

Airsparging og vakuumventilation fra vandrette boringer på Drejøgade 3-5 : Statusrapport 1

Lisbeth Walsted og Anders G. Christensen

NIRAS

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

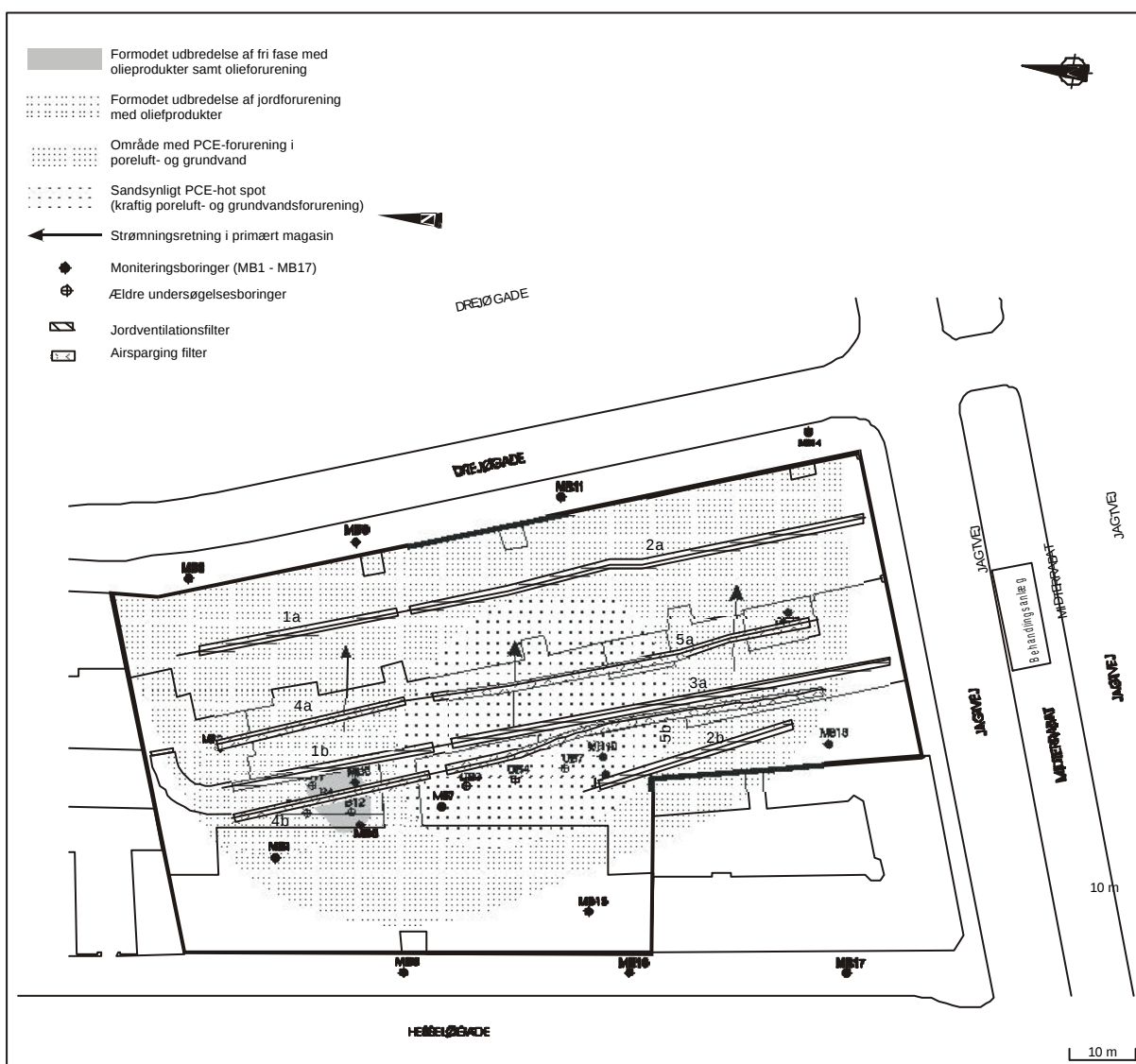
1	Indledning	5
2	Vakuumentilation	7
2.1	Omfang af drift og monitorering	7
2.2	Koncentration af chlorerede opløsningsmidler hhv. oliekomponenter i ekstraheret poreluft	9
2.3	Massefjernelse og fjernelsesrater	10
2.4	Luftflow	11
2.5	Emmissionskrav	12
3	Moniteringsboringer	15
3.1	Omfang af monitoreringen	15
3.2	Koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler hhv. oliekomponenter i poreluften	16
3.3	Vakuumbredelse	16
3.4	Strømnings- og potentialeforhold	17
3.5	Pejling af fri fase produkt	17
4	Vurdering af hidtidige oprensingsforløb	19
4.1	Samlet massefjernelse fra umættet zone	19
4.2	Vurdering af afværgetiltaget	19
5	Videre driftsforløb	21
6	Referencer	21

Appendix

- Appendix 2.1 Monitoringskema – behandlingsanlæg
- Appendix 2.2 Koncentration af PCE, TCE og oliekomponenter
- Appendix 2.3 Akkumuleret massefjernelse fra sydlige henholdsvis nordlige forureningsområde
- Appendix 2.4 Akkumuleret massefjernelse på depotet
- Appendix 2.5 Fjernelsesrate på sydlige henholdsvis nordlige forureningsområde
- Appendix 2.6 Samlet fjernelsesrate på depotet
- Appendix 2.7 Ekstraheret poreluftmængde fra hvert SVE-filter
- Appendix 2.8 Koncentration og luftflow fra de i alt 5 SVE-filtre
- Appendix 3.1 Monitoringskemaer – feltmålinger
- Appendix 3.2 Koncentration af PCE, TCE og oliekomponenter
- Appendix 3.3 Vakuumbredelse i 3 niveauer i umættet zone
- Appendix 3.4 Strømnings- og potentialeforhold

1 Indledning

Som baggrund for vurderingen af oprensningen på affaldsdepot nr. 101-116, Drejøgade 3-5, er nærværende rapport vedrørende drift og monitoring udarbejdet. Rapporteringen omfatter perioden fra afværgetiltagets opstart den 16.03.1998 og frem til 03.11.1998, og udgør således den første af i alt 3-4 driftsrapporter, som i afværgeprojektets 2-årige levetid forventes at blive publiceret. I den aktuelle periode har kun vakuumventilationsdelen været i drift, for isoleret at kunne vurdere oprensningseffekten af vakuumventilationsenholdsvis airspargingsdelen.



Figur 1.1

Situationsplan - afværgetiltag og forureningsudbredelse/Ref. 1/

Teknologiudviklingsprojekt

Afværgeprojektet, som har status som Teknologiudviklingsprojekt, jf. /ref. 1/, udgøres af i alt 5 jordventilationsfiltre henholdsvis 4 airspargingfiltre samt tilhørende behandlingsanlæg for oprensning af ekstraheret poreluft. Alle filtre er monteret som horisontale filtre, ved retningstyret underboringsteknik. Situationsplan for afværgeanlægget samt det overordnede forurenings-billede fremgår af figur 1.1, mens figur 1.2 på følgende side viser procesdiagram for behandlingsanlæggets vakuumventilationsdel, incl. op-bygning af målestationen, hvor en GC'er on-line analyserer på den ekstraherede poreluft. For detaljeret beskrivelse af forureningssituationen samt anlægsdesign henvises til /ref. 1/.

Drift og monitoring

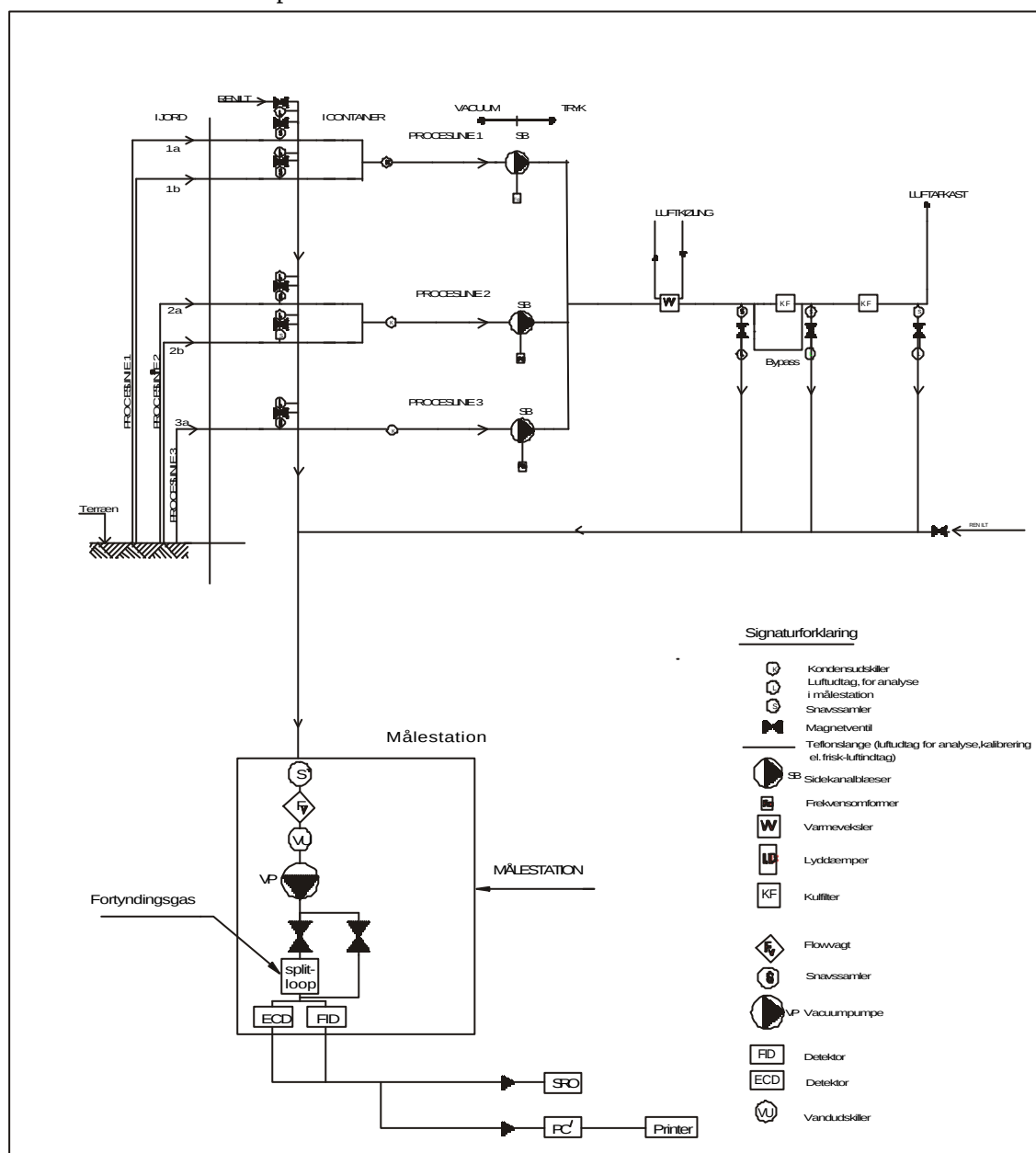
Drift og monitoring på behandlingsanlægget er udført i henhold til for-skrifter i /ref. 1, afsnit 4.4.1/, mens monitoring i de i alt 17 monitorings-boringer er udført i henhold til forskrifter i /ref. 1, afsnit 4.4.2 (grund-vandsmonitoring) henholdsvis afsnit 4.4.3 (poreluftmonitoring)/.

I det hidtidige driftsforløb har der været væsentlige driftsforstyrrelser med en samlet varighed på godt 30 døgn. Driftsforstyrrelserne har væsentligst været betinget af udførte optimeringstiltag på målestationen (GC'en), samt stop i forbindelse med udførte kulskifte. I forbindelse med opstarten blev der ligeledes konstateret vand i SVE-filtrene, hvilket forårsagede kortvarigt stop i forbindelse med installation af nye og længere prøveudtagningsstutse for poreluft ved hver af de 5 SVE-proceslinier.

2 Vakuumventilation

2.1 Omfang af drift og monitoring

Behandlingsanlægget har i hele perioden været drevet udelukkende med vakuumventilationsdelen, jf. figur 1.2, dvs. drift af i alt 5 filtre, efterfølgende benævnt SVE-filtre. Grundet anlægstekniske problemer blev SVE-filter 2a dog først opstartet den 15/5 1998.



Figur 1.2

Procesdiagram, vakuumventilationsdelen med tilhørende målestation/Ref.1/

Moniteringen har omfattet følgende:

Registrering

- **Registrering:**
Registrering af driftsdata udføres dels on-line, dels ved manuel aflæsning i forbindelse med tilsynsbesøg. Omfang af registrering ved de 2 former er anført i det følgende:

On-line registrering

On-line registrering: Flow (aktuelt/akkumuleret før 1. kulfilter), rumtemperatur, GC-analysedata, aktuel frekvens for hver frekvensomformer, køling af varmeveksler og container samt strømforbrug (aktuelt/akkumuleret). Ligeledes registreres diverse alarmer i tilfælde af høj vandstand i vandudskillere, motorstop, høj koncentration i luftafkast, GC-nedbrud, høj rumtemperatur i container eller kølet luft fra varmeveksler, for højt tryk før kulfiltere, strømudfald m.v.

Registrering ved tilsyn

Registrering ved tilsyn: Flow (aktuelt/akkumuleret), vakuum, temperatur samt aktuel frekvens for hver frekvensomformer opkoblet til vakuumbleser. Før, imellem og efter de 2 serieforbundne kulfiltere registreres også tryk og temperatur. El-forbrug er ligeledes aflæst, ligesom der lejlighedsvist er registreret tryk i gasflaskerne tilkoblet GC'en, for herved at kunne vurdere tidspunkt for skift af gasflasker. I appendix 2.1 er vedlagt eksempel på det tilsynsskema som udfyldes ved tilsyn.

- **Feltmålinger:**
Poreluftprøver er udtaget fra hver af de 5 SVE-filtre samt før, imellem og efter de 2 serieforbundne kulfiltere, for måling af totalindhold af flygtige kulbrinter ved PID (10,2 eV). O₂, CO₂ og CH₄ er ligeledes målt, dog kun ved de 5 SVE-filtre og kun i perioden efter 29/5 1998.
- **Analyser:**
I driftsforløbet var det påregnet, at analyse af ekstraheret poreluft fra SVE-filtrene samt før, imellem og efter 2 serieforbundne kulfiltere, helt overvejende skulle udføres ved on-lineanalyse på GC'en. Men siden opstarten og frem til oktober 1998 har driftsansvarlige entreprenør haft store problemer med at levere pålidelige GC-data. Ved opstart viste det sig, at GC-data var fejlbehæftet i uacceptabel størrelse, grundet afsmitning af tungere oliekomponenter, som "hang" på rørvæggene på strækningen fra prøveudtagningspunkter (i alt 8 stk) og frem til GC'en. Dette problem er senere søgt løst ved at flytte alle prøveudtagspunkterne tæt hen til GC'er, kombineret med at den afkortede rørstreng fra prøveudtagspunkterne og til GC'er nu opvarmes til 200°C i 9 min. før temperaturen over de følgende 9 min. sænkes til 100°C, for så herefter at udtage poreluftprøven for GC-analyse. Med denne rutine indarbejdet er afsmitningen fra tungere komponenter minimeret væsentligt. For yderligere at optimere GC-driften udføres hyppig kalibrering for at reducere den observerede tendens til "0-punktsafvigelse", hvilket tidligere har medført fejlagtig måling af voksende koncentration af chlorerede opløsningsmidler (overvejende PCE) som funktion af driftstiden.

Endelig har der i driftsperioden været flere GC-nedbrud, overvejende på grund af at gasflasker med bæregas (N₂), standardgas henholdsvis fortyndingsgas (H₂) er løbet tør og kolonner herved brændt af.

På grund af de mange driftsproblemer med GC'en har bygherren set sig nødsaget til i hele perioden at udtage supplerende poreluftprøver til kulrør for at sikre tilstrækkelig dokumentation for oprensningen. Poreluftprøverne af 10 l er hos Miljø-Kemi, Galten, screenet ved GC/ECD- og GC/FID for indhold af chlorerede opløsningsmidler og olieprodukter. Olieprodukter, er i rapporten kvantificeret ved mineralsk terpentin /ref. 2, afsnit 6/ og indeholder ikke bidrag fra chlorerede kulbrinter. Der er i perioden udført i alt 9 analyserunder med udtag til kulrør. Ved 3 af disse runder er kulrør kun screenet ved FID-detektor (prøver udtaget den 19/6, 26/6 samt 1/10 1998). Alle poreluftsdata præsenteret i nærværende rapport er udelukkende baseret på data fra udtagne kulrør.

Problemer med on-line GC-analyse

Bygherren overvejer p.t. om on-line GC-analyse fremover helt skal udgå og erstattes med månedligt udtagne kulrørsdata, som understøttes af 2-4 månedlige PID-målerunder. Baseret på de hidtil indhentede driftserfaringer med GC'en kan det, uafhængig af GC'ens videre rolle i det aktuelle projekt, bestemmes ikke anbefales at der i lignende fremtidige projektsammenhænge installeres en GC'er .

2.2 Koncentration af chlorerede opløsningsmidler henholdsvis oliekomponenter i ekstraheret poreluft

I appendix 2.2 er vedlagt 5 figurer, der viser udviklingen i koncentrationen af chlorerede opløsningsmidler (PCE og TCE) henholdsvis oliekomponenter i den ekstraherede poreluft fra de 5 SVE-filtre. Filter 2a's forsinkede opstart var forårsaget af, at der under afsluttende smediearbejder blev "glemt" at fjerne en beskyttelseshætte , hvorved filtret kloggede til.

Af figurene fremgår, at poreluftskoncentrationerne efter maj 1998 generelt har været eksponentielt aftagende, med den største reduktion ind til ca. 14 døgn efter opstart. Denne tendens er dog mest udtalt for TCE, mens koncentrationsniveauerne for PCE og oliekomponenter generelt aftager med mindre hastighed. For SVE-filter 3a ses et atypisk forløb, idet koncentrationen af PCE over de sidste 2-3 måneder af driftsperioden reelt stiger.

Overordnet bemærkes, at højeste PCE- og TCE-koncentrationer generelt er målt i SVE-filtrene 2a, 2b og 3a, dvs. filtre som alle er placeret på den sydlige del af depotet, hvor der også forventes de højeste koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler (ca. 95% heraf udgøres af PCE).

3 filtre på sydlige del af depotet (2a, 2b og 3a)

Max./min. koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler og oliekomponenter i de 3 SVE-filtre på den sydlige del af depotet er målt til følgende:

	PCE (mg/m ³)		TCE (mg/m ³)		oliekomponenter (mg/m ³)	
Filter 2a	max.: 1,2	min.: 0,53	max.: <1	min.: i.p.	max.: 63	min.: 2,2
Filter 2b	max.: 1400	min.: 66	max.: 62	min.: 0,8	max.: 220	min.: 13,0
Filter 3a	max.: 730	min.: 30	max.: 27	min.: i.p.	max.: 87	min.: 11,0

i.p.: ikke påvist

Den lave max. værdi for PCE i filter 2a vurderes væsentligst at være forårsaget af, at dette filter er placeret i et område med et forventet lavt forureningsniveau.

2 filtre på nordlige del af depotet (1a og 1b)

De højeste koncentrationer af oliekomponenter er målt i filter 1a og 1b beliggende på depotets nordlige del, hvor også højeste oliekoncentrationer er forventet. Max./min. koncentrationer for oliekomponenter samt for chlorerede opløsningsmidler på denne del af depotet er målt til følgende:

	PCE (mg/m ³)		TCE (mg/m ³)		oliekomponenter (mg/m ³)	
Filter 1a	max.: 28	min.: 0,64	max.: 1,9	min.: i.p.	max.: 540	Min.: 61
Filter 1b	max.: 73	min.: 0,71	max.: 11	min.: i.p.	max.: 4300	Min.: 750

i.p.: Ikke påvist

Ved sammenligning af hidtil målte max-koncentrationer med forventede max-koncentrationer fastsat i designgrundlaget, jf. følgende tabel 2.1, ses at opnåede niveauer ligger en faktor 6-60 lavere end forventet. Dette forhold kan bl.a. skyldes at airsparging-delen endnu ikke er opstartet.

Forureningskomponent	Max. koncentration (mg/m ³)
PCE	20.000
TCE	1.000
oliekomponenter (ikke chlorerede kulbrinter)	25.000

Tabel 2.1 Designgrundlag. Max. koncentrationer forventet i forbindelse med drift af SVE-filtre./ref. 3/

I appendix 2.8 er vist en graf med registrerede koncentrationsniveauer for PCE og oliekomponenter før første kulfilter, dvs. et billed af det samlede forureningsniveau oprenset fra de i alt 5 SVE-filtre. Yderligere uddybning af oprensningseffekten i den umættede zone er beskrevet i afsnit 3.

2.3 Massefjernelse og fjernelsesrater

I appendix 2.3 er den akkumulerede massefjernelsen for chlorerede opløsningsmidler (PCE + TCE) og oliekomponenter på det sydlige henholdsvis nordlige forureningsområde præsenteret.

Massefjernelse

Af appendix 2.4 fremgår, at der i alt er fjernet ca. 135 kg chlorerede forbindelser, hvoraf PCE udgør ca. 96 %, henholdsvis i alt ca. 800 kg oliekomponenter, hvoraf ca. 100 % udgøres af et mineralsk terpentin-lignende olieprodukt.

Sammenfattende kan det konstateres, at ca. 80% (svarende til ca. 110 kg) af de chlorerede forbindelser er oprenset fra poreluften beliggende på depotets sydlige område og her væsentligst fra SVE-filter 2b og 3a, (i alt ca. 108 kg). Ca. 76% (svarende til ca. 610 kg) af olieforbindelserne er ekstraheret fra den nordlige del af depotet hvor væsentligste bidrag kommer fra SVE-filter 1b (i alt ca. 500 kg).

Før afværgetiltagets opstart var det på baggrund af udførte pumpetest /ref. 2/ vurderet, at der i den første 10 måneders driftsperiode kunne oprensnes 1000 -

1200 kg olieprodukter samt 500 - 700 kg chlorerede opløsningsmidler. Som baggrund for dette estimat var dog forudsat, at airspargingdelen blev indkoblet allerede 1 måned efter opstart, og at den samlede ydelse på SVE-filtrene ville have ligget på max. ca. 900 m³/h, mod de faktiske ca. 400 m³/h.

I det hidtidige oprensingsforløb er der udført i alt 4 kulsifte, svarende til at i alt 2080 kg aktive kul er opbrugt. I forbindelse med de seneste 3 udførte kulsifte er der fra det første af de 2 serieforbundne kulfiltre udtaget en blandprøve (100 ml) af mættede kul til analyse for indhold af chlorerede opløsningsmidler og oliekomponenter. Af analyseresultaterne fremgår, at mætningsgraden for oliekomponenter på de opbrugte kul har ligget på 28-33% - hvilket er i god overensstemmelse med den kalkulerede mængde olie fjernet (ca. 800 kg).

Fjernelsesrater

I appendix 2.5 er vist fjernelsesrater for PCE, TCE og oliekomponenter, for hvert SVE-filter, mens den samlede fjernelsesrate for alle 5 SVE-filtre er præsenteret i appendix 2.6. Af disse data fremgår, at fjernelsesraten på de enkelte SVE-filtre ved driftsperiodens afslutning generelt har stabiliseret sig, og nu ligger på ca. 145 g/h for den samlede oprensning, svarende til en daglig fjernelse af PCE + TCE på ca. 0,4 kg (rate på 15 g/h) henholdsvis ca. 3,1 kg oliekomponenter (rate på ca. 130 g/h). Der er ved denne betragtning forudsat et gennemsnitligt ekstraheret flow fra de i alt 5 SVE-filtre på 410 m³/h. I denne sammenhæng er der desuden set bort fra analysedata hidrørende fra d. 3/11 1998, idet der den 2/11 1998 blev udført kortvarig test af airsparging-filtrene, hvilket har influeret på dette datasæt, i form af urealistisk høje koncentrationsværdier i poreluften ekstraheret fra SVE-filtrene.

De nogenlunde stabile fjernelsesrater påvist ved driftperiodens slutning kunne indikere, at der som funktion af drifttiden er opstået diffusionsbegrænsninger i den umættede zone, kombineret med at forureningsniveauet i den umættede zone generelt er faldet. Ligeledes influerer det påførte vakuum og aktuelle flow også på fjernelsesratens størrelse. I det kommende driftsforløb vil de nævnte parametres indflydelse på oprensningseffekten blive nærmere vurderet.

Den største fjernelsesrate for chlorerede opløsningsmidler (PCE + TCE) er, jf. appendix 2.5, målt i filter 2b, hvor max./min.-rater på 73,1/6,01 g/h er fundet. For oliekomponenter er markant største fjernelsesrate påvist i filter 1b, her med max./min.-rater på 336,0/66,5 g/h.

Bortset fra i SVE-filter 2b er der ved driftsperiodens afslutning generelt målt højere fjernelsesrater for oliekomponenter i forhold til for chlorerede opløsningsmidler (PCE og TCE).

2.4 Luftflow

I appendix 2.7 er vist aktuelle ekstraherede poreluftmængder fra hvert SVE-filter. De præsenterede data er registreret ved tilsynsbesøg, og det bemærkes at ydelsen på de enkelte SVE-filtre i perioden frem til udgangen af maj måned, dvs. indtil ca. 70 døgn efter opstart, ændres. Ændringen må væsentligst tilskrives ændret formationsmodstand som funktion af drifttiden, da de i alt 3 vakuumblæsere opkoblet til SVE-filtrene har været drevet ved næsten fast frekvens i hele perioden.

Aktuelle poreluftmængder ekstraheret fra de 5 SVE-filtre

I appendix 2.8 er præsenteret 2 grafer, som viser aktuelle ekstraherede poreluftsmængde fra de 5 SVE-filtre. Graferne er optegnet dels på baggrund af tilsynsdata, dels på baggrund af on-line flowregistrering. Af grafen med plottede tilsynsdata fremgår, at det samlede ekstraherede flow frem til den 30/3 1998 (efter 14 døgn drift) har ligget på omkring 230 m³/h. Efter at SVE-filter 2a blev indkoblet, steg det samlede flow til ca. 400 m³/h.

Samlet ekstraheret poreluftmængde

I den hidtidige driftsperiode på ca. 200 døgn, hvor 30 driftsdøgn er modregnet pga. diverse driftsstop, er der ekstraheret i alt 1,79 mill. m³ poreluft, svarende til en timemiddel på ca. 370 m³/h. For sammenligning var det i forbindelse med fastlæggelse af designgrundlag for SVE-filtrene /ref. 1/ påregnet, at der fra de 5 SVE-filtre i alt skulle kunne ekstrahere max. ca. 900 m³/h.

Akkumulerede poreluftsmængder ekstraheret fra hvert SVE-filter fremgår af tabel 2.2 følgende side.

	Ekstraheret poreluft i alt (m ³)	Ekstraheret poreluft (m ³)
SVE-filter		
1a	314.317	I alt fra olieforurenede område (nord): 673.671
1b	359.354	
2a	302.361	I alt fra chl.opløsnings-middel-forurenede området (syd): 1.116.671
2b	435.280	
3a	379.030	
I alt, ekstraheret fra depotet pr. 03.11.1998		1.790.023

Tabel 2.2 Ekstraheret poreluftsmængder frem til 03.11.1998

2.5 Emmisionskrav

Som led i den overordnede styring af behandlingsanlægget er grænseværdier for emmision indarbejdet, således at anlægget automatisk stopper, hvis disse grænseværdier overskrides.

Gældende emmisionskrav for behandlingsanlægget er fastlagt ved at sammenholde resultatet af en gennemført "skorstensberegning" /ref. 5/ med anførte retningslinier i Luftvejledningen /ref. 4/.

Efter krav fra myndigheden, Miljøkontrollen, Københavns Kommune, har den laveste forekomne værdi for hver forureningskomponent herefter skullet udgøre emmisionskravet for behandlingsanlægget. Resultatet er vist i tabel 2.3.

Emmissionskrav

Forureningskomponent	Gældende emissionskrav for behandlingsanlæg	OML-Point beregning /ref. 5/	Retningslinier fra Luftvejledningen /ref. 4/ *)
PCE	5,0	10,2	5,0
TCE	5,0	40,82	5,0
Vinylklorid	2,04	2,04	5,0
Benzen	0,001	5,63	0,001
Xylener	100,0	102,0	100
Toluen	300,0	413,0	300

*) Luftvejledningens B-værdi (immisionskrav) er anført for Benzen. Øvrige værdier i denne kolonne repræsenterer vejledningens retningslinier for emissionskrav.

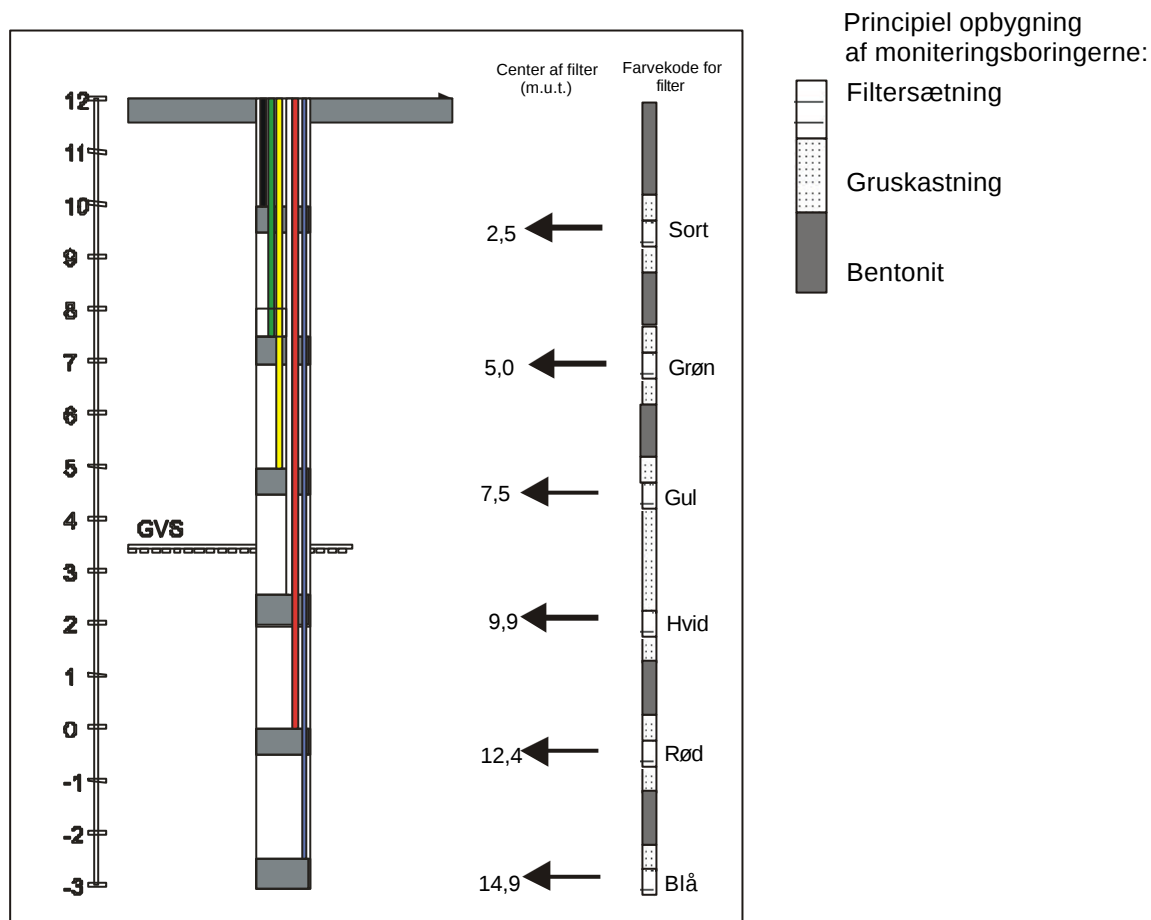
Tabel 2.3 Gældende emissionskrav (mg/ m³) for behandlingsanlægget

3 Monitoringsboringer

3.1 Omfang af monitoringen

Monitoringsboringer

I appendix 3.1 er vedlagt resultater af den gennemførte monitorering i de i alt 17 lodrette monitoringsboringer, hvis principopbygning fremgår af figur 3.1.



Figur 3
Opbygning af monitoringsboringer /Ref. 1/

Monitoringen har omfattet følgende:

Feltnmålinger

Feltnmålinger: Poreluftprøver er udtaget fra hver af monitoringsboringerne 3 filterniveauer placeret i den umættede zone, dvs. hhv. 2,5, 5,0 og 7,5 m.u.t. for måling af ilt, kuldioxid (CO_2) og methan (CH_4) samt totalindhold af flygtige kulbrinter ved PID (10,2 eV). I disse niveauer er ligeledes målt aktuelt vakuum. Desuden er der udført pejling af vandspejlsniveau i hver monitoringsboring, ligesom tykkelse af fri fase produkt er pejlet.

Analyser

Analyser: Poreluftsprøver er udtaget efter 10 min. renpumping og analyseret ved GC/FID for indhold af chlorerede opløsningsmidler, incl. nedbrydningsprodukter samt olieprodukter. Analyserne er udført hos MiljøKemi, Galten. Der er i denne fase ikke udtaget vandprøver. Dette udføres i næste monitoringsperiode, når airsparging-delen er blevet indkoblet.

3.2 Koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler hhv. oliekomponenter i poreluften

Koncentration for PCE, TCE og nedbrydningsprodukter

I appendix 3.2 er vedlagt 3 histogrammer, som viser udviklingen i koncentrationniveauet for PCE, TCE henholdsvis oliekomponenter i det første 4 måneders driftsforløb. Histogrammerne viser resultaterne fra i alt 3 filterniveauer i den umættede zones 3 filterniveauer (sort, grøn og gul, jf. figur 3.1). For hvert filterniveau er resultatet plottet med voksende monitoringsboringsnummer. Rådata er ligeledes vedlagt.

Af histogrammerne fremgår, at PCE er den dominerende forureningskomponent i den umættede zone, og kun i enkelte filtre er der konstateret TCE på sammenligneligt niveau, hvilket vurderes at skyldes nedbrydning af PCE til TCE. Nedbrydningsprodukter af TCE (dichlorethylen og vinylklorid) er kun påvist i koncentrationer op til ca. 3 mg/m³, og kun i området mellem karreerne, jf. figur 1.1, hvor PCE-koncentrationen er over 1000 mg/m³. Vinylklorid ses kun i områder, hvor der samtidig er et højt kulbrinteindhold, som forårsager kraftigt reducerede forhold i den umættede zone (anaerobe forhold) og dermed forventet nedbrydning af TCE til vinylklorid.

Den generelle påvisning af PCE i næsten samtlige filtre vurderes at være forårsaget af lokale kildeområder og en generel diffussiv spredning. Tilsyneladende sker kun en svag nedbrydning af PCE til TCE, mens videre nedbrydning til dichlorethylen og vinylklorid er relativt begrænset.

Koncentration af oliekomponenter

For oliekomponenter ses et område på den nordlige del af depotet med høje niveauer (> 100 mg/m³), lokalt over 5000 mg/m³. Den gennemsnitlige reduktion i den umættede zone er 88 % for PCE, 91 % for TCE og 91 % for oliekomponenter. Der er tydelige tegn på påvirkning fra den påviste terpenforurening i den umættede zone, samt den fri terpen på grundvandet. Der er endvidere tydelige tegn på biologisk aktivitet, idet der den 15/6 1998 er konstateret et reduceret iltindhold, forhøjet (CO₂)-indhold samt i et enkelt filter metan (CH₄), jf. appendix 3.1.

3.3 Vakuumbredelse

I appendix 3.3 er præsenteret 3 figurer, som afspejler vakuumbredelsen pr. 1/10 1998 i den umættede zone i niveauer placeret henholdsvis 2,5 m.u.t. (sort), 5,0 m.u.t. (grøn) og 7,5 m.u.t. (gul).

Vakuumbredelse

Som det fremgår heraf, er der under næsten hele depotet skabt et vakuum på over 1 mbar. Påvirkningsradius i den aktuelle driftssituation skønnes at være 10-15 m vinkelret på de horisontale SVE-filtre.

3.4 Strømnings- og potentialeforhold

Potentialeforhold

I appendix 3.4 er vedlagt en figur, som viser strømnings- og potentialeforhold pr. 1/10 1998. Ved sammenligning med tilsvarende data målt i marts 1998 /ref. 1, afsnit 6.1/ ses en generel vandspejlshævning på ca. 20 cm. Det øgede trykniveau vurderes væsentligst at være betinget af den ekstreme nedbør, som er faldet i efteråret 1998. Ligeledes er ”vandspejlshævningen” også forårsaget af de 5 SVE-filtres drift i perioden, hvor eksempelvis en målt vakuumudbredelse på 5 mbar svarer til en 5 cm vandspejlshævning.

Strømningsretning

Af figuren fremgår også at strømningsretningen er sydøstlig og har en gradient på ca. 2 ‰. Strømningsretningen har således ikke ændret sig væsentligt siden opstarten.

3.5 Pejling af fri fase produkt

Den 1/10 1998 er der udført pejling af fri fase produkt i tilgængelige monitoringsboringer. Resultatet fremgår af appendix 3.4, hvori der for sammenligning er indarbejdet tilsvarende peyledata udført før afværgetiltagets opstart den 17/2 1998.

Effekt af afværgetiltaget

Effekten af drift af vakuumventilationsdelen afspejles tydeligt i form af, at fri fase olieprodukt kun registreres i 2 boringer – nemlig i boring B4 og B11, som begge er placeret ved hot-spot for olieforureningen. Før opstart blev fri fase produkt konstateret i i alt 5 boringer – og da generelt i større tykkelse (op til 10 cm, mod max. 6 cm tykkelse ved udførte pejlerunde den 1/10 1998).

At produkttykkelsen samt udbredelsen af fri fase i grundvandszonen generelt er aftaget efter vakuumventilationens opstart, skyldes, at den fri olie er fordampet og/eller at fri olie er dykket pga. den generelle grundvandsstigning.

4 Vurdering af hidtidige oprensningsforløb

4.1 Samlet massefjernelse fra umættet zone

Massefjernelse

De estimerede forureningsmængder oprenset fra umættet zone i det hidtidige driftsforløb er anført i tabel 4.1. Tallene er udelukkende baseret på analyseresultater fra i alt 9 sæt kulrørdata.

	Samlet estimeret massefjernelse i perioden frem til 3/11 1998 (kg)	
	Chlorerede opløsningsmidler	oliekomponenter
Massefjernelse udført ved:		
Vakuumentilation fra 5 SVE-filtre	135	800
Tidligere fjernet ¹⁾	100	0
I alt pr. 03.11.1998	235	800

1) Fjernet ved udført vakuumtest i perioden 1.-9. april 1996 /ref. 2/

Tabel 4.1 Samlet estimeret massefjernelse – chlorerede opløsningsmidler og oliekomponenter

4.2 Vurdering af afværgetiltaget

Poreluftudskiftning

Med baggrund i data for ekstraheret poreluft fra depotet, jf. afsnit 2.4, er antallet af poreluftudskiftninger beregnes ud fra følgende forudsætninger:

Sydlig forureningsområde

Sydlig forureningsområde (SVE-filtre 2a, 2b og 3a)

Ventileret areal *ca.* 4.350 m²
Dybde af umættet zone *ca.* 4,5 m
Effektiv luftporøsitet 0,25

I alt, ekstraheret poreluftmængde 1.116.671 m³

Poreluftudskiftninger, sydlig forureningsområde: *ca.* 230 gange.

Nordlig forureningsområde

Nordlig forureningsområde (SVE-filtre 1a og 1b)

Ventileret areal *ca.* 2.650 m²
Dybde af umættet zone *ca.* 4,5 m
Effektiv luftporøsitet 0,25

I alt, ekstraheret poreluftmængde 673.671 m³

Poreluftudskiftninger, nordlig forureningsområde: *ca.* 230 gange.

I /ref. 1, afsnit 4.1.4/ er det nødvendige antal udskiftninger af porevolumenet inden for den forventede oprensingsperiode på 2 år estimeret til 1500 for det sydlige forureningsområde, henholdsvis 5000 for det nordlige. Begge estimater er relativt konservative og vil, baseret på indhentede erfaringer for lignende tiltag, formentlig være for høje i den konkrete sag. Det vurderes dog endnu for tidligt i oprensingsforløbet at forelægge reviderede størrelsesordener for det nødvendige antal poreluftsudskiftninger, da effekten af airspargingdelens drift endnu ikke er kendt.

*Samlet oprenset stof-
mængde*

Som anført i tidligere afsnit 4.1 er der til dags dato oprenset i alt ca. 235 kg PCE + TCE henholdsvis ca. 800 kg oliekomponenter. Til sammenligning er det tidligere vurderet /ref. 2/, at der i projektets samlede levetid skal oprenses i alt ca. 1000 kg PCE + TCE samt ca. 2000 kg olieprodukter fra depotets umættede og mættede zone.

Tidshorisont for oprensningen

Den oprindelige tidshorisont på 2 år vurderes for nærværende realistisk. Dog må resultaterne af den forestående indkobling af airspargingdelen over en driftsperiode på min. 4-6 mdr. nærmere verificere dette forhold.

5 Videre driftsforløb

Indkobling af airsparging-delen

Driftscyklussen for behandlingsanlægget påregnes ændret i november 1998, således at vakuumventilationsdelen drives ved kontinuerlig drift og med en samlet ydelse på ca. 400 m³/h. Samtidig hermed indkobles airsparging-delen, dvs. IAS-filtrene 4a, 4b, 5a og 5b, som drives kontinuerligt i ca. 1 måned. Ydelsen på IAS-filter 4a og 4b sættes til ca. 40 m³/h pr. filter, mens filtrene 5a og 5b drives ved ca. 60 m³/h pr. filter.

Omlægning af driften efter 1 måned

Efter ca. 1 måneds drift ændres driftscyklussen, således at airsparging-delen herefter drives ved pulserende driftsform med typisk 1-3 driftsperioder á 3-5 timer pr. døgn pr. airsparging-filter. Ydelsen på IAS-filter 4a og 4b bibeholdes på ca. 40 m³/h, mens IAS-filter 5a og 5b hver drives ved 100-200 m³/h. Samtidig øges vakuumventilationens samlede ydelse til ca. 600 m³/h. Vakuumventilationen drives fortsat ved kontinuerlig drift.

Optimeringstiltag

På baggrund af indkomne driftsdata vil der i det forestående driftsforløb løbende blive udført optimeringstiltag for at sikre en effektiv oprensning. Tiltagene vil bl.a. omfatte en vurdering af, om der i systemet er diffusionsbegrænsninger, som gør, at fjernelsesraten ikke øges liniært ved øget flow. Ligeledes vil optimeringen fokusere på, hvorledes airsparging-delen med start/stop injektion af atmosfærisk luft drives mest effektivt – således at kanalstrukturer etableres så jævnt som muligt i formationen, samtidig med at der forekommer en tilpas miksning af grundvandet omkring IAS-filtrene.

6 Referencer

- /Ref. 1/ Miljøstyrelsen og Københavns Kommune, Miljøkontrollen. "Teknologiudviklingsprojekt – Airsparging og vakuumventilation med vandrette borer", dateret marts 1999. Udarbejdet af NIRAS Rådgivende ingeniører og planlæggere A/S.
- /Ref. 2/ Københavns Kommune, Miljøkontrollen. "Skitseprojekt, Drejøgade 3-5, København. Datarapport for pilotforsøg med vakuumelekstraktion og airsparging", dateret maj 1996. Udarbejdet af Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S. Ikke publiceret.
- /Ref. 3/ Københavns Kommune, Miljøkontrollen. Udbudsgrundlag for behandlingsanlæg. "Entreprise E2 – Behandlingsanlæg, SAB og TAG", dateret 16. juli 1997. Udarbejdet af NNR. Ikke publiceret.
- /Ref. 4/ Vejledning fra Miljøstyrelsen. "Begrænsning af luftforurening fra virksomheder". Nr. 6, 1990.
- /Ref. 5/ PC-udgave af OML-punktkildemodel – OML-Point , ver. 2,0, Miljøstyrelsen 1996.

\\NR4_MS\VOL1\SAG\96\114.01\RAP\status1-MST.doc