



Tartu Lai 32, tel/fax 27 441 383

Möödistamislitsentsid: 170 MA, 15 MA-k
Keskkonnaekspertiisilitsents KKM - 006
Töö nr. G142 / 050

Tartu Terminaali pinnasereostuse saneerimisest

Tellija: AS Tartu Terminaal

Töö täitja: AS Kobras

Juhataja:  Enn Kulp



SISUKORD

	lk.nr.
1. Sissejuhatus	3
2. Objekti uuritus	3
3. Terminaali üldiseloostus	3
4. Maa-ala geoloogiline ehitus ja hüdrogeoloogilised tingimused	5
5. Pinnase ja põhjavee seisund, reostuse ulatus	6
6. Keskkonnariski vähendavad tööd viimasel ajal	10
7. Pinnase puhastamise võimalused	10
8. Riskid keskkonnale	13
9. Saneerimisprogramm	13
10. Seire	15

1. Sissejuhatus

Käesolev töö on teostatud AS Kobras poolt (vastutav täitja rühmajuht U. Uri, insener E. Kõnd) Tartu Terminaali territooriumi pinnasereostuse saneerimise võimaluste selgitamiseks.

Töös on arvestatud antud alal ja selle ümbruses teostatud uurimiste tulemusi, objekti ülevaatus.

Territooriumi kasutamise ajalugu ja reostuse ulatus on väga põhjalikult käsitletud AS E-Konsult 1997. aasta töös "Keskkondlik baashinnang, Tartu Terminaal".

2. Objekti uuritus

Esitatava aruande koostamisel olid kasutada järgmised varasemad keskkonnauuringud:

1. "Puurkaevu pass nr. 1662" (puurkaevu pass Tartu Naftabaasi territooriumil), ENSV PM Ehitus-Montaazivalitsus, 1966;
2. "Tartu Naftabaasi varje 100-le inimesele", geoloogilise uurimistöö aruanne, "EKE Projekt" töö nr. 282225, 1982;
3. "Tartu ABT Kärkna bituumeni vastuvõtusõlm", geoloogilise uurimistöö aruanne, "EKE Projekt" töö nr. 188063, 1991;
4. "AS Tartu Terminaali Kärkna bensiinijaam", geoloogilise uurimistöö aruanne, AS Alus, töö nr. 96017, 1996,
5. "Tartu Terminaali valgvee järeldpuhastus", geoloogilise uurimistöö aruanne, AS Alus, töö nr. 96045, 1996;
6. "AS Tartu Terminaal tehnoloogilise- ja sademevee puhasti rekonstrueerimine" Tööprojekt, AS Kobras, töö nr. F 1-030, 1997;
7. "Keskkondlik baashinnang, Tartu Terminaal", AS E-Konsult, 1997.

Erinevate uuringute käigus terminaali territooriumile rajatud puuraugud on püütud kanda ülevaateskeemile.

3. Terminaali üldiseloomustus

Uuritav territoorium paikneb Tartu linnast ca 10 km põhja pool, Tartu maakonnas Kärknas. Ala poolitab Kärkna küla läbiv maantee, viimasest põhjapoole jääb terminaali põhikompleks, lõunapoole terminaali puhastusseadmed (vt. ülevaateskeem).

Terminaali ala paikneb Vooremaa lõunaosas laugjal nõlval, 33 ... 43 meetri kõrgusel merepinnast ja üldine kallakus on põhjast lõunasse. Objekti lõunapiirist ca 300 meetrit asub Amme jõgi.

Tartu Terminaali vanem osa ehitati 1968. aastal. 1970. aastast hakkasid mahutite hulk ja nende paiknemise ala kiiresti suurenema.

Olulisemaid õnnetusi kütusega terminaali maa-alal on kirjeldatud AS E-Konsult töös. Ajaliselt on reostumist fikseeritud ajavahemikul 1969-1985.

4. Maa-ala geoloogiline ehitus ja hüdrogeoloogilised tingimused

Ülalloetletud teostatud tööde põhjal võib antud ala geoloogilist ehitust vaadelda eraldi kahes osas.

Terminaali põhikompleksi lõunaosas on aluspõhi puurimistega avatud 5,8 meetri sügavusel maapinnast ja selle kihi moodustab punakaspruun tihe räniliiv, mida saab vaadelda kui tugevalt uhutud devoniaegset liivakivi (D2ar). Territooriumi lääneosas, 1966. aastal teostatud puurkaevu rajamisel on aluspõhja savikad merglid aleuroliidi vahekihtidega (D2nr-D2pr) avatud 18 meetri sügavusel.

Aluspõhjal lasuvad kvaternaarsed setted, mille peamiselt moodustavad jääajal settinud punakaspruunid aleuriitmoreenid. Valdavalt on saviliivmoreen pehme- kuni sitkeplastne ja jämepurru sisaldus on 10-15%. Moreenikiht esineb kogu territooriumi ulatuses paksu kihina, kusjuures kihi paksus objekti põhjaosas on üle 5,6 meetri (1966. a. puurkaevu puurimise andmetel ulatub moreeni paksus 18 meetrini). Moreeni paksus lõuna suunas väheneb ja minimaalne puurimistel avatud kihi tusedus on 3,5 meetrit.

Põhikompleksi alal lasuvad enamasti moreenil 2.4-3.1 meetri sügavusel kollakashallid liivased saviliivmullad kihi paksusega kuni 0.7 meetrit.

Kogu terminaali ala katab kõrvuti pindmise mullakihiga (0.2-0.4 m) täitepinnas, mille paksus varieerub 0-2 meetri vahel. Täitepinnas koosneb liivast, kruusast, killustikust, savist, aleuriitliivast, moreenist, betoonist ja asfaldist.

Üldiselt võib pinnasekihid liigitada järgmiselt:

- 1.kiht - 0...2 m täitepinnas,
- 2.kiht - 2...2,4 m pindmine kiht (muld),
- 3.kiht - 2,4...3,1 m liivane aleuriit,
- 4.kiht - 3,1...5,8 m aleuriitmoreen,
- 5.kiht - üle 5,8 m liivakivi.

Lõunaterritooriumi e. terminaali valgvee puhastusalal on aluspõhi puurimistega avatud 3,4...4.9 meetri sügavuselt maapinnast, kusjuures levivad siin kõrvuti murenenud liivakiviga ka punakas savi ja aleuroliit. Uues kraavis on aluspõhja liivakivi avatud 1.5 meetri sügavusel.

Paralleelselt moreeniga, mida esineb valgvee puhastusala põhjaosas (avatud max. paksus 1.4 meetrit), lasuvad aluspõhja setetel siin valdavalt jääjärvelised (lgl) ja jääjõelised (fgl) liivad. Need on tolm-kuni keskliivad halli kuni punakaspruuni värvusega, sisaldavad kohati orgaanikat ning on kesktihead ja veeküllastunud. Lõunaterritooriumi põhjaosas lasub moreenil 3...6 ja enamgi meetri paksune kollakaspruun, tihe ja 30-40% lubjakivi veeriseid sisaldav kruusalasund (0,2 meetri sügavusel maapinnast).

Valgvee puhastusala põhjaosas on pinnakatteks muld ja täitepinnas, lõunaosas jääb nende alla kuni 3,3 meetri paksune turba, saviliiva ja mudalasundi kiht.

Vesi on valdavalt vabapinnaline ja veelademe toitumine toimub sademete vee infiltratsioonil ja ka sügavamal lasuva veelademe arvel. Keskdevoni põhjavee lade on seotud keskdevoni ladestiku aruküla lademe settekivimitega, vesi on valdavalt nõrgalt survealine, toiteala jääb territooriumist loodesse.

Veetase kõigub hooajati 2 kuni 3 meetri sügavusel maapinnast, ning madalal paiknev põhjavesi (0.7-3.5 m) voolab Amme jõkke. Põhjavee hüdrauliline lang on 0.016m/m.

Põhjaveetasemete mõõtmised 1996. a. rajatud vaatluskaevudes on läbi viidud ka 1998.a. 17. septembril.

Puurkaevu nr./ maapinna kõrgus	Veetase – 17.12.1996	Veetase – 09.02.1997	Veetase – 17.09.1998
TW – 1 / 42.70	42.27	42.03	42.27
TW – 2 / 42.59	41.96	41.69	42.29
TW – 3 / 42.67	41.15	40.66	41.40
TW – 4 / 42.62	40.73	40.95	40.33
TW – 5 / 42.04	38.77	39.01	40.11
TW – 6 / 40.38	38.46	38.23	38.52
TW – 7 / 37.37	35.10	34.71	35.37

5. Pinnase ja põhjavee seisund, reostuse ulatus

Tartu Terminaali territooriumi keskkonna seisukorra ja saastumise kohta on tehtud põhjalik uuring AS E-Konsult poolt AS EOS-i tütarfirma AS Tartu Terminaali tellimisel 1997. aastal. Uuring sisaldas pinnase ja põhjavee uuringut objekti piiresse jäävatel aladel eesmärgiga iseloomustada võimalike saasteainete olemasolu neis.

AS E-Konsult poolt läbi viidud uurimistöös eraldati terminaali territooriumil välja reostuse seisukohalt tähtsamad strateegilised piirkonnad. Sellele eelnes objekti töötajate intervjuerimine, olemasolevate dokumentide läbivaatamine (nt. protokollid kütteainete lekke kohta) ja kütusemahutite sisalduse uurimine. Tähtsamate strateegiliste piirkondadena eraldati saadud informatsiooni põhjal välja 6 üldist osaliselt kattuvat ala nagu raudtee laadimistsoon, veoautode laadimistsoon, terminaali põhja-, kesk- ja satelliitsoon ning veetöötlemistsoon. Uuring sisaldas välikontrolli (mõõdistused fotoionisatsioonidetektoriga (FID), läiketesti, visuaalset vaatlust) ning proovide kogumist ja analüüsimist. Proovide analüüsimist teostasid Keskkonnaministeeriumi ja Tehnikaülikooli laborid ja Tervisekaitselabor.

Et saada analüütiliseks testimiseks vajalikke põhjavee- ja pinnaseproove puuriti igale sihtalale mitu pinnase(mulla)proovide võtmise ava ja üks-kuni mitu vaatluskaevu. Kokku puuriti 33 prooviava ja 7 kontrollkaevu (vt. ülevaateskeem). Kord juba avastatud reostuse piiritlemiseks lisakaevu ja puuravasid ei puuritud. Samuti ei tehtud kontrollkaeve ja puuravasid väljapoole objekti piire. Tähtsamad strateegilised piirkonnad, toimunud kütteainete lekke kohad ja prooviavade ning kontrollkaevude asukohad ja karakteristikud on ära näidatud uurimistööd illustreerivatel joonistel. Eraldumisfaasis olevate ainete olemasolu, puurimis- ja kaevude andmed, andmed veetasemete kohta ning analüütiliste tulemuste kokkuvõtted pinnase ja põhjavee seisundi kohta on antud vastavas töös esitatud tabelites.

Reostuse suuruse ja ulatuse määratlemiseks on puurimisaukudest ja puurkaevudest võetud proovides määratud ära õlide kogusisaldused, aromaatste süsivesinike (ka fenoolide ja polütsükliiliste-PAH), metallide (ka plii), amiinide, pestitsiidide ja polüklooritud bifenüülide(PCB) sisaldused.

Käesolevas töös on välja toodud saadud kokkuvõtted õlide, aromaatsete süsivesikute ja fenoolide kogusisaldusest pinnases ja põhjavees tabelites 1 ja 2 ning PAH-de sisaldusest tabelis 3.

16.06.99 - 7-
nr. 58 KKM määris

Põlevõrk

Tabel 1. Naftaühendite, aromaatsete hüdrokarbonaatide ja fenoolide sisaldused pinnases

puur- augu nr.	proovi- võtu sügavus (m)	sisaldused (mg/kg)								
		nafta- ühendid kokku C8-C30 FS	benseen	tolueen	etüül- benseen ksüleen	teised aromaatsed kompo- nendid	kokku aromaatsed komponendid HS-s C8-C11 GC/MS	lenduvad fenoolid	mitte- lenduvad fenoolid	kuivaine sisaldus
sihtarv		100	0.05	0.1	0.1		0.5			
juhtarv		5000	5	30	50		70			
tööstustsoonis				100	30		100			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
T 1	3.3	487	11.9	130	291	362	795			89.4
T 2	3.3	522	0.1	0.1	5.0	14.2	19.2	2.97	1.01	87.9
T 27	0.0	20994								
T 27	3.2	26	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	4.10	1.70	89.2
T 10	3.3	597								
T 12	0.7	203	0.1	0.1	0.1	12.2	12.2	2.41	0.5	94.7
TW-3	5.8	10								
T 4	2.3	316								
T 5	2.3	2126	2.0	4.6	13.8	159	179.4	23.0	3.36	88.4
TW-4	2.6	140								
TW-4	5.8	623	1.1	1.5	3.6	30.6	36.8	191	0.5	91.1
T 6	1.30	304	2.4	24.3	53.3	78	158			88.9
T 7	1.40	1								
T 8	1.30	57	7.8	135	73.4	40.7	256.9			87.8
T 9	1.4	32	0.1	0.6	14.2	19.5	34.3			86.7
T 11	1.8	1								
T 26	1.5	42	45.4	229	283	282	839.4	8.51	1.51	87.2
T 26	2.9	420								
T 18	1.3	113	12.3	107	173	93.8	386.1	2.91	0.87	82.7
T 19	1.0	583								
T 30	3.0	1								
T 3	1.0	6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5	1.32	1.03	87.5
T 34	0.0	3553								
T 13	1.8	114								
T 13	3.4	4								
T 14	2.3	203	15.9	81.0	121	121	338.9			89.2
T 15	1.5	228	162	857	1070	1606	3695			88.0
T 16	0.1	18	46.6	386	621	1322	23756	56.6	4.48	88.8
T 17	0.1	130								
T 20	1.5	14								
T 21	0.7	127	308	1960	2399	2564	7231			89.9
T 22	0.8	84								
T 23	0.7	62	0.1	0.1	11.9	76.8	88.7	1.10	0.5	86.1
T 24	0.0	853	0.1	0.1	0.1	0.1	0.5			89.3
T 24	1.8	4								
T 25	1.0	1								
T 28	1.8	646	4.1	29.8	87.0	97.9	218.8			86.8
T 29	3.0	583								
T 31	2.8	549	0.1	0.1	5.8	14.8	20.6	5.07	1.57	89.0
T 32	2.8	119								
T 33	0.7	160								

Tabel 2. Naftaühendite, aromaatsete hüdrokarbonaatide ja fenoolide sisaldused põhjavees

puur- kaevu nr.	sisaldused (µg/L)								
	nafta- ühendid kokku C8-C30 FS	nafta- ühendid kokku C8-C30 GC/MS	benseen	tolueen	etüül- benseen ksüleen	teised aromaat- sed kompo- nendid	kokku aromaat- sed kompo- nendid HS-s C8-C11 GC/MS	lenduvad fenoolid	mitte- lenduvad fenoolid
sihtarv	20	20	0.2	0.5	0.5		1		
juhtarv	600	600	5	50	20 60		100		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
TW 1	20	20.1	0.1	2.1	4.5	8.4	15	2	10
TW 2	1	10	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	2	10
TW 3	350	5430	14.3	110	1160	1520	2804.3	2	10
TW 4	8040	5980	476	354	800	1910	3540	7200	1280
TW 5	550	7880	2040	2080	656	248	5024	850	10
TW 6	350	1450	15.0	15.7	395	347	772.7	2	10
TW 7	26200	26940	3040	7250	5270	3480	19040	650	54

Tabel 3. Polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH-de) sisaldused pinnases ja põhjavees

Prooviava nr.	proovivõtu sügavus (m)	PAH-d kokku (mg/kg)	Kontrollkaevu nr.	PAH-d kokku (µg/L)
Sihtarv		5		0.2
Juhtarv tööstustsoonis		200		
Juhtarv				10
1	2	3	4	5
T - 1	3.3	40.6	TW - 1	<0,1
T - 2	3.3	21.0	TW - 2	<0,1
T - 3	1.0	<0,1	TW - 3	81.3
T - 5	2.3	189.6	TW - 4	2380
T - 6	1.3	19.2	TW - 5	100
T - 8	1.3	2.1	TW - 6	15.1
T - 9	1.4	1.6	TW - 7	2400
T - 12	0.7	4.3		
T - 14	2.3	18.2		
T - 15	1.5	81.4		
T - 16	0.1	4.0		
T - 18	1.3	3.1		
T - 23	0.7	6.3		
T - 24	0.0	<0,1		
T - 26	1.5	13.4		
T - 27	3.2	<0,1		
T - 28	1.8	9.2		
T - 31	2.8	21.0		
TW - 4	5.8	31.8		

Järgneval on lühidalt kokku võetud Tartu Terminaali tähtsamates strateegilistes piirkondades avastatud saasteainete olemasolu.

Raudtee laadimistsoon (6 puurauku, kaevud TW-4... 7) – paljudes kohtades täheldati visuaalsel vaatlusel pinnast katva masuudi või õli olemasolu. Suurem osa selle piirkonna puurimisauke ja kontrollkaevusid olid saastatud. Puurimisaukud sisaldasid läikivat õlikihti ja õliplekilist mulda; suur oli õlide kogusisaldus ja PAH-de sisaldus ning samuti ka lenduvate fenoolide kontsentratsioon (TW-4 pinnases kuni 191 mg/kg). Kaevud sisaldasid hulgaliselt õlisid, suur oli ka benseeni, aromaatsete ühendite ja fenoolide kontsentratsioon. Kõrge oli ka PAH-de koguhulk (TW-4, -7) ja baariumi tase (baarium kaevus TW-7).

Veoaute laadimistsoon (5 puurava, TW-5 JA -6) – puuraukudes täheldati läikivat õlikihti ja kohati kõrget FID sisaldust, täheldati benseeni, aromaatsete ühendite, õlide olemasolu ja PAH-de sisaldust. Samuti sisaldas ka põhjavesi aromaatsed ühendeid, fenooli ja märgata oli PAH-de kontsentratsiooni olemasolu.

Kesktsoon (10 puurava ja TW-3) – puuraukudes õliläige, ka kõrge FID-tase. Kõrge oli õlide kogusisaldus ja aromaatsete ühendite hulk. Fenooli oli igas proovis, benseeni pooltes. Kaevus täheldati õlisisaldust, aromaatsete ühendite kontsentratsiooni ja kõrget PAH-de sisaldust, fenooli ei täheldatud.

Põhjatssoon (6 puurava ja TW-1) – puuraukudes avastati 2/3 juhtudest läikiva õlikihi olemasolu. Kõrge oli ka aromaatsete ühendite ja benseeni sisaldus, vähem fenooli ja PAH-sid. Kaev sisaldas õlisid ja aromaatsed ühendeid.

Satelliitsoon (2 puurava) – täheldati vähest õlide ja fenoolide sisaldust.

Veetöötlemistsoon (3 puurava ja TW-7) – puuraukudes täheldati läikivat õlikihti ja kohati kõrget PID-taset. Puuraukud sisaldasid õlisid, aromaatsed ühendeid, fenooli ja PAH-sid. Kaevu põhjavesi oli saastatud 0.2 m hõljuvaine kihiga, sisaldas õlisid, aromaatsed ühendeid, fenooli ja PAH-sid.

Lähtuvalt objekti kasutamise pikaajalisusest eeldati, et on toimunud saasteainete migratsioon madalama tsooni settekihtidesse ja et väljapoole objekti piire on aset leidnud saasteainete oluline migratsioon.

Võttes aluseks põhjavee lasuvussügavuse, põhjavett kandvate kihtide veeläbilaskvust, poorsust ja objektil mõõdistatud hüdraulilist langust arvutati lahustunud aineid ja eraldumisfaasis tooteid sisaldava põhjavee adveksioonitransport, mis antud vesikonnahorisondil kõigub 2-20 meetrini aastas. Eeldati ka, et pärast 29-aastast objekti kasutamist on adveksioonitransport kallakul objektist lääne suunas(?) jõudnud 500 meetri kaugusele objekti piiridest ja tõenäoliselt ka 500 meetri ulatuses kogu objekti ümbruses.

Uuringu tulemused näitasid, et objekt on saastatud ja et põhjavesi objekti piires on saastatud samade petrooleum-süsivesinikega mis pinnaski. Kogu objekti ulatuses täheldati pinnases eraldusfaasis tooteid, ka võis visuaalselt eraldada nähtavaid masuudi- ja õlilaike. Samuti oli õliläige nähtav puuraukudes.

1996.a. terminaali puhastusseadmete alal teostatud geoloogiliste uurimiste ajal täheldati pinnase reostumist naftaproduktidaga. Samuti võis fikseerida tugevat kütuse lõhna 1998.a. septembris kontrollkaevude (TW-1, 3, 4, 5 ja 7) vees veetasemete mõõtmisel, kusjuures TW-7 puhul võis ära märkida üle 2 cm õlikihi olemasolu vee peal. Keskkonnaministeeriumi laboris läbiviidud analüüsid näitasid tüüpiliste kütteainete märkimisväärset kontsentratsiooni pinnases (aromaatsed süsivesinikud, PAH-d ja fenoolid). 41-st analüüsitud mullaproovist sisaldasid 37 suurel hulgal petrooleum-süsivesinikke. Objektile paigaldatud seitsmest kontrollkaevust kuues oli

suur õlisisaldus ja palju aromaatseid ühendeid, viies kaevus kõrge benseeni kontsentratsioon ja PAH-de sisaldus, neljas kaevus avastati fenoole.

Kokkuvõtlikult tõdeti AS E-Konsult poolt teostatud uurimuses, et uuritud territooriumil on keskkonnakahjustused aset leidnud pidevalt alates objekti ehitamisest ja jätkunud kogu objekti müügile eelnenud perioodil.

6. Keskkonnariski vähendavad tööd viimasel ajal

“Heitvee veekogusse juhtimise nõuded”, kinnitatud Vabariigi Valitsuse 15.12.1994.a. määrusega nr. 464 punkt 5 määrab: Naftasaaduste töötlemise, laadimise, veo ja turustamisega tegelevad ettevõtted peavad puhastama tehnoloogilise, sade- ja drenaaživee enne veekogusse juhtimist nii, et naftasaaduste kontsentratsioon veekogusse juhitas heitvees ei ületaks 5.0 mg/l ning kadu töödeldud naftasaaduste ühe tonni kohta ei oleks suurem kui 3.0 g.

AS E-Konsult firmalt tellitud keskkondliku baasuuringu (1997.a.) kõrval on Tartu Terminaali juhtkonna poolt juba mitme aasta jooksul astunud ka rida samme keskkonnaseisundi parandamiseks.

Esmaselt on terminaali ja puhastuskompleksi territooriumilt ära viidud kõik mittevajalik ja vana inventar, kõrvaldatud on kasutusel mitteolevad torud ja juhtmed. Samuti on koristatud tugevalt reostunud pinnas mahutite paiknemise ja ka varem toimunud kütuselekete kohalt. Käibel olevate seadmete ja mahutite juures on uuendatud ja parandatud ventiile, et vähendada uue reostumise tekke võimalusi. On asutud mahutite uuendamisele ja remontimisele, millega oluliselt väheneb pinnase, pinnavee ja põhjavee reostumise oht.

Kogu territooriumi ulatuses on korrastatud pinnavee kogumissüsteeme.

Olmereoveed, mis varem läbisid septikuna töötava reoveepuhasti ja siis suunati koos sade- ja tehnoloogilise tekkega heitveega, millised läbisid settebasseini ja lahtise õlipüünise, Amme jõkke suunduvasse tuletõrjevee kanalisse on nüüd suunatud 1997.a. rajatud biopuhastisse. Vajaduse korral saab sellele kraavile kiiresti rajada täiendavaid tõkkeid võimaliku õlireostuse korral, takistamaks selle sattumist jõkke. Naftaproduktidega reostunud pinnavee puhastamiseks on ehitatud täiendav separaator. Uuele separaatorile eelnev vana separaator on puhastatud vanadest naftaproduktidest. Kuna uus pinnavee puhastussüsteem ei vaja puitlaastu filtreid on lõpetatud filtrite põletamine.

Kogu territooriumi maa-ala on korrastatud ja on asutud haljastuse rajamisele.

7. Pinnase puhastamise võimalused

Pinnase puhastamise võimalusi on näidatud tabelis 4. Tabel pärineb AS Maves tööst “Eesti reostunud alade koondkataloog ja kaart. Tsiviilobjektid”. Uurimistöö on tehtud Eesti keskkonnaministeeriumi tellimusel 1995.a. ja kasutamiseks on küsitud luba AS Maves.

AS EcoPro on kasutanud reostunud pinnaste puhastamiseks mitmeid meetodeid.

Pinnase puhastamisel bioventilatsiooni meetodil hinnatakse maksumuseks ligikaudu 400 kr/m³, komposteerimisega 500 kr/m³ ja põletamisega 700 ... 800 kr/m³.

Tabel 4. Pinnase puhastamise võimalused.

Tüüp/ Maksumus (USD/m ³)	Eelised	Puudused
1	2	3
Pinnase agrotehniline töötlemine Maksumus 39...118 USD/m³	Kasutatakse pinnase <i>in situ</i> (ilma pinnase teisaldamiseta) või <i>ex situ</i> (pinnase teisaldamisega) töötlemisel sõltuvalt peale heitainete sisalduse ka pinnase tüübist Pinnase töötlemisel väikeses mahus jääk-heitainete (kosubstraatide) voog genereeritav Mõningate naftaproduktide (bensiin, diiselselkütus) efektiivse töötlemise pikk ajalugu Kasutatakse pinnase pesu või bioläga töötlemisel järelpuhastusmeetodina	Mõõdukas heitainete (näit. naftaproduktide lagunemise kiirus) destruktsiooni efektiivsus on sõltuv reostuse astmest Teiste bioloogiliste töötlemistega võrreldes pikk biodegradatsioon (bioloogilise lagunemise) aeg <i>In situ</i> (kohapealne) bioloogiline töötlemine on praktiline ainult juhul, kui reostus on 80 cm ulatuses maapinnast Heitainete biodegradatsiooniks (bioloogiliseks lagundamiseks) vajatakse suhteliselt suurt reostatud pinnase töötlemise väljakut
Pinnase bioventilatsioon Maksumus 65...157 USD/m³	Suurepärane meetod lenduvate ühendite kõrvaldamiseks pinnasest Mitteoluliselt puhastusefekt sõltuv gaasilistest heitainete voogudest peale bioventilleerimist Mõõdukas biodegradatsiooni aeg Kasutatakse <i>in situ</i> või <i>ex situ</i> pinnase töötlemisel sõltuvalt heitainete iseloomust ja pinnase tüübist	Uduga (veeaur õhus) bioventilleerimine, kasutades üheaegselt adsorgendina aktiivsütt, on kulukas meetod lenduvate heitainete suurte kontsentratsioonide korral Bioventilleerimisel tüüpiliselt on vajalik õhu olemasolu (vajalik sobiv pinnase poorsus)
Pinnase töötlemine bioreaktorites Maksumus 196...327 USD/m³	Suureneb mõningate heitainete eraldumise efektiivsus pinnasest Heitainete suur destruktsiooni kiirus Pinnase suhteliselt kiire töötlemise aeg	Kõrged bioreaktorite montaažhi ja demontaažhi (tööde alustamise ja lõpetamise kulud) maksumused väikeste puhastusprojektide korral Pinnase ettevalmistamine biodegradatsiooniks suurendab antud meetodi maksumust Bioloogiliselt töödeldud pinnasest tuleb eraldada liigne vesi Tööstuslik biodegradatsiooni kasutamine on alles majanduslikult tasuv teaduse uuemaid saavutusi kasutades

Vesikeskkondade puhastamise juures tuleb eraldada kahte eesmärki:

1. Kahjulike/toksiliste ainete kontsentratsioonide alandamine teatud piirini (keskkonnaseisundile kehtestatud standardile);
2. Kahjulike/toksiliste ainete täielik eemaldamine.

Tabel 5. Põhja- ja pinnavee puhastamise orienteeruvad maksumused

REMEDIATSIOONI STRATEEGIA	PÕHJAVEE PUHASTAMISE MAKSUMUS
Reostuse lokaliseerimine <i>/ contaminant containment</i>	ca 1 000...100 000 USD/ha
Reostuse kohapealne kõrvaldamine <i>/ contaminant removal</i>	100 000 USD/ha
Reostuse destruktureerimine <i>/ contaminant destruction</i>	18,5...250 USD/m3

Pinnase puhastamine komposteerimisega aunades eeldab pinnase väljakaevamist ja töötava terminaali korral on tehniliselt väga raske.

Bioreaktorite kasutamine eeldab sammuti pinnase väljakaevamist.

Pinnase puhastamine aretatud bakteritega puuraukudes meie kliimatingimustes on kaheldav ja puhastusefekt väike.

Bioventilatsiooni teostamine töötava terminali korral on tehniliselt keerukas ja risk lõhkuda olulisi kommunikatsioone suur. Bioventilatsiooni rakendamist segab pinnase väike poorsus.

8. Riskid keskkonnale

Lähtudes erinevatest kasutustest ja geoloogilisest ehitusest territooriumi põhja- ja lõunaosas on vaadeldud keskkonnariske vastavates territooriumi osades eraldi.

Esitatavas töös ei ole käsitletud õhureostusega kaasnevaid riske.

8.1. Põhjaosa

Territooriumi põhjaosas on keskdevoni põhjavee lade suhteliselt hästi kaitstud, kuna enam kui 5 m sügavusel paikneval liivakivil lasub paks moreeni kiht. Põhjavee kõrge veeseisu korral on võimalik reostuse sattumine pinnaveega Amme jõkke pinnavee kogumissüsteemide kaudu. Ohtu on vähendanud oluliselt pinnavee kogumissüsteemide korrastamine, vana separaatori korrastamine ja uue separaatori ehitus. Reostus ei kujuta otsest ohtu ümbritsevale keskkonnale.

8.2. Lõunaosa

Keskdevoni põhjaveekiht on nõrgalt kaitstud, kuna liivakivi lasuvussügavus on siin väike. Liivakivil lasuvad moreen-, liiv- ja kruusalasundid on naftaproduktidega reostunud ning ilmselt on reostunud ka keskdevoni põhjaveekihi ülemine osa. Kuna puhastusseadmete ala jääb Amme jõe oru nõlvale, siis toimub siin põhjavee väljakiildumine. Eksisteerib reaalne oht reostuse olulisest jõudmisest Amme jõkke põhjavee väljakiildumisel tuletõrjevee juurdevoolukanali ja kraavi kaudu. See on otsene oht keskkonnale ja sellega võivad kaasneda erinevad sanktsioonid ja trahvid ettevõttele.

9. Saneerimisprogramm

Otstarbekas on käsitleda eraldi kahte terminaali osa: põhjaosa – terminal ja lõunaosa – puhastikompleks.

Tulenevalt uurimistest on nende alade geoloogiline ehitus, hüdrogeoloogilised tingimused ja keskkonnariskid oluliselt erinevad.

Pinnase puhastamise võimalusi ja puhastamise ühiku hindu on käsitletud 7 peatükis.

Uurimiste materjalid on puudulikud puhastamist vajava pinnase mahtude arvutamiseks.

Võib eeldada, et põhjaosas vajab puhastamist ligikaudu 50 000 m³ pinnast. Sellest tulenevalt võib pinnase puhastus komposteerimise, bioventilatsiooni või põletamise meetodil maksta 20 ... 32 milj. krooni. Vastavate meetodite kasutamise raskustele töötava terminaali korral on juhitud tähelepanu eelpool.

Terminaali lõunaosas võib eeldada, et reostunud on 12 500 m³ pinnast. Sellest tulenevalt võib pinnase puhastus komposteerimise, bioventilatsiooni või põletamise meetodil maksta 5 ... 10 milj. krooni.

Arvestades territooriumi hüdrogeoloogilisi tingimusi ja keskkonnaniske pakume järgnevalt eelpool toodud pinnase puhastamise meetoditest erineva probleemi lahenduse võimaluse.

Oluline on olemasoleva olukorra parendamine ja praeguse tootmisega kaasnevate keskkonnaniskide vähendamine. Seega tuleks olulist tähelepanu pöörata akuutsete keskkonnaniskide vähendamisele terminaali territooriumil ja ka transpordiriskide vähendamisele. See tähendaks eelkõige laadimispunktide, mahutite, torustike, ventiilide, pinnavee ärajuhtimissüsteemide, puhastuskomplekside jätkuvat korrastamist, uuendamist ja vastavat kaadri väljaõpet.

Akuutse reostuse minimeerimine loob võimaluse looduslike puhastusprotsesside tulemusel vana reostuse areaali vähenemiseks. Vastav puhastusprotsess võib olla märkimisväärne, nagu näitavad vanade N.Liidu tugevalt naftaproduktidega reostunud objektide uurimised. Tehniliste abinõudega on võimalik seda protsessi veelgi kiirendada.

9.1. Põhjaosa

Tuleb jätkata territooriumi puhastamist, korrastada jõudumööda kõik olemasolevad süsteemid: ventiilid, mahutid, überpumpamise kohad, torujuhtmed jne.

Reostunud pinnasevesi juhtida maaaluste kuivendajatega (drenaažiga) pinnavee süsteemi, milline vesi puhastatakse separaatoris. Seega soodustatakse pinnase puhastumist läbipesemisega. Kõrge pinnasevee perioodidel tõusevad veepinnal kuivendustsooni ka naftaproduktid. Paranevad pinnase aeratsioonitingimused ja soodustatakse bakterioloogilist puhastust.

Võimaluse korral aereerida pinnas künniga.

Eeldab täiendavate kuivendajate projekteerimist, ehitust.

Probleemiks on mahutite vahetu ümbrus kaitsetammide vahel.

9.2. Lõunaosa

Arvestades puhastite ümbruse reostuse oluliselt suuremat riski ja ohtu Amme jõe le tuleks rakendada radikaalsemaid abinõusid reostunud pinnase ja põhjavee puhastamiseks.

Tuleb likvideerida vanast (mahutist) separaatorist, mille isoleeritus pole selge, masuudi ja õlide jäägid.

Puhastada tuletõrjevee juurdevoolukanal, kuhu ilmselt on settinud oluliselt vanu naftaproduktide jääke. Arvestada tuleb, et puhastamine sisaldab olulisi riske keskkonnale ning tegemist on tulekustutuse seisukohalt olulise veejuhtmega.

Jätta esialgu varematal aegadel territooriumist väljapoole maetud reostus (kasutamata biotiigi juures) puutumata ja selle probleemi juurde tagasi tulla siis kui terminaali otsene territoorium on puhas, kõik süsteemid töötavad laitmatult või ilmnevad täiendavad andmed selle kolde ohtude kohta.

Et luua võimalikult suur põhjavee alandus puhastite territooriumile on vaja luua veekogumissüsteem (drenaaž) kuni devoni liivakivideni ning pumbata-suunata kogu kogutud reostunud vesi puhastisse (separaatorisse).

Vajalik on kaaluda separaatori äravoolukanali viimist torusse, vähemalt tema ülemises osas.

Veekogumissüsteem ja juurdevoolu kanali puhastus on tingimata vajalikud projekteerida, kuna vastavate meetmete rakendamine sisaldab suhteliselt suurt riski keskkonnale (Amme jõele).

Põhja- ja lõunaosa veekogumissüsteemide projekteerimine ja uurimine võib maksta 50 000 ... 60 000 krooni. Ehitusmaksumust enne projekteerimist on raske prognoosida.

10. Seire

Otstarbekas on alustada põhja- ja pinnavee seirega olemasolevates vaatluskaevudes, veejuhtmetes jälgimaks reostuse edasist kulgu.

Kaaluda vaatluskaevu 6 vaatluskaevu sulgemist (loob võimaluse erinevate veekihtide segunemiseks ja seega soodustab reostuse levikut).