

## 25. Võllpurustuskopa eelised lõugpurustuskopa ees

*Mark Meema, Veiko Karu*

### Sissejuhatus

Tänapäeva mäetööstuse üheks eemärgiks on keskkonnasäästlik ning võimalikult väikeste kadudega kaevandamine. [25, 26, 29, 30] Eesti põlevkivi kaevandatakse allmaakaevandamisel kamberkaevandamise meetodiga, mille kadudeks on nüüdseks juba 40...45%, kuna kaevandamissügavus suureneb ja seetõttu tervikud peavad olema suuremad. Ülejäänud 55...60% läheb tootmisesse ehk elektrienergiaks või õliks. Tootmisprotsessis tekivad lisaks juurde oma kaod. Eestis on kehtestatud maavara kaevandamiseõiguse tasu, mille ülem- ja alammäär on kirjas Keskkonnatasude seaduses peatükk 2. § 9 ning ka riigile kuuluva maavaravaru kaevandamiseõiguse tasumäärad § 1. [6, 27] Vastavalt sellele on ettevõtte huvi võimalikult väikeste kadudega kaevandamine. Selleks, et kütus elektrienergia või õli tootmiseks vastaks nõuetele, tuleb kaevist rikastada. Selleks kasutatakse Eestis raskes vedelikus rikastamist. [28] Kaevise purustamiseks kasutatakse suurel määral lõugpurustit, mille maksumus on suur ning „tühjooksu volutarve on vahemikus 40-50% oma nimivõimsusest“ [8]. Alternatiivina võib kasutada kuivrikastamist ehk rikastamist purustuskopa abil, kus põlevkivist eemaldatakse lubjakivi. [2] Põlevkivi rikastamise katseid on tehtud Eestis 2013. aastal Narva karjääris [1]. Põhiküsimus on, mis koppel on otstarbekam kuivrikastamist teostada.

### Meetodid

Kuivrikastamiseks saab kasutada erinevat tüüpi purustuskoppasid. Kõige enam kasutatavateks purustuskoppadeks on lõug- ning võllpurustuskopp. „Kaevise tükisuurus sõltub purustamisviisist“ [7] antud juhul saab erinevaid purustuskoppasid käsitleda kui erinevaid kaevise purustamisviise ning neid omavahel võrrelda. Purustuskopa valikul on oluline, et see purustaks kaevist nii, et oleks võimalus kasulik maavara eraldada aherainest. Seda omadust arvestades, saab tuua välja erinevate purustuskoppade eelised ja puudused üksteiste ees. Pärast esimest valikukriteeriumite tegemist järgnevad tavaliselt katsetööd. Katsetööde käigus saab kasutada ja katsetada erinevaid koppasid ja purustamisviise, et otsustada, milline variant konkreetsele maavarale on parim [11, 12, 13, 14]. Narva karjääris on tehtud katseid võllpurustuskopaga [22]. Tekib küsimus, miks kasutatakse võll-, mitte lõugpurustuskoppa. Üheks põhjuseks on vajadus kivimit selektiivselt purustada [23, 24]. Mis annab selle, et kasulik materjal puruneb ja aheraine ei purune mille tulemusena on neid lihtsam omavahel eraldada. Lisaks on olemas võimalus tekkinud jääke ümber töödelda ning samuti sealt kasulikuma osa kätte saada

[15, 17, 18, 19, 20]. Kui õnnestub põlevkivi näite puhul eraldada põlevkivi ja lubjakivi, siis eraldatud aherainet saab kasutada täitematerjalina kaevanduste täitmisel, mis toob kaasa keskkonnahoiu [16, 21]. Põlevkivi kasutamise puhul toob see kaasa kvaliteedi kontrolli ja kõrge selektiivsuse [9, 10]. Mis purustuskoppa kasutada ja mida valikul oluliseks pidada?

### **Tulemused**

Purustuskopp on tööorgan, mis omaette tööd teha ei saa. Ta tuleb kinnitada ekskavaatorile või kopplaadurile. Kui võrrelda kahte eelnevalt mainitud koppa, siis vajavad nad erinevate parameetritega ekskavaatoreid või kopplaadureid. Selles valdkonnas oleksid Allu [4] poolt kasutatavad tööorganid vähem keskkonnasäästlikumad, kuna vajavad suuremaid mäemasinaid. Vastavalt vajaks MB tööorgan ekskavaatorit, mille mass peab olema vähemalt 70 tonni ning Allu tööorgan vajaks ekskavaatorit massiga vähemalt 120 tonni. Seega vajaks Allu poolt pakutav tööorgan ekskavaatorit, mille maksumus oleks peaaegu kaks korda kallim, kuigi tootlikkus on 5 korda suurem. (Tabel 25-1, Joonis 25-1).

Näiteks Soome firma Allu poolt pakutav suurim võllpurustuskopp M 4-25 [4], mida on näha joonisel (Joonis 25-2) 4, kinnitatakse ekskavaatorile ning vastavalt joonisele 1 on see tööorgan võimeline põlevkivi purustama kuni 600 tonni tunnis [4]. Itaalia firma MB poolt pakutava lõugpurustuskopa BF 150.10 [3], mida on näha joonisel (Joonis 25-3), tootlikus on vastavalt joonisele 25-1 120 tonni tunnis [3]. Kuna Soome firma poolt pakutav toode suudab põlevkivi purustada 5 korda rohkem kui MB poolt pakutav purustuskopp, on loomulik, et valitud on suurema tootlikkusega töövahend. Põlevkivi kütvus sõltub sellest, kui palju on temas aherainet. Eesti kukersiit põlevkivis on aheraineks lubjakivi, mis kütvust vähendab, kuid põlemisel seob ka keskkonnale kahjulikke elemente. Eestis kasutatakse kütvuse tõstmiseks rikastamist raskes vedelikus, kus kergem (põlevkivi) jääb vedeliku pinnale ning raskem (lubjakivi, põlevkivi koos suletistega) vajub põhja. Rikastamist on võimalik teha ka purustuskopaga, kuid kahe firma poolt pakutavate tööorganite tulemused on täiesti erinevad. Kui kasutada rikastamiseks Allu poolt pakutavat koppa, siis pärast põlevkivi purustamist jääb lubjakivi võllpurusti võllide peale ning seega on võimalus lubjakivi kuhjata aherainepuistangusse. Purustamise tulemusel saame kütuse, mille kütvus on tõusnud. Kasutades MB poolt pakutavat lõugpurustuskoppa saab küll maavara ära purustada, kuid ei toimu lubjakivi eemaldamist põlevkivist, kuna kõik mis lõugpurustuskopa lõugade vahelt läbi läheb, tuleb ka välja. Põlevkivi ja aheraine eraldamiseks peame kasutama kas sõelumist või rikastamist raskes vedelikus.

**Tabel 25-1 Allu tööorganite parameetrid [4]**

Ekskavaatorid 50-160 t				
Mudel	Ekskavaatori mass	Kopa maht	Kopa mass	Tootlikus
M 3-20	50 -70 t	3,8 m <sup>3</sup>	7 000 kg	350 t/h
M 3-25	70 – 120 t	4,7 m <sup>3</sup>	9 000 kg	500 t/h
M 4-25	120 – 160 t	6,2 m <sup>3</sup>	12 000 kg	600 t/h
Kopplaadurid 30-90 t				
Mudel	Kopplaaduri mass	Kopa maht	Kopa mass	Tootlikus
M 3-27	30 - 50 t	4,5 m <sup>3</sup>	7 500 kg	250 t/h
M 3-32	50 – 70 t	6,5 m <sup>3</sup>	10 500 kg	350 t/h
M 4-32	60 – 90 t	8,5 m <sup>3</sup>	13 500 kg	450 t/h

**Tabel 25-2 MB tööorganite parameetrid [4]**

Ekskavaatorid ja kopplaadurid			
Mudel	Soovitatav ekskavaatori või kopplaaduri mass	Kopa mass	Kopa maht
MB-C50	4 t	0,75 t	0,25 m <sup>3</sup>
BF 60.1	8 t	1,5 t	0,60 m <sup>3</sup>
BF 70.2	14 t	2,25 t	0,66 m <sup>3</sup>
BF 90.3	20 t	3,5 t	0,90 m <sup>3</sup>
BF 120.4	28 t	4,9 t	1,30 m <sup>3</sup>
BF 150.10	70 t	10,5 t	2,30 m <sup>3</sup>
MB-L 120	2,8 t	0,95 t	0,30 m <sup>3</sup>
MB-L 140	3 t	0,98 t	0,40 m <sup>3</sup>
MB-L 160	4,5 t	1,35 t	0,50 m <sup>3</sup>

mm	BF 60.1	BF 70.2	BF 90.3	BF 120.4	BF 150.10	MB-C50	MB-L120	MB-L140	MB-L160	MB-L200
200				m <sup>3</sup> /h	120					
140			m <sup>3</sup> /h	50	80					
135		m <sup>3</sup> /h	40	48,6	76,7					
120	m <sup>3</sup> /h	30	36,5	44,4	66,6					
110	19,8	28	34,2	41,6	60					
80	15,8	22	27,2	33,2	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h		
60	13	18	22,5	27,6		10	14	16	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
50	11,7	16	20,2	24,8		8,6	12,2	14,2	18	20
30	9	12	15,5	19,2		5,97	8,6	10,6	11,2	14,2
15	7	9	12	15		4	6	8	9	10

Joonis 25-1. MB tööorgane tootlikus [3]



Joonis 25-2. Allu purustuskopp [5]



Joonis 25-3. MB purustuskopp [3]

## Kokkuvõte

Põlevkivi kasutamisel kaod järjest suurenevad. Vaja on leida moodus, kuidas põlevkivi ja lubjakivi efektiivsemalt eraldada ja tagada kütuse kvaliteet. Üheks võimaluseks on kasutada purustuskoppa. Kui vaadata kahe firma poolt pakutava purustuskopa tootlikkusi võib öelda, et põlevkivi kuivrikastamiseks oleks majanduslikult mõistlikum kasutada Allu poolt pakutavaid tööorganeid. Võrreldes MB poolt pakutavate lõugpurustuskoppadega on Allu poolt pakutavatel tööorganitel tunduvalt suurem tootlikkus ning lisafunktsioon, mis seisneb lubjakivi eraldamises põlevkivist. Tänu sellele saab ettevõtte suurema kasumi kuna põlevkivi on parema kvaliteediga. Kuivrikastamisega seotud katsetööd jätkuvad erinevate uuringutega nii laboratoorsel tasandil kui tööstuses.

Töö on seotud uuringuga ETP AR12007 nr. 3.2.0501.11-0025 „Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine“ – [mi.ttu.ee/etp](http://mi.ttu.ee/etp) ja B36 Kivimi raimamine ja rikastamine valikmeetoditega - [mi.ttu.ee/rikastamine](http://mi.ttu.ee/rikastamine).

## Viited

1. Allu purustuskopa katsed [[WWW](#)] (21.09.12)
2. Allu purustuskoppade artikkel , ALLU Screener Crusher Bucket Improves Efficiency In Recycle Applications [[WWW](#)] (21.09.14)
3. MB purustuskopad [[WWW](#)] ( 22.09.14)
4. Allu purustuskopad [[WWW](#)] ( 22.09.2014)
5. Allu purustuskopp [[WWW](#)] (22.09.14)
6. Keskkonnatasude seadus [[WWW](#)] (19.09.14)
7. Deniz, V, A Study on the Effects of Coal Feed Size and Coal Type on the Performance of a Laboratory Jaw Crusher
8. Numbi, B.P.; Zhang,J.; Xia,X., Optimal energy managment fora jaw crushing process in deep mines [[WWW](#)]
9. Väizene, V.; Valgma, I.; Iskül, R.; Kolats, M.; Nurme, M.; Karu, V. (2013). High selective oil shale mining. Oil Shale, 30(2S), 305 - 325.
10. Valgma, I.; Reinsalu, E.; Sabanov, S.; Karu, V. (2010). Quality control of Oil Shale production in Estonian mines. Oil Shale, 27(3), 239 - 249.
11. Karu, V.; Rahe, T.; Närep, E.; Väizene, V.; Costa, J. (2013). Pilot Unit for Mining Waste Reduction Methods. Environmental and Climate Technologies, 39 - 44.
12. Karu, V.; Valgma, I.; Rahe, T. (2013). Mining Waste Reduction Methods. Zakis, J. (Toim.). 13th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering", Doctoral Scholl of Energy and Geotechnology II, Pärnu, Estonia, 14-19.01.2013 (278 - 280). Tallinn: ElektriJam
13. Valgma, I.; Väizene, V.; Kolats, M.; Karu, V.; Pastarus, J.-R.; Rahe, T.; Iskül, R. (2013). Reduction of Oil Shale Losses. G. Noviks (Toim.). Environment. Technology. Resources (201 - 205). Rēzekne: Rezekne Augstskola Izdevnieciba

14. Valgma, I.; Karu, V. (2013). Waste from oil shale mining. Marek Cała (Toim.). Mining Waste Management in the Baltic Sea Region (120 - 126). Krakow: AGH University of Science and technology press
15. Valgma, I.; Karu, V. (2013). Mining and processing waste management in Estonia. M. Cała (Toim.). Mining Waste Management in the Baltic Sea Region (33 - 42). Krakow: AGH University of Science and technology press
16. Pastarus, J.-R.; Šommet, J.; Valgma, I.; Väizene, V.; Karu, V. (2013). Paste fills technology in condition of Estonian oil shale mine. v. Asone (Toim.). Environment. Technology. Resources (182 - 185). Rezekne: Rēzeknes Augstskola
17. Karu, V.; Notton, A.; Gulevičs, J.; Valgma, I.; Rahe, T. (2013). Improvement of Technologies for Mining Waste Management. Proceedings of the 9th scientific and practical conference (127 - 132). Rēzeknes Augstskola
18. 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 Scholl of Energy and Geotechnology, Pärnu, Estonia, 16-21.01.2012 (229 - 238). Tallinn: Elektriavam
19. Karu, V.; Leiaru, M.; Valgma, I. (2012). Kaevandamisjääkide andmebaas. Valgma, I.; Väizene, V.; Kolats, M.; Karu, V. (Toim.). Kaevandamine ja keskkond (57 - 62). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut
20. Valgma, I.; Väizene, V.; Kolats, M.; Saarnak, M. (2013). Technologies for Decreasing Mining Losses. Environmental and Climate Technologies, 11(1), 41 - 47.
21. Valgma, I.; Kolats, M.; Anepaio, A.; Väizene, V.; Saarnak, M.; Pastarus, J.-R. (2013). Backfilling technologies for Estonian oil shale mines. Agioutantis, Z. (Toim.). Proceedings of the 6th International Conference on Sustainable Development in the Minerals Industry (SDIMI 2013) (374 - 378). Milos island, Greece: Heliotos
22. Nurme, M. (2014). Allu purustuskopa katsed Narva karjääris. Talveakadeemia 2014 kogumik (50 - 59). Tartu: Talveakadeemia
23. Karu, V.; Rahe, T.; Saarnak, M.; Lüütre, E.; Nurme, M.; Valgma, I. (2013). Selective crushing methods for oil shale mining with crushing buckets in Estonia. International Oil Shale Symposium Tallinn, Estonia, 10.-13.06.2013. Enefit, 2013.
24. Valgma, I.; Kolats, M.; Leiaru, M.; Adamson, A. (2012). Kivimite valikpurustamine. Valgma, I.; Väizene, V.; Kolats, M.; Karu, V. (Toim.). Kaevandamine ja keskkond (10 - 28). Tallinn: Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut
25. Keskkonnavastutuse seadus [[WWW](#)] , (30.10.14)
26. Keskkonnaseire seadus [[WWW](#)] (30.10.14)
27. Riigile kuuluva maavaravaru kaevandamiseõiguse tasumäärad [[WWW](#)] (30.10.14)
28. Maapõueseadus [[WWW](#)] (30.10.14)
29. Kaevandamisseadus [[WWW](#)] (30.10.14)
30. Säästva arengu seadus [[WWW](#)] (30.10.14)