

## 17. Linttervikutega kamberkaevandamise tehnoloogia

*Jüri-Rivaldo Pastarus, Paul Toomik*

Eesti põlevkivimaardlas kasutatakse puur-lõhketöödega ja sammastervikutega kamberkaevandamise tehnoloogiat. Seda tehnoloogiat on korduvalt modifitseeritud ja täiustatud, kuid põhiolemuselt on see jäänud endiseks. Tegemist on odava, tootliku ja kergelt projekteeritava tehnoloogiaga, kuid siiski selle miinuseks on suurenevad maavara kaod [2, 3, 5, 6, 8, 9, 4, 12, 13, 17, 23]. Väljamata jäänud maavara suurendab oluliselt kaevandamisõiguse tasu, kuna maksta tuleb kogu arvele võetud põlevkivi eest, kaasa arvatud kadudesse jäänud maavara eest.

Antud töö eesmärgiks on leida võimalusi kasutusel oleva tehnoloogia täiustamiseks, põlevkivi kadude vähendamiseks tervikutes.

Töös analüüsitakse allmaakonstruktsioonide arvutusmetoodikat, mis tagaks lae „igavese“ püsivuse ja võrreldakse sammast- ja linttervikute kasutamise efektiivsust. Varasematest uuringutest on teada, et linttervikud on samade tingimuste korral mõõtudelt väiksemad ja püsivamad kui sammastervikud, mistõttu vähenevad põlevkivi kaod tervikutes [6]. On võimalik ka puur-lõhketööde asemel kasutada raimamist kombainiga. See meetod võimaldab veelgi vähendada põlevkivi kadusid, sest tervikutes ei teki pragunenud tsooni [1, 15].

Lõhketööde mõjul toimunud kambri seinte purunemise laiuse  $q=0,6$  m (lühikesed lõhkeaugud) ja  $q=1,0$  m (pikad lõhkeaugud) korral antud osa tervikust ei oma enam kandvat funktsiooni. Kombainiga kaevandamisel aga  $q=0$  m, seega puudub kambri seintel purunemise tunnus ja tervik töötab täielikult. Kui kombainiga kaevandamisel arvestada lõhketöödega kambri seinte summaarsete purunemiste sügavustega, siis sel juhul tervikute tugevus oleks üle dimensioneeritud. See annab võimaluse kaevandada eritingimustes, näiteks märgalade alt ja tektooniliste rikete piirkonnas [4, 7, 14]. Arvutused on läbi viidud vastavalt Eesti põlevkivimaardlas kehtivale juhendile [11]. Põlevkivikadude arvutustulemused erinevate tehnoloogiate korral on esitatud alljärgnevas Tabel 17-1.

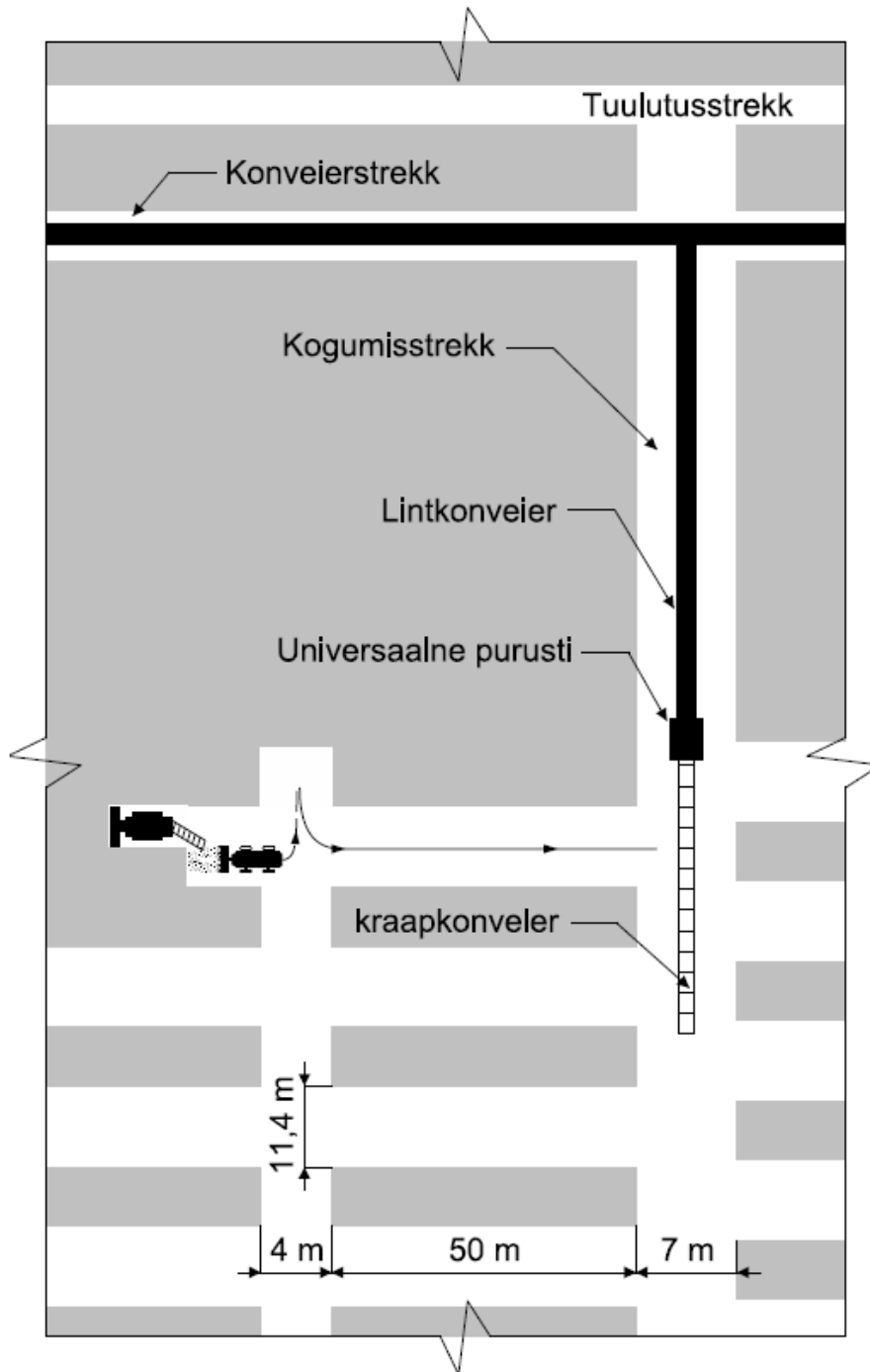
**Tabel 17-1. Sammas- ja linttervikute kadude võrdlus**

Põlevkivi kaod tervikutes, %	Terviku parameetrid		
	Kombain	Madalad laed	Kõrged laed
	$q=0$ m	$q=0,6$ m	$q=1,0$ m
Sammastervikutes, %	23,4	26,7	31,4

Linttervikutes, %	15,5	21,8	25,6
Samm- ja linttervikute erinevus, %-punkti	7,9	4,9	5,8

Analüüs näitas, et linttervikuid kasutades vähenevad põlevkivi kaod tervikutes. Peamiselt kasutatav lühikese edasinihkega puur-lõhketöödega raimamine linttervikutega vähendaks kadusid 4,9%-punkti, pika edasinihke korral aga 5,8%-punkti. Suurim erinevus on kombaini kasutamine linttervikutega, vähendades põlevkivi kadusid 7,9%-punkti. Võiks järeldada, et tuleks kasutada kõrgeid lagesid madalate asemel, kuid kõrgetel lagedel on põlevkivi kaod ja mäetööde ohtlikkus suuremad. Seega järgnevalt tuleks uurida täpsemalt kombaini kasutamise võimalustest. Linttervikutega kombainikaevandamise tehnoloogia on esitatud Joonis 17-1. Kombainikaevandamise eelised võrreldes puur-lõhketöödega [1, 17]:

1. Kivimi raimamine, esmapurustamine ja laadimine toimub kõik ühe ja pideva protsessina;
2. Tänu puur-lõhketööde puudumisele vähenevad terviku mõõtmed ja ka põlevkivi kaod tervikutes;
3. Tööde tootlikkus ei sõltu töötajate arvust, vaid masina võimsusest;
4. Selektiivse kombainikaevandamise toodang ei vaja rikastamist.



Joonis 17-1. Linttervikutega kombin-kaevandamise tehnoloogiline skeem

Analüüs näitas, et otstarbekas on evitada Estonia kaevanduses linttervikutega kaevandamise tehnoloogiat. Linttervikud võimaldaks oluliselt vähendada maavara kadu ning tõsta tööde efektiivsust. Lisaks alternatiivseks variandiks on kombainiga kaevandamine, kuid uute tehnoloogiate evitamine on keeruline, kallis ja aeganõudev protsess. Ühel hetkel võib siiski uuele tehnoloogia üleminek olla hädavajalik, kui seda nõuavad kasvõi raskenevad mäenduslikud tingimused [12].

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).

## Viited

1. Adamson, A., Nikitin, O., Pastarus, J.-R. 2003. Kombain-kamberkaevandamise variant. *Mäemasinad ja mäetehnika*. Eesti mäekonverentsi 2003 kogumik. Tallinn: TTÜ Mäeinstituut. 17 – 20
2. Calow, P. Handbook of environmental risk assessment and management. Oxford, Blackwell Science. 1998.
3. Otsmaa, M. 2012. Tervikute tugevuse muutumine ajas. *Kaevandamine ja keskkond*. Tallinn: TTÜ Mäeinstituut. 98 - 103
4. Palarski, J. (2000) Underground coal mining in Poland: Present and future. Mining in the new millennium challenges and opportunities, 47-53.
5. Parker, I. 1993. Mine pillar design in 1993: Computers have become the opiate of the mining engineers. Mining Engineering, London, July and August: 714-717 and 1047-1050.
6. Pastarus, J.-R. 1998. Analysis of the roof and pillar design in Estonian`s oil shale mines. Oil Shale. Vol. 15, No. 2 Special. Tallinn: Estonian Academy of Sciences. 147 - 156
7. Pastarus, J.-R. 2012. Kaevandamine eritingimustes. *Kaevandamine ja keskkond*. Tallinn: TTÜ Mäeinstituut. 104 - 107
8. Pastarus, J.-R., Lohk, M. 2006. Varinguriskist koristuskambrite etes. Teooria ja praktika. *90 aastat põlevkivi kaevandamist Eestis*. Eesti Mäekonverentsi 2006 kogumik. Tallinn: TTÜ Mäeinstituut. 67 - 71
9. Pastarus, J.-R., Toomik, A. 2000. Environmental issues in oil shale mining. Mine Land Reclamation and Ecological Restoration for the 21 Century. Proc. Int. Symp., Beijing, 16-18 May 2000, p. 406-411.
10. Pastarus, J.-R., Valgma, I., Adamson, A. 2008. Põlevkivi kasutamise jätkusuutlikkusest. *XVI aprillikonverentsi „Põlevkivimaa - probleemid ja tulevik“ teesid*. Tallinn: Eesti Geoloogiakeskus. 12 – 14
11. Põlevkivi kaevandamisel kambrite, tervikute ja hoidetsoonid mõõtmete arvutamise meetodika (juhend). EE Kaevandused AS, 2004.
12. Reinsalu, E. 2011. Eesti mäendus. Tallinn: Tallinna Tehnikaülikool. 47 - 48, 89 - 90
13. Reinsalu, E., Toomik, A., Valgma, I. 2002. Kaevandatud maa. Tallinn: TTÜ Mäeinstituut. 61 - 62

14. Sokman, K., Kattai, V., Vaher, R., Systra, Y. J. 2008. Influence of tectonic dislocations on oil shale mining in the Estonia deposit. Vol. 25, No.2 Special. Tallinn: Estonian Academy of Sciences. 175 - 187
15. Soosalu, H., Valgma, I. 2009. Seismoanalüüsiga võib tuvastada kaevandusvaringuid. Keskkonnatehnika 9. 6 – 9
16. Valgma, I.; Väizene, V.; Kolats, M.; Saarnak, M. (2013). Technologies for Decreasing Mining Losses. Environmental and Climate Technologies, 11(1), 41 - 47.
17. Vayenas, N., Wu., X. (2009) Maintenance and reliability analysis of a fleet of load-haul-dump vehicles in an underground hard rock mine. International Journal of Mining, Reclamation and Environment, 227-238.