



1918

TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL

TALLINN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



MÄEINSTITUUT

Teadussuuna klass 2.4

KINNITAN
Instituudi direktor
Alo Adamson

Teema 574L

EESTI PÕLEVKIVIRESSURSI KASUTAMISSUUNDADE RIIKLIKU STRATEEGIA AASTANI 2020 ALUSUURINGUD

**Ettepanekud Eesti põlevkivitööstuse
2006...2010. a arendusuuringuteks**

**Tallinn
2006**

EESSÕNA	2
1. LÕPETATUD UURINGU PEAMISED JÄRELDUSED.....	3
1.1. Põlevkivi varu ja selle kasutamine	3
1.2. Põlevkivi kaevandava struktuuri arendamise prioriteedid.....	3
1.3. Kaevandamise tehnoloogia arengu prioriteedid	3
2. KAEVANDAMISE TEHNOLOOGIA ARENG	4
2.1. Maastikku kujundav avakaevandamine	4
2.2. Keskkonnaohutu allmaakaevandamine	4
2.3. Kaevanduste toodangu kvaliteedi ohjamine	4
3. TEHNOLOOGILISED KATSETÖÖD	5
3.1. Kaevanduskatsed.....	5
3.1.1. Selektiivne väljamine freeskombainiga (freesimine, koorimine).....	5
3.1.2. Energeetilise põlevkivi rikastamine.....	6
3.2. Utiliseerimisseadmete katsetused	7
3.3. Põlevkivi kvaliteedi voogmääramine	8
4. KATSETÖÖDE KAVA.....	9
Lisa 1 Eesti põlevkivivaru	10
Lisa 2. Freeskombaini soetusmaksumuse ja tunnihinna näidisarvutus	11
Lisa 3. Kihindi kvaliteedipassi näidis	12
Lisa 4. Freeskombaini tootlikkuse näidisarvutus.....	13

Joonised:

Eesti põlevkivimaardla. Kaitsealused ja kaitstavad objektid
Eesti põlevkivimaardla. Keila-Kukruse veetasemeprognoos aastaks 2025

EESSÕNA

2006. aastal lõpetas TTÜ mäeinstituut Eesti majandus- ja kommunikatsiooniministeeriumi tellimisel uuringu, mille teema 574L, Eesti põlevkiviresursi kasutamissuundade riikliku strateegia aastani 2020 alusuuringud jaotus kolme etappi:

Etapp 574L.1. Põlevkivi kaevandamise tehnoloogilise struktuuri optimeerimine

Etapp 574L.2. Kasutamissuundadele vastava põlevkivi varu hindamise kriteeriumite loomine ja koguse hindamine vastavalt arenevale kütuse ja energiamajandusele, ressursi pikaajaline planeerimine,

Etapp 574L.3. Eesti põlevkivimaardla tehnoloogiline, majanduslik ja keskkonnakaitseline rajoneerimine

Käesolev aruanne on nende uuringuetappide peamiste uuringutulemuste üldistav kokkuvõte ja ettepanek edasise tegevuskava koostamiseks.

Teades põlevkivi rahvuslikku tähtsust, kogedes arenevat konkurentsi põlevkivi hõlvamisel ja tunnistades ühiste lahenduste otstarbekust, käsitleme koos kõiki ettevõtteid, kaevandamis- ja uuringulubade taotlejaid ja arendajaid.

1. LÕPETATUD UURINGU PEAMISED JÄRELDUSED

1.1. Põlevkivi varu ja selle kasutamine

Eesti põlevkiviressurss ja –varu¹ on küllaldased elektri tootmise jätkamiseks ja õlitööstuse laiendamiseks (Lisa 1 Eesti põlevkivivaru). Tööstuse arendamisel tuleb siiski arvestada, et:

- 78 % põlevkivi energeetilisest ressursist paikneb väljadel, mille kaevandamisväärsus on alla keskmise, mis muudab aktuaalseks kaevise kvaliteedi ohjamise väljamise, rikastamise ja keskmistamise abil
- 37 % varu- ja uuringuplokkide pindalast katavad kaitsealad; kaitsealade all on ka 33 % potentsiaalsest ressursist; väljadel, kus kaevandamisväärsus on üle keskmise on kaetud kaitsealadega 7 %, ülejäänud väljadel 43 %; kõiki kaitsealade ja -objektide piiranguid tuleb ja saab arvestada kaevanduse rajamisel projektipõhiselt; suurel osal kaitsealadega kaetud aladest on võimalik keskkonda toetav kaevandamine

Järgneva 20 aasta jooksul ammenduvad Narva karjääri põhjapoolsed jaoskonnad ja Kohtla-Vanaküla karjäär. Kaevandamist jätkatakse kõigis praegustes kaevanduses. Kõigi eelduste kohaselt avatakse Kose-Tammiku, Ojamaa ning Uus-Kiviõli kaevandus. Samuti (eeldatavasti) hõlvatakse Viru kaevanduse kaudu Sompa välja põlevkivi. Võimalik on Seli välja avamine Estonia kaevanduse poolt.

1.2. Põlevkivi kaevandava struktuuri arendamise prioriteedid

Maardla rajoneerimise alusel soovitame uued õlitehased paigutada uute kaevandamiskohtade lähedusse või vastupidi. Seni, kuni ei ole alust eeldada, et põlevkivienergeetika maht väheneb, ei ole mõistlik piirata elektrijaamasid varustavate kaevanduste² arenemisruumi. Teisisõnu, et säilitada välja kujunenud veoskeem ja kvaliteediohje, ei ole mõistlik käsitleda töötavate kaevanduse mäeeraldistega piirnevat varu teisiti kui nende reservi.

Põlevkivi veo töökindluse tõstmiseks ja erineva kvaliteediga kaevisevoogude suunamiseks on otstarbekas läänepoolsed kaevandamiskohad (Aidu ja uued) ühendada põlevkiviraudteega.

Vähemate vahemaade ja asulate läheduses saab kasutada ka teisi teid kaevisevoo suunamiseks, nagu allmaavedu (Ojamaa-Aidu), kaetud konveierid (Uus-Kiviõli) jt.

1.3. Kaevandamise tehnoloogia arengu prioriteedid

on

1. Keskkonnasõbralikkus
2. Toodangu kvaliteet

¹ Ressurss – lasund maapõues, mis sõltuvalt majandus- ja keskkonnatingimustest võib osutada kaevandamisväärseks, varu – reaalselt või tinglikult (kaevandamispiirangutega) kaevandamisväärne lasundi osa, varu on registris arvel olev maavara kogus.

² Kaevandus – käesolevas dokumendis maavara kaevandava ettevõtte või kaevandamiskoha (allmaakaevanduse, karjääri) üldnimetus.

2. KAEVANDAMISE TEHNOLOOGIA ARENG

2.1. Maastikku kujundav avakaevandamine

lähtub järgmistest tingimustest:

1. Kaevandamine toimub kiiresti ja tootlikult; peamine, et häiriv mõju oleks lühiajaline ja üldsusel oleks reaalne lootus näha kaevandamisjärgset maastikku kasutamiskõlblikuna
2. Kõik kaevandamistehnoloogia poolt tekitatud mõjurid: müra, tolm, seismilised võnked, põhja- ja pinnavee taseme muutused, veesaaste jm on talutavuse piirides ja kontrolli all

Eesti lavamaardlates³ vastab nendele tingimustele parimal moel freeskaevandamine.

2.2. Keskkonnaohutu allmaakaevandamine

lähtub järgmistest tingimustest:

1. Kaevandamise maapealne väljund peab olema minimaalne: viljelusmaa ja kaitstavad maapealsed objektid säilitatakse tervikutel
2. Põlevkivi varu täielikuma kasutamise nimel tuleb kindlaks määrata alad, kus põlevkivi saab väljata täielikult; kuna kao vähendamisele kaasneb maa vajumine ja pinnaveekogude laienemine, siis sellised alad võivad kattuda kaitstavate märgaladega
3. Kaevanduse energia- ja sidekommunikatsioonid jäävad maa alla, tuulutusseadmed varjestatakse
4. Kõik peamised kaevandamistehnoloogia poolt tekitatud mõjurid: maa liikumine, seismilised võnked, põhja- ja pinnavee taseme muutused, veesaaste jm on talutavuse piirides ja kontrolli all

Viljelusmaade all vastab kõigile neile tingimustele lühieekombainidega kaevandamine ning märgalade all laavakombainidega lankkaevandamine.

2.3. Kaevanduste toodangu kvaliteedi ohjamine

Kaubapõlevkivi kvaliteeti saab juhtida kaevandamise kõikides faasides:

1. Valides kaevandamiskoha vastavalt tarbija kvaliteedinõuetele; valiku aluseks on tarbija kriteeriumid ja geoloogilise uuringuga määratud tunnused (kütteväärtus, õli saagis, maapõue rikutus, dolomitiserumine jms)
2. Väljates põlevkivi selektiivselt, jättes põlevkivile kaasneva pae⁴ kaevandamiskohal maha
3. Väljates kogu kihindi (lausväljamine, põlevkivi ja pae koosväljamine) selleks, et saadud kaevis rikastada; praegu toimub kaevis sorteerimine ja rikastamine rikastamisvabrikus; rikastamisena võib käsitleda ka õli utmist kaevisest, mis võib olla saadud selektiivse või osalis-selektiivse väljamisega
4. Kaevanduse poolt kaubastatud põlevkivi töödeldakse (keskmistatakse) tarbija juures tehnoloogiale sobivaks.

³ Praktiliselt kõik maardlad Eestis on lavamaardlad, nii et neis kehtivad samad nõuded keskkonnasõbraliku kaevandamistehnoloogia projekteerimiseks.

⁴ Paevahelikid põlevkivikihindis ei ole maavara. Maavarana on arvel põlevkivikihid ja neis peituvad (pae)suletised (Lisa 3. Kihindi kvaliteedipassi näidis)

3. TEHNOLOOGILISED KATSETÖÖD

3.1. Kaevanduskatsed

3.1.1. Selektiivne väljamine freeskombainiga (freesimine, koorimine)

Õhukese, kuni 10 m paksuse katendi eemaldamiseks ja ka kihindi väljamiseks on otstarbekas kasutada nn mobiilset mäetehnikat: buldoosereid, kopp-laadureid, eriti aga kivimite selektiivseks väljamiseks kõige paremini sobivat freeskombaini (Pilt 3.1)



Pilt 3.1. Firma Wirtgen freeskombaini katsetamine Põhja-Kiviõli karjääris. Vasakul – näide, et kombaini töösügavus on täpselt reguleeritav; üleval - kaevisse laadimine kallurile.

Freesimine võimaldab:

- toota ilma rikastamata erineva kvaliteediga põlevkivi
- kaevandada kaljust kivimit ilma häiriva lõhketöota
- anda kaevandatud alale korrastamiseks sobivaim mikroreljeef
- ammendada ala kiirelt, kuna kallis masin tasub end vaid kõrge tootlikkuse juures

Freesimine on parim võimalus ammendada põlevkivi jääkvaru asustatud alal – Põhja-Kiviõlis, Kohtla-Vanakülas, Tammiku-Kosel.

Tabel 3.1. Freesimise majandusnäitajad

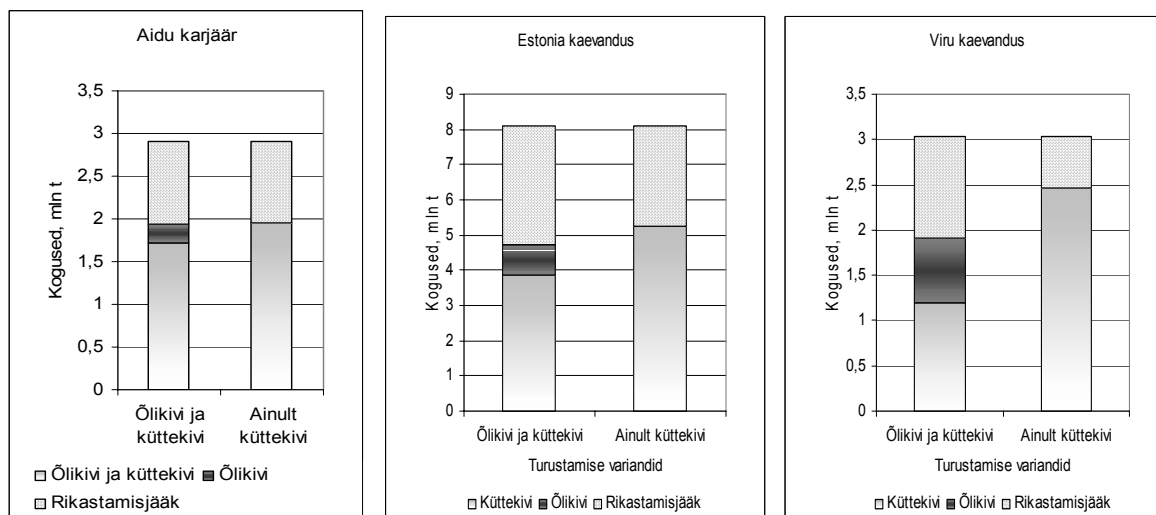
Peamised tegevustunnused	Ühik	Kaeveväli		
		Tammiku-Kose	Põhja-Kiviõli	Sirgala / Viivikonna
Küttekivi	kütteväärtus (niiske kaup) MJ/kg	8,4	8,0	8,4
Kõrge kütteväärtusega kaubapõlevkivi	saagis kaubast, %	82	50	87
	kütteväärtus (niiske kaup) MJ/kg	12	11	12
Killustik (võimalus)	tuh m ³ /d	2,0	2,5	2,2
Kombaini tootlus põlevkivi väljamisel	tuh t/d	12,5	11,5	12,1
	mln t/y	2,5	2,3	2,4
Väljamispäevi aastas		200		
Vahetust ööpäevas		2		
Väljamiskulu	kr/t	14,7	16	22,4

- Väljamiskulu sisaldab kapitali, materjalide ja töökulu (Lisa 2. Freeskombaini soetusmaksumuse ja tunnihinna näidisarvutus), väljamiskulu on osa kaevandamiskulust, kus väljamiskulule liituvad avamis-, paljandamis-, veo-, keskkonna- ja (kaevandamise) sulgemiskulud ning teeninduskulud (juhtimiskulud)
- Üksiksajalik tootlusarvutus vt Lisa 4. Freeskombaini tootlikkuse näidisarvutus

3.1.2. Energeetilise põlevkivi rikastamine

Olemasolevate rikastamisvabrikute rekonstrueerimine

Käesoleval ajal kaubastavad rikastamisvabrikutega ettevõtted kahte kaubaliiki – kütte- ehk energeetilist põlevkivi ja õli- ehk tehnoloogilist põlevkivi. Kuna rikastamisvabrikud olid ehitatud õlitööstuse jaoks, siis rikastatakse ainult suuretükilist kaevist, viies selle kütteväärtuse 12 MJ/kg tasemele. Mida kõrgem on kauba kütteväärtus, seda suurem orgaanika on kadu rikastamisjärgis⁵. Nii on see just Aidus ja Estonias, kus kihindi kütteväärtus on madalam. Arvestades sedagi, et rikastamisprotsess on kulukas, võib arvestada ka võimalusega, et rikastamisvabrikud hakkavad tootma vaid küttekivi (Pilt 3.2). Selle tulemusel alaneks kaevandamiskulu, tõuseks kaevanduse tootlus ja saaks tagada elektrijaamadele kõrge ning stabiilse kvaliteediga küttekivi.



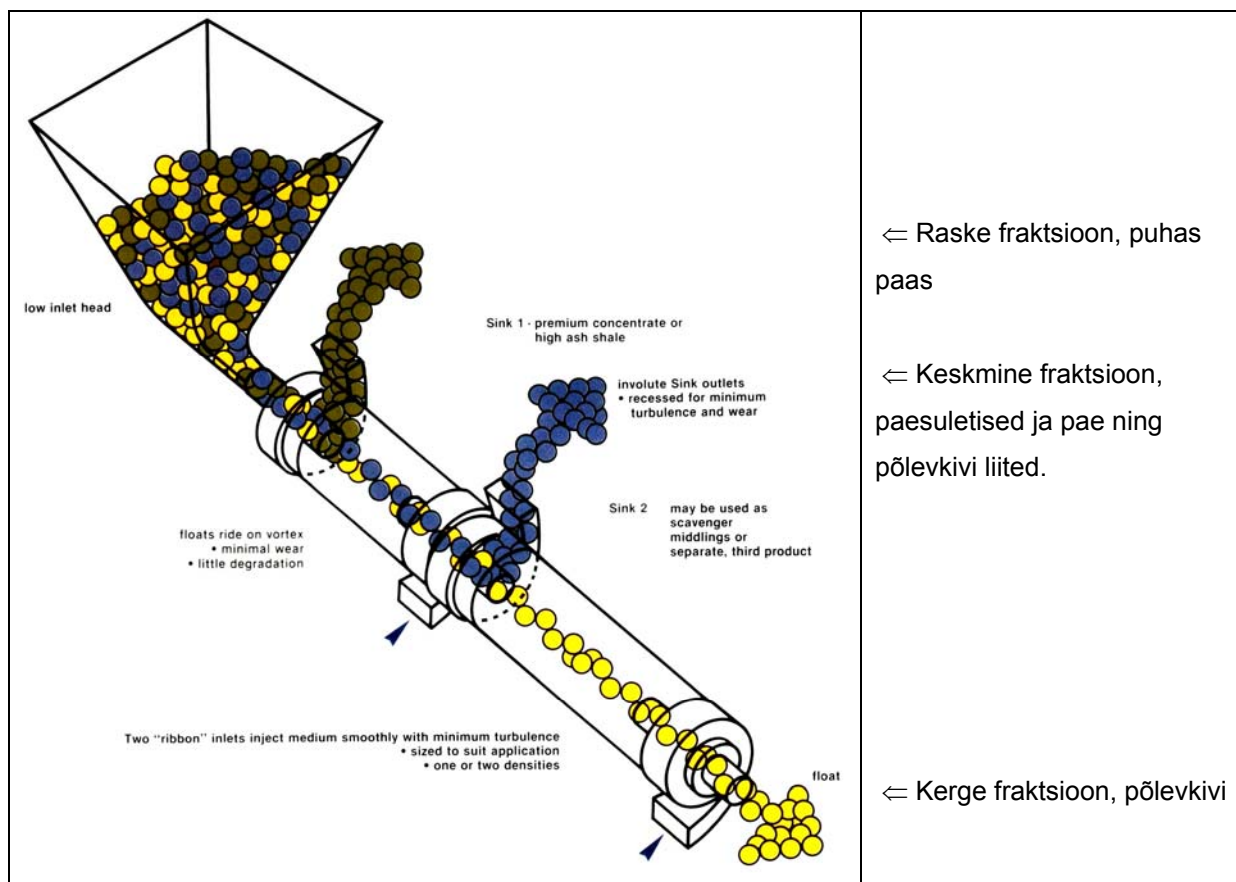
Pilt 3.2 Graafikud, mis illustreerivad võimalust rikastamisvabrikutega ettevõtetel suurendada kvaliteetse peenpõlevkivi müüki ilma lisakulutusteta.

Viies rikastamisvabrikud üle ainult peenpõlevkivi turustamisele väheneb ladustatava aheraine kogus ja orgaanika kadu selles.

⁵ Eriti kõrget rikastamistaset taotledes lähevad rikastamisjääkide hulka ka pae ja põlevkivi liited ning paesuletised. See oli tavaline käsitsirikastamise aegadel, mil moodustusid põlema läinud aherainemäed.

Peenpõlevkivi rikastamine

Mineraaltoorme rikastamise alal on töötatud välja seadmed, mis suudavad suure tootlikkusega rikastada ka peent kaevist. Põlevkivi rikastamiseks neid seni ei kasutata, kuna tolmkütte puhul polnud selleks vajadust.

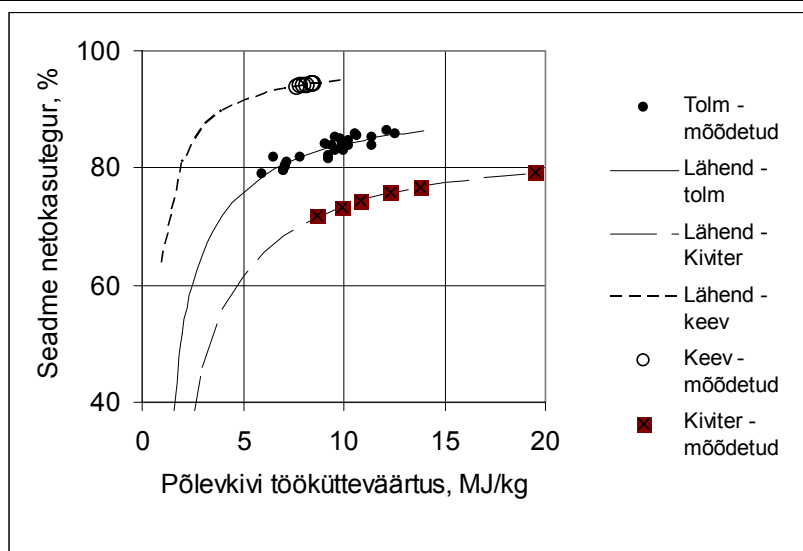


Pilt 3.3. Peenpõlevkivi kolmefraktsiooniline rikastamise seade

Jaotamine kaheks (paas ja põlevkivi) või kolmeks fraktsiooniks, nagu joonisel, sõltub tarbija vajadustest ning töötlemisvõimalustest (vt. Lisa 3. Kihindi kvaliteedipassi näidis). Esimesed põlevkivi rikastamise katsed sellise seadmega tehti 1993. a Rootsis, Salas.

3.2. Utiliseerimisseadmete katsed

Põlevkivi kasutava seadme (õlgeneraatori küttekolde) töörežiim sõltub toorme (kütuse) kvaliteedist. Režiimi ja kvaliteedi parameetreid on palju. Kõige piltlikum on režiimikatsetuste olulisust illustreerida graafikutega, mis kirjeldavad seadme kasuteguri ja toorme kütteväärtuse vahelist seost (Pilt 3.4). Graafikute lähteandmed pärinevad vastavate režiimikatsete aruannetest, viited on käesoleva koondaruandes.



Pilt 3.4. Kõige üldisem seos põlevkivi kasutatavate seadmete kasuteguri ja põlevkivi kütteväärtuse vahel. Tolm – põletamine tolmküttekateldes, Keev – põletamine keevkihtkateldes, Kiviter – õli utmine gaasigeneraatorites, Lähend – kirjeldava funktsiooni graafik.

Nagu näha, on kütteväärtusega laiemalt varieeritud tahkekütuskollete ja Kiviter-õlgeneraatorite katsetustel. Joonisel toodud graafiku koostamiseks kasutatud keevkihtkolde režiimikatsetusel ei olnud kütuse kvaliteedi diapasoone piisavalt suur. Tahke soojuskandjaga õlgeneraatori režiimikatsetuste kohta puuduvad usaldusväärsed andmed.

Graafikud illustreerivad üldteadaolevat tõsiasja, et toorme ja kütuse kvaliteedi tõusuga kasvab seadme kasutamise tõhusus. Samuti on selge, et kõrgema kvaliteediga põlevkivi vedu on odavam. Eelnevas näitasime, et põlevkivi kvaliteeti on võimalik tõsta väga mitmel moel – selektiivselt väljates, rikastamisvabrikuid rekonstrueerides, peenpõlevkivi rikastamisvabrikuid ehitades. Kuid toodud graafikuid vaadates on näha, et kvaliteedi üleliigne tõstmine, ei pruugi olla otstarbekas, eriti kui arvestada, et sellele kaasneb rikastuskao kasv. Seega, et parimal moel korraldada põlevkivi säästev kasutamine, tuleb korraldada uute utiliseerimiseadmete: tahke soojuskandjaga õlgeneraatorite ja keevkihtkollete režiimikatseid.

3.3. Põlevkivi kvaliteedi voogmääramine

Kasutamistehnoloogia operatiivne juhtimine eeldab toorme ja kütuse kvaliteeditunnuste mõõtmist sisendil. Praegu kehtiv kvaliteedi määramise ja juhtimise süsteem annab teavet pika hilinemisega, sisuliselt juba kasutatud (põletatud) põlevkivi kohta. Uute, vähem inertsete seadmete jaoks on selline süsteem ilmselt aegunud. Nelikümmend aastat tagasi Kiviõlis kasutusel olnud kvaliteedijuhtimise süsteem tugines mitte kütteväärtusel, nagu vaid lihtsamini määrataval põlevkivi orgaanika sisaldusel, mis on üks-üheses vastavuses kütteväärtusega. Omavahelises seoses on ka põlevkivi kütteväärtus mahumass, niiskus, tuhasus, karbonaatse süsihappegaasi eritumine jm. Selle teadmise alusel tuleks leida, katsetada ja kasutusele võtta mõõtmiseadmed, mis määravad põlevkivi kvaliteedi lindil, kaevise (kütuse, toorme) voos.

4. KATSETÖÖDE KAVA

Aeg	Töö	Koht	Korraldaja	Osalised
2006	Freeskombaini SM2500 katsetamine	Põhja-Kiviõli karjäär	Kiviõli Keemiatööstuse OÜ	TTÜ mäeinstituut
2006	TSK ja keevkihtkolde režiimikatsetused		Eesti Elektri jaam	TTÜ soojustehnika instituut TTÜ mäeinstituut Eesti Põlevkivi
2007 - 2008	Freeskombaini SM2500 katsetamine	Narva Karjäär AS Viivikonna jaoskond Kohtla-Vanaküla karjäär	Eesti Põlevkivi Kaevandamise AS	TTÜ mäeinstituut
2006 - 2008	Keskkonnasõbraliku avakaevandamise katsetamine 2006 – kaevandamisõiguse taotlemine 2007 – projekteerimine ja avamine 2008 - katsetöö 2009 – karjääri korrastamine	Tammiku-Kose karjäär	Eesti Põlevkivi Kaevandamise AS	TTÜ mäeinstituut Jõhvi vald
2006 - 2008	Keskkonnasõbraliku allmaakaevandamise katsetamine 2006 – projekteerimine 2007 – kaevanduse avamine 2008...2009 — katsetöö	Ojamaa kaevandus	Viru Keemia Grupp OÜ	TTÜ mäeinstituut
2008 ja edasi	Rikastamisvabrikute rekonstrueerimine	Viru ja Estonia kaevandus, Aidu karjäär	Eesti Põlevkivi Kaevandamise AS	TTÜ mäeinstituut

Lisa 1 Eesti põlevkivivaru

POLEVKIVI VARU KOGUS JA VALDAJAD 01.01.2005									
Nr	Väli	Kaevandamisloa omanik või valdaja	Varu, tuh t				KOKKU	Kaevandamise ja uuringu taotlejad	
			AT	AR	PT	PR		Ettevõtte	Varu, tuh t
1	Ahtme kaeveväli		20674	0	27664	3017	51355		
		Estonia kaevandus	20674	0	0	0	20674		
		vaba	0	0	27664	3017	30681		
2	Aidu kaeveväli		38730	1777	890	5333	46730		
		Aidu karjäär	38585	1412	528	745	41270		
		vaba	145	365	362	4588	5460	EP, MK, VKG	12999
3	Estonia kaeveväli		251391	113004	50312	12600	427307		
		Estonia kaevandus	251391	17143	10271		278805		
		vaba	0	95861	40041	12600	148502		
4	Kohtla kaeveväli		8325	384	12462	650	21821		
		Aidu karjäär	1411	364	1239		3014		
		Vanaküla karjääriväljad II	2850				2850		
		Vanaküla karjääriväljad III	132				132		
		Vanaküla karjääriväljad IV	200				200		
		Vanaküla karjääriväljad	3409				3409		
		Vanaküla karjääriväljad V	53				53		
		vaba	270	20	11223	650	12163		
5	Narva kaeveväli		56531		41139		97670		
		Narva karjäär	38518		7673		46191		
		Narva põlevkivikarjäär II	16653				16653		
		vaba	1360	0	33466	0	34826	MK	2884
6	Oandu uuringuväli			19184	145846	165030	VKG	120000	
7	Ojamaa uuringuväli		58681	37666	1578	20421	118346		
		Ojamaa põlevkivikaevandus	58681				58681		
		vaba	0	37666	1578	20421	59665		
8	Peipsi uuringuväli				491128	491128			
9	Permisküla uuringuväli		17920	370913	129638	518471			
10	Põhja-Kiviõli uuringuväli		27186.1	3210		8974	39370.1		
		Põhja-Kiviõli põlevkivikarjäär	6517.1				6517.1		
		vaba	20669	3210	0	8974	32853	KK	21529
11	Puhatu uuringuväli		139065	32505	26810	276454	474834		
12	Seli uuringuväli		56357		191957		248314	VKG	193307
13	Sirgala kaeveväli		71305		97133	21480	189918		
		Narva karjäär	71305		42461	8956	122722		
		vaba	0	0	54672	12524	67196		
14	Sompa kaeveväli		20044		2131		22175		
15	Sonda uuringuväli		88207	14624	334461	70577	507869	MK, VKG	88207
16	Tammiku kaeveväli		5335	4036	34345	3700	47416		
		Viru kaevandus	4918	639	26010	516	32083		
		vaba	417	3397	8335	3184	15333		
17	Uus-Kiviõli uuringuväli		207867		1571		209438	EP, MK, VKG	207867
18	Viru kaeveväli		24702	15720	2037	9362	51821		
		Viru kaevandus	24702	15720	2037	9362	51821		
		vaba	0	0	0	0	0		
19	Haljala uuringuväli		50964	11503	266182	131904	460553		
20	Kabala uuringuväli				108142	8208	116350		
22	Kohala uuringuväli		6542			273645	280187		
		Ubja põlevkivikarjäär	3495				3495		
		vaba	3047	0	0	273645	276692		
23	Pada uuringuväli					91864	91864		
24	Uljaste uuringuväli			35062		43954	79016	MK	15000
Kokku			1149826	269491	1588911	1748755	4756983	Taotlused: 661793	
Vaba vastavast varust 2005-01-01			606187	233848	1479146	1578742	3897923	Kogu varust, % 14%	
%			52.7	86.8	93.1	90.3	81.9		
Vaba kogu varust, %			12.7	4.9	31.1	33.2	81.9	Vabast varust, % 17%	

Lühendid tabelis:

EP Põlevkivi Kaevandamise AS

MK Merko Kaevandused OÜ

VKG VKG Aidu Oil OÜ

KK Kiviõli Keemiatööstuse OÜ

Lisa 2. Freeskombaini soetusmaksumuse ja tunnihinna näidisarvutus

KARJÄÄRIFREESI SOETAMISMAKSUMUSE JA TUNNIHINNA KIIRARVUTUSE PROGRAMM

1. Soetamismaksumus

Masina kavatsetava soetamise aeg		Masina nimetus, tähis või mark	SM2500
aasta	2 006	Riik, kust masin ostetakse	Saksamaa
kuu	5	Veokaugus ostukohast, km	5 000
päev	1	Valuuta, milles hind määratud	EUR
Masina hind on teada:		Infatsioon masina müügikohas, %	1
aasta	2 005	Hind	tuh EUR 2 000
kuu	12	Masina mass	t 30
päev	1	Valuuta vahetuskurss	EEK 15,67
Hinna vanus ostmise ajal	0,42	Veotariif (t/km hind)	EUR 1,00

1.1. Masina hind ostmise ajaks **31470** tuh **EEK**

Masina erihind (kilogrammi maksumus) kontrolliks 1049 EEK

1.2. Veo maksumus **150** tuh **EEK**

Soetamisele kasnevad maksud			
Käibemaks	-	%	tuh EEK 0,000
_____maks			tuh EEK
_____maks			tuh EEK

Masina soetamismaksumus kokku **31620** tuh **EEK**

2. Kapitali- ja käitiskulu

Masina nimetus, tähis või mark		SM2500
Valuuta		EEK
Soetamismaksumus		tuh EEK 31620
Kavandatav masina kasutamise aeg	5	aastat
Kavandatav koormus	4000	tundi aastas
Masina jääkväärtus maha kandmisel	10	%
Pangalaenu kasvikuunorm	3	%
Seotud kapital		tuh EEK 20237

2.1. Masinakulud tuh EEK aastas tunnis

Kulum		5692	1,42
Kasvik		607	0,15
Varuosad	10	% hinnast	3162 0,79
Kütus	30	l/h, hind 12,00 EEK	1440 0,36
Määrdeid, filtrid	10	% Küte+määre	144 0,04
Eriosad	100	% Küte+määre	1584 0,40
Muud eriosad, summa aastas		0	0,00
Kindlustus	5	%	1581 0,40

Kokku masinakulu **14210** **3,55**

2.2. Töötasu aastas tunnis

Palk		tuh EEK	960 0,24
Sotsiaal- jm maks	33,00	% töötasust	317 0,08
Muud (õpe, lähetused)			5 0,00
Kokku otsene töötasu			1282 0,32
Muu töötasu	5	% otsesest töötasust	64 0,02

Kokku töötasu **15556** **3,89**

2.3. Juurdehindlus 5 % 1488 0,47

2.4. Käibemaks 18 % 5358 1785,93

Lõpptulem: masinakulu tuhandetes kroonides, aastas ja tunnis **36611** **1,81**

Lisa 3. Kihindi kvaliteedipassi näidis

KIHINDI KVALITEEDIPASS

VÄLI Põhja-Kiviöli

PLOKK 1

Möödetud			Geoloogilised						Väljatavad			
Tähis	Paksus, m	Kütteväärtus, kcal/kg	Tähis	Koostis	Osalus, tegur	Paksus, m	Kütteväärtus, kcal/kg	Mahumass, t/m ³	Paksus, m	Kütteväärtus, kcal/kg	Massi- tootlus, t/m ²	Energia- tootlus, GJ/m ²
F _ü	0	0	F _ü	Põlevkivikiht	0	0	0	2.36	0.00	0	0.00	0.00
F _a	0.54	2271		Põlevkivi	0	0.00	1600	1.84	0.00	0	0.00	0.00
F/E	0.06	640		Suletised	0	0.00	700	2.10	0.00	0	0.00	0.00
E	0.46	2672	F _a	Põlevkivikiht	1	0.54	2271	1.68	0.54	2271	0.91	8.62
E/D	0.14	631		Põlevkivi	1	0.41	2750	1.59	0.41	2750	0.66	7.56
D	0.19	2393		Suletised	1	0.13	700	2.10	0.13	700	0.27	0.78
D/C	0.32	0	F/E	Paevahekiht	1	0.06	640	2.12	0.06	640	0.13	0.34
C	0.30	2214	E	Põlevkivikiht	1	0.46	2672	1.60	0.46	2672	0.74	8.23
C/B	0.09	660		Põlevkivi	1	0.26	4200	1.37	0.26	4200	0.36	6.25
B	0.22	3879		Suletised	1	0.20	700	2.10	0.20	700	0.42	1.24
B/A	0.18	365	E/D	Paevahekiht	1	0.14	631	2.12	0.14	631	0.30	0.79
A'	0	0	D	Põlevkivi	1	0.19	2393	1.65	0.19	2393	0.31	3.15
A'/A	0	0	D/C	Paevahekiht	1	0.32	0	2.36	0.32	0	0.76	0.00
A	0.16	2620	C	Põlevkivikiht	1	0.30	2214	1.69	0.30	2214	0.51	4.70
				Põlevkivi	1	0.17	3400	1.48	0.17	3400	0.25	3.54
				Suletised	1	0.13	700	2.10	0.13	700	0.28	0.81
			C/B	Paevahekiht	1	0.09	660	2.11	0.09	660	0.19	0.53
			B	Põlevkivikiht	1	0.22	3879	1.41	0.22	3879	0.31	5.04
				Põlevkivi	1	0.18	4600	1.33	0.18	4600	0.24	4.59
				Suletised	1	0.04	700	2.10	0.04	700	0.09	0.25
			B/A	Paevahekiht	1	0.18	365	2.22	0.18	365	0.40	0.61
			A'	Põlevkivi	1	0	0	2.36	0.00	0	0.00	0.00
			A'/A	Paevahekiht	1	0	0	2.36	0.00	0	0.00	0.00
			A	Põlevkivi	1	0.16	2620	1.61	0.16	2620	0.26	2.83

Fraktsioonid rikastamisel	Kaevisse komponendid	Mahumass, t/m ³	Paksus, m	Kütteväärtus, kcal/kg	Massi- tootlus, t/m ²	Energia- tootlus, GJ/m ²	Massi- saagis, %
Väga kerge	Põlevkivi	1.51	1.37	3219	2.1	27.9	42%
Kerge	Põlevkivi ja suletised	1.67	1.87	2372	3.1	31.0	64%
Keskmine	Suletised	2.10	0.50	700	1.0	3.1	21%
Raske	Suletised ja vahekihid	2.19	1.29	452	2.8	5.3	58%
Väga raske	Paevahekihid	2.24	0.79	305	1.8	2.3	36%
Kaevis	Kokku	1.84	2.66	1624	4.9	33.2	100%

Põlevkivi rikastamisel kasutatav nn gravitatsioonimeetod eraldab kergemad fraktsioonid mahumassi alusel kaubaks ja rikastamisjärgiks jäävad raskemad. Jaotamise piiriks on mahumass (rikastamissuspensiooni tihedus) 2,1±0,05 t/m³.

Lisa 4. Freeskombaini tootlikkuse näidisarvutus

ETTEVÕTE: Põhja-Kiviõli karjäär
 Varuplokk II
 Masin SM2500
 Haarde laius 2,5 m
 Lõikesügavus 0,6 m
 Kaeveplokk pikkus 100 m
 laius 10 m

Kiht	Väljamis- tegur	Kihi paksus		Erikütteväärtus		Mahu- mass t/m ³	Massi- tootlus, t/m ²	Energia- tootlus, GJ/m ²	Paketi tähis	Paketi paksus, m	Kaevise kasu- tamine	Massi- tootlus t/m ²	Energia- tootlus, GJ/m ²	Kütte- väärtus kcal/kg	Töö- kiirus, m/min	Väljamise kestvus, min	Tehn.toot- likkus, m ³ /min	
		geol. m	väljatav m	kcal/kg	GJ/t													
Muld	0	0,4	0,00	0	0,00	2,36	0,00	0,000										
Purd	0	2	0,00	0	0,00	2,36	0,00	0,000										
Kalju	0	10,00	0,00	0	0,00	2,36	0,00	0,000	Kalju	0,00	puistang	0,00	0,00		10,0	0		
G/H komp- leks	H	0	0,15	0,00	2657	11,12	1,60	0,00	H	0,00	toodang	0,00	0,00		15,0	0		
	H/G	0	0,20	0,00	0	0,00	2,36	0,00	H/G	0,00	puistang	0,00	0,00		10,0	0		
	G	0	0,15	0,00	2657	11,12	1,60	0,00	G	0,00	toodang	0,00	0,00		15,0	0		
Komplek G/F	0	1,10	0,00	630	2,64	2,13	0,00	0,000	G/F	0,00	puistang	0,00	0,00		10,0	0		
F2	0	0,2	0,00	1068	4,47	1,98	0,00	0,000	F2	0,00	puistang	0,00	0,00		10	0		
Kihind	F1	1	0,45	0,45	2271	9,51	1,68	0,76	7,188	F1	0,45	toodang	0,76	7,19	2271	15	27	17
	E	1	0,49	0,49	2672	11,18	1,60	0,78	8,774	E	0,49	toodang	0,78	8,77	2672	15	27	18
	E/D	1	0,15	0,15	631	2,64	2,12	0,32	0,842									
	D	1	0,18	0,18	2393	10,02	1,66	0,30	2,984	E/D...D	0,33	puistang	0,62	3,83	1482	15	27	12
	D/C	1	0,29	0,29	0	0,00	2,36	0,69	0,000	D/C	0,29	puistang	0,69	0,00	0	10	40	7
	C	1	0,32	0,32	2414	10,11	1,65	0,53	5,338									
	C/B	1	0,10	0,10	660	2,76	2,11	0,21	0,584	C...C/B	0,42	toodang	0,74	5,92	1913	15	27	16
	B	1	0,25	0,25	3879	16,24	1,41	0,35	5,733	B	0,25	toodang	0,35	5,73	3879	15	27	9
	B/A	1	0,19	0,19	365	1,53	2,22	0,42	0,644									
	A'	1	0	0,00	0	0,00	2,36	0,00	0,000	A/A'...B/A	0,19	puistang	0,42	0,64	365	15	27	7
A/A'	1	0	0,00	0	0,00	2,36	0,00	0,000										
A	1	0,18	0,18	2620	10,97	1,61	0,29	3,180	A	0,18	toodang	0,29	3,18	2620	15	27	7	
Tinglik põhi	0	0,00	0,00	0	0,00	2,36	0,00	0,000	Katend	0,00	puistang	0,00	0,00		0			
Kokku / keskmine	0,15	16,80	2,60	1813	7,59	1,79	4,65	35,27	G-H	0,00	toodang	0,00	0,00					
									G/F	0,00	puistang	0,00	0,00					
									A-F2	2,60	toodang	4,65	35,27	1813		227	11	

F/E lisatud E-kihile ja E kütteväärtus korrigeeritud

KAUBATOOTLUS

Segamata	Niiskus		Mass, t/m ²		Energia GJ/m ²	Q, kcal/kg		GJ/t
	%	kuiv	niiske	kuiv		niiske	niiske	
Madalakvaliteetne põlevkivi	11	1,50	1,66	13,11	2094	1647	6,9	
Kõrgekvaliteetne põlevkivi	11	1,43	1,58	17,69	2960	2373	9,9	
Killustik	5	0,69	0,72	0,00	0	0	0,0	
Aheraine	12	1,04	1,16	4,47	1028	740	3,1	
Kokku / keskmine	10	4,65	5,13	35,27	1813	1427	6,0	
Kaubaks segatud								
Elektri tootmiseks	50	12	1,63				8	
Tsemendi- ja õlikiviks	50	10	1,61				11	
Kokku / keskmine	100	11	2,92	30,80	2517	2002	8,4	
Lasundi kasutamata osa			1,04	1,16	4,47	1028	923	3,9
Sama,%			22	23	12,7			

VÄLJAMINE:

Mittetootlik aeg paketi väljamilisel	90	min
Mittetootlik aeg töövahetuse jooksul	200	min
Vahetuse kestvus	600	min
Vahetuste arv ööpäevas	2	
Väljamispäevi aastas	200	
Tootlik väljamise aeg	Katend	0 min
	G-H	0 min
	G/F	0 min
	A-F2	227 min
Põlevkivi toodang päevas	11,5	tuh /d
Keskmine tootlikkus väljamispäeva jooksul	477	t/h
Põlevkivi aastatoodang	2,29	milj t/y
Väljatud pindala	447	tuh m ²
Sorteerimata killustiku toodang	2,5	tuh /d
Põlevkivi väljamise maksumus	16,0	kr/t