

1. Kivimite valikpurustamine

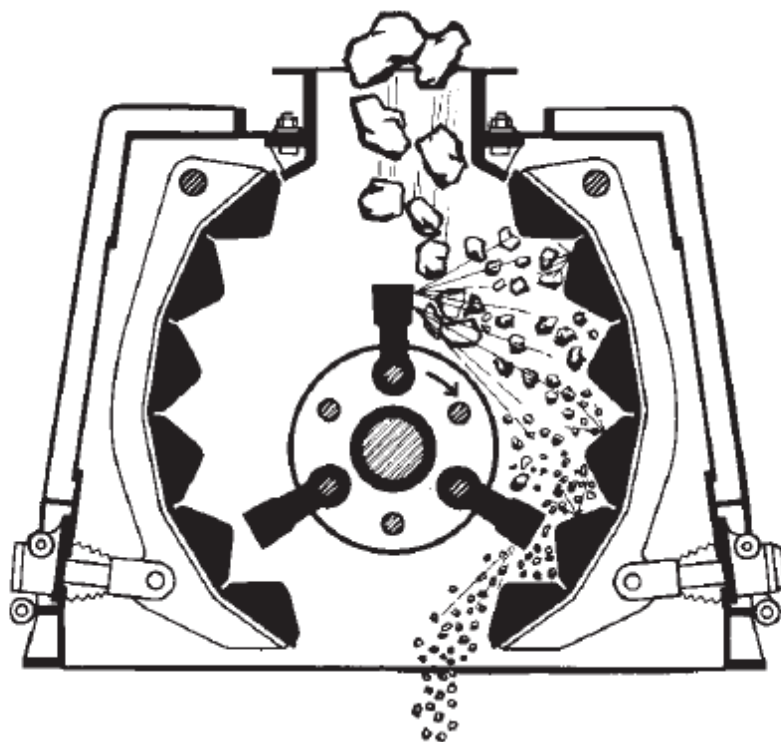
Ingo Valgma, Margit Kolats, Maris Leiaru, Alo Adamson

Kivimite valikpurustamise all mõeldakse kivimite erinevate omaduste tõttu erinevalt purustamist ja purunemist. Peamine purunemist mõjutav tunnus on kivimi survetugevus, mis sõltub kivimi pinnakõvadusest, pragulisusest ja niiskusest. Kivimite purustamiseks on kasutatud ajaloo jooksul mitmeid meetodeid ja kivim puruneb mitmete protsesside käigus [6, 12]. Enamus protsesse on mõjutatud otseselt mäendustingimustest [8, 22, 42]. Järelikult on varukasutus otseselt seotud tehnoloogiliste lahendustega [29, 30, 31, 32, 33, 34]. Lisaks valikpurustamisele on tükisuse ja fraktsioonkoostise mõjutajad muidugi raimamine ja kobestamine [49, 50, 51, 56]. Siiski on enamus valikpurusteid tehtud alles hiljuti. Peamised purustamise meetodid on löök, hõõrumine, lõikamine ja surumine. Valikpurustamise peamised masinad on löökpurusti, trummelpurusti ja võllpurusti. Samuti avaldub valikpurustamise mõju lõikamise ja rebimise operatsioonide käigus. Rebimiseks ja lõikamiseks kasutatakse tükeldit ja võllpurustit. Samas on optimaalse skeemi valik keeruline aga samas olulise mõjuga [3, 35]. Seda nii mõju osas toodangule, kui investeeringu suurusele [20]. Eestis on valikpurustamine aktuaalne nii põlevkivi- kui killustikutööstuses, omades ka riiklikku tähelepanu läbi riikliku energiatehnoloogiate programmi ja rahvusvaheliste uuringute [17, 7, 44]. Tükisus mõjutab enamust kasutusalaadest, nii tehnoloogilise, kütte, kui ehitustoormena [9]. Ka kaevandamise käigus tekkinud allmaarajatiste täitmise jaoks täitematerjali valimisel on tükisus oluline nii betoneerimisel kui pumpamisel [10, 14, 15, 43]. Oluliselt on tükisuse problemaatikast mõjutatud kadu kaevandamisel [13]. Tükisus on seotud ka varingutega läbi lõhketööde parameetrite [23, 25, 24, 26]. Ka toodangu kvaliteet on tükisusega otseselt seotud [21, 36, 37, 38, 39, 40, 41]. Praktika näitab, et õigesti valitud valikpurusti võimaldab maavara rikastada [55]. Samas tuleb kaaluda valikväljamise ja ka kõrgselektiivse väljamise võimalusi [54]. Tulevikus muutuvad optimeeritud tehnolahendused olulisemaks kui seni [45, 46, 47, 48, 52, 53, 57].

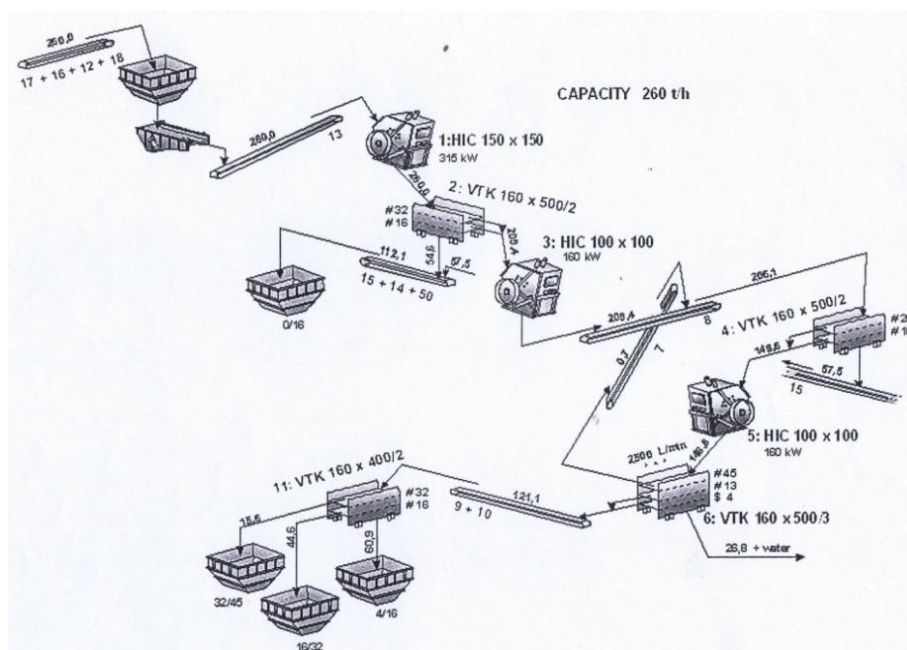
Kui löökpurusti labasid on vähe, e. tavaliselt kolm, siis kukuvad väikesemõõdulised tükid otse purustist läbi ja suured tükid saavad labadelt löögi (Joonis 1-1 Löök e. rootorpurusti (Pennsylvania Reversible Impactor)). See tagab selle, et väikeseid tükke ei peenendata täiendavalt. Löökpurusteid on kasutatud põlevkivi aherainekillustiku valmistamiseks nii Ahtme kaevanduse, Aidu karjääri kui Estonia kaevanduse aherainest (Joonis 1-2 Aidu põlevkivikarjääri aherainekillustiku valikpurustusskeem, Joonis 1-3 VSI - Püstasetusega löökpurusti (Vertical Shaft Impactor) [4], Joonis 1-4 Püstasetusega löökpurustiga purustatud tükisuurus sõltub rootori pöörlemiskiirusest [4]). Haamerpurusti rootor pöörleb oluliselt kiiremini kui rootorpurustil ja väljalaskeavad on väikesed. Seetõttu saab kivi haamrilt löögi ja seejärel hõõrutakse kive üksteise ning restitalade vastu (Joonis 1-5 Haamerpurusti (Pennsylvania Non-Reversible Hammermill)). Seega kasutatakse haamerpurustit jahvatamiseks. Haamerpurustit nimetatakse tihti ka haamerveskiks. Kahesuunaline haamerveski e. veski, mille rootori pöörlemissuunda saab muuta annab võimaluse kinnikiilumise korral vastassuunas veski tööle panna (Joonis 1-6 Kahesuunaline haamerveski). Kivisöe ja pruunsöe ettevalmistamiseks tolmpõletuskatlale kasutatakse haamerveskit millel on rohkem haamreid (Joonis 1-7 Kivisöe haamerveski). Samuti kasutatakse valikpurustamist killustiku ja keemiatööstuse toorainete ettevalmistamisel [54]. Kui tegemist on mudase või klepuva materjaliga, siis kasutatakse haamerveski toituriina plaatkonveierit (Joonis 1-8 Plaatkonveiertoituriga haamerveski). Ühe valtsiga valtspurusti

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

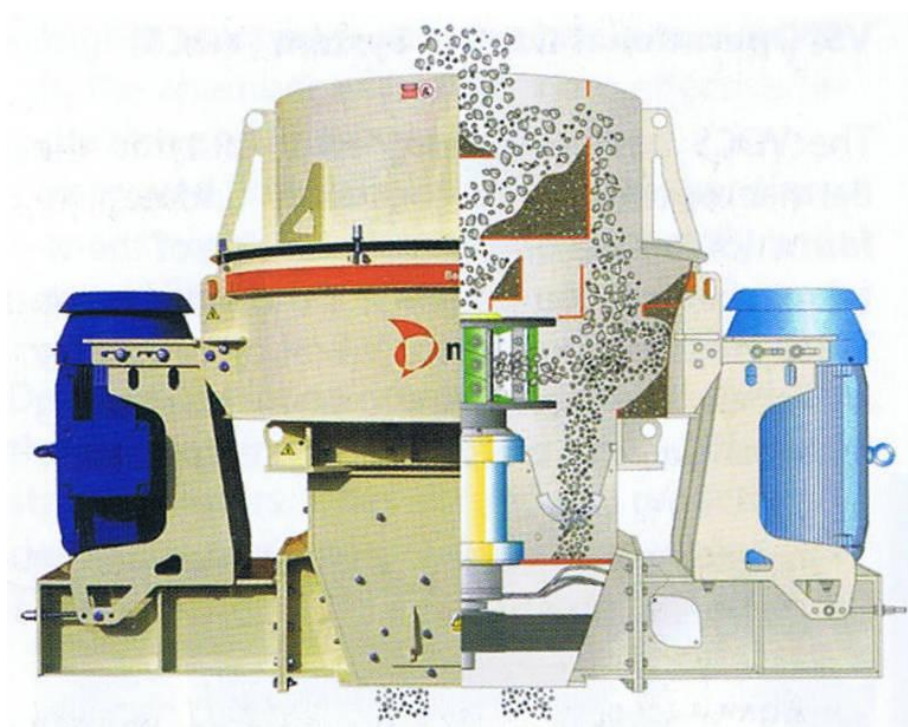
kasutab purustamiseks lööki, hõõrumist ja survet (Joonis 1-9 Ühe valtsiga valtspurusti). Sel juhul toimib purustamine vaid ühe korra, et hoida energiakulu ja peene materjali kogus väike. Trummelpurusti trummel pöörleb nii aeglaselt, et kivi puruneb vaid kukkumise mõjul (Joonis 1-10 Trummelpurusti (Bradford breaker)). Trummelpurustit iseloomustab madal energia erikulu – 0,25 hj või vähem t/h materjalivoo kohta. Trummel-rootorpurustil on muudetava kiirusega labadega rootor mille pöörlemiskiiruse muutmise abil saab reguleerida peene materjali kogust. Selline rootoriga valikpurustustrummel on eelmisest suurema tootlikkusega ja väiksem [5].



Joonis 1-1 Löök e. rootorpurusti (Pennsylvania Reversible Impactor) [5]

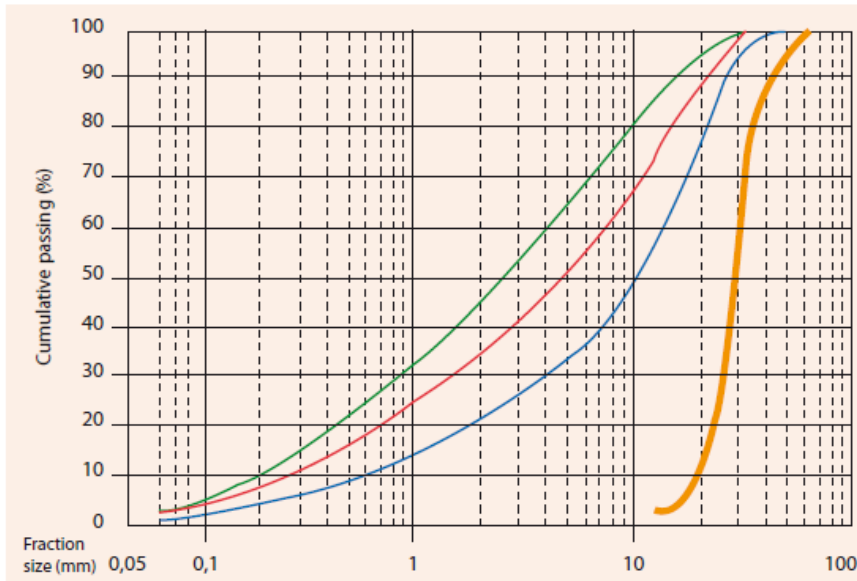


Joonis 1-2 Aidu põlevkivikarjääri aherainekillustiku valikpurustuskeem [18]



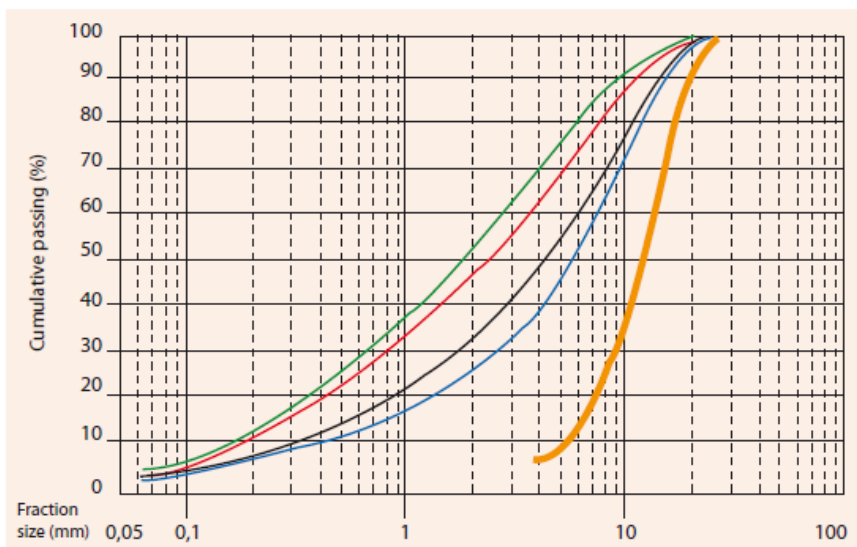
Joonis 1-3 VSI - Püstasetusega löökpurusti (Vertical Shaft Impactor) [4]

Product grading



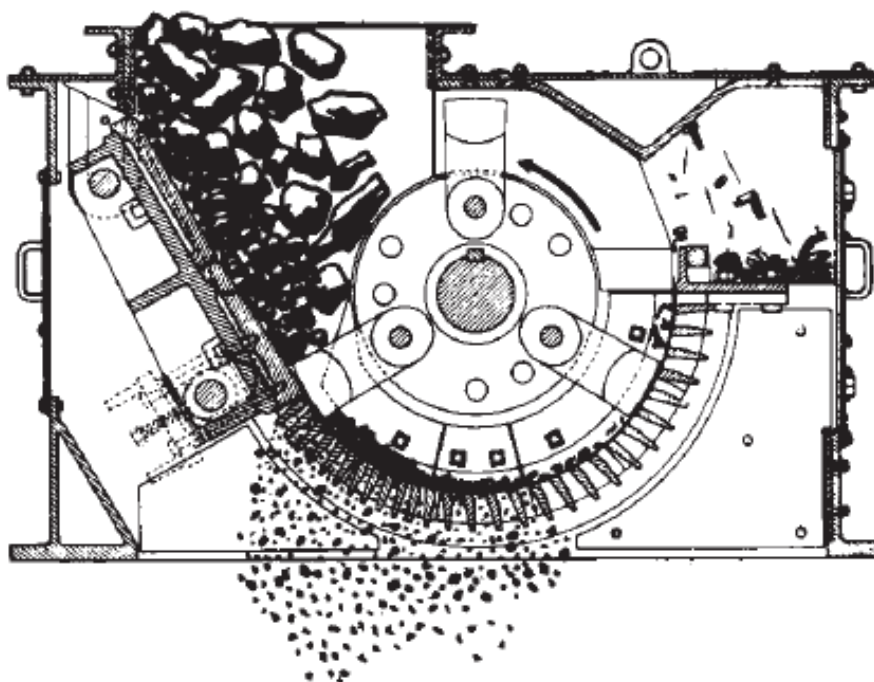
The output screen analysis of vertical impact crushers varies according to different parameters, the feed screen analysis, the feed material and the rotor speed.

The output screen analysis may change for different rocks with the same feed screen analysis and the same rotor speed.

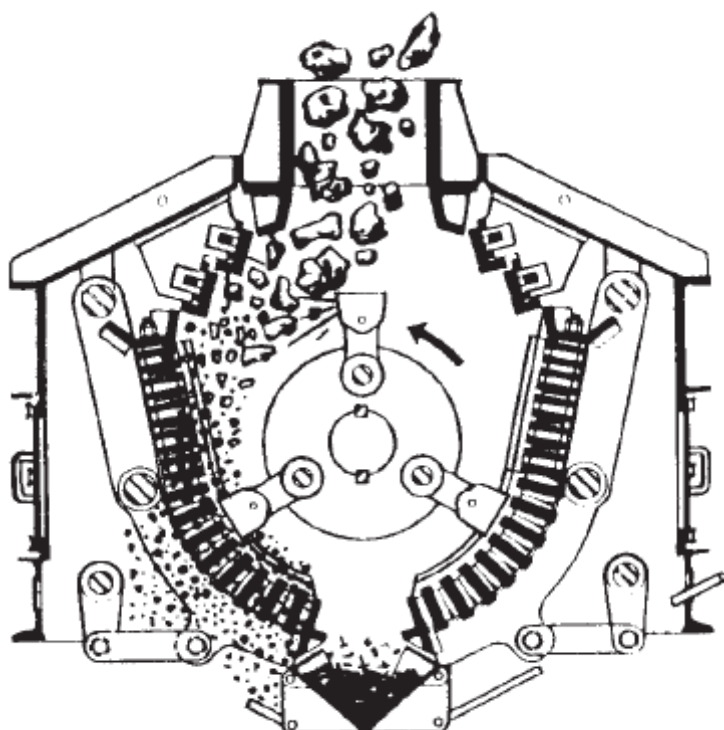


If the rotor speed increases the screen analysis will be finer.

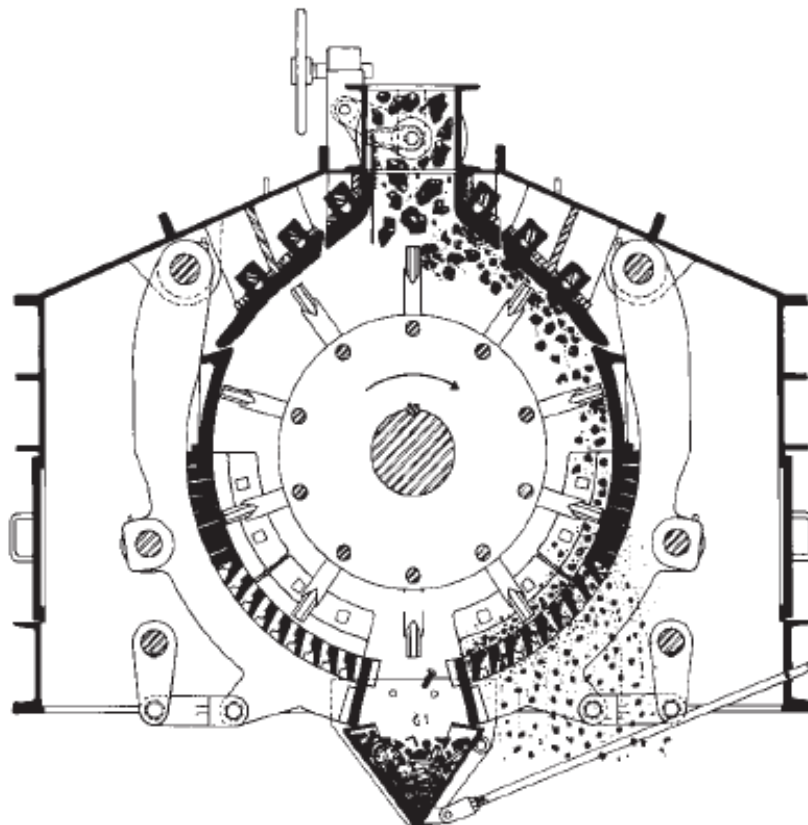
Joonis 1-4 Püstasetusega löökpurustiga purustatud tükisuurus sõltub rootori pöörlemiskiirusest [4]



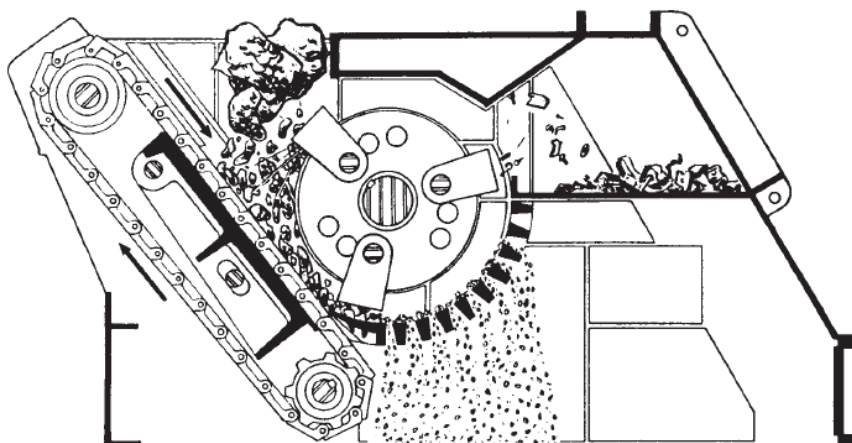
Joonis 1-5 Haamerpurusti (Pennsylvania Non-Reversible Hammermill) [5]



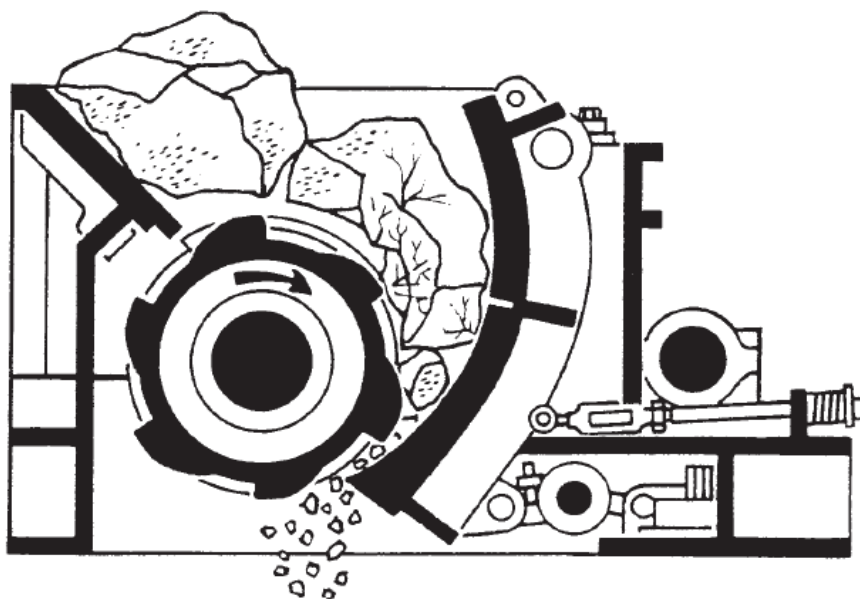
Joonis 1-6 Kahesuunaline haamerveski [5]



Joonis 1-7 Kivisöe haamerveski [5]



Joonis 1-8 Plaatkonveiertoituriga haamerveski [5]



Joonis 1-9 Ühe valtsiga valtspurusti [5]



Joonis 1-10 Trummelpurusti (Bradford breaker) [5]



Joonis 1-11 Trummel-rootorpurusti (Bradpactor) [5]

Valikpurustamise seadme töö põhimõte seisneb selles, et valikpurustamisel puruneb väiksema survetugevusega materjal peenemaks kui suurema survetugevusega materjal ja see langeb läbi sõela, transportörlindile. Eestis on katsetatud põlevkivi rikastamiseks järgnevaid valikpurustamise seadmeid:

1. GDS - 1960. aastal alustati Viivikonna põlevkivikarjääris valikpurusti GDS (ГДС - грохот дробилка селективный) katsetust.

2. UID - 1967. aastal katsetati Sirgala põlevkivikarjääris valikpurusti UID (УИД - установка избирательного дробления)

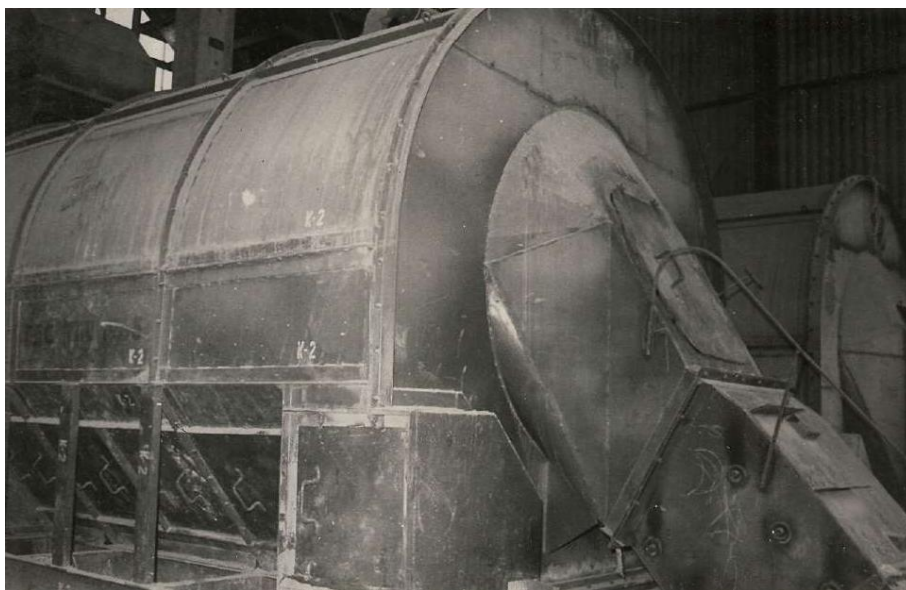
Laboratoorsete katsete tulemuste põhjal projekteeriti Leningradis projektinstituudis „Giprošaft” valikpurustusseadme projekt. Projektis oli kasutatud USA Badford seadme töö põhimõtet ja laboratoorsete katsete tulemusi. 1958. aastal ehitati Karaganda masinaehitustehases tööstuslik valikpurustusseade GDS valikpurustaja - sõel. Seade pandi kokku Viivikonnas 1959.a. lõpus ja katseid alustati 1960. aastal. Seadme töö põhimõte seisnes selles, et sõel-purustajas purunes põlevkivi kui väiksema survetugevusega peenemaks kui lubjakivi ja langes läbi sõela, transportörlindile. Lubjakivi kui kõvem ei purunenud peeneks ja jäi sõela peale, kust juhiti aheraine mäkke. Horisontaalne trummel pandi pöörlema nelja rulliku abil, millele seade toetus. Trumli telje keskel oli haamritega varustatud pöörlev võll, mille ülesanne oli haamri löökidega purustada trumli haamrite ette kukkuvat põlevkivi peeneks. Pöörlevasse trumliisse juhitud kaevis tõsteti riulitega üles, kust see alla kukkus ja purunes vastu all olevaid riuleid. Põlevkivi kui väiksema survetugevusega purunes peenemaks kui paekivi ja langes läbi sõela põlevkivi vedavale lintkonveierile. Lubjakivi kui kõvem kivim ei purunenud peeneks ja juhiti sõela pealt välja paekivi konveierile.

Tabel 1-1 Valikpurustustrumliga rikastamise bilanss

Produkt	Tüki suurus, mm	Osakaal, %	Kütteväärtus, MJ/kg	Niiskus, %
Kontsentraat	0...50	26,3	12,3	
Välja sõelutud	0...50	49,1	12,3	
Kokku kaubakivi	0...50	75,4	12,3	10,1
Lubjakivi	50...300	24,6	5,5	6,4
Rikastamisele antud kaevis	0...600	100	10,6	

UID Sirgala põlevkivikarjääris 1967. aastal

Sirgala põlevkivikarjääris katsetati valikpurustusseadet UID (УИД - установка избирательного дробления) (Joonis 1-12 Valikpurusti UID väljast, Joonis 1-13 Valikpurustaja UID seest). Nimetatud valikpurusti oli Viivikonnas katsetatud seadme täiendatud variant, milles oli arvesse võetud GDS katsete tulemusi.



Joonis 1-12 Valikpurusti UID väljast



Joonis 1-13 Valikpurustaja UID seest

Rikastuskatseid tehti:

- karjäärast osaliselt selektiivselt kaevandatud kaevisega,
- kaevisega kõik tootsad kihid koos vahekihtidega (lausväljatud kihind).

Lisaks rikastusele katsetati ka mitmesuguseid puur-lõhketööde passe.

Katsete tulemused:

- Kontsentraat: 62,34...71,35%.
- Lubjakivi jääk: 28,65...37,66%.
- Põlevkivi kütteväärtus: 10,9 ...11,3 MJ/kg.
- Lubjakivi jäägi kütteväärtus: 3,8...4,7 MJ/kg.
- Kontsentraadi niiskus: 10,0...10,9%.
- Lubjakivi jäägi niiskus: 4,4...5,4%.

Võllpurusti

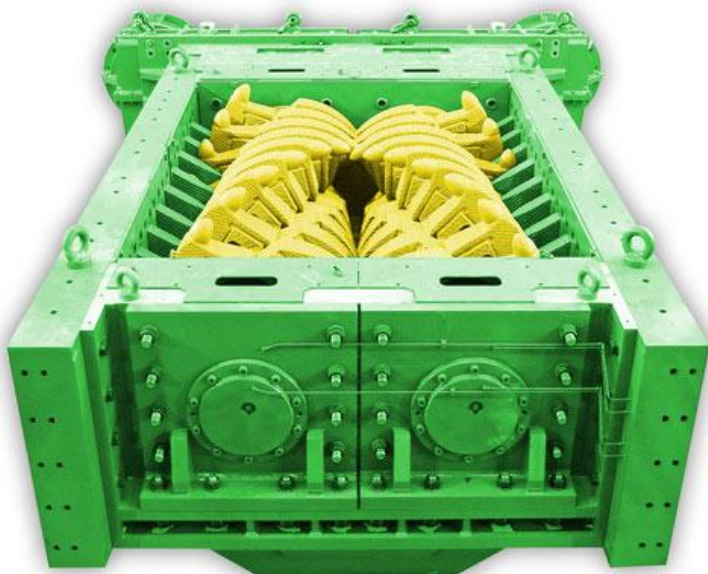
Võllpurusti on purusti kus pöörlevate võllide küljes olevad hambad lõikavad (rebivad) pehmet materjali. Mäeinstituut osales 2011-2012 aastatel ulatuslikel katsetöödel mis näitasid sellise meetodi kasutatavust selektiivseks põlevkivi-lubjakivi purustamiseks (Joonis 1-17 Võll-

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

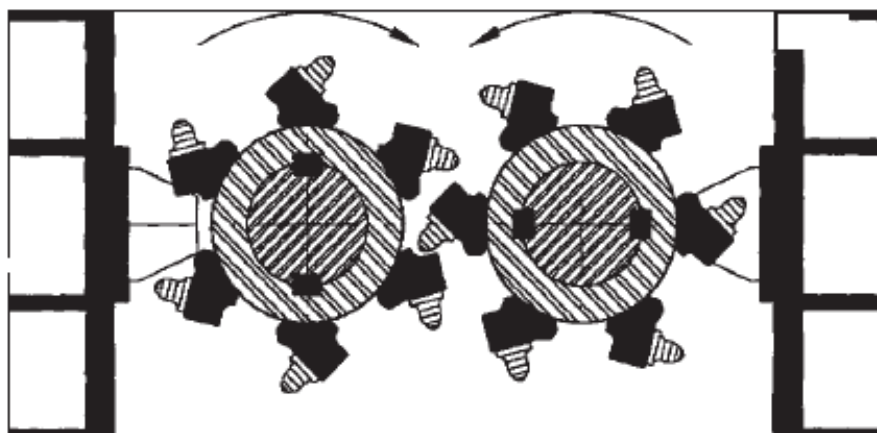
sõelpurustiga kopp, Joonis 1-18 Võllpurusti purustab algul suure tootlikkusega põlevkivi, Joonis 1-19 Võllpurusti koorib lubjakivitükkide küljest põlevkivi, Joonis 1-20 Kooritud lubjakivi) [44, 2, 1]. Esialgsed fraktsioon- ja sõelanalüüsid näitavad häid tulemusi, e. lubjakivi ja põlevkivi eraldamise võimalus (Joonis 1-21 Võllpurustiga purustatud põlevkivikaevise sõelanalüüs).

Tükeldi

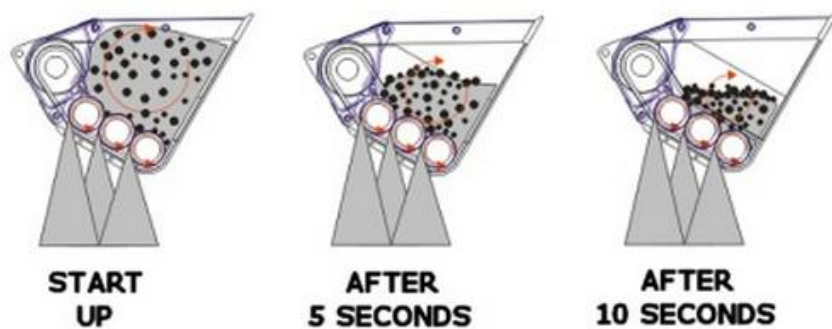
Tükeldi töötab madalal kiirusel, võtab vähe ruumi ja toodab vähe peenest (Joonis 1-14 Pennsylvania Crusher Mountaineer® Sizer [28]; Joonis 1-15). Pennsylvania Crusher Mountaineer® Sizer purustab kivimit mille survetugevus on kuni 172 Mpa [16].



Joonis 1-14 Pennsylvania Crusher Mountaineer® Sizer [28]



Joonis 1-15 Tükeldi tööskeem [28]



Joonis 1-16 Võllpurusti tööskeem [2]



Joonis 1-17 Võll-sõelpurustiga kopp



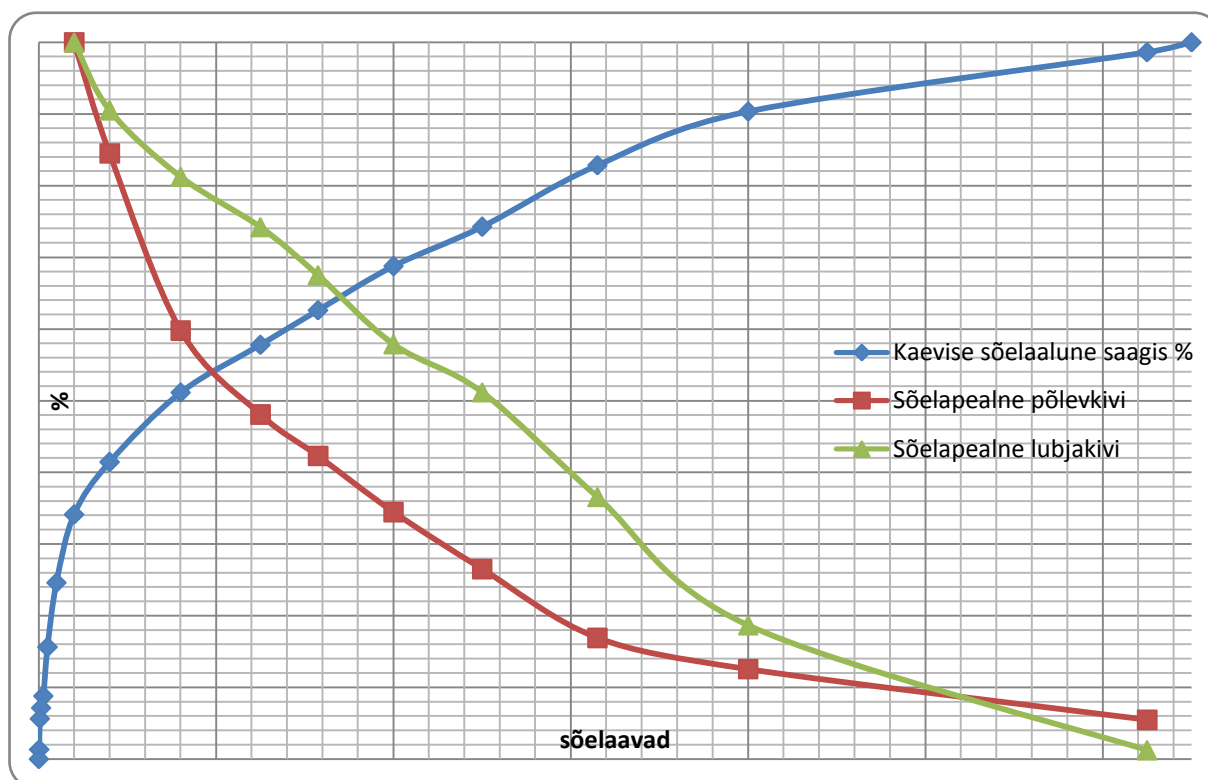
Joonis 1-18 Võllpurusti purustab algul suure tootlikkusega põlevkivi



Joonis 1-19 Võllpurusti koorib lubjakivitükkide küljest põlevkivi



Joonis 1-20 Kooritud lubjakivi



Joonis 1-21 Võllpurustiga purustatud põlevkivikaevise sõelanalüüs

Kokkuvõte

Osa valikpurustusmasinatest on Eestis juba katsetatud ja need annavad sisuliselt häid tulemusi. Völlpurustite ja tükeldite katsetamine on veel algusjärgus ja on seotud uute löiketerade materjalidega.

Artikkel on seotud järgnevate Mäeinstituudi uuringute ja projektidega: VIR491 - MINNOVATION: Kaevandamise ja kaevandamisjääkide/jäätmete uuringud Eestis ja Läänemere piirkonnas, AR12007 - Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine ja DAR8130 – Energia ja geotehnika doktorikool II.

Viited:

1. Allu kopad - <http://www.aggregatepros.com/AlluScreenerCrusher.html> - 12.05.2012
2. Allu kopad - [http://www.aggregatepros.com/pdf/AggregatePros.com Allu Screener Crusher.pdf](http://www.aggregatepros.com/pdf/AggregatePros.com%20Allu%20Screener%20Crusher.pdf) - 12.05.2012
3. Bazzazi, AA; Osanloo, M; Karimi, B, A new fuzzy multi criteria decision making model for open pit mines equipment selection, asia-pacific journal of operational research volume: 28 issue: 3 pages: 279-300 doi: 10.1142/s0217595911003247 published: 2011
4. Crushing and Screening Handbook. Metso Minerals 2006
5. Handbook of Crushing. Pennsylvania Crusher. 2003
6. Heinz-Herbert Cohrs. 500 Years of Earthmoving. KHL Group. 1994
7. Karu, V.; Valgma, I.; Haabu, T.; Robam, K.; Anepaio, A.; Soosalu, H. (2011). Mida teha kaevandatud maavaraga. In: XIX Aprillikonverentsi "Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest" teesid: XIX Aprillikonverents "Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest", Tallinn 01.04.2011. (Toim.) Suuroja, K.; Kivisilla, J.. Tallinn: Eesti Geoloogiakeskus, 2011, 47 - 50.
8. Karu, V.; Valgma, V.; Västriku, A. (2007). Multi criterial modelling of oil shale mining fields. Mining and the Environment 2007 (225). Baia Mare: Freiberg TU
9. Kolats, M.; Valgma, I. (2010). Täitmatu kaevandus. In: XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõue ja selle arukas kasutamine" teesid: Eesti Geoloogiakeskuse XVIII aprillikonverents "Eesti maapõue ja selle arukas kasutamine", Tallinn 1. aprillil 2010. (Toim.) Suuroja, K.. Tallinn: Eesti Geoloogiakeskus, 2010, 28 - 31.
10. Kolats, M.; Valgma, I. (2011). Vesi allmaarajatistes. Valgma, I. (Toim.). Kaevandamine ja vesi (56 - 69). Tallinn: TTÜ mäeinstituut
11. Mims, C; Ziemerink, C. Unearthing Hidden Opportunity in Mobile Mining Equipment Utilization. E&MJ-ENGINEERING AND MINING JOURNAL Volume: 213 Issue: 3 Pages: 90-91 Published: MAR 2012
12. Mäeõpik - <http://mi.ttu.ee/opik/> - Mäeinstituut. 12.05.2012
13. Pastarus, J.-R.; Valgma, I.; Adamson, A. (2008). Põlevkivi kaevandamise jätkusuutlikkusest. Valgma, I. (Toim.). Maavarade kaevandamise ja kasutamise protsessid (4 lk.). TTÜ mäeinstituut

14. Pastarus, J.-R.; Valgma, I.; Robam, K. (2011). Täitmise tehnoloogia ja kaevandusvesi. Valgma, I. (Toim.). Kaevandamine ja vesi (70 - 72). Tallinn: TTÜ mäeinstituut
15. Pastarus, J.-R.; Valgma, I.; Väizene, V.; Pototski, A. (2011). Kaevandamise täitmisuuringud. In: XIX Aprillikonverentsi "Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest" teesid: XIX Aprillikonverents "Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest", Tallinn 01.04.2011. (Toim.) Suuroja, K.; Kivisilla, J.. Tallinn: Eesti Geoloogiakeskus, 2011, 38 - 41.
16. Pennsylvania Crusher. <http://www.penncrusher.com> -13.05.2012
17. Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine – http://mi.ttu.ee/etp_12.05.2012
18. Põlevkivi tootmisjääkidest valmistatava ehituskillustiku kasutamise võimaluste uurimine. TTÜ Mäekateeder. Adamson, A. Jt 1989
19. Reinsalu, E.; Kolats, M.; Grossfeldt, G.; Väizene, V.; Önnis, A.; Karu, V.; Valgma, I.; Anepaio, A.; Västrik, A. (2008..2012). Mäendusõpik [Võrguteavik] : veebiõpik kaevandamisest, rakendusgeoloogiast ja geotehnoloogiast. [Tallinn: TTÜ mäeinstituut]
20. Robam, K.; Valgma, I. (2008). Hämmastavad augud ja ökogigandid. Amon, L.; Verš, E. (Toim.). Suured teooriad : neljas geoloogia sügiskool 10.-12. oktoober 2008 (25 - 34). Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts
21. Sabanov, S.; Reinsalu, E.; Valgma, I.; Karu, V. (2009). Mines Production Quality Control in Baltic Oil Shale Deposits. Valgma, I. (Toim.). Resource Reproducing, Low-wasted and Environmentally Protecting Technologies of Development of the Earth Interior (1 pp.). Tallinn: Department of Mining TUT; Russian University of People Friendship
22. SME Mining Engineering Handbook. Howard L. Hartman, Seeley W. Mudd Memorial Fund of AIME., Society for Mining, Metallurgy, and Exploration 1992
23. Soosalu, H.; Valgma, I. (2009). Detection of mine collaps with seismic methods - a case study from Estonia . In: Book of abstracts: International Oil Shale Symposium, Tallinn, Estonia, 8-11 June 2009: Tallinn:, 2009, 101 - 102.
24. Soosalu, H.; Valgma, I. (2009). Seismoanalüüsiga võib tuvastada kaevandusvaringuid. Keskkonnatehnika, 3, 6 - 9.
25. Soosalu, H.; Valgma, I. Detection of mine collapses with seismic methods- a case study from Estonia. Valgma, I. (Toim.). Resource Reproducing, Low-wasted and Environmentally Protecting Technologies of Development of the Earth Interior (1 pp.). Tallinn: Department of Mining TUT; Russian University of People Friendship. 2009
26. Soosalu, H; Valgma, I; Sokman, K (2009). Seismic detection and on-site survey of mine collapses in Estonia. Nordic Seismic Seminar, Stockholm, 14.-16.10.2009. , 2009.
27. Tohver, T. Utilization of Waste Rock from Oil Shale Mining. PhD dissertation. TTU Press
28. Tükeldi - <http://www.mining-technology.com/contractors/crushers/mmd/> - 12.05.2012
29. Valgma, I. (2007). Kuidas rajoneeritakse maardlaid? Tallinna Tehnikaülikooli aastaraamat (61 - 67). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool
30. Valgma, I. (2007). Maardlate rajoneerimine. In: Mudelid ja modelleerimine : [kolmas geoloogia sügiskool Pikajärve mõisakompleksis 12.-14. oktoober 2007]: Tartu:, 2007, 31 - 37.

31. Valgma, I. (2009). Dependence of the mining advance rate on the mining technologies and their usage criteria. Valgma, I. (Toim.). Resource Reproducing, Low-wasted and Environmentally Protecting Technologies of Development of the Earth Interior (2 pp.). Tallinn: Department of Mining TUT; Russian University of People Friendship
32. Valgma, I. (2009). Miks me praegu fosforiidist ei unista? In: Unustatud maavarad: XVII Aprillikonverentsi Tallinn 03.04.2009. (Toim.) Suuroja, K., 2009, 16 - 16.
33. Valgma, I. (2009). Oil Shale mining-related research in Estonia. Oil Shale, 26(4), 445 - 150.
34. Valgma, I. (2010). Kust ja kuidas kaevandada? In: XVIII aprillikonverentsi "Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine" teesid: Eesti Geoloogiakeskuse XVIII aprillikonverents "Eesti maapõu ja selle arukas kasutamine", Tallinn 1. aprillil 2010. (Toim.) Suuroja, K.. Tallinn: Eesti Geoloogiakeskus, 2010, 12 - 13.
35. Valgma, I.; Grossfeldt, G. (2009). Mäendusõpik mainekujundusvahendina. Valgma, I.; Önnis, A.; Reinsalu, E.; Sõstra, Ü.; Uibopuu, L.; Västriku, A.; Robam, K.; Vesiloo, P.; T (Toim.). Mäenduse maine (22 - 24). Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus
36. Valgma, I.; Karu, V.; Anapaio, A.; Väizene, V. (2007). Increasing oil shale quality for meeting EU environmental requirements. Mining and the Environment 2007 (195 - 205). Baia Mare: Freiberg TU
37. Valgma, I.; Karu, V.; Viil, A.; Lohk, M. (2007). Oil shale mining developments in Estonia as the bases for sustainable power industry. In: 4th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology: 4th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering", Kuressaare, Estonia, 15.-.20.01.2007. (Toim.) Lahtmets, R.. Tallinn: Tallinn University of Technology, Faculty of Power Engineering, 2007, 96 - 103.
38. Valgma, I.; Karu, V.; Västriku, A.; Väizene, V. (2007). Future of oil shale mining. In: Georesources and public policy: research, management, environment : abstracts: 15th Meeting of the Association of European Geological Societies, Tallinn (Estonia), 16-20 September 2007. (Toim.) Hints, O.; Kaljo, S.. Tallinn: Eesti Geoloogia Selts, 2007, 81.
39. Valgma, I.; Kattel, T. (2005). Low depth mining in Estonian oil shale deposit-Abbau von Ölschiefer in Estland. In: Kolloquium Schacht, Strecke und Tunnel 2005 : 14. und 15. April 2005, Freiberg/Sachsen: Kolloquium Schacht, Strecke und Tunnel 2005 : 14. und 15. April 2005, Freiberg/Sachsen. Freiberg: TU Bergakademie, 2005, 213 - 223.
40. Valgma, I.; Kattel, T. (2006). Results of shallow mining in Estonia. In: EU legislation as it affects mining : proceedings of TAIEX Workshop in Tallinn: INFRA 22944 TAIEX Workshop, Tallinn, 30.11.-02.12.2006. (Toim.) Buhrow, Chr.; Valgma, I.. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2006, 118 - 125.
41. Valgma, I.; Kattel, T. (2006). Saksamaa kaasaegsed kaevandamistehnoloogiad. In: 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis : Eesti mäekonverents : [5. mai] 2006, [Jõhvi / Eesti Mäeselts] : Tallinn : Tallinna Tehnikaülikool, 2006, 88 - 94.
42. Valgma, I.; Kolats, M.; Grossfeldt, G.; Saum, M. (2008). Kaevandamise protsesside sõltuvus mäendustingimustest. Valgma, I. (Toim.). Maavarade kaevandamise ja kasutamise protsessid (-). Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut
43. Valgma, I.; Kolats, M.; Karu, V. (2010). Streki toestamine põlevkiviaherainebetooniga. Västriku, A. (Toim.). Maapõue kasutamise arengud (33 - 38). Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus

44. Valgma, I.; Leiaru, M.; Karu, V.; Iskül, R. (2012). Sustainable mining conditions in Estonia. 11th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering", Doctoral School of Energy and Geotechnology, Pärnu, Estonia, 16-21.01.2012 (229 - 238). Tallinn: Elektriajam
45. Valgma, I.; Lind, H.; Erg, K.; Sabanov, S. (2007). The future of oil shale mining related to the mining and hydrogeological conditions in the Estonian deposit. In: 4th International Symposium "Topical problems of education in the field of electrical and power engineering". Doctoral school of energy and geotechnology. [Proceedings volume 1] : Kuressaare, Estonia, January 15-20, 2007: 4th International Symposium "Topical problems of education in the field of electrical and power engineering", Kuressaare, January 15-20, 2007. (Toim.) Lahtmets, R.. Tallinn: Tallinn Technical University, 2007, 104 - 107.
46. Valgma, I.; Nikitin, O.; Lohk, M. (2006). Oli shale mining development in Estonia. In: EU Legislation as it Affects Mining : Proceedings of TAIEX Workshop in Tallinn: INFRA 22944 TAIEX Workshop, Tallinn, 30.11.-02.12.2006. (Toim.) Buhrow, Chr.; Valgma, I. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2006, 103 - 113.
47. Valgma, I.; Reinsalu, E.; Sabanov, S.; Karu, V. (2010). Quality control of Oil Shale production in Estonian mines. *Oil Shale*, 27(3), 239 - 249.
48. Valgma, I.; Robam, K.; Kolats, M. (Toim.) (2010). Mäendusuringud ja kaevandamine.
49. Valgma, I.; Tammeoja, T.; Anepaio, A.; Karu, V.; Västriku, A. (2008). Underground mining challenges for Estonian oil shale deposit. Buhrow, Chr.; Zuchowski, J.; Haack, A. (Toim.). *Schacht, Strecke und Tunnel* (161 - 172). Freiberg : TU Bergakademie
50. Valgma, I.; Vesiloo, P. (2011). Underwater blasting experiments in Estonia. In: International Conference on Explosive Education and Certification of Skills: Explosive Education and Certification of Skills, Riia, Läti, 12-13 April 2011. (Toim.) Olga Mutere. Riga: Riga, Latvia University, 2011, 37 - 39.
51. Valgma, I.; Västriku, A. (2006). Põlevkivi kaevandamise võimalikud tehnoloogiad. 90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis : Eesti mäekonverents : [5. mai] 2006, [Jõhvi / Eesti Mäeselts] (30 - 41). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool
52. Valgma, I.; Västriku, A.; Karu, V.; Anepaio, A.; Väizene, V.; Adamson, A. (2008). Future of oil shale mining technology. *Oil Shale*, 25(2S), 125 - 134.
53. Valgma, I.; Västriku, A.; Lind, H. (2006). The Modelling of Oil Shale Mining Development and its Influence to the Environment. In: EU legislation as it affects mining : proceedings of TAIEX Workshop in Tallinn: INFRA 22944 TAIEX Workshop, Tallinn, 30.11.-02.12.2006. (Toim.) Valgma, I ; Buhrow, Chr.. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool, 2006, 126 - 130.
54. Value added refractory dolomite: a case study, Author(s): Hopkins, DA (Hopkins, DA), Editor(s): Scott, PW; Bristow, CM, INDUSTRIAL MINERALS AND EXTRACTIVE INDUSTRY GEOLOGY Book Series: GEOLOGICAL SOCIETY SPECIAL PUBLICATION Pages: 167-168 Published: 2002
55. Vamvuka, D. Study on the possibility of recovering lignites from refused innerburden.
Source: *Energy Exploration & Exploitation*, Volume: 14 Issue: 5 Pages: 439-447
Published: 1996

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

56. Vesiloo, P.; Valgma, I. (2011). Dolokivi vee seest kaevandamine ja lõhkamine. In: XIX Aprillikonverentsi "Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest" teesid: XIX Aprillikonverents "Eesti mere- ja maapõue uuringutest ning arukast kasutamisest", Tallinn 01.04.2011. (Toim.) Suuroja, K.; Kivisilla, J.. Tallinn: Eesti Geoloogiakeskus, 2011, 35 - 38.
57. Väli, E.; Valgma, I.; Reinsalu, E. (2008). Usage of Estonian oil shale. Oil Shale, 25(2S), 101 - 114.