

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
Energeetikateaduskond
Mäeinstituut



Kaidi Sulp

**KAEVANDAMISEL TEKKIVA AHERAINE KASUTAMINE
TÄITMISEL**

Waste rock usage as backfilling material

Geotehnoloogia eriala AAGB02/09

Bakalaureusetöö AKM40LT

ID: 2528

Juhendaja: PhD Veiko Karu

Tallinn 2015

SUMMARY

With every year, the oil shale mines in Estonia reach greater depths. At the same time, the losses, environmental taxes and the amount of wastes are growing. One possible solution to these problems is backfilling. This is the purpose of this Bachelor's degree thesis.

There are six main backfilling methods in the world. Backfilling must be carried out by meeting the environmental requirements. One major positive impact of backfilling is stabilising the ground.

Estonia does not have a lot of experience in backfilling, but a great number of researches have been done and some tests have been carried out in the Viru, Kiviõli and Kukruse mines. However, Europe in general has experience in backfilling since the middle of the 19th century. Backfilling is used in a number of salt, coal and ore mines, for example in Poland, Sweden and France.

The author of this Bachelor's degree thesis came to the conclusion that backfilling is theoretically possible in the mines of Uus-Kiviõli, Narva and Estonia. In finding the best possible backfilling method, the author considered the economical feasibility of the methods, the current methods of mining and the current available infrastructure of the mines. Backfilling is financially profitable if the environmental taxes continue growing and the mining waste is used up completely.

In order to come up with hypothetical solutions, the author of this thesis took Estonia's previous experience and backfilling research into consideration. Also, extensive research about backfilling in Europe has been done, because in many countries in Europe, backfilling is used in already closed and working mines. In order to use Europe's experience in other researches in the future, the author has created a website that anyone who is interested has access to. Anyone who is interested can also update the available information.

SISUKORD

AUTORI DEKLARATSIOON	2
SUMMARY	3
SISUKORD	4
MÕISTETE JA LÜHENDITE KOGUMIK	8
LÄHTEÜLESANNE	10
SISSEJUHATUS	11
1. METOODIKA	13
2. TÄITMISMEETODITE ÜLEVAADE	14
2.1 Valumeetod	15
2.2 Injektsioonmeetod	16
2.3 Hüdrotäitmine	18
2.4 Kombineeritud täitmine	19
3. EESTI KOGEMUS TÄITMISEL	20
3.1 Viru kaevanduse katsetööd	20
3.2 Kiviõli kaevanduse sulgemine	22
3.3 Kukruse kaevanduse varisenud streki toestamine	23
3.4 Eesti Energia täitmisalane projekt	24
3.5 Elektriyaamade tuhk	25
3.5 Sobiva täitesegu koostis	25
3.6 Keskkond	27
4. EUROOPA KOGEMUS TÄITMISEL	29
4.1 Poola kogemus täitmisel	37
4.2 Saksamaa kogemus täitmisel	38
5. NARVA KARJÄÄRI TÄITMINE	40
5.1 Ülevaade Narva karjäärast	40
5.2 Narva karjääri täitmine	41
5.2.1 Täitmismeetod vaalkaevandamise korral	41
5.2.2 Täitmismeetod laavadega kaevandamise korral	42
5.2.3 Tuha transport	44

5.2.4.	Täitesegu valmistamise kompleksi asukoht ja transport	46
6.	ESTONIA KAEVANDUSE TÄITMINE	48
6.1.	Ülevaade Estonia kaevandusest	48
6.2.	Estonia kaevanduse täitmine.....	50
6.2.1.	Täitmismeetod kamberkaevandamise korral	50
6.2.2.	Tuha transport.....	51
6.2.3.	Täitesegu valmistamise kompleksi asukoht ning transport	53
7.	UUS-KIVIÕLI KAEVANDUSE TÄITMINE	54
7.1.	Ülevaade Uus-Kiviõli kaevandusest	54
7.2.	Uus-Kiviõli kaevanduse täitmine.....	55
7.2.1.	Täitmismeetod Uus-Kiviõli kaevandusse	55
7.2.2.	Tuha transport.....	56
7.2.3.	Täitesegu valmistamise kompleksi asukoht ning transport	58
8.	MÕJU ETTEVÕTTE MAJANDUSNÄITAJATELE	59
	KOKKUVÕTE	62
	KASUTATUD KIRJANDUS	64

TABELID:

Tabel 1.	Kaevanduste täitmismeetodid [40] [42]	15
Tabel 2.	Keevkiht - ja tolmpõletuskatelde reageerimine veega 10 minuti jooksul [54].....	28
Tabel 3.	Näiteid täitmisega tegelevatest Euroopa riikidest [65] [66] [67] [68] [69] [70] [71] [72] [73] [74] [75] [76] [77] [78] [79] [80] [81]	30
Tabel 4.	Narva karjääri kaeveväljade kaevandamislubade ülevaade [85] [86] [87] [88].....	41
Tabel 5.	Tasud aheraine ja tuha ladestamise eest [30] [31].....	59
Tabel 6.	Võimaliku täitmisega alustamise investeeringu maksumus Estonia kaevanduse näitel [90] [99] [98] [104] [105] [106]	60

JOONISED:

Joonis 1. Valumeetodil täitmise põhimõtteline skeem torutranspordi korral.....	15
Joonis 2. Survelisel injektsioonmeetodil täitmise skeem.	17
Joonis 3. Hüdrotäitmise põhimõtteline skeem.....	18
Joonis 4. Kombineeritud täitmine, täitematerjali veoga konveieri abil.	19
Joonis 5. Viru kaevanduses toimunud katsetööde asukoht vahetult pärast valamist [40].	21
Joonis 6. Kukruse kaevanduse varisenud ala täitmine [56].	24
Joonis 7. Proovikehad (vasakpoolne on kivistunud +5°C juures ja parempoolne +20°C) [53].	27
Joonis 8. Ekraanitõmmis internetilehekülje esiküljest (http://euroopakogemust2itmisel.blogspot.com/).	32
Joonis 9. Ekraanitõmmis interaktiivsest kaardist töö autori koostatud lehel: http://euroopakogemust2itmisel.blogspot.com/ (punased täpid kaardil näitavad süsteemi sisestatud täitmisega tegelevaid kaevandusi).	32
Joonis 10. Näidis ekraanitõmmisena internetilehel (http://euroopakogemust2itmisel.blogspot.com/) eraldi vaadatavast informatsioonist	33
Joonis 11. Ekraanitõmmis internetilehel (http://euroopakogemust2itmisel.blogspot.com/) asuvast tagasiside, ettepanekute ja küsimuste vormist.	33
Joonis 12. Üks osa ekraanitõmmisena internetilehel (http://euroopakogemust2itmisel.blogspot.com/) asuvast informatsiooni lisamise vormist. ...	34
Joonis 13. Näiteks toodud Euroopa riikide kaevanduste kaevandamismeetodite võrdlus.	34
Joonis 14. Näiteks toodud Euroopa täitmisega tegelevate riikide kaevanduste toodangu võrdlus.	35
Joonis 15. Näiteks toodud Euroopa täitmisega tegelevate riikide täitesegude võrdlus.	35
Joonis 16. Näiteks toodud Euroopa täitmisega tegelevate riikide kaevandustes täitesegus kasutatava materjali võrdlus.	36
Joonis 17. Tüüpiline laavakaevandamise täitmise skeem Poola kaevandustes [83].	38
Joonis 18 Põhimõtteline skeem Saksamaa soolakaevanduste täitmisest [64].	39
Joonis 19. Narva karjääri mäeeraldis.....	40
Joonis 20. Täitmismeetodi skeem Narva karjääris vaalkaevandamise korral (mõõtmel meetrites, täitmisprotsessi näitlikustamiseks on proportsioone muudetud).	42
Joonis 21. Täitmismeetodi skeem Narva karjääris laavakaevandamise korral (mõõtmel meetrites, täitmisprotsessi huvides on proportsioone muudetud, samal põhjusel ei ole näidatud teist hüdraulilist toestikku).	44
Joonis 22. Balti ja Eesti elektrijaamade asukoht linnulennult Narva karjääri.	45
Joonis 23. Sideainesegu valmistamise kompleks Narva karjääris.....	47
Joonis 24. Estonia kaevanduse mäeeraldis.....	49
Joonis 25. Kamberkaevandamise täitmismeetodi skeem Estonia kaevanduse täitmiseks (mõõtmel meetrites).	51
Joonis 26. Estonia kaevanduse asukoht linnulennult Balti ja Eesti elektrijaama suhtes.	52

Joonis 27. Estonia kaevanduse täitekompleksi võimalik asukoht.	53
Joonis 28. Uus-Kiviõli kaevanduse mäeeraldis.	54
Joonis 29. Uus-Kiviõli kaevanduse asukoht linnulennult Balti ja Eesti elektriijaama suhtes. ...	56
Joonis 30. Suletud Aidu karjäär linnulennult Uus-Kiviõli mäeeraldise suhtes.	57
Joonis 31. Suletud Aidu karjäär linnulennult Balti elektriijaama ja Eesti Elektriijaama tuhasilo suhtes.	57

KOKKUVÕTE

Käesoleva töö tulemusel selgus, et Euroopa täitmisalane kogemus ulatub palju kaugemale kui Eesti oma. Erinevalt Eestist tegeletakse paljudes Euroopa riikides juba pikka aega aktiivselt nii suletud kui töötavate kaevanduste täitmisega. Küll aga on ka Eestis tehtud mitmeid uuringuid ja mõningad katsetusi nii laboris kui välitingimustes. Kõik see võimaldab järeldada, et Eestil on olemas kõik eeldused alustada põlevkivikaevanduste täitmisega. Enne reaalse tööd algust tuleks aga teha suuremahulisi katseteid töötavates kaevandustes, arvestades seejuures juba katsete planeerimisel võimalike tulevaste täitmismeetoditega. Enne katsete tegemist ja pärast katseid peaks koostama erinevaid mudeleid, mis näitaksid näiteks tehsterviku paisumist ajas või vee eraldumist tehsterviku kivistumise käigus. Mudelid võimaldaksid edukate katsete korral hiljem lihtsustada täitmisprotsessi planeerimist. Kahtlemata tuleks konsulteerida pikaajase täitmis kogemusega riikide spetsialistidega, et täpsemalt teada saada nende kogemusest täitmisel ning saada nõu ja näpunäiteid selles osas, mida peaksime meie kindlasti teisiti tegema näiteks oma teistsuguste geoloogiliste tingimuste tõttu. Tuleks uurida veel täpsemalt ja põhjalikumalt teiste täitmisega tegelevate riikide kogemusi. Viimasele aitab oluliselt kaasa töö autori poolt koostatud interaktiivne kaart, mida on võimalik vastavalt vajadusele ja leitavale informatsioonile pidevalt täiendada ning millel olevat informatsiooni on võimalik automaatselt vastavalt vajadusele selekteerida näiteks täitmisemeetodi või kaevandatava maavara järgi.

Töö tulemusel selgus ka, et Narva karjääris, Estonia kaevanduses ja planeeritavas Uus-Kiviõli kaevanduses on teoreetiliselt võimalik täitmistööd teha. Kuna Narva karjääri laavakaevandatavas osasse pakutavat lahendust on üsna keerukas realselt teostada, siis vajaks see põhjalikku edasiuurimist, kas see üldse praeguste tehniliste võimaluste juures võimalik oleks ning kas see seejuures ka ära tasuks. Või pigem peab see lahendus ootama hilisemat aega, kui tehnilised lahendused ideedele järgi jõuavad. Täitmistööd tasuksid end majanduslikus plaanis ära ja avaldaksid ettevõtte majandusnäitajatele pikas perspektiivis positiivset mõju eeskätt Estonia kaevanduses ja Narva karjääri vaalkaevandatavas osas. Planeeritava Uus-Kiviõli kaevanduse puhul mõjutab negatiivselt ettevõtte majandusnäitajaid vahemaa elektri jaamade ja kaevanduse vahel, mis on Eesti põlevkivimaardla mõistes väga suur ning see muudab tuha transpordi kalliks ning ajakulukaks. Narva karjääri laavakaevandatava osa puhul mõjutab negatiivselt investeeringu maksumust välja pakutud lahenduse kõrge maksumus. Kõigis töös käsitletud kaevandamisega tegelevates üksustes mõjutab täitmise kasutuselevõttu keskkonnatasude suurus. Nimelt peaksid need tasud jätkuvalt tõusma, et üks ettevõtte sooviks majanduslikust vaatenurgast vaadatuna täitmist kasutusele võtta. Samuti on olulised riikide omavaheliste kokkulepete tulemused. Kui need lepped suurendaksid survet ettevõtetele, otsimaks ja leidmaks kasutust tekitavatele jätmetele, siis oleks see üheks tõukeks ettevõtjale täitmisega alustamiseks. Teoreetiliste lahenduste loomisel püüdis töö autor lähtuda võimalikult palju majanduslikust soodsusest, et täitmisprotsessi omahind võimalikult odav oleks, samuti praegustest kaevandamistingimustest ning keskkonnohoidusest, et kasutus

leitaks võimalikult suurele hulgale jääkidele/jäätmetele, seejuures ümbritsevat loodust ja elukeskkonda võimalikult vähe häirides. Täitmine avaldabki eeskätt positiivset mõju loodushoiule. Maapind ja looduskeskkond säilib tänu kaevanduse täitmisele ning maapinnale ei ladestada erinevaid jäätmekuhjasid.