbach	Tavaliige	AS Viru Kaevandus	baumbach@hot.ee
Vladislav Belgoray	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	vladislav.belgoray@ep.ee
Viktor Bondarenko	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	viktor_bondarenk@mail.ru
Vjatšeslav Borissov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	vjatchtslav.borissov@ep.ee
Aleksandr Borovkov	Tavaliige		aleksandr.borovkov@ep.ee
Oleg Chelyadinov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	oleg.tseljadinov@ep.ee
Lembit Eigo	Auliige		lembit.eigo@voglers.ee
Katrin Erg	Tavaliige	Eesti Mereakadeemia	katrin.erg@emara.ee
Arvo Erissaar	Tavaliige	Reiden Dolomiit AS	jaagupi@hot.ee
Kerlin Erman	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	isiklikult@yahoo.com
Vasily Filatov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	vassili.filatov@ep.ee
Nikolai Fink	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	
Priit Friedemann	Tavaliige	Kiirkandur AS	priit@warren.ee
Irina Gaissina	Tavaliige	AS Viru kaevandus	irina.gaisina@ep.ee
Andrei Geimonen	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	
Aleksandr Gladkov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	aleksandr.gladkov@ep.ee
Gaia Grossfeldt	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	grossfeldtgaia007@hotmail.com
Julia Gulevitš	Noorliige	OÜ Kivikandur	julia@warren.ee
Aleksander Guštšak	Tavaliige	AS Viru kaevandus	aleks6606@rambler.ru
Tennobert Haabu	Noorliige	TTÜ Mäeinstituut	tennobert.haabu@ttu.ee
Mart Hallik	Tavaliige, pensionär		
Veljo Haube	Vanemate kogu liige		veljo@vaopaas.ee
Yrjö Huhtamäki	Tavaliige	AS Nordkalk	yrjo.huhtamaki@nordkalk.com
Raivo Hüüs	Vanemate kogu liige		info@laadur.ee
Igor Ignatovets	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	
Endel Ilves	Tavaliige		
Riho Iskül	Vanemate kogu liige		Riho.Iskyl@knc.ee
Vadim Ivanov	Tavaliige	AS Viru kaevandus	v55567@list.ru
Oleg Ivanov	Tavaliige	AS Viru Kaevandus	oleg.ivanov@ep.ee
Vladimir Ivanov	Tavaliige	Estonia kaevanduse AS	vladimir.ivanov@ep.ee
Sergei Jefimov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	
Nikolai Jegorov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	nikolai.jegorov@ep.e
Vladimir Jermakov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	vladimir.jermakov@ep.ee
Jan Johanson	Noorliige		jan@steiger.ee
Janek Järv	Noorliige		janekmees@hot.ee

Nimi	Liige	Asutus	E-post
Vennis Järvet	Tavaliige, pensionär	-	vennis@hot.ee
Gorri Jürgenfeld	Tavaliige, pensionär		
Rein Kaarlõp	Tavaliige		rein.kaarlep@ep.ee
Erkki Kaisla	Tavaliige, vanemate kogu liige		erkki.kaisla@wihuri.com
Sergei Kalabuhhov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	sergei.kalabuhov@p.ee
Ülo Kaljo	Tavaliige	Põlevkivi kaevandamise AS, Viru kaevandus	ylo.kaljo@ep.ee
Martin Kaljuste	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	martin_kaljuste@yahoo.co.uk
Aadu Kana	Vanemate kogu liige	Kunda Nordic Tsement AS	
Paul Kand	Tavaliige, pensionär		
Mihkel Karja	Tavaliige	AS Estonia kaevandus	mihkel.karja@ep.ee
Robert Karpelin	Vanemate kogu liige		robert@keemiatoostus.ee
Veiko Karu	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	veiko.karu@ttu.ee
Jevgenii Kashirov	Tavaliige	AS Viru kaevandus	
Andres Kask	Tavaliige	ALTAKON GRUPP OÜ	andres.kask@phys.sea.ee
Vello Kattai	Tavaliige	Eesti Geoloogiakeskus OÜ	vello.kattai@mail.ee
Tõnis Kattel	Tavaliige		
Rein Kaup	Tavaliige, pensionär		
Merle Kerm	Noorliige	Loodusmuuseum	mariapaola@mail.ru
Enn Kikas	Vanemate kogu liige		enn@kiviluks.ee
Kalmer Kikkas	Vanemate kogu liige		kalmer@kiviliiv.ee
Kuldar Kildmaa	Tavaliige	Voglers Eesti OÜ	
Mairy Killing	Tavaliige		mairy@gi.ee
Aleksandr Klementjev	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	aleksander.klementjev@ep.ee
Allan Koger	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	allanile@hotmail.com
Margit Kolats	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	margit.kolats@ttu.ee
Ljudmila Kolotõgina	Tavaliige	Eesti Põlevkivi AS	Ljuda.Kolotogina@ep.ee
Viktor Komissarov	Tavaliige	AS VIRU kaevandus	vohmen@rumtler.ru
Anatoli Komissarov	Tavaliige	AS Estonia kaevandus	anatoli.komissarov@ep.ee
Olga Komissarova	Tavaliige	AS Viru kaevandus	olga.komissarova@ep.ee
Priit Koppel	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	koppel3@hotmail.com
Nikolai Kozlov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	
Sergei Kozlov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	
Juri Kozlov	Tavaliige	AS Viru kaevandus	
Roman Kotenjov	Tavaliige	TTÜ Mäeinstituut	roman@steiger.ee
Vladimir Kotškin	Tavaliige	Eesti Põlevkivi AS	
Viktor Kovalenko	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	viktor.kavalenko@ep.ee
Evelin Krekker	Tavaliige		
Margus Kukk	Tavaliige		margus.kukk@mail.ee
Andres Kumari	Tavaliige	AS Põlevkivi Raudtee	andres.kumari@ep.ee
Viktor Kuznetsov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	
Vesta Kõpp	Tavaliige		vesta@steiger.ee
Indrek Kägu	Noorliige	TTÜ Mäeinstituut	
Mart Käosaar	Tavaliige, pensionär		
Eeri Lass	Tavaliige, vanemate kogu liige		kaltsiit@hot.ee
Veljo Lauringson	Tavaliige, pensionär	TTÜ mäeinstituut	maeinst@ttu.ee
Reimo Leedjärv	Tavaliige	AS KG Knutsson, autovaruosade kauplus	reimo.leedjarv@kgk.ee
Andres Leht	Vanemate kogu liige		andres.leht@lemminkainen.fi
Kaidi Lehtmets	Noorliige		kaidi.lehtmets@gmail.com
Villu Liblik	Tavaliige, pensionär		
Vladimir Libman	Vanemate kogu liige		paekivi@limestone.ee

Nimi	Liige	Asutus	E-post
Meelis Liias	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	sailem@hot.ee
Marina Lillak	Tavaliige	AS Viru kaevandus	viru@ep.ee
Helena Lind	Tavaliige		Helena.Lind@mail.ee
Nikolai Lis	Tavaliige	AS Põlevkivi Raudtee	Nikolai.Lis@ep.ee
Andrei Loginov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	andrei.loginov@ep.e
Martin Lohk	Tavaliige		martin.lohk@mail.ee
Margus Loko	Tavaliige		Margus.Loko@ep.ee
Enn Loko	Auliige		enn.loko@ep.ee
Aleksandr Lozovski	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	aleksandr.lazovski@ep.ee
Loit Lubja	Tavaliige		
Elmar Lugus	Tavaliige	Keskkonnaministeerium	elmar.lugus@envir.ee
Viktor Lukjantšik	Tavaliige	AS Põlevkivi Raudtee	viktor.lukjantsik@ep.ee
Meelis Lust	Noorliige	TTÜ Mäeinstituut	meelis.lust.002@mail.ee
Aivar Luud	Tavaliige	Skanska	aivar.luud@kortec.ee
Daniel Lõõbas	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	daniel.loobas@gmail.com
Reelika Lääne	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	Reelikalaane@hotmail.com
Jaanika Lääts	Tavaliige	TTÜ Geoloogia Instituut	jaanika@gi.ee
Andre Lüüde	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi	andre.lyyde@ep.ee
Liisa Maidla	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	lyzzz@hot.ee
Udo Maiste	Tavaliige	Lääne Maavalitsus	Udo.Maiste@lmv.ee
Indrek Malm	Noorliige		indrek@steiger.ee
Nikolai Maloletni	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	maloletni@mail.ru
Nikolai Malõšev	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	nikolai.maloshev@ep.ee
Ivar Marist	Tavaliige		ivar.marist@mail.ee
Mait Mets	Tavaliige	-	maitmets@staff.ttu.ee
Victor Mikhaylov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	
Konstantin Mikheev	Tavaliige	AS Estonia kaevandus	konstantin.mihhejev@ep.ee
Meelis Mitt	Tavaliige		meelis@baltem.ee
Gennadi Moltšun	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevanuds	gennadi.molitsum@ep.ee
Marat Mulin	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	
Merilin Mõistlik	Noorliige	REI Geotehnika OÜ	Merilin.Moistlik@mail.ee
Rein Mäe	Tavaliige, pensionär		
Sirli Mägi	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	sirli.magi.002@mail.ee
Erkki Möldre	Tavaliige		erkki60@hot.ee
Toomas Nestor	Tavaliige	Eesti Põlevkivi AS	Toomas.Nestor@ep.ee
Moonika Niit	Tavaliige	TTÜ Geoloogia Instituut	Moonika.Niit@mail.ee
Erki Niitlaan	Tavaliige		erki@steiger.ee
Oleg Nikitin	Juhatuse liige	AS Eesti Põlevkivi	oleg.nikitin@ep.ee
Mihhail Nossikov	Tavaliige	Eesti Põlevkivi AS	mihhail.nossikov@ep.ee
Margus Noška	Vanemate kogu liige	Silikaat AS	silikaat@silikaat.ee
Aarne Nõmberg	Tavaliige	AS Viru Kaevandus	aarne.nomberg.001@mail.ee
Kalev Ollo	Vanemate kogu liige		info@warren.ee
Pavel Onuchak	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	on_pasha@mail.ru
Kairi Otsiver	Noorliige	OÜ Viru Markšeideribüroo	kairi@vmb.ee
Sergey Ovsyannikov	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi	sergei.ovsjannikov@ep.ee
Arno Paikles	Tavaliige	AS Tootsi turvas, Puhatu jaoskond	Arno.Paikles@TootsiTurvas.ee
Illimar Parts	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi	illimar.parts@ep.ee
Jüri-Rivaldo Pastarus	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	pastarus@cc.ttu.ee
Dimitri Petrov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	dimitri.petrov@ep.ee
Regina Petrova	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	rega2003@mail.ru
Arkadi Petrovitski	Tavaliige	Orica Eesti OÜ	arkady.petrovitsky@orica.com
Tiit Ploom	Tavaliige	Kiirkandur AS	tiit@warren.ee
Valentin Polištšuk	Tavaliige	AS VIRU	valentin.polistsuk@ep.ee
Jevgeni Poluhhin	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	jevgeni62@mail.ru
Jekaterina Priklonskaya	Tavaliige	AS Viru kaevandus	baumbach@hot.ee
Marina Prilipko	Tavaliige	AS Viru kaevandus	marina.priliplko@ep.ee
Arno Proode	Tavaliige	AS Viru Kaevandus	arno.proode@ep.ee
Nikolai Prosolkov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	

Nimi	Liige	Asutus	E-post
Toivo Puhilas	Tavaliige		
Rein Punga	Tavaliige	EP Aidu Karjäär	
Arvo Punt	Tavaliige, vanemate kogu liige		arvo.punt@merko.ee
Ivo Puss	Tavaliige	Eesti Põlevkivi AS	ivo.puss@ep.ee
Üllar Püvi	Tavaliige	OÜ Strenge	yllarpyvi@hot.ee
Heiner Raag	Tavaliige, pensionär		heiner@hot.ee
Elo Rannik	Tavaliige	OÜ Inseneribüroo STEIGER	Elo.Rannik@mail.ee
Mati Rannus	Tavaliige, pensionär	Aidu karjäär AS	
Priit Raud	Tavaliige	OÜ Salveesia	salveesia@one.ee
Enno Reinsalu	Auliige	TTÜ mäeinstituut	ere@cc.ttu.ee
Natalja Rezanko	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	natalja.rezanko@ep.ee
Merike Ring	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	merike.ring.001@mail.ee
Vladimir Rjabushenko	Noorliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	vladimir.rjabushenko@ep.ee
Nikolai Rjabušenko	Tavaliige	Põlevkivi kaevandamise AS, Viru kaevandus	nikolai.rjabushenko@ep.ee
Karin Robam	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	karin.robam@ttu.ee
Urmas Rägo	Tavaliige	Orica Eesti OÜ	urmas.raego@orica.com
Ahto Räni	Tavaliige, vanemate kogu liige	EDK AS	ahto.rani@smamineral.com
Caspar Rüütel	Tavaliige		caspar@steiger.ee
Maris Saarsalu	Juhatuse liige		maris.saarsalu@envir.ee
Sergei Sabanov	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	sergei.sabanov@ttu.ee
Aleksandr Safronov	Tavaliige	Orica Eesti OÜ	alkrandr.safronov@ep.ee
Talvi Sarv	Tavaliige		talvi.sarv@tji.ee
Mikk Sarv	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	mikksrv@gmail.com
Märt Saum	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	m.saum@ttu.ee
Ole Sein	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	ole.sein@gmail.com
Pavel Sergeev	Tavaliige	AS Põlevkivi Raudtee	pavel.sergejev@ep.ee
Sergei Sergeev	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	
Vladimir Sergejev	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	
Kerli Sild	Noorliige	TTÜ Mäeinstituut	kerli.ant@mail.ee
Reeli Sildnik	Tavaliige	Keskkonnainspektsioon	reeli.sildnik@kki.ee
Aleksandr Smirnov	Tavaliige	AS Põlevkivi Raudtee	aleksandr.smirnov@ep.ee
Vladimir Snatkin	Tavaliige	AS Viru Kaevandus	snatkin@rambler.ru
Kalmer Sokman	Tavaliige		kalmer.sokman@ep.ee
Pavel Sokolov	Tavaliige		pavels77@mail.ru
Arvo Suppi	Tavaliige	Reiden AS	reidenas@hotmail.com
Aleksandr Svetlanov	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi, tootmisosakond	aleksandr.svetlanov@ep.ee
Svetlana Svetlova	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	svetlana.svetlova@ep.ee
Ülo Sõstra	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	systra@staff.ttu.ee
Margus Sööt	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	margussoot@hotmail.com
Vladimir Šalašinski	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	vladimir.salasinski@ep.ee
Jekaterina Šestakova	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	ksk@hot.ee
Argo Ševerev	Tavaliige	Riigimetsa Majandamise Keskus	
Juri Šlõkov	Tavaliige, vanemate kogu liige		movement@movement.ee
Julija Šommet	Noorliige		julikene@hotmail.com
Ivan Zaikin	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	z.ivan@list.ru
Ljudmilla Žuravljova	Tavaliige	AS Viru kaevandus	ljudmila.zuravljo@ep.ee
Elmar Talisaar	Tavaliige, pensionär		
Roman Talnis	Vanemate kogu liige		stone@infonet.ee
Ülo Tambet	Auliige		
Janne Tamm	Tavaliige	Keskkonnaministeerium	janne.tamm@envir.ee
Tauno Tammeoja	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	tauno.tammeoja@ttu.ee
Priit Tapner	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi	priit.tapner@ep.ee
Nikolai Tihhonov	Tavaliige	AS Eesti Põlevkivi	Nikolai.Tihhonov@ep.ee
Avo Tipp	Tavaliige	AS Comfort AE	avotipp@hot.ee
Sergei Tišinov	Tavaliige	Põlevkivi kaevandamise AS,Viru kaevandus	sergei.tisinov@ep.ee
Alaksandr Toffert	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	

Nimi	Liige	Asutus	E-post
Vello Tohver	Tavaliige, pensionär	Iisaku Vallavalitsus	vello.tohver@iisakuvv.ee
Tarmo Tohver	Juhatuse liige	Eesti Põlevkivi	Tarmo.Tohver@ep.ee
Sergei Toikka	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	sergei.toikka@ep.ee
Valery Tokar	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	valeri.takar@ep.ee
Jevgeni Tomassov	Tavaliige	Põlevkivi kaevandamise AS,Viru kaevandus	tomassov@mail.ee
Eino Tomberg	Tavaliige, pensionär		einotomberg@hot.ee
Arvi Toomik	Tavaliige	OÜ Inseneribüroo STEIGER	info@steiger.ee
Hardi Torn	Tavaliige		hardi@gib.ee
Viktor Trepalin	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Estonia kaevandus	viktor.trepalin@ep.ee
Sergei Tšudakov	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	sat71@mail.ee
Aleksandr Tultšinski	Tavaliige		aleksandr.tulchinsky@ep.ee
Jüri Turõgin	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	juri.turigin@ep.ee
Viive Tuuna	Juhatuse esimees, vanemate kogu liige		viive.tuuna@voglers.ee
Jane Uibopuu	Tavaliige	Viljandi Keskkonnainspektsioon	Jane.Uibopuu@mail.ee
Lembit Uibopuu	Tavaliige, pensionär	TTÜ mäeinstituut	luibopuu@hot.ee
Viktor Undusk	Tavaliige, vanemate kogu liige		undusk@vkg.ee
Allar Urbmets	Tavaliige		
Juri Utrobin	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Narva karjäär	juri.utrobin@ep.e
Marina Vaganova	Tavaliige, vanemate kogu liige		marina@turgel.ee
Enn Vaher	Tavaliige, pensionär	-	
Helis Vahtra	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	helisvah@hot.ee
Ingo Valgma	Juhatuse liige, vanemate kogu liige	TTÜ mäeinstituut	ingo.valgma@ttu.ee
Veronika Valling	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	polosatik86@mail.ru
Toomas Valner	Tavaliige		
Ants Vannus	Tavaliige	Põlevkivi Kaevandamise AS, Aidu karjäär	ants.vannus@ep.ee
Nikolai Varb	Auliige		
Paul Vesiloo	Tavaliige	Merko	pvesiloo@hot.ee
Viktor Vietšinsk	Tavaliige	AS Viru Kaevandus	
Allan Viil	Juhatuse liige		allan.viil@ep.ee
Heini Viilup	Juhatuse liige, vanemate kogu liige		heini.viilup@talter.ee
Väino Viilup	Auliige		
Aivo Viirlaid	Tavaliige		Aivo.Viirlaid@ep.ee
Peeter Viljamaa	Tavaliige		peeter@polvateed.ee
Hans Vinkman	Tavaliige, pensionär	Maardu Linna Volikogu	
Johannes Viru	Tavaliige, vanemate kogu liige	J. Viru Markšeideribüroo OÜ	info@vmb.ee
Jaan Viru	Vanemate kogu liige		viru@uninet.ee
Nikolai Volodko	Tavaliige	As Põlevkivi Raudtee	Nikolai.Volodka@ep.ee
Vivika Väizene	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	vivika.vaizene@ttu.ee
Erik Väli	Tavaliige		erik.vali@ep.ee
Aire Västrik	Tavaliige	TTÜ mäeinstituut	aire.vastrik@ttu.ee
Ave-Õnne Õnnis	Noorliige	TTÜ mäeinstituut	ave.onnis@ttu.ee

JURIIDILISED LIIKMED

Eesti Põlevkivi AS

www.ep.ee
Põlevkivi kaevandamine
EMS liige alates 25.11.2002
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige
Ilmar Jõgi
ep@ep.ee
3364850

Harku karjäär AS

www.harkukarjaar.ee
Ehituslubjakivi kaevandamine
EMS liige alates 11.04.2005
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige
Roman Talnis
stone@infonet.ee
6870363

Paekivitoodete tehase OÜ

http://www.limestone.ee/
paekivikillustiku tootmine ja müük
EMS liige alates 1.10.2007
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige
Vladimir Libman
paekivi@limestone.ee
+3726212798

Laadur OÜ

www.laadur.ee
Ehitus-, karjääri- ja materjalikäsitlusemasinate müük ja hooldus
EMS liige alates 15.04.2005
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige
Raivo Hüüs
info@laadur.ee
6053600

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ

www.keemiatoostus.ee

Kütuse, soojusenergia, elektrienrgia tootmine ja müük, mäetööd, põlevkivi, kruusa, liiva kaevandamine ja
müük, killustiku tootmine ja müük

EMS liige alates 9.03.2006

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Robert Karpelin

robert@keemiatoostus.ee
5064380
3359623

C.B.A. OÜ

EMS liige alates 15.03.2004

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Aleksei Bari

cba@infonet.ee
654 6546

Kiviluks AS

www.kiviluks.ee

Karjääride haldamine, kohalikust materjalist (kruusad, liivad, paekivi) ehitusmaterjali tootmine, kivipurustamisteenus, inertsete ehitus- ja lammutusjäätmete taaskasutamine

EMS liige alates 19.10.2004

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Enn Kikas

enn@kiviluks.ee
372 601 28 64

BalRock OÜ

www.balrock.ee

Lõhketööd, puurkaevude
puurimine, vesivarustustööd

EMS liige alates 21.03.2003

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Kalle Alasi

kalle.alasi@balrock.ee
5036229
6705077

Wihuri AS

www.wihuri.ee

Maa- ja mullatöömasinate müük, hooldus ja varuosad
EMS liige alates 24.01.2005
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Erkki Kaisla

erkki.kaisla@wihuri.com
5051142

TTÜ Mäeinstituut

mi.ttu.ee

Mäeharidus ja mäeteadus, kaevanduste projekteerimine
EMS liige alates 11.01.2002
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Ingo Valgma

ingo.valgma@ttu.ee
5522404
6203851

Kiiu Soon OÜ

www.kiiusoon.ee

Ehitus- ja täiteliiva kaevandamine ja müük
EMS liige alates 20.02.2005
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Enn Aaviksaar

info@kiiusoon.ee
5052349
6072732

Kaltsiit

paekivi kaevandamine
EMS liige alates 10.05.2004
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Eeri Lass

kaltsiit@hot.ee
5210809
7750297

Väo Paas OÜ

www.vaopaas.ee

Killustiku tootmine

EMS liige alates 28.11.2002

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Veljo Haube

veljo@vaopaas.ee

Kunda Nordic Tsement AS

www.knc.ee

Tsemendi, klinkri ja killustiku tootmine. Kunda sadama teenus

EMS liige alates 28.11.2002

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Riho Iskül

Riho.Iskyl@knc.ee

5200650

3229950

Kiviliiv OÜ

www.kiviliiv.ee

Liiva- ja kruusa kaevandamine ja töötlemine

EMS liige alates 27.03.2007

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Kalmer Kikkas

kalmer@kiviliiv.ee

5177108

Nordkalk AS

www.nordkalk.com

Kaevandamine ja mäetööd; lubja, lubjakivi, kivimaterjalil põhinevate toodete tootmine, müük ja arendamine

EMS liige alates 17.07.2002

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Hannes Arraste

hannes.arraste@mail.ee

5037058

3291346

Silikaat AS

www.silikaat.ee

EMS liige alates 15.03.2004

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Margus Noška

silikaat@silikaat.ee

6597628

Lõhketööd OÜ

www.lohketood.ee

Lõhketööd

EMS liige alates 13.01.2002

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Andres Leht

andres.leht@lemminkainen.fi

5134348

6709000

Voglers Eesti OÜ

Lõhketööd, lõhkeainete import, - müük, lõhketöödealased konsultatsioonid

EMS liige alates 18.07.2002

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Viive Tuuna

viive.tuuna@voglers.ee

5145702

3225465

J. Viru Markšeideribüroo OÜ

www.vmb.ee

Mäegeodeesia

EMS liige alates 10.01.2002

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Johannes Viru

info@vmb.ee

5079165

6344552

EDK AS

Lubjakivi kaevandamine, töötlemine
EMS liige alates 21.06.2002
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Ahto Räni
ahto.rani@smamineral.com
56560443
6585962

Movement OÜ

www.movement.ee
Mäe- ja kaevandusseadmete hange, remont, projekteerimine
EMS liige alates 25.04.2003
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Juri Šlõkov
movement@movement.ee
5079924
3373519

Merko Kaevandused OÜ

www.merko.ee
Maavarade kaevandamine, põlevkiviõli tootmise arendamine
EMS liige alates 10.03.2006
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Arvo Punt
arvo.punt@merko.ee
56 805 229
6 805 229

Kiirkandur AS

http://www.kiirkandur.ee/
EMS liige alates
Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Kalev Ollo
info@warren.ee
6870392
6870388

Talter AS

www.talter.ee

Teedeehitus, remonttööd

EMS liige alates 2.02.2004

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Heini Viilup

heini.viilup@talter.ee

5144822

6057572

VKG AIDU OIL OÜ

www.vkg.ee

Mäenduse ja põlevkivi töötlemisega seonduvad inseneritööd

EMS liige alates 6.04.2006

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Viktor Undusk

undusk@vkg.ee

53429298

Turgel Grupp

http://www.turgel.ee/

Teedeehitus

EMS liige alates 11.01.2006

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Marina Vaganova

marina@turgel.ee

5225110

Järva Paas

EMS liige alates 14.04.2004

Juriidilise liikme esindaja, EMS vanemate kogu liige

Andres Leht

andres.leht@lemminkainen.fi

5134348

6709000

TTÜ MÄENDUSE ERIALADE VILISTLASED

2007
Leivi Arumäe
Jan Johanson
Marko Kaunis
Merle Kerm
Einar Kivimäe
Mario-Martin Maalmann
Indrek Malm
Merilin Mõistlik
Kairi Otsiver
Reili Pärnasalu
Karmen Reinpõld
Merike Ring
Karin Robam
Reeli Silman
Merle Truu
Marina Vaganova
2006
Taisiya Balyasnikova
Julia Gulevitš
Larissa Iljukevitš
Kristjan Jassik
Veiko Karu
Ivar Marist
Ivika Oja
Regina Petrova
Siim Pukk
Ivo Sõstra
Julija Šommet
2005
Jekaterina Bessonova
Rebeka Hansen
Riho Iskül
Andres Kask
Jaanika Kauts
Anna Kruglova
Anne-Liis Kääramees
Helena Lind
Martin Lohk
Jelena Mamõkina
Sirli Mägi
Angela Notton
Airi Rajapu
Elo Rannik
Caspar Rüütel
Maris Saarsalu
Annika Siilmann
Kerli Sild
Ivar Sova
Margus Sööt
Kazbulat Šogenov
Kerdo Vrublevski
Aire Västrik
2004
Pavel Astapov
Mairy Killing
Reimo Leedjärv
Jaanika Lääts
Moonika Niit
Sergei Sabanov
Hedi Schvede
Pavel Sokolov
Jako Stein
2003
Meelis Bauman
Margus Kukk
Margus Loko
Toomas Post
Natalja Prokatsova
Ilja Prokopjev
Valle Raidla
Taavi Raik
Kadi Soomlais
Aleksandr Spitsõn
Olavi Tammemäe
Hardi Torn
2002
Egon Hirvesoo
Jaak Nõlvak
Arno Paikles
Birgit Peerna
Kristo Peerna
Igor Petkevits
Dmitri Puhilas
2001
Tõnis Kattel
Reeli Sildnik
Sergei Sukmanov
Jane Uibopuu
2000
Märt Maurer
Aleksandr Safronov
Aleksei Šalašinski
Tauno Tammeoja
Vassili Turõgin
1999
Ago Bachmann
Maksim Ivanov
Deniss Mezentsev
Erki Niitlaan
Aleksandr Ovsjannikov
1998
Loit Lubja
Jaanus Purga
Argo Ševerev
1996
Andrei Frolov
Aivar Luud
Aleksandr Nedaškovski
Oleg Nikitin
Ain Paavo
Aleksandr Pleškan
Sergei Rebane
Artur Romaškevits
Jaan Viru
Igor Vovk
Raimond Äri
1995
Raul Binsol
Jevgeni Borissov
Vladimir Dõrin
Andrei Geimonen
Zanna Grikun
Pavel Korobljov
Hasse Luud
Andre Lüüde
Sergei Stškov
Andrei Turilov
Ants Vannus
Allan Viil
1994
Anton Amelin
Dmitri Gljantšev
Ruslan Grünbaum
Hannes Hallik
Boris Jessenfeld
Lauri Juuse
Dmitri Kotskin
Jaanus Paeväli
Igor Pavlenko
Meelis Pärna
Vassili Šašerin
Marek Špindler
Ingo Valgma
Igor Velmar
1993
Janek Hendrikson
Erkki Kaisla
Kaimar Kikkas
Viktor Mahlinovski
Mihhail Medvedjev
Vadim Romanenko
Andres Sahtel
Andrei Sekljutski
Tõnu Sepp
Andrei Skrebnev
Aleksandr Svetlanov
Avo Tipp
Allar Urbmets
1992
Sergei Anissimov
Sergei Išunin
Harry Jäger
Arvet Kagover
Vladimir Kret
Pavel Lilišentsev
Dmitri Melnik
Marek Mätas
Artur Petrosjan
Igor Petrovitski

Dmitri Skomarovski
Valeri Šestilovski
Aleksandr Tailakov
1991
Andrei Dolgih
Jevgeni Falovski
Andrei Gjusson
Andrei Gussev
Valeri Harin
Jüri Iro
Juri Jefimov
Kahaber Kikatšeišvili
Leino Lootus
Sergei Martinson
Dmitri Nikolajev
Veiko Nõlvak
Viktor Pasikuta
Olev Ploompuu
Leonid Pribega
Andrei Raag
Valeri Širjajev
Alar Tamm
1990
Aigar Jürjens
Kaido Kansi
Josif Karkarašvili
Tiit Kaurla
Anatoli Krupski
Nikolai Maloletnõi
Aleksandr Maršalok
Enno Rebane
Roman Ventsel
1989
Erik Aavel
Andres Bamberg
Irina Bilaja
Eduard Bogens
Sergei Donov
Leonid Goldberg
Tarmo Kaare
Andrei Karev
Sander Kibin
Ants Leet
Andrei Makarov

Aleksandr Makušev
Aleksei Monikainen
Aarne Ott
Aivar Pabbo
Peep Piiber
Kalvi Pääro
Andrus Salomets
Igor Šestilovski
Konstantin Štšur
Eduard Zeel
Koit Vallimäe
1988
Rim Gubaidullin
Igor Gvozdev
Eero Kotli
Vjatšeslav Kotšetõškin
1987
Valeri Bõstrov
Eduard Genno
Boriss Golubev
Pavel Haimi
Sergei Kaidalov
Ljudmila Kolotõgina
Sergei Krjukov
Konstantin Mastitski
Juri Melnikov
Urmo Merilaid
Priit Nuggis
Viktor Tuisk
1986
Mati Alles
Šarunas Dalmotas
Vladimir Dorš
Vladimir Frolov
Viktor Gaitšuk
Oleg Gribovski
Vjatšeslav Grigorjev
Eduard Grigortšuk
Vahur Hansen
Vladimir Hjurri
Pavel Ivanov
Valeri Jefimov
Rein Kaarlõp
Ülo Kaljo
Kalle Kiholane
Ilmar Kukk
Urmas Kukk
Aivar Kungla
Peeter Kurnevitch
Juri Kuusmets
Andres Leht
Alfonsas Makutenas
Oleg Mutonen
Veljo Männiste
Ain Nuija
Kaido Park
Gennadi Ratus
Lauri Reinhold
Aivar Rihkrand
Meelis Roosing
Andry Sinijärv
Gennadi Sorotšinski
Dmitri Stolbov
Andrei Šubin
Gennadi Šõšov
Peeter Tasane
Artur Teeveer
Tõnu Tomberg
Toomas Valner
Andrei Vanšutin
Artur Varunov
Erik Väli
1985
Enn Aaviksaar
Igor Andrejev
Georgi Anušov
Arunas Bobina
Nikolai Danilov
Vassili Dmitrijev
Kirill Doilov
Aleksandr Golov
Igor Ivantsov
Aleksandr Julin
Arnold Kohtla
Anatoli Kulakov
Vladimir Kuzin
Vasili Malinovski
Sergei Mihhaltšuk
Viktor Motšjonov
Vigantas Panavas
Andrei Pozdnjakov
Kjastutis Potsjus
Aleksandr Prigortšenko
Vigmantas Rinkjavitšjus
Dmitri Semjonov
Vladimir Sulin
Aleksandr Šipkov
Sergei Štšur
Jüri Zaitsev
Igor Zussi
Juri Želtkov
Aleksandr Uglovski
Aleksandr Vatter
1984
Igor Bolšakov
Andrei Dekelbaum
Nikolai Fedossenko
Rimvidas Frišmantas
Sergei Frolov
Sergei Hramkov
Andres Ivanov
Hindrek Kallast
Eduard Kikas
Aleksander Kolomenski
Toomas Luik
Einar Ohov
Raivo Pillet
Ervin Priivits
Viktor Prits
Arno Proode
Einar Radtšenko
Igor Rumjantsev
Kaido Rätsep
Mihhail Sapega
Suido Suursalu
Vladimir Šleikov
Alfred Štšanovitš
Sergei Timtšuk
Nikolai Tšernov
Eduard Tširkov
Dmitri Volkov
Malle Vool
Mihhail Voronin
Jaanus Õnnik

1983
Oleg Aleksejev
Hannes Arraste
Sergei Donus
Jaan Ingermaa
Aleksander Kamšeko
Aleksander Klementjev
Viktor Komissarov
Gennadi Kondratenko
Andrei Mitrofanov
Vikenti Pavlov
Dmitri Petrov
Sergei Rjabtšikov
Sergri Sergejev
Mati Siinmaa
Leonid Smirnov
Leonid Solovjov
Mihhail Šaljapin
Anatoli Tarassov
Juri Uit
Sergei Varakin
1982
Juri Anufrikov
Valeri Bondarev
Viktor Dasjukevitš
Hindrek Holzmann
Yrjö Huhtamäki
Viktor Ivanov
Arkadi Jartsev
Anatoli Jemeljanov
Viktor Jolkin
Valeri Košelkov
Juri Mihhailov
Viktor Mihhailov
Viktor Mihhhailov
Viktor Mihno
Nikolai Minajev
Nikolai Pantšenko
Juri Pozogin
Valeri Rjutkanen
Talvi Sarv
Aleksander Smoljakov
Valeri Štembah
Sergei Tšamkajev
Viktor Tšupik
1981
Juri Amelin
Aleksander Brokk
Artur Elonen
Viktor Ikkonen
Igor Jemeljanov
Jüri Järvet
Jevgeni Kargu
Tiit Korn
Gennadi Maksimov
Vsevolod Morozov
Aleksandr Nikiforov
Sergei Pribega
Aleksandr Smirnov
Kalmer Sokman
Igor Škarinov
Juri Tammi
Gennadi Tarassevitš
Sergei Urb
Enn Viira
1980
Oleg Jakovlev
Aleksander Juhkov
Aleksandr Koivistoinen
Vladimir Konstantinov
Arvo Nabi
Hillar Varblas
Albert Vaselo
1979
Nikolai Andrianov
Andrei Beljajev
Pavel Firjulin
Aleksander Kalinin
Viktor Klementjev
Igor Mjodov
Vladimir Nanasov
Sergei Nohrin
Igor Petrjašov
Valeri Prokopjev
Aleksandr Toffert
Sergei Tsarik
1978
Vytas Cislikauskas
Aleksander Grigorjev
Vladimir Gromov
Robert Karpelin
Aare Kont
Henno Kuldsaar
Aleksander Lissejenko
Vladimir Loman
Vello Luide
Valentin Petrov
Jonas Polimaitis
Toivo Puhilas
Kari Saar
Viktor Savvov
Ilmar Selga
Aleksander Sursoho
Aleksander Volžinski
1977
Hillar Ehaste
Aavo Irval
Jaan Laurits
Udo Maiste
Jaan Paeveer
Vladimir Šalašinski
1976
Aleksander Ahermaa
Jaak Eelmets
Matti Korsten
Anatoli Leontjev
Kalev Lepisk
Jüri Linde
Anatoli Muhhin
Kalev Paaps
Arvo Punt
Ago Solom
Margus Tamm
Oleg Tseljadinov
Oleg Tšeljadinov
Harri Vares
Meeme Veisson
Heini Viilup
1975
Vladimir Aleksejev
Aleksander Beda
Valeri Bogatõrjov
Juri Fjodorov
Igor Grojic
Mihhail Jegorov
Enn Juppets
Aleksander Karusaar
Anatoli Klevtsov
Juri Maljutin
Vladimir Massalin
Mihhail Nossikov
Svjatoslav Pobedonostsev
Vitali Posohhov
Vladimir Sizikov
Nikolai Smirnov
Jevgeni Solovjov
Kalju Variku
1974
Aavo Antsev
Gennadi Boitsov
Juri Jegorov
Roald Karu
Valeri Kirsanov
Juri Livenski
Vjatšeslav Nikitin
Valeri Pitkja
Peter Ponomarjev
Vladimir Savtšik
Jüri Tart
Vladimir Tšetšet
Nikolai Tšuškin- Zanin
Vladimir Ugom
1973
Sergei Bazarnov
Jevgeni Druz
Viktor Guldinski
Stanislav Hok
Roman Jakovlev
Einar Kivinurme
Valentin Kozlov
Gennadi Kurin
Jüri Luud
Enno Needrit
Valentin Polištšuk
Nikolai Poljanski
Vladimir Subbotin
Anatoli Timofejev
Stanislav Trofimov
Edvin Tsirit
Raivo Õige

1972
Viktor Bauman
Aleksander Berestovoi
Aleksander Dadajev
Vladimir Fedorenko
Vitautas Kneizjevitšus
Andrei Konovalov
Fjodor Konstantinov
Enn Lokotar
Adalbert Lukatš
Lembit Maripuu
Tiit Ollino
Albertas Pilipauskas
Lev Pohhomov
Nikolai Rodionov
Igor Smirnov
Vitautas Sutkus
Jevgeni Zaitsev
Fjodor Žuravljov
Voldemar Tsernant
Aleksandr Tultšinski
Valdur Veskioja
Ilmar Virolainen
1971
Toivo Adel
Viktor Andrejev
Oleg Balašov
Valeri Belitski
Heiki Elonen
Aleksei Ivanov
Nikolai Jugantsev
Harri Kask
Endel Kaup
Vaino Kivinurm
Vassili Kriklivõi
Jüri-Rivaldo Pastarus
Lembit Priima
Peeter Teder
Grigori Topkin
1970
Gennadi Aksjonov
Boris Filipov
Alev Grauberg
Jüri Griško
Toivo Hakman
Ants Halliksaar
Üllar Kaaver
Valeri Karma
Tõnis Kotkas
Priit Kreek
Tõnu Kängsepp
Hillar Lillenthal
Aleksander Mahhonko
Reinhold Mansberg
Kalju Metsoja
Hans Piirsalu
Mati Pukk
Aleksander Puulinn
Jüri Robal
Jevgeni Rotov
Vello Sullakatko
Mats Säde
Vladimir Šarajev
Anatoli Tihhomirov
Ellart Tärno
1969
Feliks Aarmaa
Georg Abels
Endel Ermos
Valeri Gabets
Dimitri Grant
Valeri Ivanov
Vladimir Jakovlev
Anatoli Karev
Ants Kroon
Georg Kuropei
Stanislav Levtšenko
Nikolai Maspanov
Kalle Mööl
Toivo-Joh. Paju
Jüri Popjonov
Avo Rahu
Viktor Repson
Aavo Sarapuu
Aleksander Sokolov
Lembit Soosaar
Lev Sudelainen
Rein Tallermaa
Heiki Tähe
Viktor Voropajev
1968
Jevgeni Belogorski
Jüri Hansen
Ants Juhandi
Tiit Kaadu
Valeri Konev
Igor Kot
Hillar Leppik
Arne Lüüde
Andu Olesk
Tiit Parve
Priit Raud
Jüri Reiska
Reinald Rooba
Karl Salev
Lembit Sikk
Daniel Sverdlov
Raivo Sõmer
Lembit Uibopuu
Haljand Vetik
1967
Ülo Annask
Jüri Hallmere
Uno Heinola
Juhan Innos
Vennis Järvet
Ellar Keskküla
Ülo Korsten
Heikki Känd
Leino Laarman
Elmo Lageda
Eeri Lass
Tõnis Laud
Aarne Maidra
Aarne Mardiste
Jüri Mändmets
Henn Noole
Albert Ostra
Jaan Piik
Jüri Põld
Tõnu Pääsuke
Rein Rahuoja
Vello Raus
Tõnu Roosileht
Enno Sarapuu
Priit Tapner
Ivo Tarn
Vello Tohver
Ants Tuttenpal
Enn Uustalu
Aivo Viirlaid
Kaljo Õunapuu
1966
Alo Adamson
Istvan Asszonyi
Juhan Bachmann
Hussei Borlakov
Kalvi Grüning
Vaikus Jõgisu
Ants Kukrus
Villu Liblik
Udo Margens
Mati Prisk
Rein Tali
1965
Aadu Asi
Nikolai Bibikov
Eino Hussu
Ilmar Joosepson
Lev Kasperovitš
Albert Kikas
Herbert Lutsep
Kalle Luuk
Enno Lösser
Viktor Makevitš
Vladimir Miltovitš
Tõnis Muru
Vladimir Rutnik
Aleksander Saare
Eduard Šaboidaš
Anatoli Taškov
1964
Jaak Fuchs
Fjodor Gribanov
Mart Hallik
Uno Krug
Vassili Krõlov
Mait Ollino
Rein Pavelson
Ülo Piirfeld

Väino Põldma
Olev Rai
Otto Sullakatko
Jaan Surva
Enn Tihkan

1963

Harald Einseli
Jaan Jauk
Ülo Juhkov
Aleksei Kase
Tõnu Leiger
Matti Maack
Juhan Merivoo
Ülo Pärnpuu
Ülo Raama
Ants Toom
Rein Uustalu
Mart Virkus

1962

Arno Erm
Jevgeni Frier
Vello Kattai
Viktor Kiemets
Erik Koobas
Ivar Kukk
Jaan Neem
Hubert Raad
Vello Rohtla
Vello Rootsi
Jaak Soobik
Mihkel Tammelaan
Viktor Undusk

1961

Aleksander Artjomenko
Mart Baru
Gennadi Bogdanov
Juri Filippov
Edgar Freiberg
Boris Ganšin
Boris Issajev
Tiit Kalpus
Igor Karasjov
Kuldar Kildmaa
Vladimir Konjaškin
Juri Kornilov
Vladimir Kremerman
Ševeh Langer
Jevgeni Lebedko
Ants Liiva
Rein Liiva
Peet Martin
Valeri Prjahhin
Mati Rannus
Adolf Silanarusk
Gennadi Smirnov
Viktor Strizak
Anatoli Svetlanov
Tõnu Talimaa
Anatoli Tatartšuk
Boris Tereštšenko
Albert Trombovetski
Ernst Vaher

1960

Morris Blumberg
Gennadi Desjatnikov
Oleg Dõkov
Vassili Grebenkov
Maldon Haljas
Deniss Iljukov
Heinar Krönström
Sergei Krösev
Vladimir Kušnir
Kustav Olimar Laigna
Tõnu Loog
Vladimir Lukaševitš
Ilon Luvištšuk
Enn Lüütre
Boris Oks
Nikolai Panin
Eino Peek
Aleksander Reben
Enno Reinsalu
Ülo Sinisalu
Valeri Sipolainen
Aleksander Sokolover
Konstantin Sorokin
Arvi Toomik
Leonid Tšerkassov
Julius Vederman
Harald Viljaste
Peeter Vingisaar

1959

Mark Arefjev
Boris Beljajev
Aleksander Bolšakov
Tõnu Duubas
Elmo Endrikson
Heino Erik
Nikolai Fedorovitš
Arnold Flier
Aleksei Golovin
Uno Hovi
Vladimir Ivanov
Viktor Ješkov
Ilmar Kaev
Väino Kasak
Peter Komissarov
Igor Koreiša
Hillar Kuuskmaa
Veljo Lauringson
Tamara Ledina
Kuno Lepp
Kalju Lill
Vladimir Lvov
Otto Maitse
Henno Martinson
Väino Mauer
Vaida Nikkel s. Nõulik
David Petrovitski
Igor Potkin
Valdo Prommik
Rein Põld
Juhani Sell
Vjatšeslav Skorohodov
Pjotr Stanovoi
Lidia Štšerbakova s. Sakermann
Lev Zenzinov
Ernst Zizmann
Enno Tali
Raa Tamm
Viktor Tapp
Arvo Vallikivi Valton
Jüri Valtin
Heiki Verbak
Mihkel Viirelaid
Dimitri Vinogradov

1958

Johannes Alling
Uno Annus
Enn Jaanus
Ivar Hugo Kaskel
Uno Kruusmaa
Kaljula Laas
Uve Lillepruun
Arne Nikker
Heino Poolgas
Uno Printsmann
Eino Puhu
Eino Raadik
Edgar Randver
Enno Roots
Aleksander Sorok
Arvo Tasso
Linda Tasso s. Sipp
Eino Tolga
Aleksei Trofimov

1957

Taimo Hiiekivi
Olev Kutsar
Leo Käpa
Arvo Lekk
Leenart Ferdinand Lepasaar
Ando Lillioja
Enn Lõmps
Viktor Nikolai
Harry Nõmmik
Alfred Otstavel
Uno Pahla
Rein Sallaste
Heino Sander
Meinhard Sepp
Uno Säästla
Kalev Toomsalu
Karl Valgepea
Ervin Viitas

1956

Udo Aasamets
Arne Ahonen

Hans Peet Johannes
Melvyn Joosti
Georgi Kaleviste
Elmar Keskküla
Leo Laretei
Jaan Leis
Uno Liik
Udo Lukk
Elmar Matt
Rein Mäe
Aavo Mändmets
Hans Ahto Männiste
Osvald Olle
Hans Pajutee
Renaldo Põld
Harri Renno
Edgar Räim
Arnold Tabor
Ülo Tambet
Enn Vaher
Nikolai Varb
Heldur Voore

1955

Lembit Eigo
Kalju Hinsberg
Ervin Kangur
Ivo Kangur
Rein Kaup
Aavo Kivimaa
Toivo Olavi Kõiv
Hans Kõiva
Vello Lepiksoo
Endel Lepler
Vello Lillipuu
Elmar Lugus
Martin Meinberg
Hans Nõlve
Endel Peterson
Rein Reitalu
Ülo Samlan
Ilmar Soome
Lembit Spits
Voldemar Streimann
Heino Suimets
Meinhard Uiga
Ülo Uluots
Jüri Vaher
Paul Vesiloo
Lembit Võlu
Samuel Väljaaru

1954

Udo Aasmaa
Rein Altnurme
Alo Arumäe
Hillar Hints
Ingrid Helvi Hints
Endel Ilves
Mihhail Kaljo
Vello Käärma
Olav Mailend
Harry Merivoo
Aleksander Pais
Heiner Raag
Heino Rudi
Ahto Räni
Hugo Sampka
Roland Sarapuu
Robert Tasane
Eino Tomberg
Leo Torn
Rein Vanaveski
Hubert Veri
Hans Vinkman
Erich Vulla

1953

Kuuno Allikvee
Heiti Eller
Eino Joost
Helga- Beatriss Joost s. Kuusehänd
Paul Kand
Helmut Kasesalu
Elmar Kask
Aleksander Kitsnik
Henri Koonik
Kaljo Lehiste
Aleksander Less
Ants Lillepalu
Jüri Muhel
Egon Pikker
Guido Põlluveer
Einar Rist
Aleksander Rotberg
Ago Siim
Ilmar Tois

1952

Evald Hermann Annus
Henno Ilveste
Koida Juhkam s. Tammeleht
Heino Kalda
Aksel Kukk
Vladimir Kuzmin
Voldemar Kuulen
Rein Martin
Hans Merila
Kuido Saarest
Leo Talve
Juhan Vihtre
Väino Viilup

1951

Heino Aruküla
Kalju Habicht
Ülo Hint
Aleksander Ilves
Aksel Jaana
Henno Kasikov
Jaan Kuusik
Jüri Laats
Boris Logusov
Heinar Mikkov
Lembit Milber
Uno Mitt
Gunnar Murd
Kalju Ojaste
Guido Paalme
Endel Parvet
Endel Pruul
Ants Raado
Enno Silver
Uno Tellik
Vambola Välimaa

1950

Evald Kreegipuu
Alfred- Hermann Reier
Juhan Vabamäe
Viktor Vasur

1948

Leopold Lainoja
Karl Müürissepp
Selgur Randaru

1946

Evald Pobul

1944

Albert Laigna
Mart Neumann
Albert Susi

1943

Arvo Raid