

Tellija: Kiviõli Keemiatööstuse OÜ

Töö nr. 1125

**PÕLEVKIVI POOLKOKSI KUIVLADESTAMINE JA
POOLKOKSIST TÄITEAINE VALMISTAMINE**

KESKKONNAMÕJU HINDAMINE

Aruanne

Vastutavad täitjad:

Madis Metsur

Eik Eller

Direktor

Mati Salu

Tallinn
jaanuar 2002

SISUKORD

1	Kokkuvõte.....	3
2	Sissejuhatus.....	4
3	Kavandatava tegevuse eesmärk ja vajadus.....	5
4	Mõjutatava keskkonna kirjeldus.....	5
4.1	Geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused ning põhjavee kaitstus.....	5
4.2	Pinnavee seisund.....	6
4.3	Käesoleva töö proovide analüüside tulemused.....	6
4.4	Poolkoksi ladestuskoha keskkonnoahtlikkuse hinnang.....	8
5	Kavandatava tegevuse ja selle alternatiivide kirjeldus.....	10
6	Kavandatava tegevuse ja selle alternatiividega kaasnev keskkonnamõju.....	11
6.1	Poolkoksi ladestamise varasem tehnoloogia.....	11
6.2	Poolkoksi kuivladestamine ja katmine täiteainega.....	11
6.3	Poolkoksist toodetud täiteaine ladestamine jäätmemäele.....	12
6.4	Poolkoksist valmistatakse täiteainet ja Viru Rammu.....	12
7	Alternatiivide võrdlemine.....	12
8	Loodusressursid.....	13
9	Kavandatav seire ja keskkonnoauditeerimine.....	14
10	Hindamistulemuste lühikokkuvõte.....	14
11	Lisad.....	16
11.1	Keskkonnamemorandum.....	17
11.2	Keskkonnamõju hindamise programm.....	27
11.3	Analüüside tulemused.....	30
11.3.1	TerrAttesT pinnasest.....	31
11.3.2	TerrAttesT veest.....	37
11.3.3	Fenoolide ja polütsükliliste aromaatsete süsivesinike sisaldus poolkoksis ja Viru Rammus.....	42
11.3.4	Naftasaaduste, BTEX, PAH ja fenoolide sisaldus jahutusvees.....	43
11.4	Pinna- ja põhjaveeseire aastatel 1996 kuni 2001.....	44
11.5	Poolkoksi ladestamisalade ja suletud mäetööalade rekultiveerimise projekt.....	46
11.6	Põlevkivi poolkoksi kuivladestamine ja poolkoksist täiteaine valmistamise (KMH) programmi avalik arutelu Kiviõli Keemiatööstuses 22.10.01. 10.00 Memo.....	62
11.7	Põlevkivi poolkoksi kuivladestamine ja poolkoksist täiteaine valmistamise (KMH) aruande projekti avalik arutelu Kiviõli Keemiatööstuses. Protokoll.....	65
12	Joonised.....	68
12.1	Kiviõli tööstuspiirkonna ülevaatekaart.....	69
12.2	Pinnase orienteeruv horisontaalne reostus Kiviõli Keemiatööstuse OÜ territooriumil.....	70
12.3	Reostuse vertikaalne ulatus Kiviõli Keemiatööstuse OÜ territooriumil (Läbilõige A-B).....	71
12.4	Reostuse vertikaalne ulatus Kiviõli Keemiatööstuse OÜ territooriumil (Läbilõige C-D).....	72

1 KOKKUVÕTE

Keskkonnamõju hindamine tehti poolkoksi kuivladestamise ja poolkoksist täiteaine valmistamise tehnoloogiale. Varasemal käitlemisel veeti poolkokks kõistee abil vagonettidega märke ja uhuti veega laiali.

Kiviõli Keemiatööstuses põlevkiviõli tootmisega kaasneb praeguse ja lähiaastate tootmise taseme juures 180-200 tuhat tonni poolkoksi aastas. Sellest vähemalt 25% kasutatakse täiteaine valmistamiseks. Täiteaine koosneb turba ja poolkoksi segust. Kavandatavas mahus täiteaine valmistamiseks kulub turvast kuni 10 tuhat tonni aastas.

Keskkonnamõjude hindamine viidi läbi tuginedes senistele keskkonnauuringutele Kiviõli Keemiatööstuse OÜ ja Viru Keemia Grupi tööstuspiirkonnas ja töö raames võetud vee ja poolkoksi proovide analüüsi tulemustele. Sammuti kasutati Kiviõli Keemiatööstuse OÜ uurimistulemusi.

Poolkoksi ladestuspaikade olulisema negatiivse keskkonnamõju põhjustavad fuusside ladestamine ja tehnoloogilises protsessis ohtlike ainetega reostunud vee kasutamine poolkoksi laialiuhutamiseks.

Uue käitlemise puhul ülaltoodud negatiivsed mõjud kaovad. Värske poolkoksi ja kuivalt ladestatud poolkoksi proovides esines tööstustsooni piirarvust (keskkonnaministri määrus nr 58 RTL 1999, 105, 1319) rohkem fenooli. Valmistatava täiteaine analoogist (Viru Ramm) võetud proovides ületavad fenoolide sisaldused mõnes neist elutsooni piirarvu.

Jahutusvee proovis (kasutatakse kaevanduse vett) ei ületanud ohtlikud ained piirarvu põhjavees, sihtarvu ületavas koguses esines fenooli ja o-kresooli.

Turba kasutamine on otstarbekas, kui temast valmistatavat täiteainet kasutatakse rekultiveerimisel pindmise kihina või mullaparandusaine valmistamiseks. Turba lisamine mäe sisse jäävale poolkoksile pole otstarbekas.

Kuivladestamisel on samaaegselt tootmisega võimalik rekultiveerida poolkoksimäed selliselt, et need oleksid kasutatavad ka pärast sulgemist. Terrassiviisiline ladestamine vähendab erosiooni mäe nõlvadel ja võimaldab terrassid koheselt haljastada.

Poolkoksi kuivladestamise puhul tuleb transpordiga kaasneva üldkasutatava tee lõigu korrashoid (mahapudeneva poolkoksi tükkide ja tolmu koristamine) tagada arendajal.

Poolkoksist ja turbast valmistatud täiteaine on kavas nimetada rekultiveerimisaineks.

Negatiivsed keskkonnamõjud vähenevad kavandatava tegevuse tagajärjel. On võimalik toota tööstustsoonis rekultiveerimisel täiteainena kasutatavat materjali. Täiteaine kasutamisel kattekihina siin olevad ohtlikud ained lagunevad ilmastiku mõjul ning pinnakiht muutub ohutuks ka elutsooni mõistes.

Seega aitab kavandatav tegevus kaasa veekeskkonna seisundi aeglasele paranemisele piirkonnas.

2 SISSEJUHATUS

Käesoleva keskkonnamõjude hindamise protsessi osapooled on:

Arendaja: Kiviõli Keemiatööstuse OÜ, reg. nr. 10186158
Turu 3, 43125 Kiviõli
Telefon: 03357365, faks: 03374022
e-post: info@keemiatootus.ee
Aleksander Saar

Otsustaja: Ida-Virumaa Keskkonnateenistus
Grafovi 21, 20308 Narva
Telefon: 03572614; faks: 03561414
e-post: keskkond@ida-viru.envir.ee
Tiiu Sizova

Ekspert: AS MAVES, Marja 4d, 10617 Tallinn
Telefon: 6567300, faks 6565429
e-post: madis@maves.ee
Madis Metsur litsents nr. KMH0014

Keskkonnamõju hindamise (KMH) algatamiseks esitas Kiviõli Keemiatööstuse OÜ 21.08.01.a. keskkonnamemorandum "Põlevkivi poolkoksi kuivladestamine ja poolkoksisit täiteaine valmistamine" (vt lisa 11.1), mille alusel taotles otsustajalt ohtlike jäätmete käitluslitsentsi. Juhindudes keskkonnamõju hindamise ja keskkonnaauditeerimise seaduse § 6 lõikest 3, § 7 lõikest 2 ning § 11 lõikest 3 algatas otsustaja Ida-Viru Keskkonnateenistus keskkonnamõju hindamise (kiri nr.2027/10.09.01).

KMH hindamise programmi avalikustamine toimus 22.10.01. Samas tutvustas arendaja kavandatavat tegevust "Poolkoksi ladestamisalade ja suletud mäetööalade rekultiveerimise projekt." Kiviõli Keemiatööstuse OÜ. Kiviõli 2001 (vt. lisa 12.5). Arutelu järel tutvusid olukorraga poolkoksi ladestusalal arendaja ja eksperdi esindajad. KMH programmi kinnitas otsustaja 08.11.01.a (vt lisa 12.2).

Seejärel viidi läbi KMH vastavalt kinnitatud programmile. Vee ja poolkoksi proovid võeti 26.11.01.a ning täiendav proov jahutusveest 17.12.01.a.

KMH aruande avalikustamine toimus 22.jaanuaris 2002 Kiviõlis Kiviõli Keemiatööstuse OÜ ruumes.

Ekspert on kasutanud Kiviõli Keemiatööstuse OÜ poolt koostatud kavandatavat tegevust käsitlevaid materjale, millest väljavõtteid on lisatud käesolevale KMH aruandele. Kasutati poolkoksi probleeme käsitlevaid töid maaparandusaine "Viru Ramm" kasutusvõimalustest ja uurimistööd Viru Keemia Grupi poolkoksi prügilate keskkonnaseisundist ja sulgemisvõimalustest.

3 KAVANDATAVA TEGEVUSE EESMÄRK JA VAJADUS

Kavandatava tegevuse üldiseks eesmärgiks on tagada Kiviõli Keemiatööstuse OÜ tootmise jätkamine koos jäätmete järk-järgult ohutuma ladestamise ja käitlemisega. Toodetav põlevkiviõli on oluline tooraine keemia- ja energeetikatööstusele. Ettevõtte põhitootmisharuks on põlevkiviõlide tootmine, millele lisanduvad turbabriketti ja summaarsete fenoolide (kummitööstusele) tootmine. Poolkoksi kuivalt ladestamisega vähendatakse ladestamispaiga keskkonnoahtlikkust ja täiteaine valmistamisega vähendatakse ladestatava poolkoksi hulka. Tegevusega töötatakse välja poolkoksi ladestusala järjepideva rekultiveerimise moodus kuni sulgemiseni.

Eestis hakati põlevkivi kaevandama ja toorõli tootma 1921. aastal. Esimene põlevkivi kaevandav erafirma oli 1922. aastal asutatud Eesti Kiviõli A/S. Kiviõli tehase õli- ja elektritootmise tänane põhikontseptsioon ning tootmishooned ja seadmed kavandati ja projekteeriti enne sõda Saksamaal. Peamised tootmishooned valmisid sõja ajal, 1943. aastal. Nõukogude ajal toodeti Kiviõlis vaike ning ehitati automatiseeritud formaliinitehas, pesuainetehas jm. Pärast Nõukogude Liidu lagunemist vahetus Kiviõli tehaste omanik mitu korda ning 1998. aasta sügisel lõpetati õli ja elektri tootmine. Rüüstatud põlevkivitööstuse riismed ostis 1999. aasta oktoobris Ida-Virumaa transpordifirma R. K. Tamme Auto, kes asutas Kiviõli Keemiatööstuse OÜ. Tootmine seadistati osaliselt ümber, taastati õli ja elektri tootmine ning linna varustamine soojaga.

Alates tootmise alustamisest on hakatud tegelema ka põlevkiviõli valmistamisega kaasnevate tootmisjääkide kasutamise või ladestamise küsimustega. Põlevkiviõli tootmisega kaasneb praeguse ja lähiaastate tootmise juures 180-200 tuhat tonni poolkoksi aastas. Tänapäevaks on paljudele põlevkiviõli tootmise jääkidele leitud praktiline kasutus. Ettevõtte on alates 1998 aasta lõpust lõpetanud poolkoksi laialiuhutuse veega ja alates 2001 aasta augustist fuusside ladestamise poolkoksimäele. Mõlemad sammud on vähendanud veekeskkonna reostamist piirkonnas.

Vajaduse käesoleva töö järele on seadnud jäätmekäitluse korrastamise ning keskkonna reostamise vähendamise vajadus.

4 MÕJUTATAVA KESKKONNA KIRJELDUS

4.1 Geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused ning põhjavee kaitstus

Vaadeldav ala paikneb Kirde-Eesti lavamaal, põlevkivi lasundi põhjapiiril, mille reljeefis kõrguvad jäätmemäed. Kiviõli poolkoksi ladestuskohad, mäed, on kujunenud kõistee abil ladestamisel (vt 12.1).

Vaadeldaval alal lasuvad kristalsel aluskorral aluspõhja vendi (V_2) liivakivid, aleuroliidid ja savid kogupaksusega 90...100 m. Järgnevad vettpidavad alamkambriumi (Cm_1) savid, mille paksus on ca 70 m. Kambriumi savidel lasuvad ordoviitsium-kambriumi (O_1-Cm_1) liivakivid

ja aleuroliidid, mille paksus on 15...20 m. Viimastel lasuvad ordoviitsiumi (O_{1-2}) karbonaatsed kivimid, mille paksus on 33...45 m

Pinnakatte paksus piirkonnas on 1,0...2,8 m ja see koosneb jää- ja jääjärve setetest, mida katab muld või täitepinna. Saviliivmoreeni paksus on kuni 1,1 m, liivsavi kuni 0,3 m ja saviliival kuni 0,9 m.

Kiviõli tööstuspiirkonnas on karbonaatsetes kivimites moodustunud kaks põhjaveekihti ja kaks veepidet. Ülemise veekihi vesi on seotud idavere ja kukruse lademe lubjakividega, alumise veekihi moodustavad lasnamäe, aseri ja kunda lademe lubjakivid. Nende kahe veehorisondi vahele jääb suhteliselt savikam uhaku lademe lubjakivi ja mergel, mille paksus on 12...15 m. Karbonaatsete kivimite kompleksi alumise osa moodustavad suhteliselt vettapidavad volhovi ja latorpi lademetes savikad glaukoniitsed dolomiidid ja liivakivid-aleuroliidid paksusega kuni 3,5 m. Piirkonnas on ülemine põhjaveekiht kaevanduste ja karjääride poolt tugevasti drenitud, vesi esineb kivimites perioodiliselt (rippveed suurvette ja tugevate sademete ajal). Ülemise põhjaveekihi veetase on absoluutkõrgusel 39,0 kuni 49,2 m, voolusuund on lõunasse (5).

Lubjakividega seotud veekihtidest allpool asub liivakivide ja aleuroliitidega seotud ($O-Cm_1$) veekiht, mille paksus on kuni 20 m. Seda eraldab järgnevast vendi (V) veekihist kuni 70 m paksune savist veepide (Cm_1ln). Savide all oleva 90...100 m paksuse veekompleksi (V) jaotab kaheks kuni 42 m paksune vettapidav savikiht (V_{kt}).

Lubjakividega seotud veekihid on vaadeldaval alal õhukese pinnakatte tõttu maapinnalt lähtuva reostuse eest kaitsmata. Liivakividega seotud veekiht (O_1-Cm_1) on piirkonnas pindmise reostuse eest kaitstud, kuid seda kaitstust vähendab Purtse maetud org, mis lõikab läbi kõik aluspõhja ordoviitsiumi lademed, rikkudes sellega normaalse geoloogilis-hüdrogeoloogilise ehituse.

4.2 Pinnavee seisund

Ala asub Purtse jõe valgjalal, kus põlevkiviõli tootmine on aegade jooksul reostanud Purtse jõkke suubuva Erra jõe. Erra jõgi algab Kuresoo kirdeservast. Erra jõe valgala pindala on 15,69 km² ja pikkus 21 km. Erra jõkke suubub Uuemõisa oja, millesse on juhitud ka poolkoksimägede ümbruse kraavid. Purtse jõe aasta keskmine vooluhulk Lüganuse veemõõduposti andmeil on 6,67 m³/s. Sõjajärgsetel aastatel keskkonnameetmeid praktiliselt ei rakendatud ja jõgedesse suunati tootmisjäägid, mistõttu jõgede orud ja süngid on senini kaetud põlevkiviõli pooltahkete jäätmetega.

4.3 Käesoleva töö proovide analüüside tulemused

Proovide võtmine ja analüüsid

Poolkoksi kuivladestamise ja sellest täiteaine valmistamise keskkonnaohtlikkuse määramiseks võeti 26.11.2001. a 10 proovi erineva vanusega poolkoksist, 1 pinnaveeproov tiigist ja 1 tehnoloogilise vee proov. Tehnoloogilisest veest võeti täiendav veeproov 17.12.2001. a. Poolkoksi proove võeti järgnevalt: 3 proovi (GAF6603; 1 ja 2) võeti värskest poolkoksist tootmishoone transportöörilt; 2 proovi (4 ja 8) võeti täidetavale poolkoksimäe terrassile veetud uuest poolkoksist; 1 proov (3) võeti vanast veega laialiuhutatud poolkoksist uue

poolkoksimäe jalandist 0,5 m sügavuselt maapinnast ja 4 proovi (GAF6604; 5; 6 ja 7) Viru Rammu aunast 0,3...0,5 m sügavuselt. Viru Rammu vaadeldakse meie töös kui tootma hakatavat täiteainet (koostiselt on nad väga sarnased).

Veeproov mäe jalamile poolkoksi lademesse rajatud tiigist (WAC5842) võeti poolkoksi lademelt valguva pinna- ja ülavee kvaliteedi ja ohtlike ainete jääksisalduse hindamiseks. Jahutusveest võetud proovi (WAC5841) eesmärgiks oli ohtlike ainete sisalduse määramine selles. Käesoleva aasta märtsis võeti töö “Ennetavad meetmed – poolkoksi ladestusalade keskkonnahinnang ja edasine tegevuskava” raames veeproov (WAC5836) Kiviõli vana poolkoksimäe jalamilt ja Uuemõisa ojast (WAC5837).

Proovid analüüsiti Hollandi laboris Milieu B. V. (TerrAttesT) ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuses (fenoolid ja PAH). Veeproovi WAC5841 TerrAttesT ei ole täielik, kuna osa proovist transpordi käigus hävis.

Veeproovidest ja kahest poolkoksi proovist tehti TerrAttesT, versioon 2.22, kokku 4 analüüsi. TerrAttesT versioon 2.22 sisaldab vähemalt 45 ohtlikku ainet 62-st Eestis normeeritavast. Kaheksast poolkoksi proovist määrati aromaatsete süsivesinike (PAH) sisaldus, fenool, 2,3 dimetüülfenool, 2,6 dimetüülfenool, 3,4 dimetüülfenool, 3,5 dimetüülfenool, resortsiin, 5-met.resortsiin, 5-met.-2-et.resortsiin, p,m-kresool (summana) ja o-kresool. Täiendavast veeproovist määrati naftasaadused, BTEX, PAH-id ja fenoolid komponentide kaupa.

Analüüside tulemused.

Analüüside tulemused on toodud lisas 11.3. Nende põhjal sisaldab värske poolkoksi ohtlikest ainetest tööstustsoonile lubatud piirarvust rohkem fenooli (p,m-kresooli ja 5-met.resortsiooni). Poolkoksi mäe terrassilt uuest poolkoksist võetud proovid sisaldasid samuti tööstustsooni piirarvust rohkem fenooli (p,m-kresooli). Mäe jalami vanast poolkoksist võetud proovid ohtlikke aineid piirarvu ületavas koguses ei sisaldanud. See kehtib ka Viru Rammust võetud proovide kohta, mida käsitleme kui tootma hakatavat täiteainet. Siiski sisaldas tulevase täiteaine analoog Viru Ramm 1 proovis üle elutsoonile kehtestatud piirarvu resortsiini ja 1 proovis p-kresooli. Pinnases siht- ja piirarve ületavad ohtlikud ained on toodud tabelis 1.

Märkus: Piirarv on ohtliku aine sisaldus pinnases või põhjavees, millest suurema väärtuse puhul on pinnas või põhjavesi reostunud ning inimese tervisele ja keskkonnale ohtlik. Sihtarv on ohtliku aine sisaldus pinnases või põhjavees, millega võrdse või väiksema väärtuse puhul on pinnase või põhjavee seisund hea ehk inimesele ja keskkonnale ohutu (keskkonnaministri määrus nr 58 RTL 1999, 105, 1319). Määratud ained on poolkoksist lahustiga ekstraheeritud. Nende lahustuvus veekeskkonda ei pruugi olla samamahuline.

Veeproovidest oli tiigist võetud vesi reostunud. Piirarvu põhjavees ületas aromaatsetest süsivesinikest benseen, naftasaadused ja raskemetallidest molübdeen. Käesoleva aasta märtsis võetud veeproovid Uuemõisa ojast ja vana poolkoksimäe jalamilt ohtlikke aineid üle piirarvu põhjavees ei sisaldanud. Tehnoloogias kasutatav kustutusvesi (kaevanduse vesi tehase alt) ei sisalda üle põhjavee piirarvu ohtlikke aineid, sihtarvu ületavas koguses esineb fenooli ja o-kresooli.

Pinnase ohtlike ainete sisaldus võetud proovides (keskkonnaministri määrus nr 58)

Tabel 1

Pinnas	Ohtlik aine	Ohtlike ainete sisaldus üle sihtarvu	Ohtlike ainete sisaldus üle elutsooni piirarvu	Ohtlike ainete sisaldus üle tööstustsooni piirarvu	Antud aine analüüside arv
Värske poolkoks tehasest (3 proovi)	PAH	kõigis proovides	1 proovis	-	3
	Fenool	kõigis proovides	kõigis proovides	-	3
	2,3 dimetüülfenool	1 proovis	1 proovis	-	2
	2,4 dimetüülfenool	1 proovis	-	-	1
	2,5 dimetüülfenool	1 proovis	-	-	1
	3,4 dimetüülfenool	kõigis proovides	2 proovis	-	3
	3,5 dimetüülfenool	1 proovis	1 proovis	-	2
	Resortsiin	1 proovis	1 proovis	-	2
	5-met.resortsiin	2 proovis	2 proovis	1 proovis	2
	5-met.-2-et.resortsiin	1 proovis	1 proovis		2
	P,m-kresool (sum)	3 proovis	3 proovis	3 proovis	3
	o-kresool	3 proovis	3 proovis	-	3
	Fenoolid (summa)	3 proovis	2 proovis	1 proovis	3
	Naftasaadused	1 proovis	1 proovis	-	1
Uus (alla 1 kuu vana) poolkoks ladestusalalt (2 proovi)	PAH	kõigis proovides	-	-	2
	Fenool	kõigis proovides	kõigis proovides	-	2
	2,3 dimetüülfenool	1 proovis	1 proovis	-	2
	2,6 dimetüülfenool	kõigis proovides	1 proovis	-	2
	3,4 dimetüülfenool	kõigis proovides	1 proovis	-	2
	3,5 dimetüülfenool	kõigis proovides	1proovis	-	2
	5-met.resortsiin	1 proovis	-	-	2
	P,m-kresool (sum)	kõigis proovides	kõigis proovides	1 proovis	2
	o-kresool	kõigis proovides	kõigis proovides	-	2
	Fenoolid (summa)	kõigis proovides	kõigis proovides	-	2
Vana (5-6 aastat vana) poolkoks (1 proov)	PAH	1 proovis	-	-	1
	Fenool	1 proovis	-	-	1
	Resortsiin	1 proovis	1 proovis	-	1
	5-met.resortsiin	1 proovis	-	-	1
	P,m-kresool (sum)	1 proovis	-	-	1
	Fenoolid (summa)	1 proovis	-	-	1
Viru Ramm mõne aasta vanune (4 proovi)	PAH	1 proovis	-	-	4
	Fenool	1 proovis	-	-	4
	Resortsiin	1 proovis	1 proovis	-	3
	P,m-kresool (sum)	kõigis proovides	1 proovis	-	4
	Fenoolid (summa)	3 proovis	-	-	4
	Naftasaadused	1 proovis	-		1

4.4 Poolkoksi ladestuskoha keskkonnaohtlikkuse hinnang

Poolkoksi ohtlikkuse määratlemist raskendab tahkete ja vedelate jäätmete osaline segunemine. Poolkoksi ohtlikkuse ja temas sisalduvate orgaaniliste ainete sisalduse ning hajumis- ning lagunemistingimuste määratlemine on jäätmete ladestuskohtade edasiste käitlemisplaanide otsustamisel väga oluline. Varasema jäätmekäitluse tehnoloogia korral olid põlevkivitööstuse jäätmemäed kõige suuremat keskkonnamõju evivad ohtlike jäätmete ladestuskohad.

Kiviõlis on kolm poolkoksimäge kogumahuga 22 miljonit tonni. Poolkoksi mägedel asuvad basseinid põlevkivi pigijäätmete (fuusside) ladestamiseks. Kiviõli ladestuskohas on statistilistel andmetel 58000 tonni fuusse. Fuusside ladestamine on tänaseks lõpetatud.

Poolkoksi on käideldud eri tasemel reostunud veega. 2001. aasta detsembris võetud veeanalüüsi alusel kasutatakse praegu generaatorist välja juu poolkoksi kustutamiseks tehase aluse kaevanduse vett, mis ei sisalda ohtlikke aineid üle piirarvu põhjavees (vt. lisa 11.3.4). Poolkoksi laialiuhutamine veega poolkoksi mäel lõpetati 1998. aastal.

Mõju pinnasele. Pinnas on reostunud põlevkiviõli ja selle saadustega varasema tootmistegevuse tagajärjel poolkoksimägede ümbruses, Erra ja Purtse jõgede orgudes ning kaevanduses. Peamisteks pinnases esinevateks orgaanilise päritoluga saasteaineteks on aromaatsed süsivesinikud (tolueen, ksüleenid, stüreen) ja PAH-ühendid (5). Pinnase reostus fenoolide ja PAH-ühenditega ületab kohati piirarvu tööstustsoonis ning naftasaaduste sisaldus piirarvu elutsoonis. Kiviõli Keemiatööstuse OÜ territooriumi reostunud pinnasega alad on plaaniliselt kujutatud joonisel 12.2, reostuse vertikaalset levikut iseloomustavad läbilõiked A-B ja C-D joonistel 12.3 ja 12.4 (5).

Mõju põhjaveele. Üle piirarvu (keskkonnaministri määrus nr 58) reostunud on poolkoksimägede ja tööstusterritooriumi alune ordoviitsiumi põhjaveekiht. Põhjavee reostus on levinud ka väljapoole tootmisterritooriumi (5). Peamisteks orgaanilise päritoluga saasteaineteks on aromaatsed süsivesinikud (tolueen, ksüleenid, stüreen), PAH-ühendid, ühe- ja kahealuselised fenoolid (5).

Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi põhjavesi ei vasta kohati keemiliselt koostiselt joogivee kvaliteedi nõuetele ammoniumi- ja rauasisalduse osas, üksikute proovide alusel täheldati põhjavees naftasaadusi (0,17 mg/l) (6).

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ tootmisterritooriumil on veel reostunud kaevandusvee probleem. Tehase territooriumi all on 100...200 ha kaevandatud ala, milles on reostunud vesi (5). Aastatel 2000 ja 2001 sisaldas kaevandusvesi pumbajaam nr 2 andmeil (asub tehase all) naftasaadusi 0,3 mg/l ja fenooli 0,18...0,22 mg/l (vt lisa 11.4).

Kiviõli raudtee jaamast lõuna pool paiknev aianduskooperatiiv puuris üheksakümne aastatel puurkaevu, mille vesi oli õlisegune. Reostuse põhjustas II maailmasõja ajal raudteejaamas tühjakslastud põlevkiviõli ešelon (õli lasti maapinnale). See reostuskolle võib mõjutada kaevandusvee seisundit ka praegu. Andmed toimunust tuginevad pealtnägijate ütlustele (edastas hr Eugen Nõmmiste).

Mõju pinnaveele. Uuemõisa jõe seirepunktist võetud veeproovides on määratud muuhulgas naftasaadused ja fenoolid (I aluselised ja II aluselised). Neist nähtub, et aastatel 1996...2001 on vesi jões sisaldanud keskmiselt I aluselisi fenooli kuni 0,025 mg/l, II aluselisi fenooli 0,22 mg/l ja naftasaadusi kuni 0,80 mg/l. Naftasaaduste ja fenoolide sisaldustes ei ole suurenemist ega vähenemist märgata, nende sisaldused ei ületa heitvee reostusnäitajate piirväärtusi (vt. lisa 11.4). 2001. aasta märtsis Uuemõisa jõest võetud veeproov (WAC5837) ohtlikke aineid põhjavee piirarvu ületavas koguses ei sisaldanud. Kaevanduse kraavist Purtse jõkke juhitud vees on kahe viimase aasta keskmised I aluseliste fenoolide sisaldused olnud kuni 0,03 mg/l, II aluseliste fenoolide sisaldused 0,11 mg/l ja naftasaaduste sisaldused kuni 0,50 mg/l (sisaldused ei ületa heitvee reostusnäitajate piirväärtusi).

Sademetest järgsetest pinnaveelompidest võetud proov näitas, et oluline reostus ei ulatu vana poolkoksi mäe jalamilt kuigi kaugemale (pinnavee äravool Kiviõli vana mäe juures WAC5836) (1). Seevastu uue mäe jalamile poolkoksi rajatud tiigi vees esines piirarvu põhjavees ületavas koguses benseeni, naftasaadusi ja molübdeeni (WAC5842) (vt. lisa 11.3.2).

5 KAVANDATAVA TEGEVUSE JA SELLE ALTERNATIIVIDE KIRJELDUS

Praegune tegevus. Poolkoks veetakse autodega märke ja ladestatakse terrassiviisiliselt. Käimas on esimese terrassi valli moodustamine. Osa poolkoksist segatakse turbaga ja saadud täiteainet kasutatakse valli pindmises osas. 2000.a tekkis 184 tuhat tonni poolkoksi, millest 52 tuh.tonni segati turbaga ning jäeti laagerduma selleks ettevalmistatud segamispaika. 2001.a. augusti ja septembrikuus kasutati tuhamäe I terrassi valminud osa katmiseks ca 10 000 m³ täiteainet ning istutati 500 hübriidhaaba. Puud juurdusid hästi ja ka rohukasv oli suur.

Kavandatav tegevus (vt. lisa 11.5) on poolkoksi kuivladestamine ja poolkoksist täiteaine valmistamine. Poolkoksi ladestamistööd ning täiteaine valmistamist Kiviõli Keemiatööstuses juhib keskkonna peaspetsialist. Tööd korraldab töödejuhataja, kes juhatab poolkoksi ladestamist vastavalt etteantud projektile ning korraldab poolkoksi segamistöid täiteaine valmistamiseks. Igapäevaselt on töös 2 buldooserit ning frontaaltõstuk. Poolkoksi veab õlitööstusest ladestuspaika 3 autot. Teekonna pikkus tootmisterritooriumilt poolkoksi ladestuspaika on ca 1 km, veol ületavad autod üldkasutatava Kiviõli Sonda vahelise maantee. Turba veol on 2 autot, Oru turvast kasutades kujuneb teekonna pikkuseks 90...100 km. Kiviõli Keemiatööstus kavatseb korraldada poolkoksi ladestusala valve, et välistada muude jäätmete vedu ladestuspaika.

Poolkoksi ladestatakse 5...10 m kõrguste terrassidena (11.5). Terrasside nõlvad kujundatakse poolkoksist ja turbast valmistatud täiteainest, millega kaetakse ka täitunud terrassid. Hiljem terrassid haljastatakse. Selliselt ladestades rekultiveeritakse samaaegselt poolkoksimägi. Ladestuspaiga sulgemisel on võimalik kaaluda siia puhkeala loomist.

Edaspidi kavatsetakse vähemalt 25% poolkoksist muuta täiteaineks. Poolkoksi töötlemine täiteaineks seisneb poolkoksi segamises turbaga mahulises vahekorras 1:1 (võib vajadusel muuta). Protsessis leeliselise poolkoksi happelise turbaga segamisel värskest väljalaaditud poolkoksi jääksoojuse mõjul toimub poolkoksi tükide kiire lagunemine ning ainete segu homogeniseerumine. Edasi sõelutakse segust välja 10 mm suuremad aherained tükid ja niisutatakse segu aktiveeritud veega. Siis jääb produkt seisma vähemalt 6 kuuks, kusjuures teda aeg-ajalt segatakse. Tulemuseks on produkt, mille pH<9,5 ning mis sisaldab orgaanikat ja on kõlblik mikroorganismide arenguks. Täiteaine mahukaal on 1,3 t/m³. Täiteainele on kavas taotleda toote vastavustunnistus. Täiteaine valmistamisel on võimalik kasutada ka aktiivmuda, loomafarmide läga ja puidujäätmeid.

Täiteaine kasutuskohadeks oleks eelkõige Kiviõli Keemiatööstuse tootmistegevusega seotult rekultiveerimist vajavad alad ning lähikümbruse objektid. Rekultiveerimist vajavate alade suurus on kokku 44 ha, milleks on täiteainet vaja 0,5 m paksuse kattekihi korral 286000 t. Täiteainet saab kasutada suletavate prügmägede katmiseks, ammendatud karjäärade rekultiveerimiseks ja maapinna tasandamiseks. Täiteainet on võimalik edasi kasutada mullaparandusaine või väetise Viru Ramm valmistamiseks. Toode Viru Ramm on

patenteeritud Toom ja Ants Pungase poolt (nr EE 03449 12.04.1996.a) kui jäätmetöötuse meetod. Viru Rammu on põhjalikult uuritud Soomes, mille tulemusena on välja antud Soome Keskkonnaministeeriumi poolt tootetunnistus mullaparandusainele kasutamise loaga kuni 30 t/ha (11.5).

Poolkoksi ladestamise alternatiivid:

- 0 alternatiiv.** Poolkoksi ladestamise varasem tehnoloogia. Poolkoks veeti köistee abil vagonettidega märke ja uhuti veega laiali. Selle tulemusena tekkisid ca 100 m kõrgused järsunõlvalised terrikoonid, millel olid mahauhutud peenemast materjalist jalandid. Laialiuhtumiseks kasutatava vee hulk aastas oli ca 35000 m³. Poolkoksi mägedele ladestati samal ajal fuusse.
- 1. alternatiiv.** Poolkoksi “kuivalt ladestamine”. Poolkoksi väljavedu tehast toimub autotranspordiga. Poolkoks ladestatakse terrassidena poolkoksimäe veega laialiuhutud kivistunud jalandile ning kaetakse turbast ja poolkoksisist täiteainega.
- 2. alternatiiv.** Poolkoksisist toodetud täiteaine ladestamine jäätmemäele. Poolkoks segatakse turbaga selleks kohaldatud platsil ja ladestatakse autotransporti kasutades mäele.
- 3. alternatiiv.** Poolkoksisist valmistatakse täiteainet ja Viru Rammu. Täiteainet kasutatakse ladestatava poolkoksi katmiseks ning prügilate ja karjäärade rekultiveerimisel. Viru Rammu kasutatakse mullaparandusainena.

6 KAVANDATAVA TEGEVUSE JA SELLE ALTERNATIIVIDEGA KAASNEV KESKKONNAMÕJU

6.1 0 alternatiiv poolkoksi ladestamise varasem tehnoloogia

Varasemal käitlemisel veeti poolkoks köistee abil vagonettidega märke ja uhuti veega laiali. Selle tulemusena tekkisid järsunõlvalised terrikoonid, millel olid mahauhutud peenemast materjalist jalandid. Laialiuhutav poolkoks oli stabiliseerimata. Poolkoksi mägedele ladestati fuusse, millele lisandusid mitmesugused muud jäätmed. Poolkoksi käideldi eri tasemel reostunud veega. Vett kasutati koksi kustutamiseks ja poolkoksi laialiuhtumiseks (ca 35000 m³/aastas). Ohtlikud ained levivad jäätmemäelt keskkonda valdavalt seal ringleva reostunud vee kaudu. Ohtlike ainete liikuvust suurendas orgaaniliste lahuste (benseen ja toluen) esinemine mäel ringlevas tööstusheitvees. Järsunõlvalistel poolkoksimägedel tekkisid sademete perioodidel ajutised vooluveed, mille kaudu reostus kandus ümbritsevatele kaitsmata aladele. Jäätmelasundi väikese veejuhtivuse (alla 0,1 m/ööpäevas) tõttu on olulise reostuskoormuse jõudmine põhjavette läbi 50-100 m paksuse poolkoksi vähetõenäoline.

6.2 1 alternatiiv poolkoksi kuivalt ladestamine ja katmine täiteainega

Poolkoksi kuivalt ladestamisel väheneb oluliselt looduses ringleva reostunud vee hulk. Terrassiviisilisel ladestamisel ei teki ajutisi voolusänge. Enamus sadett voolab aeglaselt üle terrasside maha, imbudes seejärel kraavidesse ja infiltreerudes osaliselt põhjavette. Kuivalt ladestatud poolkoksis ja värskes stabiliseerimata poolkoksis esineb keskkonnaministri määrusega nr 58 tööstustsoonile kehtestatud piiravust rohkem fenooli. Seoses fuusside

töötlemise sõlme valmimisega nende ladestamine jäätmemäele käesoleval aastal lõpetati. Terrasside täitudes kaetakse nad turbast ja poolkoksist valmistatud täiteainega. Kõik see loob eelduse suhteliselt keskkonnaohutu “kuiva poolkoksi” ladestuskoha kujunemisele. Poolkoksimäe terrassid oleksid haljastatuna kasutatavad metsa kasvatamiseks, pikemas perspektiivis puhkeotstarbel.

6.3 2 alternatiiv poolkoksist toodetud täiteaine ladestamine jäätmemäele

Poolkoksist ja turbast koosnev täiteaine vastab keskkonnaministri määruse nr 58 nõuetele ja võib lugeda tööstustsoonis keskkonnaohutuks. Analoogilise produkti Viru Ramm proovides ei sisaldunud piirarvu tööstustsoonis ületavas koguses ohtlikke aineid. Väljasõelutud tükid (lubjakivi kamakad) on samuti inertsed ja nad ladustatakse poolkoksimäele. Selle alternatiivi puuduseks on turba suur kulu. Happeline turvas on vajalik leeliselise poolkoksi stabiliseerimiseks. Turvas on väärtuslik maavara, seetõttu ei ole otstarbekas teda matta jäätmemäele. Võetud proovide analüüsi tulemuste põhjal on ka kuivalt ladestatud poolkoksi suhteliselt keskkonnaohutu. Turba lisamine mäe sisse jäävale poolkoksile suurendab asjatult selle mahtu. Turvas rekultiveerimisel kasutatava täiteaine koostises vähendab sellest ohtlike ainete väljakannet.

6.4 3 alternatiiv poolkoksist valmistatakse täiteainet ja Viru Rammu

Stabiliseerunud poolkoksist ja turbast koosnev täiteaine on keskkonnaohutu tööstustsoonis kuid sisaldab üksikutes proovides üle keskkonnaministri määrusega nr 58 kehtestatud elutsooni piirarvu resortsiini ja p,m-kresooli. Täiteaine pH on langenud 9,5-le, osa turbast on lagunenud aktiivseteks orgaanilisteks ühenditeks ja on loodud eeldused poolkoksi mikrobioloogiliseks remediatsiooniks. Protsessis aeroobsed mikroorganismid lagundavad poolkoksis sisalduvaid ühendeid, sealhulgas toksilisi, sellise tasemeni, et segu kasutamine aias ja põldudel on ohutu. Viru Ramm on kasutatav mullaparandusainena, mis tõstab mulla huumusesisaldust, seob mineraal- või orgaanilisi väetisi ja tõstab viljakust mineraalväetisi kasutamata. Katsetööna istutati käesoleva aasta sügisel poolkoksimäe I terrassi täiteainega kaetud osale 500 hübriidhaaba, mis juurdusid hästi. Valmiva täiteaine kasutuskohaks oleks esmalt Kiviõli Keemiatööstuse tootmistegevusega seotult rekultiveerimist vajavad alad ja lähiümbruse objektid, tulevikus ka elektrijaamade tuhamäed ja ammendatud karjäärid.

Poolkoksi veol ladestuspaika (alternatiivid 1; 2 ja 3) risustatakse üldkasutatavat maanteed seda ületades. Teele pudenenud poolkoksi võib kuivades hakata tolmana.

7 ALTERNATIIVIDE VÕRDLEMINE

Alternatiivide võrdlemiseks vaame eksperthinnangul nelja erineva alternatiivi mõju pinnaveele, põhjaveele ja välisõhule. Hinnete skaala on järgmine:

- 0 – keskkonnamõju puudub;
- 1 – keskkonnamõju on teoreetiliselt võimalik, kuid väheoluline, seda ei saa mõõta;
- 2 – võimalik on (möödukas) negatiivne keskkonnamõju;
- 3 – selge oluline negatiivne keskkonnamõju, mille olemasolu on tõestatud ja mida on iseloomustatud mõõtmistega.

Alternatiiv	Mõju põhjaveele	Mõju pinnaveele	Mõju välisõhule	Koondhinnang
Poolkoksi ladestamise varasem tehnoloogia	3	3	2	8
Poolkoksi kuivalt ladestamine ja katmine täiteainega	2	1	1	4
Poolkoksist toodetud täiteaine ladestamine poolkoksi mäele	1	1	0	2
Poolkoksist valmistatakse täiteainet ja Viru Rammu	1	0	0	1

Seega on neljast alternatiivist keskkonnaohutum poolkoksist toodetud täiteaine kasutamine prügilate ja karjäärade rekultiveerimisel.

Väljaarvatud varasem tehnoloogia põhinevad alternatiivid poolkoksi kuivladestamisel, mis vähendab oluliselt ringluses oleva reostunud vee hulka. See vähendab veekeskkonna reostamist piirkonnas. Mõju põhjaveele väheneb ajaga terrasside lisandumisel. Aastatega tekkinud jääkreostuse mõju vähendamiseks tuleb fuusside järv likvideerida. Õhukeskkonna üldist seisundit piirkonnas käsitletud alternatiivid oluliselt ei muuda. Kuigi 4 alternatiiv on kõige keskkonnaohutum on ta ka kõige enam loodusressurssi (turvast) nõudev. Samas kui oleks kindlustatud mullaparandusainele pidev turg oleks turba kasutamine otstarbekas.

Eelistatud alternatiiv on poolkoksi kuivladestamine ja täiteainega katmine.

Täiteainet (täpsem nimetus võiks olla rekultiveerimisaine) on perspektiivne kasutada prügilate rekultiveerimisel.

Kogu ladestatava poolkoksi segamine turbaga selle keskkonnaohutuse vähendamise otstarbel pole keskkonnakaitse seisukohalt vajalik ega majanduslikult õigustatud.

Kavandatud tegevus aitab kaasa veekeskkonna seisundi aeglasele paranemisele piirkonnas.

8 Loodusressursid

Loodusressurssidest on kavandatud kasutada täiteaine valmistamisel turvast mahulises vahekorras 1:1. Kiviõli Keemiatööstuses kaasneb põlevkiviõli tootmisega praeguse ja lähiaastate tootmise taseme juures 180-200 tuhat tonni poolkoksi aastas. Kui 25% poolkoksist töödeldakse ümber täiteaineks, kuluks turvast 10 tuhat tonni aastas.

Kavas on kasutada Oru turbatööstuse turvast. Oru kombinaat kasutab Eesti suurima, Puhatu soostiku loodeservas asuvate freesturbaväljade turvast. Puhatu turbamaardla aktiivne tarbevaru on 5,29 miljonit tonni (7).

Turba kasutamine poolkoksi mäe sisse jäävas täiteaines ei ole otstarbekas. Kuivalt ladestatud poolkoks sisaldab kohati tööstustsooni piirarvu ületavas koguses p,m-kresooli. Kui kattekihiks kasutada turba ja poolkoksi segust valmistatud täiteainet ei mõjuta sade- ja nõrgveed oluliselt mäe sisemusse jäävat poolkoksi.

Turba kasutamine täiteaines väetisena ja mullaparandusainena on otstarbekas, kuna tekib toorainest väärtuslikum produkt. Otstarbekas on kasutada turvast ka rikutud alade (karjäärid, prügilad) kattekihiks ja maaparandusaine tootmisel.

9 KAVANDATAV SEIRE JA KESKKONNAAUDITEERIMINE

Kiviõli Keemiatööstuse OÜ võtab regulaarselt pinnaveeproove Uuemõisa jõest ja Kiviõli kaevandusest Purtse jõkke juhitud veest. Põhjavee proove võetakse tehase alt kaevanduskäikudest. Veeproovidest analüüsitakse lisaks tavalistele maksustavatele komponentidele ka fenooli (ühe- ja kahealuselised) ja naftasaadusi (vt. lisa 11.4). Täiendavalt on soovitatav periooditi veest määrata BTEX, fenooli komponentide kaupa ja PAH.

Käesoleval ajal Kiviõli Keemiatööstus ordoviitsiumi-kambriumi põhjavee seiret ei korralda. Eesti Geoloogiakeskus OÜ ordoviitsiumi-kambriumi põhjavee tarbevarude hindamise töös soovitatakse seirata veekihi fenoolide ja naftasaaduste sisaldust kõigis ettevõtte puurkaevudes sagedusega 1 kord aastas (6). Meie arvates piisab, kui puurkaevudest valida seire jaoks 1...3 kaevu.

Ordoviitsiumi veekihi vesi on piirkonnas reostunud ja selle puhastamine kasutatavaks teostamatu. Seire eesmärgiks saaks olla reostuse leviku ja ohtlike ainete sisalduste uurimine. Senise Kohtla-Järvel tehtud seire andmetel ohtlike ainete määratav levikuulatus analoogilises reostuskoldes ei ületa reeglina 500 meetrit. Kuna reostunud ja ohustatud veekihte piirkonnas ei tarvitata, pole väga ulatuslikku seiret vaja. Ohtlike jäätmete ladestuspaigas peab põhjavee seisund olema kontrolli all.

Arendajal oleks soovitatav jätkata seiret sagedusega 1...4 korda aastas praegustes vaatluspunktidest:

- pinnavesi Uuemõisa jõest
- pinnavesi Purtse jõkke suubuvast kaevanduse kraavist
- põhjavesi (ordoviitsiumi veekiht) tehase pumbajaamast nr 2.

Lisaks seirata ordoviitsiumi- kambriumi veekihi fenoolide ja naftasaaduste sisaldust kord aastas 1...3 puurkaevus ja kõigis puurkaevudes periooditi 3...6 aasta järel.

10 HINDAMISTULEMUSTE LÜHIKOKKUVÕTE

Poolkoksi kuivladestamine ja sellest täiteaine valmistamine vähendab oluliselt veekeskkonna reostamist piirkonnas. Varem kasutati ca 35000 m³ tehnoloogilist vett aastas poolkoksi laialiuhutamiseks.

Värskes poolkoksis ja kuivalt ladestatud poolkoksis esineb tööstustsooni piirarvust rohkem fenoolide. Elutsooni piirarvu ületavas koguses on lisaks fenoolidele värskes poolkoksis naftasaadusi ja PAH-e.

Kuivladestamisel on samaaegselt tootmisega võimalik rekultiveerida poolkoksimaad selliselt, et need oleks looduslähedased ja kasutatavad ka peale sulgemist. Terrassiviisiline ladestamine vähendab erosiooni mäe nõlvadel.

Käesoleval aastal lõpetati fuusside ladestamine poolkoksi mägedele. Poolkoksi mägedele organiseeritav valve välistab sinna ohtlike jäätmete veo kõrvaliste isikute poolt.

Valmistatavas täiteaine analoogis ületavad üksikutes proovides fenoolide sisaldused piirarvu elutsoonis. Vaatamata sellele saab seda edukalt kasutada tööstustsoonis poolkoksimaade ja ammendatud karjääride rekultiveerimiseks.

Täiteaine valmistamise ja taaskasutamisega saab vähendada ladestatava poolkoksi hulka. Viru Rammu valmistamine vähendab poolkoksi hulka veelgi.

Poolkoksi ja turba segust täiteainet on otstarbekas kasutada rekultiveerimisel pindmise kihina, seda ei tohiks matta mäe sisemusse.

Poolkoksist ja turbast valmistatud täiteaine on kavas nimetada rekultiveerimisaineks.

Turba kasutamine täiteaine valmistamisel on otstarbekas, kui tagada selle ratsionaalne kasutamine rekultiveerimisel või mullaparandusainena.

Poolkoksi kuivladestamise puhul tuleb tagada transpordiga kaasneva üldkasutatava tee lõigu korrashoid (mahapudeneva poolkoksi tükkide ja tolmu koristamine) arendaja kulul.

Kasutatud materjalid:

1. Ennetavad meetmed – poolkoksi ladestusalade keskkonnahinnang ja edasine tegevuskava. AS Maves, Tallinn, juuni 2001.
2. Poolkoksi ladestamisalade ja suletud mäetöödealade rekultiveerimise projekt. Kiviõli Keemiatööstuse OÜ, Kiviõli, 2001. Lisatud käesolevale aruandele (vt. lisa 11.5).
3. Taotlus ohtlike jäätmete käitluslitsentsi saamiseks. Kiviõli Keemiatööstuse OÜ, Kiviõli, 2000.
4. Poolkoksi ladestuspaikade keskkonnahinnang ja edasine tegevuskava. AS Maves, Tallinn, mai 2000.
5. RAS “KIVITER” keskkonnaaudit. OÜ Georemest, AS Maves. Tallinn, juuli 1997.
6. Ordoviitsiumi-kambriumi veekompleksi põhjavee tarbevaru hindamine Kiviõli Keemiatööstuse OÜ ja Viru Keemia Grupp AS, Viru Liimide AS veehaaretel. Eesti Geoloogiakeskus OÜ, Tallinn, 2001.
7. Teatmik Eesti turbasood. Eesti Geoloogiakeskus. Tallinn, 1995.