

15. Kaevandusvee mahud põlevkivimaardla keskosas

Veiko Karu

Põlevkivi on Eestis kaevandatud enam kui 90 aastat. Selle aja jooksul on maa alt välja veetud enam kui üks miljard tonni põlevkivi, lisaks põlevkivile veel põlevkivikihi lubjakivikihi – neist on moodustunud aheraine mäed, mis nüüd ilmestavad Ida-Virumaa loodust. Kui kaevanduses enam ei ole võimalik põlevkivi kaevandada (tehnoloogiliselt, varu ammendumisel või majanduslikult), siis see suletakse vastavalt kehtestatud korrale. Eesti põlevkivimaardlas on suletud tänaseks maardla keskosas kümme kaevandust, viimased neist suleti 1999...2002 (Sompa, Tammiku, Ahtme ja Kohtla kaevandus).

Põlevkivi kihind asub enamasti põhjaveetasemest allpool. Põlevkivi kaevandamiseks tuleb alandada põhjaveetaset. Nii on tekkinud Ida-Virumaale põhjavee alanduslehter. Kaevandamise lõppedes kaevandusest ja karjäärist vee välja pumpamine lõpetatakse ja põhjaveetase hakkab taastuma kaevandamise eelsele tasemele. Nii täituvadki suletud kaevandused ja karjäärid veega. Eesti põlevkivimaardlas on suletud kaevandustest veega täielikult täitunud Ahtme, Tammiku, Sompa ning osaliselt täitunud kaevandus nr 4, kaevandus nr 2, Käva, Käva 2, Kohtla, Kiviõli ning Kukruse.

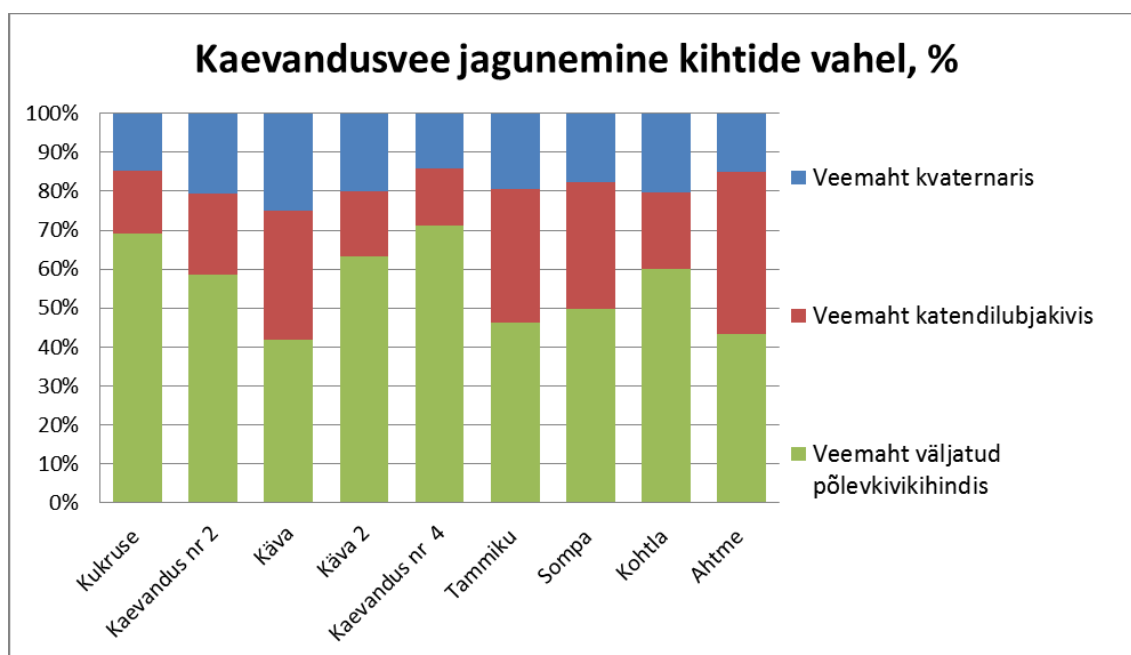
Suletud põlevkivikaevanduste vee kasutamine soojusenergia või kineetilise energia allikana on üks võimalusi moodustunud tehnogeense veekogumi otstarbekaks kasutamiseks. Kaevandusvee kasutamise potentsiaal on just Ida-Virumaa valdades, seal asuvad suletud põlevkivi kaevandused. Samuti tuleb hoolikalt planeerida selles piirkonnas ehitustegevust altkaevandatud aladel. Ida-Virumaad hõlmavates uuringutes on koostatud ühine uuringuala, kus asuvad töötavad ja suletud põlevkivikaevandused [43; 34; 2; 1; 26; 16; 21; 19; 25; 17; 18; 20; 23; 24; 22]. Suletud kaevanduste veetaseme stabiliseerimiseks on rajatud mitu väljavoolu. Neist suurimas Ahtme väljavoolus voolab kaevandusvesi aastaringiselt Sanniku oja. Suuruselt järgmine Tammiku väljavool Rausvere oja. Eesti Energia Kaevandused AS lähimate aastate plaanid näevad ette Viru kaevanduse ja Aidu karjääri sulgemise. Nende kaevandamiskohtade sulgemine muudab hüdroteoloogilist situatsiooni põlevkivimaardlas. Tuleviku prognoose on otstarbekas modelleerida [15; 37; 30; 14; 35; 6; 7; 42; 5; 32; 29; 27; 41; 38; 12; 10]. Suletud kaevanduste veemahu hindamiseks on tarvilik teada kasutatud kaevandamisviise, maa-ala geotehnoloogilist olukorda, kivimite veejuhtivusi [28; 33; 4; 31; 13; 10; 3; 36]. Nende andmete alusel saab üles ehitada arvutuskeemi, mille tulemused on allpool olevas tabelis (Tabel 15-1 Kaevandusvee arvutusmudel) [8; 9; 39]. Tabelis on näidatud kaevanduste opereerimisinformatsioon; kasutatud tehnoloogiat iseloomustavad väärtused; kaevandusvee mahud. Suletud kaevanduste piirkonnas oleva vee võib lüüa kolmeks: Kvaternaarikihtides olev vesi; lubjakivis olev vesi; väljatud põlevkivikihi oleval veel (Joonis 15-1 Kaevanduste piirkonnas oleva vee jagunemine), jooniselt järeldub, et piirkonnas olevast veest esineb väljatud põlevkivikihi oleval veel. Põlevkivi teemal eelnevad ning järgnevad erinevad uuringud määravad ära, kuidas ning millise tehnoloogiaga uutes põlevkivi kaevandamiskohtades

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

(kaevandus või karjäär) hakatakse põlevkivi kaevandama, arvestades keskkonna nõudeid ning parimat võimalikku tehnikat [43; 2; 38; 40; 36; 11].

Tabel 15-1 Kaevandusvee arvutusmudel

Omadused	Kukruse	Kaevandus nr 2	Käva	Käva 2	Kaevandus nr 4	Tammiku	Sompa	Kohtla	Ahtme
Kaevanduse avamine	1921	1949	1924	1924	1953	1951	1948	1937	1948
Kaevanduse sulgemine	1967	1973	1972	1972	1975	1999	1999	2001	2001
Kaevandamise kestus, a	46	24	48	48	22	48	51	64	53
Kaevvälja pindala, km ²	13.20	12.30	3.47	14.05	12.70	40.00	33.60	18.30	43.30
Kaevandatud ala, km ²	15.13	8.57	1.84	11.72	10.43	19.26	18.14	12.14	26.36
Kaevandamata ala, km ²	-1.93	3.73	1.63	2.33	2.27	20.74	15.46	6.16	16.94
Katendi paksus, m	11	13	21	10	12	23	23	15	37
Põlevkivi kihindi paksus, m	2.83	2.81	2.83	2.82	2.8	2.8	2.77	2.76	2.79
Tühja ruumi maht, kui väljata kogu tootluskihind, mln m³	42.82	24.08	5.22	33.05	29.20	53.92	50.24	33.52	73.53
Väljatud põlevkivikihi paksused, m									
Käsilaaava	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Käsi kambrid	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Kamberkaevandamine	2.83	2.81	2.83	2.82	2.8	2.8	2.77	2.76	2.79
Strekid	2.83	2.81	2.83	2.82	2.8	2.8	2.77	2.76	2.79
Kombainilaava	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Kaevandatud maa-ala, km²									
Käsilaaava	11.28	6.87	9.16	7.71	4.36	12.70	3.80	6.33	
Käsi kambrid	3.50	0.00	1.84	1.73	0	0.06	1.36	0.05	
Kamberkaevandamine	0.29	1.70	0.79	1.08	11.81	1.86	0.55	19.22	
Strekid	0.06	0.00	0.04	0.69	0.36	0.00	0.02	0.30	
Kombainilaava	0	0	0	0.95	2.74	3.52	6.41	0.46	
Kaevandatud ala, km²	15.13	8.57	1.84	11.72	10.43	19.26	18.14	12.14	26.36
Kaevandusvee maht kihtides, mln m³									
Veemaht kvaternaris	3.66	3.37	1.04	4.19	3.34	9.94	7.76	5.48	9.96
Veemaht katendilubjakivis	3.94	3.40	1.37	3.56	3.47	17.32	14.46	5.30	27.61
Veemaht väljatud põlevkivikihinde	17.05	9.54	1.74	13.29	16.92	23.51	21.93	16.14	28.75
Kokku	24.65	16.30	4.14	21.04	23.74	50.77	44.15	26.91	66.32



Joonis 15-1 Kaevanduste piirkonnas oleva vee jagunemine

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

Viited:

1. Basic studies of Estonian oil shale resource estimation up to year 2020. (In Estonian) Eesti põlevkiviressursi kasutamissuundade riikliku strateegia aastani 2020 alusuringud) <http://www.mkm.ee/doc.php?10366> (11.09.2007)
<http://www.mkm.ee/doc.php?11050> (11.09.2007)
<http://www.mkm.ee/doc.php?11051> (11.09.2007)
<http://www.mkm.ee/doc.php?11052> (11.09.2007)
2. Department of Mining of TUT. (2011) Website of the mining related studies, 2011: <http://mi.ttu.ee/projects/> - (23.10.2011)
3. Erg, K.; Karu, V.; Lind, H.; Torn, H. (2007). Mine pool water and energy production. 4th International Symposium "Topical problems of education in the field of electrical and power engineering" : doctoral school of energy and geotechnology, Kuressaare, 15-20.01.2007., Lahtmets, R. (Ed). Tallinn: Tallinn University of Technology Faculty of Power Engineering, p. 108-111.
4. Erg, K.; Reinsalu, E.; Valgma, I. (2003). Geotechnical Processes and Soil-Water Movement with Transport of Pollutants in the Estonian Oil Shale Mining Area. Proceedings of the 4th International Scientific and Practical Conference on Environment. Technology. 26-28. June 2003, Rezekene, p. 79-84.

5. Gedeon, M.; Wemaere, I.; Marivo, J. (2007). Regional groundwater model of north-east Belgium. *Journal of Hydrology*. Volume: 335 Issue: 1-2 Pages 133-139.
6. Karu, V. (2007). Digital planning for surface and underground mines in Estonia. (in Estonian) *Talveakadeemia 2007*, Roosta puhkeküla, Estonia.
7. Karu, V. (2009). Modelling oil shale mining space and processes. *Book of abstracts: International Oil Shale Symposium*, Tallinn, Estonia, p. 96.
8. Karu, V. (2010). Amount of water in abandoned oil shale mines depending on mining technology in Estonia. *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 Lahtmets, R (Ed.). Tallinn: Estonian Society of Moritz Hermann Jacob, p. 83-85.
9. Karu, V. (2011). Underground water pools as heat source for heat pumps in abandoned oil shale mines. *10th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering", Doctoral School of Energy and Geotechnology*, Pärnu, Estonia, 10-15.01.2011, Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, p. 130-134.
10. Karu, V. (2012). Dependence of land stability on applied mining technology. *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, p. 252-255.
11. Karu, V., Västriik, A., Anepaio, A., Väizene, V., Adamson, A., Valgma, I. (2008). Future of oil shale mining technology in Estonia. *Oil Shale*. Volume. 25, No. 2 Special, p. 125-132.
12. Karu, V.; Västriik, A.; Valgma, I. (2008). Application of modelling tools in Estonian oil shale mining area. *Oil Shale*, Volume 25(2S), p. 134-144.
13. Kresic, N. (1997) *Quantitative Solution in Hydrogeology and Groundwater Modelling*, Lewis Publishers.
14. Lind, H.; Robam, K.; Valgma, I.; Sokman, K. (2008). Developing computational groundwater monitoring and management system for Estonian oil shale deposit. *Geoenvironment&Geotechnics (GEOENV08) Agioutantis, Z.; Komnitsas, K. (Ed.)*, Heliotopos Conferences, p. 137-140.
15. Moiwo, JP.; Yang, YH.; Li, HL.; Han, SM.; Yang, YM. (2010). Impact of water resource exploitation on the hydrology and water storage in Baiyangdian Lake. *Hydrological Processes*. Publisher: John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester PO19 8SQ, W Sussex, England Volume: 24 Issue: 21 Pages: 3026-3039.
16. Project BF97. (2009). [Applied solutions for modelling system with mining software](#) TUT Department of Mining
17. Project ETF6558. (2006-2009). [Concept and methods of risk management in mining](#) TUT Department of Mining
18. Project ETF7499. (2008-2011). [Conditions of sustainable mining](#) TUT Department of Mining
19. Project ETF8123. (2010-2013). [Backfilling and waste management in Estonian oil shale industry](#) TUT Department of Mining
20. Project Lep10020A. (2010). [Developing sustainable energy supply for Jõhvi, Toila ja Mäetaguse municipalities](#) TUT Department of Mining
21. Project LEP7038AK. (2007-2008). [Analysis of oil shale flow in accordance to the energy and oil production](#) TUT Department of Mining

22. Project Lep7070. (2007). [Risk assessments of old mining shafts](#) TUT Department of Mining
23. Project Lep9014. (2009). [Evaluation of stability of the undermined area for road construction](#) TUT Department of Mining
24. Project Lep9052. (2009). [Geological and mining evaluation of Jõhvi Viru Infantry Battalion's territory](#) TUT Department of Mining
25. Project Lep9090. (2009). [Backfilling in mining](#) TUT Department of Mining
26. Project LKM9074. (2009). [Geotechnical evaluation of undermined area in the building district.](#) TUT Department of Mining
27. Reinsalu, E., Valgma, I., Lind, H., and Sokman, K. (2006) Technogenic water in closed oil shale mines. *Oil Shale*, Volume 23, No.1, p. 15-28.
28. Reinsalu, E.; Valgma, I. (2003). Geotechnical processes in closed oil shale mines. *Oil Shale*, Volume 20, No. 3 Special, p. 396-403.
29. Rejani, R.; Jha, MK.; Panda, SN.; Mull, R. (2008). Simulation modelling for efficient groundwater management in Balasore coastal basin, India. *Water Resources Management*. Volume 22 Issue: 1 Pages: 23-50.
30. Schmitz, O.; Karszenberg, D.; van Deursen, WPA.; Wesseling, CG. (2009). Linking external components to a spatio-temporal modelling framework: Coupling MODFLOW and PCRaster. *Environmental Modelling & Software*. Publisher: Elsevier Sci Ltd, The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, Oxon, England, Volume: 24 Issue: 9 Pages: 1088-1099.
31. Soil & Aquifer Properties and Their Effect on Groundwater. <http://www.co.portage.wi.us/groundwater/undrstnd/soil.htm> - (22.12.2011)
32. Zhang, Q.; Werner, AD. (2009). Integrated Surface-Subsurface Modelling of Fuxianhu Lake Catchment, Southwest China. *Water Resources Management*. Publisher: Springer, Van Godewijkstraat 30, 3311 GZ Dordrecht, Netherlands, Volume: 23 Issue: 11 Pages: 2189-2204.
33. Valgma, I. (2009). Dependence of the mining advance rate on the mining technologies and their usage criteria. *Resource Reproducing, Low-wasted and Environmentally Protecting Technologies of Development of the Earth Interior*. Valgma, I. (Ed.). Tallinn: Department of Mining TUT; Russian University of People Friendship
34. Valgma, I. (2009). Oil Shale mining-related research in Estonia. *Oil Shale*, Volume 26(4), p. 145-150.
35. Valgma, I.; Buhrow, C. (2006). The Modelling of Oil Shale Mining Development and its Influence to the Environment. *Taiex workshop on EU Legalisation as it affects mining*, Tallinn
36. Valgma, I.; Karu, V.; Anapaio, A.; Väizene, V. (2007). Increasing oil shale quality for meeting EU environmental requirements. *Mining and the Environment 2007*, Baia Mare: Freiberg TU, p. 195-205.
37. Valgma, I.; Karu, V.; Viil, A.; Lohk, M. (2007). Oil shale mining developments in Estonia as the bases for sustainable power industry. 4th International Symposium "Topical Problems in the Field of Electrical and Power Engineering" : Doctoral School of Energy and Geotechnology, (Ed.) Lahtmets, R. Tallinn, Tallinn University of Technology, Faculty of Power Engineering, p. 96-103.
38. Valgma, I.; Karu, V.; Västriik, A.; Väizene, V. (2007). Future of oil shale mining. *Georesources and public policy: research, management, environment* : abstracts: 15th

Kaevandamine ja keskkond. Mäeinstituut 2012

- Meeting of the Association of European Geological Societies, Tallinn (Estonia), 16-20 September 2007. Hints, O.; Kaljo, S. (Ed.). Tallinn: Eesti Geoloogia Selts, p. 81.
39. Valgma, I.; Robam, K.; Karu, V.; Kolats, M.; Väizene, V.; Otsmaa, M. (2010). Potential of underground minewater in Estonian oil shale mining region. 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 Lahtmets, R (Ed.), Tallinn: Estonian Society of Moritz Hermann Jacobi, p. 63-68.
40. Valgma, I.; Tammeoja, T.; Anepaio, A.; Karu, V.; Västriku, A. (2008). Underground mining challenges for Estonian oil shale deposit. Schacht, Strecke und Tunnel. Buhrow, Chr.; Zuchowski, J.; Haack, A. (Ed.), Freiberg, TU Bergakademie, p. 161-172.
41. Walton C., W. (1987) Groundwater pumping tests. Design & Analysis. Lewis Publishers.
42. Wang, SQ.; Shao, JL.; Song, XF.; Zhang, YB.; Huo, ZB.; Zhou, XY. (2008). Application of MODFLOW and geographic information system to groundwater flow simulation in North China Plain, China. Environmental Geology, Publisher: Springer, 233 Spring ST, New York, NY 10013 USA Volume: 55 Issue: 7 Pages: 1449-1462.
43. Väli, E.; Valgma, I.; Reinsalu, E. (2008). Usage of Estonian oil shale. Oil Shale, Volume 25(2S), p. 101-114.