

## 8. Kaeveõõnte täitmine

Ingo Valgma, Vivika Väizene, Jüri-Rivaldo Pastarus

Täitmine on kaeveõõntesse aheraine või täitematerjali paigutamine. Täitmise eesmärk on maapinna säilitamine, tervikute stabiliseerimine (mäerõhu juhtimine) või kao vähendamine või vajadus paigutada materjal maa alla [6, 15, 23, 28]. Täitmisküsimuste selgitamine on Eesti Energiatehnoloogia Programmi üks võtmeküsimusi [1, 28, 29, 30].

Täitmise kulu moodustab 10...20% kaevandamise käidukulust. Kivistuva täitematerjali tsemendi kulu moodustab 75% täitmise kulust [11]. Kivistuva täitematerjali survetugevust mõõdetakse küll 28 päeva möödudes [17] kuid 90 päeva möödudes võib see olla 2 korda suurem [20]. Hüdrotäitmise korral saab täitematerjali peal mõne tunni pärast paigaldamist kõndida ja 24 tunni pärast masinatega sõita.

Peamised maavarad, mille kaevandamisel kasutatakse kaevanduste kaeveõõnte täitmist on kas kallid maavarad, ebapüsivad või ebapüsivas kõrvalkivimis paiknevad maavarad. Täitmise vajaduse põhjus võib olla ka näiteks keskkonnapoliitiline või vajadus materjali matta [14]. Mäendustingimuste ja kaevandamismahu seisukohalt on kõige olulisemad ja kõige rohkem täidetavad kaevandused kivisöekavandused. Kuna kivisüsi lasub settektivimina kihiliselt ja kihinditena, või kihindite kompleksidena, siis on täitmine säästliku kaevandamise ja maapõue stabiilsuse seisukohalt oluline [2, 21, 3]. Samuti on oluline kasutada nii lendtuhka, kui aherainet täitmiseks, et seda maapõue peita. Täitmine on kasutusel nii kamber- kui laavakaevandamise tehnoloogia korral. Kasutatakse hüdrotäitmist. Täitmisel on oluline roll vee reguleerimisel kaevanduses [7]. Samuti kauba kvaliteedijuhtimisel [8, 18, 19].

Teine oluline maavarade grupp on soolad. Soolamaardlad paiknevad tavaliselt kurrutatud kihtidena ja kasutatakse kas kamberkaevandamise või suurte kambritega kaevandamise tehnoloogiat. Kuna soolad on voolavad, vettkartvad ja samas inertsed ning sobilikud ohtlike jäätmete matmiseks, siis on soolakaevanduste täitmine levinud. Kasutatakse soolabetooni, mis valmistatakse soolakaevandamise aherainest, bentoniidist ja tarduvainest. Kasutatakse hüdrotäitmist, kusjuures täitesegu on pasta, mitte vedeliku kujul.

Kolmas oluline maavarade rühm on maagikehadena või soontena lasuvad maagid. Maakide kaevandamiseks kasutatakse kamberkaevandamist [30]. Kambrite ja tervikute püsivuse tagamiseks täidetakse need kaevandamisprotsessi käigus. Tavaliselt kasutatakse aherainet ja tsementeerivaid aineid vaja ei lähe. Kasutatakse puistetäitmist.

Plokikivi kaevandamisel või sarnaste tingimuste korral selektiivse kaevandamise tehnoloogia korral [24] kasutatakse osalist täitmist täiteriitadega ja puistetäitmisega, kasutatakse aherainet.

Hinnanguliselt täidetakse suurfirmades  $\frac{3}{4}$  kaevandustest ja ülejäänutes  $\frac{1}{4}$  kaeveõõntest.

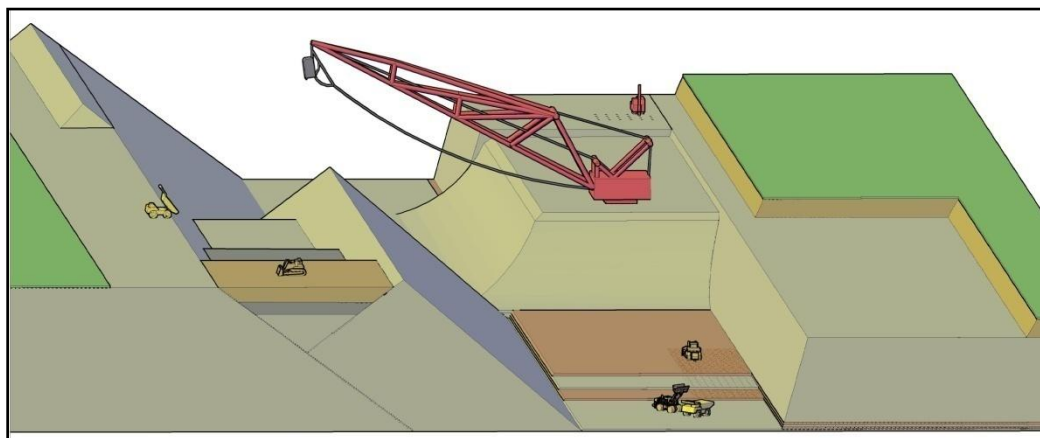
Üks võimalus lisaks allmaakaevanduste täitmisele on karjääri kaeveõõnte või puistangutevahelise ruumi täitmine. Põlevkivikarjääri korral pole sel juhul vaja hõivata täiendavaid alasid tuha ladustamiseks. Tuhk transporditakse lattu hüdrotranspordiga. Tuhka transportiv vesi on ringluses suletud süsteemis. Pärast lao täitumist kaetakse lao pind kasvupinnaga (katendi soosetete ja kvaternaari seguga). Nii korrastatakse ala metsa kasvatamiseks. Ühe korraga korrastatud alad: karjäär ja seda kattev tuhaladu. Sel juhul võib

## Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

saada probleemiks tuha transpordi torustiku hooldamine ja probleemid külmal ajal. Kui ladustada tuhk (matta tuhk) karjääri sisepuistangute harjade vahele, siis pole vaja hõivata täiendavaid alasid tuha ladustamiseks (Joonis 8-1 Vaalkaevandamise skeem, Joonis 8-3 Karjääri täitmisskeemi näide). Väheneb karjääri korrastamistöde maht ja jääb ära tuha ladustamise probleem. Puistangu harjade tipus olev pinnas (mis koosneb soosetete ja kvaternaari segust) sobib tuha katmiseks. Puistangu harja tipud lükatakse buldooseriga tuhale. Kaevandatud ala korrastatakse metsa kasvatamiseks (Joonis 8-2 Narva karjääri tranšeede kõrgusmudel). Võiks segada õlituhka koldetuhaga. Tuhaga täidetud aladele võib anda ka muu kasutusala: puhkemaastik, sõjaväe õppeväljak jm [12].

Puistangute stabiliseerimine tuhaga võib suurendada ka katendi tehnoloogilist piirapaksust [4].

Tuhka võib transportida tsükliliselt kalluritega või liigendkalluritega. Sel juhul kaasneb teede ehitamise vajadus. Pidevtranspordiks sobib hüdrotransport ja konveiertransport. See sobib suurte transportvoogude jaoks. Hüdrotransport sobib tuha transpordiks tuha lattu. Konveiertransport sobib iga juhu jaoks. Hüdrotransport ei sobi tuha transpordiks sisepuistangutesse. Pole võimalik kasutada vett ringluses. Vastasel juhul on vee reostamise oht [7, 27]. Uurimist vajab õlivabriku tuha ladustamine SEJ tuha peale selle segamiseks soosetete ja kvaternaari seguga. Kiviõli õlithase tuhaga tehtud katsed näitasid, et puude juurdekasv oli sellise segu sees kiirem [5].



**Joonis 8-1 Vaalkaevandamise skeem**



## **Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012**

---

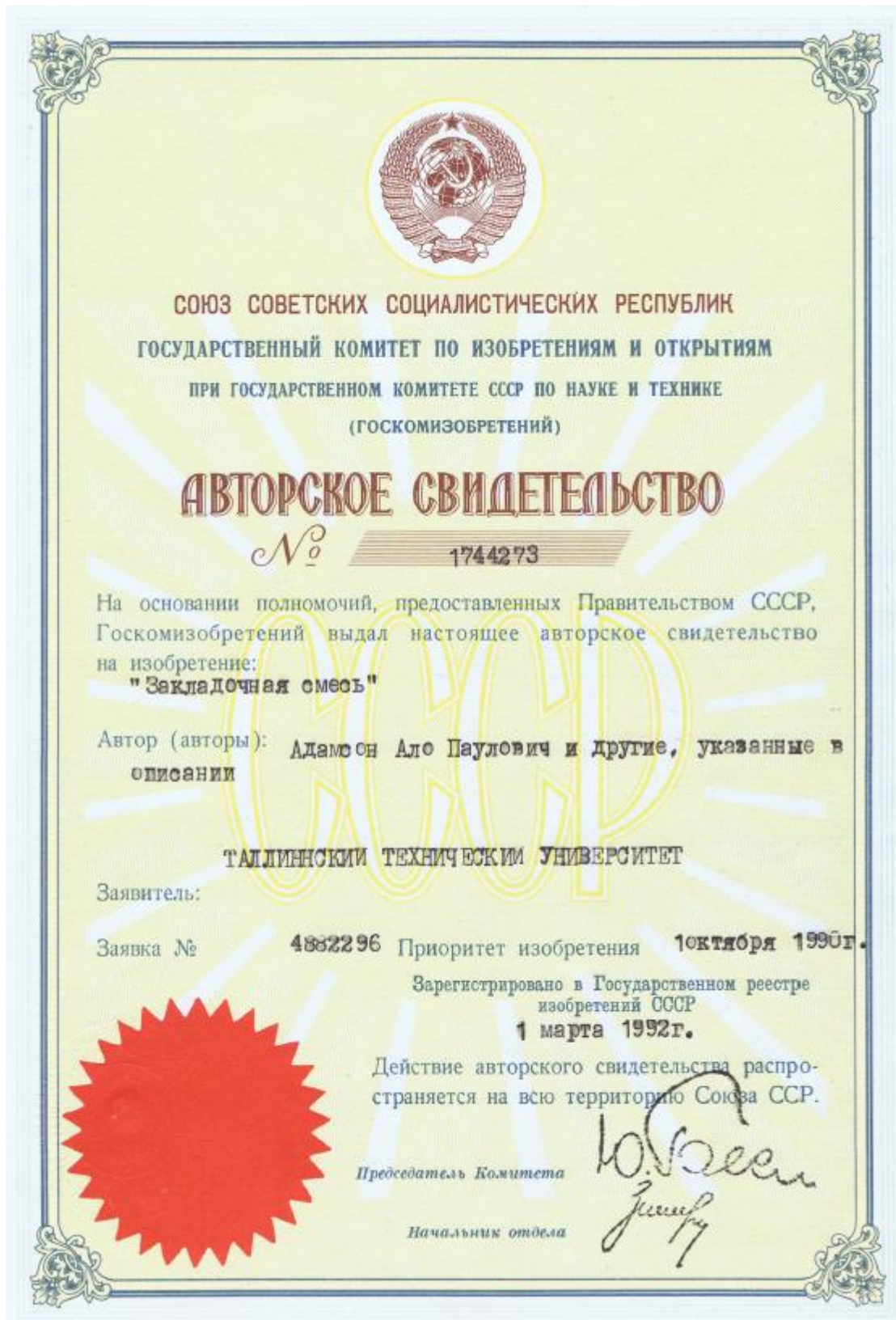
Tehnikaülikooli mäeinstituut, EE Kaevandused AS, Skotšinski nim. Mäendusinstituut jt [10, 9, 16, 26]. Saadi kolm autoritunnistust (Joonis 8-4 Kaevanduste täitmise täitesegu autoritunnistus, Joonis 8-5 Joonis 8-6 Kaevanduse täitesegu autoritunnistus) ja üks patent (Joonis 8-7 Patent kaeveõõnte täitmisest kihtmaardlates). Eksperimendid kaevandustes ja laboratoorsetes tingimustes näitasid, et täitmise tehnoloogia on kasutatav allmaakaevandamisel [13, 22, 26].



Joonis 8-4 Kaevanduste täitmise täitesegu autoritunnistus



Joonis 8-5 Keerulistes tingimustes kaevandamise autoritunnistus



Joonis 8-6 Kaevanduse täitesegu autoritunnistus

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

( РОСПАТЕНТ )

**П А Т Е Н Т**

N 201796 I

на ИЗОБРЕТЕНИЕ:  
"Способ разработки полостого пласта полезного ископаемого"

Патентообладатель(ли): Юркевич Георгий Францевич, Адамсон Ало  
Паулович и Гайчук Виктор Иванович

Страна:

Автор (авторы): они же

Приоритет изобретения 31 января 1990г.

Дата поступления заявки в Роспатент 31 января 1990г.

Заявка N 4818576

Зарегистрировано в Государственном  
реестре изобретений 15 августа 1994г.

 ПРЕДСЕДАТЕЛЬ РОСПАТЕНТА 

Joonis 8-7 Patent kaevõõnte täitmisest kihtmaardlates



## Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

---

Artikkel on seotud järgnevate Mäeinstituudi uuringute ja projektidega: AR12007 Põlevkivi kadudeta ja keskkonnasäästlik kaevandamine, AR10127 Põlevkivi põletamisega kaasnevate tahkjäätmete uute kasutusala alused, ETF8123 Täitmine ja jääkide (jäätmete) haldamine Eesti põlevkivitööstuses, VIR491 - MIN-NOVATION: Kaevandamise ja kaevandamisjääkide/jäätmete uuringud Eestis ja Läänemere piirkonnas ja DAR8130 – Energia ja geotehnika doktorikool II.

### Viited:

1. Energiatehnoloogia programmi teemaveeb: [mi.ttu.ee/etp](http://mi.ttu.ee/etp) [26.05.2012]
2. Guo, GL (Guo Guang-li)<sup>1,2</sup>; Feng, WK (Feng Wen-kai)<sup>3</sup>; Zha, JF (Zha Jian-feng)<sup>1,2,3</sup>; Liu, YX (Liu Yuan-xu)<sup>1,2</sup>; Wang, Q (Wang Qiang)<sup>1,2</sup>. Subsidence control and farmland conservation by solid backfilling mining technology. Source: TRANSACTIONS OF NONFERROUS METALS SOCIETY OF CHINA Volume: 21 Supplement: 3 Pages: S665-S669 Published: DEC 2011
3. Huang, YL (Huang, Yanli)<sup>1,2</sup>; Zhang, JX (Zhang, Jixiong)<sup>1,2</sup>; Zhang, Q (Zhang, Qiang)<sup>1,2</sup>; Nie, SJ (Nie, Shoujiang)<sup>1,2</sup>. BACKFILLING TECHNOLOGY OF SUBSTITUTING WASTE AND FLY ASH FOR COAL UNDERGROUND IN CHINA COAL MINING AREA. Source: ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL Volume: 10 Issue: 6 Pages: 769-775 Published: JUN 2011
4. Ingo Valgma, Magistritöö, 1996, Põlevkivikarjääri katendi tehnoloogilise piirpaksuse hindamine draglainide kasutamisel, Tallinna Tehnikaülikool, Energeetikateaduskond, Mäeinstituut
5. Kaevanduste täitmise teemaline Mäeinstituudi teemaveeb [mi.ttu.ee/taitmine](http://mi.ttu.ee/taitmine) [26.05.2012]
6. 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.
7. Karu, V.; Valgma, I.; Robam, K. (2011). Kaevandusvee kasutamise potentsiaal sooja tootmiseks. Valgma, I. (Toim.). Kaevandamine ja vesi (84 - 94). Tallinn: TTÜ mäeinstituut
8. Kasutustehnoloogiale vastava optimaalse koostisega põlevkivi tootmise tehnoloogilised võimalused ning majandusliku otstarbekuse analüüs. Lep7038AK, TTÜ Mäeinstituut 2008
9. Mäeinstituudi artiklite nimestik [mi.ttu.ee/artiklid](http://mi.ttu.ee/artiklid) [26.05.2012]
10. Mäeinstituudi projektide nimestik [mi.ttu.ee/projektid](http://mi.ttu.ee/projektid) [26.05.2012]
11. Mäeõpik. [mi.ttu.ee/opik](http://mi.ttu.ee/opik) [26.05.2012] . Mäeinstituut 2012
12. Pastarus, J.-R.; Valgma, I.; Adamson, A. (2008). Põlevkivi kasutamise jätkusuutlikkusest. Aprillikonverentsi kogumik. EGK 2008

13. 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.
14. Pastarus, J.-R.; Väli, E.; Lohk, M. (2009). Backfill technology - challenge for Estonian oil shale industry. 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
15. Pastarus, J.-R.; Adamson, A.; Nikitin, O.; Lohk, M. (2010). Tagasitäitmise kaevandamistehnoloogia kontseptsioon. Maapõue kasutamise arengud (29 - 32). Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus
16. Pototski, A.; Pastarus, J.-R. (2011). Вторичное использование сланцевой золы. Проблемы недропользования. Санкт-Петербургский Государственный Горный Институт, 191, 180 - 182.
17. Raado, L.-M.; Tuisk, T.; Rosenberg, M.; Hain, T. (2011). Durability behavior of Portland burnt oil shale cement concrete. Oil Shale, 28(4), 507 - 515.
18. Sabanov, S.; Pastarus, J.-R.; Šestakova, J. (2009). Закладка выработанного пространства в условиях Эстонских сланцевых шахт. Проблемы Недропользования. Записки Горного Института., 60 - 63.
19. Šommet, J.; Pastarus, J.-R. (2011). Veesisalduse mõju killustiku filtratsiooni parameetritele. I. Valgma (Toim.). Kaevandamine ja vesi (89 - 101). Tallinn: Tallinn, Eesti Mäeselts: Tallinna Tehnikaülikool
20. Šommet, J.; Pastarus, J.-R. (2011). Характер разрушения закладочных массивов. Проблемы Недропользования. Санкт-Петербургский Государственный Горный Инс, 191, 189 - 190.
21. Zha, JF (Zha Jian-feng)1,2,3; Guo, GL (Guo Guang-li)1,2; Feng, WK (Feng Wen-kai)3; Qiang, W (Qiang, Wang)1,2. Mining subsidence control by solid backfilling under buildings. Source: TRANSACTIONS OF NONFERROUS METALS SOCIETY OF CHINA Volume: 21 Supplement: 3 Pages: S670-S674 Published: DEC 2011
22. Valgma, I. (2009). Oil Shale mining-related research in Estonia. Oil Shale, 26(4), 445 - 150.
23. Valgma, I., Tammeoja, T.; Anepaio, A.; Karu, V.; Västriik, A. 2008. Underground mining challenges for Estonian oil shale deposit. Buhrow, Chr.; Zuchowski, J.; Haack, A. (Ed.). Schacht, Strecke und Tunnel (161 - 172). Freiberg : TU Bergakademie.
24. Valgma, I.; Kolats, M.; Grossfeldt, G.; Saum, M. (2008). Kaevandamise protsesside sõltuvus mäendustingimustest. Valgma, I. (Toim.). Maavarade kaevandamise ja kasutamise protsessid. Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut

## Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

---

25. Valgma, I.; Kolats, M.; Grossfeldt, G.; Saum, M. (2008). Kaevandamise protsesside sõltuvus mäendustingimustest. Valgma, I. (Toim.). Maavarade kaevandamise ja kasutamise protsessid. Tallinna Tehnikaülikooli mäeinstituut
26. Valgma, I.; Kolats, M.; Karu, V. (2010). Streki toestamine põlevkiviaherainebetooniga. Maapõue kasutamise arengud (33 - 38). Tallinna Tehnikaülikooli Kirjastus
27. Valgma, I.; Robam, K.; Karu, V.; Kolats, M.; Väizene, V.; Otsmaa, M. (2010). Potential of underground minewater in Estonian oil shale mining region. Lahtmets, R (Toim.). 9th International Symposium Pärnu 2010 “Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering” and “Doctoral School of Energy and Geotechnology II”, Pärnu, Estonia, June 14 - 19, 2010 (63 - 68). Tallinn: Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi selts
28. Valgma, I.; Västrik, A.; Karu, V.; Anepaio, A.; Väizene, V.; Adamson, A. (2008). Future of oil shale mining technology. Oil Shale, 25(2S), 125 - 134.
29. Väizene, V. (2009). Backfilling technologies for oil shale mines. 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
30. Väizene, V. (2009). Piiritu graniidimassiiv sügavustes. Verš, E.; Amon, L.; Laumets, L. (Toim.). Piirideta geoloogia : 5. geoloogia sügiskooli artiklid ja ettekanded (120 - 124). Tartu: Eesti Looduseuurijate Selts