

Københavns Amt

Lokalitets nr. 151-00015
Skovlunde Byvej 96A mfl.
Ballerup Kommune

Supplerende undersøgelser og revurdering
af afværgeanlæg

November 2006

Københavns Amt

Lokalitets nr. 151-15
Skovlunde Byvej 96A mfl.
Ballerup Kommune

Supplerende undersøgelser og revurdering af
afværgeanlæg

November 2006

Dokument nr. P-62639-A-01
Revision nr. 03
Udgivelsesdato 21. november. 2006
Udarbejdet JRL
Kontrolleret ATN/JAD
Godkendt JAD

Indholdsfortegnelse

1	Resume	3
2	Indledning	4
3	Tidligere undersøgelser	5
3.1	Undersøgelsesområdet	5
3.2	Historiske oplysninger, resume	6
3.3	Resultater, resume	7
4	Etablerede afværgeforanstaltninger	9
5	Feltaktiviteter	14
5.1	Besigtigelse	14
5.2	Poreluftmålinger, afgrænsning og kildeindkredsning	14
5.3	Poreluftforurening i dybere sandlag	14
5.4	Meteorologiske forhold	15
5.5	Ventilationstests og prøvepumpning i den umættede zone	15
5.6	Borearbejde	16
6	Resultater	21
6.1	Poreluft	21
6.2	Jordprøver	27
6.3	Vandprøver	31
6.4	Volumenoppumpning	33
7	Geologi og hydrogeologi	39
7.1	Geologi	39
7.2	Hydrogeologi	39
7.3	Grundvandsinteresser	41

8	Forureningsvurderinger	42
8.1	Poreluft, terrænnært	42
8.2	Poreluft, nedre umættede zone	44
8.3	Jordforurening	45
8.4	Forureningsmængder	48
8.5	Grundvand	49
8.6	Risikovurdering, grundvand	51
9	Revurdering af afværgeanlæg	53
9.1	Passiv ventilation	53
9.2	Pumpedræn og infiltrationsdræn	54
10	Konklusion	55
11	Referencer	57

Bilagsfortegnelse

Bilag 1	Ejendommens beliggenhed
Bilag 2	Situationsplan med gamle poreluftsonderinger
Bilag 3	Boreprofiler, gl. boringer
Bilag 4	Plan med boringer og afværgeandræn
Bilag 5	Fotos og tegninger af ventilationsboringer
Bilag 6	Fotos af pumpebrønd og installationer
Bilag 7	Resultater af poreluftsmålinger
Bilag 8	Meteorologiske data under måleperioden
Bilag 9	Ventilationstest, Resultater
Bilag 10	Prøvepumpning på poreluft
Bilag 11	Analyseresultater, kulrørsprøver
Bilag 12	Boreprofiler, nye boringer
Bilag 13	Analyserapporter, jord
Bilag 14	Analyserapporter, vand sekundært magasin
Bilag 15	Analyserapporter, vand primært magasin
Bilag 16	Analyserapporter, separationsoppumpning
Bilag 17	Indmålinger og pejlinger
Bilag 18	Vandspejlsfluktuationer under volumenoppumpning
Bilag 19	Vandprøver under volumenoppumpning, B203
Bilag 20	Prøvepumpningstolkninger
Bilag 21	Udbredelse af grundvandsforurening, sekundært magasin
Bilag 22	Udbredelse af grundvandsforurening, primært magasin
Bilag 23	Indledende JAGG-beregninger for PCE

1 Resume

På ejendommen Skovlunde Byvej 96A er der tidligere drevet renseri virksomhed fra 1960-1987. Aktiviteterne på virksomheden har medført en jord og grundvandsforurening med chlorerede forbindelser. Forureningen blev konstateret i 1991, /1/ og ejendommen blev kortlagt med depot nr. 151-15 af Københavns Amt i 1993, /2/.

På ejendommen er der tilbage i 2000 etableret afværgeforanstaltninger i form af passiv ventilation og afværgeoppumpning via pumpedræn.

Tidligere undersøgelser har dokumenteret en omfattende jord og grundvandsforurening forårsaget af spild af rensesvæske på terræn.

Denne undersøgelse efterviser, at der er tale om en omfattende grundvandsforurening, som udgør en risiko for grundvandsressourcen i området. Forureningen er skeloverskridende i betydende omfang til naboer i nr. 96, 96B, 94, 100 og formodentlig 102. Grundvandets strømningsretning er mod syd og forureningen udgør således ingen umiddelbar trussel mod de nærliggende vandindvindingsboringer mod nord.

Det er vurderet, at de etablerede afværgeforanstaltninger i 2000 ikke er tilstrækkelige til at sikre grundvandsressourcen. Effekten af den passive ventilation er ikke dokumenteret, men vurderes at være begrænset. Det vurderes at opsamling af poreluft på aktivt kul ikke fungerer efter hensigten. Endvidere overholder bortpumpet drænvand ikke udledningskrav stillet af Ballerup Kommune og slet ikke mere tidssvarende udledningskrav.

Der er udført et afværgeprogram med gennemgang af et antal mulige afværge-løsninger under de aktuelle forhold. Afværgeprogrammet er afrapporteret i en selvstændig rapport, /16/.

2 Indledning

På ejendommen Skovlunde Byvej 96A er der tidligere drevet renserivirksomhed fra 1960-1987. Aktiviteterne på virksomheden har medført en jord- og grundvandsforurening med chlorerede forbindelser. Forureningen blev konstateret i 1991, /1/ og ejendommen blev kortlagt med depotnr. 151-15 af Københavns Amt i 1993, /2/.

Fra 1997 til 1999 blev der udført jord- og grundvandsundersøgelser, /3-6/, som viste en omfattende jord- og grundvandsforurening med chlorerede forbindelser og totalkulbrinter på Skovlunde Byvej 96A samt naboejendommene.

På baggrund af disse undersøgelser blev der i 1999 etableret afværgeforanstaltninger i form af passiv ventilation i den umættede zone og oppumpning til kloak fra dræn udlagt i det sekundære grundvandsmagasin, /7-9/.

Københavns Amt ønsker undersøgt effekten af de igangsatte afværgeforanstaltninger samt en horisontal og vertikal afgrænsning af den aktuelle jord- og grundvandsforurening.

Københavns Amt har på baggrund af COWIs tilbud og undersøgelsesstrategi bedt COWI A/S om at udføre supplerende forureningsundersøgelser på ejendommen Skovlunde Byvej 96A mfl. i Ballerup samt en revurdering af de igangsatte afværgeforanstaltninger.

Formål

Formålet med denne jord- og grundvandsundersøgelse er at få identificeret det aktuelle omfang af jord- og grundvandsforureningen samt at få revurderet effekten af eksisterende afværgeforanstaltninger.

Undersøgelserne skal endvidere tilvejebringe grundlag for revidering af kortlægningen.

3 Tidligere undersøgelser

3.1 Undersøgelsesområdet

Undersøgelsesområdet er beliggende i et industri kvarter umiddelbart nord for Skovlunde Byvej (Ballerup Kommune) og omfatter flere ejendomme, da jord og grundvandsforureningen er skeloverskridende. Ejendommens beliggenhed er vist i bilag 1. På figur 1a er ejendomme og naboejendomme angivet.

- Skovlunde Byvej 96A Skovlunde Byvej 96A er den centrale ejendom, hvorfra forureningen er pågået. På ejendommen drives i dag snedkervirksomhed (Janus Olesen Aps). Ejendommen består af to bygninger (bygning I og II). Bygning II anvendes i dag som snedkerværksted. Bygning I anvendes i dag som lager i forbindelse med snedkervirksomheden. På figur 1b er ejendommen samt naboejendomme påført med angivelse af tidligere spildområde.
- Skovlunde Byvej 96 Umiddelbart nord for Skovlunde Byvej 96A (Bygning II) ligger Skovlunde Byvej 96, som ejes af entreprenørvirksomheden MTS. Bygningerne står tomme og der er tilsyneladende ingen aktiviteter på ejendommen.
- Der er adgang til denne ejendom fra Dyregårdsvej.
- Skovlunde Byvej 96B Syd for Skovlunde Byvej 96A ligger Skovlunde Byvej nr. 96B, hvorfra der drives autoværksted (Palms Auto).
- Skovlunde Byvej 100 Vest for Skovlunde Byvej 96A ligger Skovlunde Byvej 100 (Helge Lønhart). Her forhandles plastrør med tilbehør. Området, som grænser op til skel mod Skovlunde 96A, anvendes til oplag af plastrør mm. Denne ejendom er adskilt fra Skovlunde Byvej nr. 96A og B med trådhegn.
- Skovlunde Byvej 102 Yderligere vest for Skovlunde Byvej 100 ligger Dyregårdens Transformer station som ejes af NESAs. Der er tidligere udført forureningsundersøgelser på ejendommen /11,12/.
- Skovlunde Byvej 94 Øst for Skovlunde Byvej 96 ligger Skovlunde Byvej 94. På denne ejendom ligger en række små virksomheder. Skovlunde Byvej 94 er adskilt fra de øvrige ejendomme med et plankeværk. Der er indkørsel til adressen dels fra Dyregårdsvej og dels fra Skovlunde Byvej.

3.2 Historiske oplysninger, resume

Skovlunde Byvej 96A Der er tidligere udført en udførlig historisk redegørelse i 1998, som der i det følgende resumeres fra, /3,5/.

Der har været drevet renserivirksomhed i perioden 1960 til 1987, /5/. Der har formodentlig været anvendt tri- og tetrachlorethylen i renseprocessen. Renseriets har været placeret i den vestlige del af bygning II.

Der berettes fra tidligere ansatte, at der dagligt blev hældt ca. 150 l. renevæske ud af døren mod vest i det område, hvor der nu er opført et lager til snedker-virksomheden, /3/. Området er markeret på figur 1b.

Disse oplysninger giver med en antagelse om 200 arbejdsdage et potentielt årligt spild på 30.000 l renevæske. Da det endvidere vides, at der er tale om en driftsperiode på 27 år, er der tale om meget store potentielle spild med renevæske på ubefæstede arealer. Det er tidligere vurderet, at der kan være tale om årlige udhældte mængder på 3750 liter PCE-holdig væske, /3/.

Interview med tidligere medarbejdere indikerer, at der ligeledes har været anvendt terpentiner i renseprocessen, og der angiveligt skulle have været et terpen-tinlager vest for bygningen.

Grundejer på Skovlunde Byvej 96B (Palms Autoteknik) bekræfter historien om tømning af renevæske i det angivne område overfor COWI, samt at ejendommen fremstod i en miljømæssigt kritisabel tilstand med ukontrollabelt oplag af kemikalier mv.

Det fremgår endvidere af historikken, at der er etableret en faskine til bortledning af overfladevand. Faskinens dimensioner kendes ikke, og det vides ikke om faskinen stadig er i brug. Det oplyses endvidere, at begge bygninger er tilsluttet kloak tilbage i 1960.

Skovlunde Byvej
102

På Skovlunde Byvej 102 - ca. 100 m vest for spildstedet - ligger Dyregårdens Transformerstation, som ejes af NESAs. På denne ejendom har der tidligere været anvendt TCE og et PCE-holdigt produkt til rensning og rengøring af transformerne. De udførte undersøgelser viser en begrænset jord- og grundvandsforurening med chlorerede opløsningsmidler ved transformerne, som ikke vurderes at udgøre en grundvandsrisiko, /12,13/.

3.3 Resultater, resume

3.3.1 Poreluftsundersøgelser

Der blev udført 24 terrænnære poreluftsmålinger d. 19.-20. november 1997 til en dybde af ca. 0,4-0,8 m ut. Efterfølgende blev der udført yderligere 26 poreluftsmålinger primo februar 1998. Placeringen af poreluftsmålinger er vist på bilag 2.

Der blev påvist høje indhold med PCE på over 5000 mg/m³ under bygning II og umiddelbart nord og vest for bygning II, hvor de tidligere renseriaktiviteter lå. TCE blev påvist i koncentrationer svarende til ca. 1/10 af PCE. Der henvises til undersøgelserne for nøjere gennemgang af resultaterne, /3,4/.

I afsnit 7 foretages en sammenligning af de konstaterede indhold i 1997/1998 og de aktuelle indhold i december 2005.

3.3.2 Boringer

Der er tidligere udført en række boringer af flere omgange. De boringer, som der haves kendskab til, er listet i tabel 3.1, hvor der tillige er angivet boreddybde, filtersætning og det påviste forureningsindhold i jord og grundvand. Alle boringer er udført i perioden 1997-1999 og resultater herunder måling af fri fase er således fra perioden 1997-1999.

Borejournaler til disse boringer er vedlagt i bilag 3. Boringernes placering er vist på bilag 4 eller figur 5.

Tabel 3.1 Boringsoplysninger og påviste indhold. Den angivne jordforurening er den maximalt påviste i boringen. Boringerne markeret med grå er filtersat i det primære magasin. Boreprofiler er vedlagt i bilag 3. Analyseresultaterne er fra perioden 1997-1999.

Borings-nr.	Dybde	Jordforurening			Filterinterval	Vandforurening			Bemærkninger
	m	PCE [mg/kg TS]	TCE [mg/kg TS]	BTEXer [mg/kg TS]		m ut	PCE [µg/l]	TCE [µg/l]	
B11	6	43	0,5	i.p	1-3	38.000	6.640	220	
B12	4	360	2,0	i.p	2-4	135.000	6.770	40	12 cm fri fase, PCE
B13	5	28	12	i.p	2-4	3.110	920	3,3	
B14	5	700	13	spor	1,5-4,5	780	440	5,3	
B15	3	30	1,5	i.p	1,5-3,0	34.000	3.130	6,1	spor af fri fase, PCE
B16	4	13	i.p	i.p	3,5-4,0	34.000	1.520	2,5	spor af fri fase, PCE
B17	3,5	107	3,1	i.p	2,5-3,5	i.m	i.m	i.m	
B20	27	0,3	2,2	0,1-0,2	13-25	0,2	<0,2	<0,2	
B31	6	9,8	0,2	i.p	1-4	1.300	220	2,6	
B32	3,5	1,7	i.p	i.p	1-3	400	30	0,6	
B33	4	4,2			1,5-3,5	21.000	4.300	2,3	
B34	6	10,5			-				
B40, ø	17	i.m	i.m	i.m	12-13	4,1	<0,2	<0,2	
B40, n	17	i.m	i.m	i.m	16-17	<0,2	<0,2	<0,2	
B41	6	0,2	i.p	i.p	2-6	147	55	<0,2	
B42,ø	8	i.m	i.m	i.m	1,5-2,5	328	46	<0,2	
B42,n	8	i.m	i.m	i.m	7-8	56	9,8	<0,2	
B43,ø	17	10	i.p	i.p	12,5-14,5	156	23	<0,2	
B43,n	17	10	i.p	i.p	16-17	26	2,9	<0,2	
B44	8	2,1	i.p	i.p	6-7	i.m	i.m	i.m	
B50	4,5	?	?	?	?	?	?	?	
B51	15,5	i.m	i.m	i.m	9,5-10,5 2-13 9-15	i.m	i.m	i.m	
B54	15,5	0,25	0,0098	i.m	7,5-15,5				
B55	15,5	1084	1,4	i.m	7,5-15,5				
B56	15,5	i.m	i.m	i.m	7,5-15,5				
B57	15,5	i.p	0,0073	i.m	8,2-15,5				
B58	15,5	5,8	0,25	i.m	7,5-14,5				
B59	15,5	46	0,76	i.m	7,5-15,5				

4 Etablerede afværgeforanstaltninger

Anlægget blev inspiceret af COWI med Københavns Amts driftspersonale d. 21/2 2006.

4.1.1 Passiv ventilation

Anlægget med passiv ventilation omfatter 6 ventilationsboringer benævnt B54-B59, som er filtersat i den umættede zone fra ca. 8 til 12 á 13 m u.t. i det nedre sandlag. Filter- og blindrør består af ø63 mm PE-rør. Boring B54-B57 og B59 er endvidere filtersat i den mættede zone ned til ca. 15,5 m u.t.

Ved hver boring er placeret et kulfilter i en ø425 mm. plastbrønd med kørefast dæksel. Direkte oven på filterrøret er der monteret et kulfilter til rensning af luften. Brønden er forsynet med udluftning via svanehal. I bunden af filteret sidder en kontraklap, som kun tillader luften at strømme ud af boringen. Kontraklappen er ikke udskiftet i driftsperioden og det kunne ikke vurderes om den stadig har den tilsigtede effekt. Under kulfilteret er monteret to ø6 mm teflonslanger til luftprøveudtag. Disse teflonslanger er ikke afproppet, således passer luften uden om kulfilteret ved nuværende opstilling. Ligeledes er gevindsamlingen ikke forsynet med o-ringe eller pakninger, hvilket betyder at luft fra formationen kan passerer uden om kulfilteret.

Placering af ventilationsboringer fremgår af bilag 4. I bilag 5 er fotos af aktuelle forhold samt tegning af filterbestykning.

Stopkriteriet for den passive ventilation er fastsat til, at så længe der fjernes mere end 10 g chlorerede opløsningsmidler pr. år fra de 6 boringer, skal der fortsættes.

Opgørelsen af den fjernede mængde opløsningsmidler beregnes ud fra et samholdende værdier af flow og differenstryk i B59 i indkøringsfasen i 1999. Med målingerne for B59 som gennemsnit for de 6 passive ventilationsboringer blev der på 4 måneder i indkøringsperioden således filtreret 9.960 m³ luft, svarende til ca. 30.000 m³/år. Denne luftmængde er ikke siden verificeret og bør kontrolleres med målinger, således at den aktuelle effekt af anlægget kan dokumenteres.

COWI har kun kendskab til kulrørprøver i boring B59 under indkøringsperioden og i december 2005. Resultaterne fremgår af tabel 4.1. Yderligere monite-

ring på poreluft i den umættede zone i det primære magasin er ikke udført i driftsperioden.

Tabel 4.1 Moniteringsresultater for poreluft i B59.

mg/m ³	TCE	PCE	Cis-DCE	totalkulbrinter
November 1999	9	460	7,5	1,9
Januar 2000	5,5	160	4,4	30
Marts 2000	14	420	11	0,54
December 2005	14	420	14	0,54
Maj 2006 (COWI)	6,9	300	6,7	-

- ikke analyseret

Det ses af tabel 4.1 ikke er nogen målbar reduktion i koncentrationerne som fortsat er meget høje i B59. Som følge heraf er der stadig en meget høj massefjernelse, som tidligere er skønnet til 7-14 kg/år chlorerede opløsningsmidler, /9/. Såfremt det antages, at der filtreres ca. 30.000 m³ luft årligt fra de 6 boringer med koncentrationer som i B59, er massefjernelsen i 2005 ca. 15 kg chlorerede opløsningsmidler. PCE er klart den dominerende komponent.

Eftersom anlægget har kørt i godt 6 år, er der fjernet skønsmæssigt 90 kg chlorerede forbindelser med passiv ventilation. Denne værdi er tvivlsom og skønnes meget høj. Det er meget sandsynligt, at emissionerne ikke opfanges på aktivt kul som tilsigtet. Dvs. en stor del af forureningen emitteres til omgivelserne.

Der foretages skift af kulfilterne ca. 1 gang årligt, senest oktober 2005. Udskiftningen foretages manuelt på Københavns Amts værksted.

Delkonklusion

Der er tale om en lavteknologisk og vedligeholdelsesmæssigt let løsning, som drives af trykforskelle mellem formation og atmosfæren. Flow og koncentrationer i og uden for afværgeområdet har ikke været målt i driftsperioden. Som følge heraf er massefjernelsen og effekten af den passive ventilation meget usikker. Den høje massefjernelsesrate er ikke verificeret og skønnes tvivlsom.

Ved besigtigelsen blev det konstateret, at teflonslanger ikke er proppet af, samt at overgangen til filterørerne ikke er tætte. Langt den største del af luftemissionerne vurderes ikke at blive opsamlet på kulfilterne.

Det er uklart om kontraventilen har den ønskede effekt.

De sparsomme analyseresultater i den umættede zone, er utilstrækkelige til at vurdere om den tilsigtede oprensning i den umættede zone opnås.

4.1.2 Pumpedræn

Drænanlægget omfatter drænledninger på nord, syd og vestsiden af den tidligere renseribygning (Bygning nr. II) på en strækning på i alt ca. 59 m. Placeringen af drænet er indført i bilag 4 og ses tillige på figur 1. Fotos er vedlagt i bilag 6.

Pumpedrænet er etableret fra cirkulært borede gruber med retningsstyret underboring og er placeret ca. 5 m u.t. i moræneler. Der er anvendt ø63 mm PE-rør med gevindsamlinger og slidser. Drænene er efter etablering spulet rene.

Der er ved ende- og hjørnepunkter etableret rens mulighed med ø425 mm PVC-brønde. Placering af disse er vist på bilag 4 og er benævnt DB1 til DB6.

Vandet ledes til en ø1250 mm betonbrønd med fast bund (pumpebrønd på figur 8), hvorfra vandet pumpes til offentlig kloak. Pumpen er en Grundfos AP-30.50.09.3. Pumpen startes og stoppes afhængig af vandspejlsniveauet i brønden. Det aktuelle startniveau og stopniveau er henholdsvis 3,2 m u.t og 4,1 m u.t. Startniveauet blev i forbindelse med inspektionen justeret ned til 3,5 m u.t. for at opnå en større massefjernelse. Bunden af brønden blev pejlet til 5,35 m ut.

Vandet ledes via en ø75 mm PE 80, PN 6 ledning til offentlig kloak. Der er etableret en sløjfe med vandmåler og prøvetagningshane forinden udledning til kloak. Vandmåleren blev konstateret frostsprængt ved besigtigelsen. Frostsprængningen er sket primo 2006.

Vand fra tagedløb infiltreres i moræneleret for at undgå udtørring af hensyn til sætningsrisiko for bygningen. Samtidig herved opretholdes en høj infiltration gennem den forurenede zone til pumpedrænet. Drænet er udført som ø50 mm PVC ca. 1 m u.t. langs nord, syd og vestsiden. Effekten af dette infiltrationsdræn er ikke kontrolleret og tilkoblingen til tagedløbet kunne ikke inspiceres ved besigtigelsen.

Potentialet i drænsystemet ligger mellem 3,2-4,1 m u.t. I de nærliggende boringer filtersat i det øvre sekundære magasin ligger potentialet mellem 1,0 og 6,0 m u.t. Potentialet er tilsyneladende højest i boringerne tættes på infiltrationsdrænet, som f. eks. B111 og B108.

Moniteringsresultater Der er udtaget vandprøver fra pumpedrænet til analyse årligt siden start af afværgeforanstaltningerne. Der er ikke udtaget vandprøver af monitoringsboringer i sekundært magasin.

I nedenstående tabel 4.2 ses monitoringsresultaterne for udvalgte komponenter i pumpedrænet.

Tabel 4.2 Koncentrationer i pumpedræn i driftsperioden.

mg/l	TCE	PCE	Cis-DCE	Totalkulbrinter
Oktober- 2000	1,7	27,4	3,8	i.a
Oktober-2001	0,74	9,8	2,7	11
September-2002	i.a	i.a	5,7	i.a
Oktober-2003	2,0	30	2,2	11
November-2004	2,6	27	4,5	6,3
September-2005	3,4	55	3,8	3

Det ses af tabel 4.2, at der har været koncentrationer af PCE på mellem 10 og 55 mg/l med de højeste indhold målt 2005. Der er ikke tegn på reduktion i koncentrationerne, tværtimod er der en tendens til en stigning for både PCE og TCE, mens koncentrationsniveauet for cis-DCE virker stabil.

For total kulbrinterne er koncentrationerne svingende fra 11 mg/l ved opstart til 3 mg/l ved seneste analyse og der er således tale om en faldende tendens. Total kulbrinterne er domineret af c5-c10 fraktionen og er antageligt et petroleumprodukt.

På baggrund af antal pumpestarter er de bortpumpede vandmængder opgjort i nedenstående tabel 4.3. I samme tabel er massefjernelsen estimeret på baggrund af de påviste koncentrationer i tabel 4.2.

I beregningerne er koncentrationerne primo 2000 anvendt i 1999. For 2002 er gennemsnittet af koncentrationerne for årene før og efter anvendt.

Tabel 4.3 Bortledte vandmængder og samlet massefjernelse

	Vandmængder [m ³]	Massefjernelse [kg/år]			
		TCE	PCE	Cis-DCE	Totalkulbrinter
1999	6	0,010	0,164	0,023	0,059
2000	450	0,77	12,33	1,71	4,41
2001	190	0,14	1,86	0,51	2,09
2002	172	0,24	3,42	0,98	1,89
2003	128	0,26	13,50	0,28	1,4
2004	200	0,52	5,40	0,90	1,26
2005	200	0,68	11,00	0,76	0,60
Samlet (1999-2005)	1346	2,62	38,01	5,16	11,71
Gennemsnit(2000-2005)	224,3	0,44	6,34	0,86	1,95

Det ses, at der i alt er oppumpet ca. 1350 m³ vand over 6 år med et gennemsnit på ca. 224 m³/år.

Der er i løbet af de sidste 6 år opnået en massefjernelse af TCE, PCE og cis-DCE på ca. 46 kg i alt svarende til ca. 8 kg/år. Heraf udgør PCE langt den største del med ca. 38 kg og en årlig massefjernelse på ca. 6,3 kg.

For totalkulbrinter fås en tilsvarende massefjernelse på ca. 12 kg svarende til ca. 2 kg/år.

Udledningskrav

I udledningstilladelsen har Ballerup Kommune stillet følgende krav:

- Der må maksimalt udledes 5 m³ pr. døgn
- Der må maksimalt udledes 15g/døgn af chlorerede opløsningsmidler
- Der må maksimalt udledes oliekomponenter på 10 mg/l i gennemsnit på 3 målinger og 15 mg/l i enkeltværdi.

Det ses, at der ikke er problemer med at overholde kravet om vandmængder, idet der gennemsnitligt udledes under $1 \text{ m}^3/\text{døgn}$. De sidste to år er der udledt væsentlig under $1 \text{ m}^3/\text{døgn}$.

En massefjernelse på $15 \text{ g}/\text{døgn}$ svarer til ca. $5,5 \text{ kg}$ chlorerede forbindelser årligt. Denne værdi har været overskredet i alle årene med undtagelse af 2001. I 2005 var den samlede massefjernelse ca. $12,5 \text{ kg}/\text{år}$ svarende til ca. $34 \text{ g}/\text{døgn}$. Der er derfor aktuelt en overskridelse af udledningskriteriet med ca. en faktor 2.

Mht. totalkulbrinter viser de seneste analyser, at indholdet af totalkulbrinter er stabilt under grænsen på $10 \text{ mg}/\text{l}$.

De påviste stoffer hører under liste A stoffer og således synes udledningskravene meget lempelige i forhold til gældende krav $i/14/$.

Delkonklusion

Der er tale om et lavteknologisk og effektivt pumpedræn, der ikke kræver større tilsyn og vedligehold.

Anlæggets kapacitet er formodentlig væsentlig større end det aktuelt udnyttede. Udledningskrav, som synes meget lempelige, overholdes ikke.

Vandmåler og prøvetagningshane er ikke frostsikret. Vandmåler er frostsprængt og utæt. Dette bør udbedres snarest.

Der haves en dokumenteret massefjernelse på ca. $6 \text{ kg}/\text{år}$, og der ses ingen synlig oprensningseffekt. Tværtimod synes koncentrationerne at være svagt stigende.

Infiltrationsdræn

Fra den tidligere renseribygningens tagedløb er der etableret infiltrationsdræn i $\varnothing 50 \text{ mm PVC}$ ca. 1 m u.t. langs nord, syd og vest siden af bygningen. Ved kraftige regnskyl ledes regnvandet til afløb via gamle ledninger. Det vides ikke, hvor meget regnvand der infiltrerer, men med et tagareal på ca. 250 m^2 og en nedbør på $650 \text{ mm}/\text{år}$ fås en maksimal infiltration på ca. 165 m^3 årligt. Til sammenligning er der gennemsnitligt oppumpet ca. 224 m^3 årligt. Den årlige oppumpede mængde er således noget større end den vandmængde som antageligt infiltrerer i infiltrationsdrænet. Derved sikres at den infiltrerede mængde opsamles, og dermed bør der være en netto strømning til drænet i det sekundære magasin.

Monitering

Sideløbende med overvågning af passiv ventilation og pumpedrænet, monitoreres der i en række boringer i det primære magasin. Monitoringsresultater er gennemgået i afsnit 7.

5 Feltaktiviteter

5.1 Besigtigelse

Ejendommen blev besigtiget d. 15. november 2005 af COWI umiddelbart inden opstart af poreluftssonderinger for at tilrettelægge og optimere feltarbejdet. Under besigtigelsen blev det fastslået, at alle borerne umiddelbart syd og nord for bygning II kun kunne udføres med miniborerig. Alle de øvrige planlagte borer kunne udføres med Unimog, og borearbejdet blev tilrettelagt derefter.

Filtersatte borer blev ved samme lejlighed lokaliseret og pejlet. Der blev pejlet i alle tilgængelige borer.

5.2 Poreluftmålinger, afgrænsning og kildeindkredsning

Der er d. 15.-17. november 2005 udført poreluftmålinger i et net af 51 målepunkter fordelt på det meste af ejendommen og naboejendommene. Der er både målt udendørs og under gulv i nærliggende bygninger. Punktmålingerne af poreluft er mærket P1 til P45 samt P04B, P19B, P20B, P21B, P31B og P31C. Punktmålingerne af poreluft er udført mellem 0,5 og 1,0 m u.t. Dog er punktmålingerne P25 og P33 udført hhv. 0,2 og 0,4 m u.t på grund af vandindhold dybere nede.

Placering af poreluftmålingerne er vist på figur 2 sammen med resultaterne og den skønnede udbredelse for PCE. På figur 3 er den skønnede udbredelse med TCE angivet.

Målingerne under bygninger er foretaget i det kapillærbrydende lag under gulve. Alle målingerne er udtaget med håndholdt udstyr. Poreluften er ført til det mobile laboratorium i COWI's poreluftbil til PID-måling og GC-analyse. Resultaterne fra poreluftmålingerne og -sonderingerne er sammenstillet i den særskilte datarapport /14/ og er opsummeret i bilag 7.

5.3 Poreluftforurening i dybere sandlag

Der er d. 16. og 17. november 2005 udført poreluftsonderinger til det umættede og mættede sandlag, der findes fra 8-15 m u.t. Der var planlagt 10-15 sonderinger til toppen af den mættede zone, men pga. fint sand som pakkede omkring

sonden, og sten i overgangszonen til sandlaget, blev antallet af sonderinger begrænset til 7 sonderinger benævnt PD01-PD07. Placering fremgår af figur 4.

Målingerne er foretaget ved at poreluften er ført til det mobile laboratorium til PID-måling og GC-analyse.

Sonderingerne er udført udenfor kildeområdet for at få indikationer på spredningsmønsteret i den dybereliggende umættede zone samt i grundvandsmagasinet. PD1, PD2 er udført nord for kildeområdet, mens PD3 og PD4 er udført øst for kildeområdet. PD6 og PD7 er udført vest for kildeområdet, mens PD5 er udført syd for området.

Placering af poreluftsonderingerne er vist på figur 4 sammen med koncentrationerne af TCE, PCE og dis-1,2-dichlorethylen.

5.4 Meteorologiske forhold

Til vurdering af de vejræssige forhold er der indhentet meteorologiske oplysninger fra DMI. Data er vedlagt i bilag 8.

Nedbør	Af de modtagne data fremgår det, at der tirsdag d. 15. november til d. 17. november 2005 er faldet under 1 mm nedbør i hovedstadsregionen.
Temperatur	I dagen op til måletidspunktet samt under målingerne var dagtemperaturerne mellem 5° og 10° C, og nattemperaturerne mellem -2° og 10° C.
Atmosfæretrykket	De to første måledage blev domineret af en lavtrykspassage, hvor atmosfæretrykket faldt fra ca. 1015 hPa til ca. 990 hPa d. 15 og 16. november 2005. I perioden fra den 16. til den 17. november 2005 steg trykket fra ca. 990 til ca. 1020 hPa.
Vurdering	Samlet vurderes de vejræssige forhold at være begunstige for gastransport i den umættede zone. Det er COWI's erfaring, at der generelt måles højere poreluftskoncentrationer i perioder med tørvejr og lavt atmosfæretryk, end i perioder med megen nedbør eller stigende atmosfæretryk. En nærmere beskrivelse af undersøgelsen, metoder, principper og måleresultater findes i den særskilte datarapport /12/. Undersøgelsesresultaterne er endvidere gengivet i afsnit 6 og vurderet i afsnit 8 i denne rapport.

5.5 Ventilationstests og prøvepumpning i den umættede zone

Aktiv ventilation	For at undersøge indholdet i poreluften i den umættede zone fra ca. 8-13 m u.t. under kildeområdet og for at undersøge muligheden for at den passive ventilation udbygges til aktiv vakuumelekstraktion, er der udført en ventilationstest i den umættede zone. Dette blev besluttet på et møde d. 5. april 2006, hvor resultaterne af de indledende undersøgelser blev præsenteret.
-------------------	--

Formål	Formålet med ventilationstesten er dels at undersøge forureningsniveauet i den umættede zone målt ved akkrediterede analyser samt at skabe dimensioneringsgrundlaget for et anlæg til aktiv vakuumelekstraktion, herunder om der er behov for nye ventilationsboringer. Ved testen er der foretaget en bestemmelse af jordens horisontale og vertikale permeabilitet for luft samt en bestemmelse af den effektive radius for ventilation i den umættede zone. Endvidere er forureningskoncentrationerne i den oppumpede luft fastlagt med henblik på en vurdering af de forventede initiale fjernelsesrater. Resultaterne er vedlagt som bilag 9.
Udførelse	Der er d. 1. juni 2006 udført en ventilationstest i B55, med observation af tryk i boringerne B54, B56, B58 og B59. Endvidere er der udført kortvarige prøvepumpninger på poreluften i boringerne B54, B56, B58 og B59, med udtagelse af kulrørprøver til fastlæggelse af forureningsniveauet i poreluften. Resultaterne er vedlagt som bilag 10.
Boringer	De eksisterende boringer B54, B55, B56, B58 og B59, som pt. anvendes til passiv ventilation, blev benyttet til henholdsvis vakuumentilationsstesten og poreluft prøvepumpningerne. Boring B57 var ikke tilgængelig under forsøget. Analyseresultater er vedlagt som bilag 11.

5.6 Borearbejde

5.6.1 Korte boringer i hot spot området

Placering	Der er fra d. 7. til d. 14. december 2005 udført i alt 12 korte boringer fra 5-8 m u.t. i og omkring kildeområdet. Boringerne er benævnt B101-B112 og placering fremgår af figur 5 sammen med tidligere udførte boringer.
Udførelse	<p>Boringerne er udført af borefirmaet Kristian Schmidt, Miljø- og Geoboringer dels som 6" forede boringer med unimog (B101, B102, B103 B106, B107 og B109) og dels pga. pladsforhold som forede 6" boringer med minirig (B104, B105, B108, B110, B111 og B112).</p> <p>Lagfølge og indretning af boringerne fremgår sammen med PID-målinger af borejournalerne, som er indsat i bilag 12.</p> <p>Boringerne er afsluttet i en ø200 mm betonrør med låg.</p> <p>Boringerne er indmeldt af COWI til GEUS, hvor de er tildelt DGU-nr. 200.5318 til 200.5329.</p>
Feltobservationer	Der blev under borearbejdet konstateret tydelig lugt af forurening med chlorede opløsningsmidler i boring B104, B105, B108, B110, B111 og B112. I boring B110 var lugten så kraftigt, at boringen blev udført under brug af åndedrætsværn.
Jordprøver	Der er under borearbejdet udtaget jordprøver for hver 0,5 m i diffusionstætte poser til PID-måling samt i red-cap glas til evt. kemisk analyse. PID-måling er

udført af COWI efter ca. 1 døgn henstand af prøverne. Resultatet af PID-målingerne fremgår af borejournalen i bilag 12.

Der er målt forhøjede PID-værdier i samtlige korte borer med undtagelse af boring B106. I borerne B104, B105, B108, B110 og B111 blev der stedvist målt over 2000 ppm.

Der er på baggrund af PID-målingerne og feltobservationer i alt udvalgt 44 jordprøver til kemisk analyse til belysning af forureningsstyrke og den vertikale forureningsfordeling. Af disse jordprøver er 32 analyseret for chlorerede opløsningsmidler, 3 for total kulbrinter, 5 for BTEX'er, mens 4 jordprøver er analyseret for chlorerede nedbrydningsprodukter. Analyseresultaterne er vedlagt som bilag 13.

Vandprøver

Der er d. 14. december 2005 udtaget vandprøver fra boring B104, B105, B108, B109, B110, B111 til laboratoriebestemmelse for BTEX'er, chlorerede opløsningsmidler samt chlorerede nedbrydningsprodukter. De øvrige 7 nye borer var enten tørre eller der stod så lidt vand i borerne, at det ikke var muligt at udtage vandprøver.

Der blev ved samme lejlighed udtaget vandprøver i de gamle borer B12, B13, B14, B31 B32, B33 og B41. Resultaterne fremgår af bilag 14.

Alle vandprøverne blev udtaget med nye whale pumper og PE-slange. Der blev renpumpet mellem 20 og 50 liter inden prøvetagningen.

Der blev udtaget 2 ekstra vandprøver d. 21. februar 2006 i boring B59 og B51. Dette var dels for at få en bedre beskrivelse af kildestyrkekoncentrationerne i den mættede zone i kildeområdet samt for at be/afkræfte det meget høje indhold som blev påvist i B59 ved Amtets seneste monitoringsrunde i december 2005.

5.6.2 Dybe borer til primære magasin

Placering

Der er i perioden d. 28. november til d. 7. december 2005 udført fem 18-19 m dybe borer, som er benævnt B201 til B205. Boringernes placering fremgår af figur 5 sammen med tidligere udførte borer i området.

Placeringen er valgt dels ud fra resultaterne af poreluftsonderingerne, dels ud fra en indledende pejlerunde, som indikerede en nordlig strømningsretning.

B201 og B202 blev udført indledningsvist for at undersøge om grundvandsforureningen har skiftet retning som følge af oppumpning fra Ballerup Kommunes nye kildeplads nord for ejendommen.

B203 og B205 blev udført efterfølgende for at afgrænse grundvandsforureningen mod syd, idet analyser fra B201 og B202 ikke viste tegn på grundvandsforurening mod nord. B204 blev udført mod vest for at eftervise den påviste forurening i PD7. B205 blev udført som afgrænsende boring mod sydvest.

- Udførelse**
- Boringerne er udført af borefirmaet Kristian Schmidt, Miljø- og Geoboringer som 8" forede borer. Der er foretaget snegleboring ned til grundvandspejlet ca. 12 m u.t. Herunder er der anvendt sandspand til boringernes endelige dybde.
- Lagfølge og indretning af boringen fremgår sammen med PID-målinger af borejournalerne, som er indsat i bilag 12.
- Boringerne er afsluttet i en ø300 mm betonrør med låg.
- De dybe borer er indmeldt af COWI til GEUS, hvor de er tildelt DGU-nr. 200.5330 til 200.5334.
- Feltobservationer**
- Der blev ikke i nogle af de dybe borer registreret lugt eller misfarvning, der kunne tyde på jordforurening.
- Jordprøver**
- Der er under borearbejdet for den øvre del af boringen ned til den mættede zone ca. 12 m u.t., udtaget jordprøver for hver 0,5 m i diffusionstøtte poser til PID-måling samt i red-cap glas til evt. kemisk analyse. PID-måling er udført af COWI efter ca. 1 døgn henstand af prøverne. Resultatet af PID-målingerne fremgår af borejournalerne i bilag 12.
- Der er ikke målt forhøjede PID-værdier i boring B201, B202 eller B204. I Boring B203 er der konstateret forhøjede PID-indhold op til 144 ppm fra ca. 3-5 m u.t. med det maksimale indhold 4,0 m u.t. På denne baggrund er der udtaget jordprøve til analyse fra 4,0 og 5,0 m u.t. I boring B205 er der konstateret et forhøjet PID-udslag fra 2,5-5,0 m u.t. I denne boring er prøven fra 3,0 m u.t. udtaget til analyse. Derudover er der udtaget en jordprøve i boring B204, 5 m u.t. for at afgrænse jordforureningen mod nordvest.
- Seperationsvandprøvetagning, B201 og B202**
- For at optimere borearbejdet blev der umiddelbart efter udførelse af boring B201 og B202 udført en seperationsoppumpning i B201 for at undersøge om fanen har skiftet retning mod nord og om der i givet fald er vertikal variation i den mættede zone. Seperationsprøvetagningen blev udført af COWI d. 1. december 2005. Vandprøverne blev hasteanalyseret for chlorerede forbindelser af hensyn til planlægning af borearbejdet.
- Vandprøverne blev udtaget under brug af to MP1 pumper i drift på samme tid. Den ene pumpe er i drift med høj pumpeydelse svarende til ca. 10 gange ydelsen i prøvetagningspumpen. I den første opstilling, blev prøvetagningspumpen placeret i toppen af magasinet ca. 0,5 m under vandspejlet og i den næste opstilling blev prøvetagningspumpen placeret på bunden af boringen. Vandprøven udtages først efter der har indstillet sig en ligevægt svarende til konstant oppumpning fra de 2 pumper i ca. 30 minutter. Resultaterne fremgår af bilag 16.
- Øvrige vandprøver, primært magasin**
- Der er d. 14. december 2005 udtaget vandprøver fra B203, B204 og B205 samt fra de eksisterende dybe borer B20, B40, B57 og B59.
- Vandprøverne blev analyseret for total kulbrinter BTEX'er, chlorerede opløsningsmidler samt chlorerede nedbrydningsprodukter.

Vandprøverne er udtaget med MP1-pumper og PE-slanger efter en forpumpning på 200-300 l.

Ekstra boringer

Det blev på et møde d. 5. april 2006 besluttet at forsøge at afgrænse forureningsfanen yderligere mod syd og sydvest.

Til dette formål blev der fra d. 15. -22. maj 2006 udført 4 boringer, som er benævnt B206-B209. Placeringen af boringerne er vist på figur 5.

Boringerne er indmeldt af COWI til GEUS, hvor de er tildelt DGU-nr. 200.5393 til 200.5396.

I både boring B206 og B209 blev der anført et stenlag i den umættede zone i overgangen til den mættede zone og derfor blev disse boringer kun ført til 12,0 m u.t. B 206 blev forsøgt dobbeltfiltersat, men begge filterrør er siden konstateret tørre. B209 blev ikke filtersat. B207 og B208 er filtersat med ø90 mm filter fra ca. 11,5- 19 m u.t.

Der er ligesom for de øvrige boringer under borearbejdet for den øvre del af boringen ned til den mættede zone ca. 12 m u.t., udtaget jordprøver for hver 0,5 m i diffusionstætte poser til PID-måling samt i red-cap glas til evt. kemisk analyse. PID-måling er udført af COWI efter ca. 1 døgn henstand af prøverne. Resultatet af PID-målingerne fremgår af borejournalerne i bilag 12. Der er ikke observeret tegn på jordforurening i disse boringer.

Der blev udtaget separationsvandprøver i maj 2006 i B203, B205, B207 og B208 fra henholdsvis nedre og øvre del af det filtersatte magasin. Resultaterne af disse vandprøver fremgår af bilag 16.

5.6.3 Indmålinger og pejlinger

Indmålinger

Samtlige nye som gamle boringer blev indmålt af landmåler i UTM zone 32 Euref89 og nivelleret til top filter og terræn efter DVR90. Der er samtidig foretaget pejling af grundvandsstanden. Boringer udført maj 2006 blev indmålt umiddelbart efter udførelse.

Endvidere er to nærliggende boringer som tilhører Ballerup Kommune, indmålt og kotesat ved samme lejlighed.

Der er foretaget 2 pejlerunder henholdsvis d. 15. og 19. december 2005. Alle pejle- og indmålingsdata samt beregnede grundvandskoter fremgår af bilag 17. Efter de 2 nye boringer blev udført er der yderligere udført 2 pejlerunder henholdsvis d. 30. maj og 13. juni 2006.

5.6.4 Prøvepumpning

Der blev foretaget en længerevarende prøvepumpning fra d. 31. maj 2006 til den 13. juni 2006 i boring B203. Pumpeboringen blev valgt som den mest velgennede i forhold til forureningsfanens beliggenhed.

Der blev anvendt en konstant pumpeydelse på ca. 3 m³/t. Vandet blev udledt til nærliggende kloak og forinden blev der indhentet udledningstilladelse hos Ballerup Kommune.

Der blev isat datalogger i pumpeboringen (B203) samt i B20, B205, B40, B208, som alle er filtersat i det primære magasin. Endvidere blev der isat en logger i B10, som er filtersat i det sekundære magasin. Luftrykket blev målt på lokaliteten, så der efterfølgende kan korrigeres for barometereffekt. Resultater med og uden barometer korrektion af vandspejlsfluktuationer er vedlagt i bilag 18.

Der blev foretaget en pejlerunde før prøvepumpningen og umiddelbart før afslutningen af denne.

Under prøvepumpningen blev der udtaget 4 vandprøver. Disse er vedlagt som bilag 19.

Tolkninger af de hydrauliske parametre er vedlagt som bilag 20.

6 Resultater

6.1 Poreluft

Resultaterne fra poreluftmålingerne og -sonderingerne er sammenstillet i den særskilte datarapport /13/ og er opsummeret i bilag 8.

6.1.1 Terrænnære punktmålinger

Punktmålingerne af poreluft er mærket P1 til P45 samt P4B, P19B, P20B, P21B, P31B og P31C. Punktmålingerne af poreluft er udført mellem 0,5 og 1,0 m u.t. Dog er punktmålingerne P25 og P33 udført hhv. 0,2 og 0,4 m u.t på grund af vandindhold dybere nede. Resultaterne for PCE og er gengivet på figur 2 og 3, hvor der endvidere er angivet vurderet udbredelse af forskellige koncentrationsniveauer.

Ved gennemgang af GC/PID-analyserne er der konstateret indhold af tetrachlorethylen i alle punktmålingerne bortset fra P4B og P41 samt i punktmålingerne P10 og P21, hvor det ikke var muligt at suge luft ud pga. vandmætning.

PCE

Det højeste niveau for PCE er fundet i P6 med et indhold på 2.054 mg/m³.

I P5, P7, P8, P11, P12, P14 og P15, som alle er lokaliseret omkring hot spot er der mellem 222 - 794 mg/m³. Lidt uden for hot spot i en afstand af op til 50 m fra hot spot er der konstateret mellem 0,6 og 85 mg/m³.

Der er påvist meget høje indhold af PCE i den øvre poreluft på ca. 2.000 mg/m³ i P6, som må betragtes som hot spot. Hot spot området er afgrænset til under og omkring bygning II, hvor der i alle poreluftsprøver er påvist over 100 mg/m³.

Poreluftsforureningen med PCE har spredt sig til ejendommene beliggende både nord, syd, øst og vest for Skovlunde Byvej 96A.

Mod øst på Skovlunde Byvej 94 er der i en 1 ud af 7 poreluftmålinger påvist PCE koncentrationer over 0,6 mg/m³, mens der ikke er påvist TCE eller nedbrydningsprodukter over detektionsgrænserne.

På Skovlunde Byvej 96 mod nord, er der i skel påvist betydelige koncentrationer, ligesom der under bygningen er påvist op til 18 mg/m³ i den vestlige del. I

prøverne mod nord og øst på denne ejendom er der kun konstateret mindre indhold, hvorfor poreluftsforureningen skønnes afgrænset til under bygningen.

Hos den vestlige nabo på Skovlunde Byvej 100 er der i P31, som er placeret ca. 7 m fra skel påvist PCE koncentrationer større end 85 mg/m^3 . Desuden er der påvist koncentrationer på $8,4 \text{ mg/m}^3$ og $5,9 \text{ mg/m}^3$ mod langs med skel mod henholdsvis nord (P32) og syd (P35).

Poreluftsforureningen har også bredt sig til den sydlige nabo i 96B, hvor der i 3 poreluftmålinger er påvist henholdsvis $9,3$, $9,2$ og $8,9 \text{ mg/m}^3$. Disse målepunkter ligger få meter fra skel og 20-35 m fra kildeområdet. Forureningen mod syd er afgrænset med de forholdsvis beskedne indhold i P44 og P45 mod syd. Poreluftsforureningen mod terræn er afgrænset i alle retninger, og det skønnes ikke at poreluftsforureningen har spredt sig yderligere mod vest i betydende omfang.

TCE	For TCE er der konstateret noget lavere niveauer fra $14 - 43 \text{ mg/m}^3$ i hot spot området (P5, P6, P7, P11, P12, og P15) og uden for hot spot fra $0,6 - 7,9 \text{ mg/m}^3$ i P1, PD1, P2, PD2, PD3, PD4, PD6, P9, P27, P29, P31, P32, P35 og P37. Der er konstateret et TCE-indhold under påvisningsgrænsen ($0,05 \text{ mg/m}^3$) i de perifere målepunkter. For TCE er der foretaget en afgrænsning på figur 3.
Øvrige komponenter	Der er desuden fundet indhold eller spor af cis-1,2-dichlorethylen (cis-DCE) på op til $2,9 \text{ mg/m}^3$ i punktmålingerne og sonderingerne P1, PD1, P2, PD3, PD5 og P9, mens der er fundet indhold eller spor af trans 1,2 dichlorethylen på op til $1,3 \text{ mg/m}^3$ i P9 samt i sonderingerne PD1 og PD3.

6.1.2 Poreluftsonderinger

De udførte poreluftsonderinger er ikke foretaget i hot spot, men derimod i periferen af forureningen for evt. at fastlægge spredningsmønsteret i den umættede zone og det nedre grundvandsmagasin.

Poreluftsonderingerne er mærket PD1 til PD7 og er ført til mellem $7,8$ og $15,8$ meter under terræn (m u.t). Placering af sonderingerne er angivet på figur 4, hvor der tillige er angivet de maksimale PCE-indhold i sonderingerne i sandlaget fra $7-12 \text{ m u.t.}$

Det ses af figur 4, at i den umættede zone er der i samtlige sonderinger fundet et betydende indhold af PCE med det maksimale indhold i den vestlige sondering PD7 på 467 mg/m^3 og det laveste indhold i den sydlige sondering PD5 på $4,7 \text{ mg/m}^3$. Til sammenligning er der i B59 tæt på kildeområdet målt et PCE-indhold på 420 mg/m^3 . Alle sonderingerne i den umættede zone er placeret uden for det område, hvor der afværges.

Helt generelt for alle poreluftsonderingerne ses, at der er ingen eller meget lave indhold i moræneleren, men et betydeligt indhold fra $4,7 \text{ mg/m}^3$ til 467 mg/m^3 i det umættede sandlag fra ca. $8-12 \text{ m u.t.}$

PD1 blev ført til 15,8 m u.t. og er den eneste sondering, hvor det lykkedes at måle i både moræneleren, det umættede sandlag samt i grundvandszonen. Sondringen viser, at der ikke påvises større indhold i moræneleren, men derimod et indhold i den umættede zone på 8,3 mg/m³ i dybden 10 m u.t., som aftager til 6,4 mg/m³ i dybden 12 m u.t. I den mættede zone er der under grundvandspejlet ca. 14,1 og 15,6 m u.t. fundet et mindre indhold af PCE på ca. 0,3 mg/m³. Indholdet er konstateret ved at der under udførelsen blæses nitrogen ud i den mættede zone. Den kontaminerede nitrogenen suges retur og analyseres.

Øvrige sonderinger I PD2, PD3, PD4, PD5, PD6 og PD7 er der ligeledes fundet betydelige PCE-indhold i det umættede sandlag generelt med en tendens til aftagende indhold i dybden.

6.1.3 Ventilationstest

Udførelse Ved ventilationstesten blev der oppumpet luft fra B55 og løbende målt trykvariationer i B54 og B55. Endvidere blev målt det resulterende tryk i B58 og B59 ved testens afslutning. Testen blev udført med en sidekanalsblæser med en maksimal ydelse på 150 m³/h og et maksimalt vakuum på 350 mbar. Det var planlagt at udføre testen ved tre forskellige ydelser, under antagelse af, at den umættede zone ville være velydende. Ved blæserens maksimale ydelse kunne der kun opnås et flow på 27 m³/h, med et modtryk på 288 mbar, og det blev på denne baggrund valgt kun at teste ved denne ydelse.

Boringernes filtersætning samt afstande til B55 er angivet i nedenstående Tabel 6.1. Boringernes placering fremgår af figur 4.

Tabel 6.1 Indretning og indbyrdes afstande mellem boringer

Boring	Afstand fra B55 [m]	Filtersætning m u. t.
B55	-	7,5-15,5
B54	13,8	7,5-15,5
B56	11,0	7,5-15,5
B58	13,6	7,5-14,5
B59	18,5	7,5-15,5

Grundvandsspejlet står ca. 12,5 m u. t.

Permeabilitet I bilag 9 ses trykvariationer målt i de to observationsboringer under testen som funktion af tiden. Det ses, at der ikke når at indtræde stationære forhold under de 95 minutter som testen varer. Det vurderes, at den høje befæstningsgrad samt det eksisterende lerlag over sandmagasinet medfører at lækagen til overfladen er minimal, og at dette er årsagen til at stationære forhold ikke indfinder sig. Det er valgt kun at tolke på trykudviklingen i B54, da trykudviklingen i B56 er meget ustabil.

De målte trykdata er tolket ved hjælp af programmet Aqtesolv. Der er udført en tolkning efter Hantusch & Jacobs (1955) løsning, som tager højde for lækagen fra overfladen. I modellen er det antaget, at strømmingen i den filtersatte højde er horisontal og at strømmingen herover er vertikal. På baggrund af tolkningen er den horisontale og vertikale permeabilitet beregnet. Tolkningskurver fra programmet Aqtesolv er vedlagt i bilag 9.

Tabel 6.2 Værdier af observeret vandret og lodret permeabilitet (K_h og K_v)

Boring	K_h Darcy	K_v Darcy
B54	1087	0,02

I Tabel 6.2 ses de observerede værdier af den horisontale og den vertikale permeabilitet i den umættede zone. Der er observeret en værdi for den horisontale permeabilitet på ca. 1000 Darcy, svarende til meget grovkornede materialer, såsom groft sand. Den observerede værdi stemmer således overens med de konstaterede mellem-grovkornede sandaflejringer, der dog også er siltede og lerholdige. Den vertikale permeabilitet i B54 er minimal svarende til en meget lille lækage, hvilket også stemmer overens med forholdene på lokaliteten, som nævnt tidligere.

Influensradius

I bilag 9 er angivet antagne stationære tryk i observationsboringerne B54 og B55 som funktion af logaritmen til afstanden mellem observationsboringerne og pumpeboringen (B55). Under antagelse af, at et vakuum på 1 mbar er nok til at drive en luftstrøm, er den effektive radius ca. 15 m ved et vakuum i ekstraktionsboringen på 288 mbar med de aktuelle belægningsforhold.

6.1.4 Prøvepumpninger på poreluft

Udførelse

Der blev udført kortvarige prøvepumpninger på poreluften i boringerne B54, B56, B58 og B59, med udtagelse af kulrørsprøver til fastlæggelse af forureningsniveauet i poreluften. Endvidere blev der målt flow og vakuum i pumpeboringen samt PID på den oppumpede luft.

Flow og vakuum

Flow og vakuum, samt det beregnede filterflow ved prøvepumpningerne fremgår af Tabel 6.3. Flowet ligger generelt på ca. 50-55 m³/h, og modtrykket på 222-251 mbar. B55, skiller sig ud med et mindre flow på 27 m³/h og et større modtryk på 288 mbar. Udviklingen i vakuum under prøvepumpningerne fremgår af grafer vedlagt i bilag 10.

Tabel 6.3 *Oversigt over anvendt flow(Q), meter filter (B), filterareal (A_f), vakuum (ΔP), filterflow/filterareal/vakuum (Q/A_f/ΔP), samt effektiv radius (R_e).*

Boring	Q [m ³ /t]	B [m]	A _f [m ²]	ΔP [mbar]	Q/A _f /ΔP [m ³ /(t m ² mbar)]	R _e [m]
B55	27	5	1	288	0,09	15
B54	50	5	1	222	0,23	-
B56	55	5	1	251	0,22	-
B58	50 ¹⁾	5	1	250	0,20	-
B59	52	5	1	246	0,21	-

1) Antaget flow ud fra modtryk, flowmåler var i uorden.

PID-målinger

Under prøvepumpningerne er foretaget målinger af PID-niveauet i luftafkastet. Udviklingen i PID-niveauet under prøvepumpningerne fremgår af grafer vedlagt i bilag 10.

Ved prøvepumpningen i B55 er PID-niveauet i den oppumpede luft stigende under hele prøvepumpningen og ender på 115. I borerne B54, B56 og B59 ses en markant nedgang i PID-niveauet når der er pumpet i mellem 20 og 30 minutter. I boringen B58 stiger PID-niveauet de første 10 minutter hvorefter det aftager gradvist under resten af prøvepumpningen.

Kulrørprøver

Der er udtaget en kulrørprøve af den opsugede luft umiddelbart før pumpestop. Prøverne er udtaget fra afkastet på sidekanalsblæseren på kulrør forbundet til en RIPO-pumper med en silikoneslange. Prøver til analyse for indhold af klorerede opløsningsmidler, BTEX og TVOC er udtaget ved et pumpeflow på 1 liter/minut, og prøver til analyse for indhold af klorerede nedbrydningsprodukter er udtaget ved et pumpeflow på 0,5 liter/minut.

Analyser

Kulrørene er analyseret for indhold af klorerede opløsningsmidler og deres nedbrydningsprodukter, C₉- og C₁₀-aromater, samt BTEX og TVOC. Analyserne er fortaget ved GC/MS-analyse af Miljølaboratoriet Storkøbenhavn I/S.

Analyseresultater

Analyseresultaterne af kulrørsanalyserne er angivet i Tabel 6.4. Analyserapporten er vedlagt i bilag 14.

Tabel 6.4 Resultater af kulrørsanalyser fra prøvepumpningerne. Alle enheder i mg/m^3 .

	B54	B55	B56	B58	B59
Max PID	40	115	55	180	70
Benzen	<0,003	<0,003	<0,003	0,0043	<0,003
Toluen	0,59	0,021	<0,005	0,023	0,0086
Ethylbenzen	<0,003	0,0054	<0,003	0,003	<0,003
o-xylen	0,0039	0,011	0,0049	0,0026	<0,003
m+p-xylen	0,01	0,037	0,015	0,0072	0,0095
C9-aromater	0,054	0,15	0,06	0,056	0,025
C10-aromater	0,063	0,19	0,088	0,076	<0,02
TVOC	210	350	220	410	280
Trichlormethan	0,01	0,01	0,01	0,013	0,011
1,1,1-trichlorethan	0,01	0,01	0,01	<0,02	0,01
Tetrachlormethan	0,01	0,01	0,01	<0,02	0,01
Trichlorethylen	4,2	8,3	11	11	6,9
Tetrachlorethylen	220	390	220	480	300
Vinylchlorid	0,046	>0,29	0,51	>0,074	0,31
1,1-Dichlorethylen	<0,02	0,081	0,049	0,033	0,043
Trans-1,2-dichlorethylen	<0,02	0,023	0,1	0,093	0,084
Cis-1,2-dichlorethylen	1,2	4,4	16	7	6,7

Resultaterne er indført på figur 4 sammen med resultaterne af poreluftssonde-ringerne. Det højeste PCE indhold findes i B58, hvor der er påvist $480 \text{ mg}/\text{m}^3$. I de øvrige boringer påvises PCE-indhold på mellem $220\text{-}390 \text{ mg}/\text{m}^3$. I enkelte poreluftsonderinger PD6, PD7 og PD3 er der fundet tilsvarende høje PCE-indhold.

Der er også fundet et forholdsvis højt indhold af nedbrydningskomponenter i samtlige kulrørsanalyser med cis-1,2-dichlorethylen som den dominerende nedbrydningskomponent. Det højeste indhold af nedbrydningskomponenter er konstateret i B56.

Massefjernelse

Ud fra de konstaterede PCE-koncentrationer og de anvendte flow ved prøvepumpningerne er beregnet en initial masse fjernelse for PCE på mellem 11 og 24 gram pr. time, svarende til mellem et kvart og et halvt kg pr. boring pr. døgn. Resultaterne af beregningen fremgår af tabel 6.5. Den initiale massefjernelse giver et fingerpeg om, hvilken PCE-fjernelse, der initialt kan forventes ved opstart af et aktivt vakuumelekstraktionsanlæg på forureningen.

Tabel 6.5 Beregning af initial massefjernelse af PCE

	B54	B55	B56	B58	B59
Konc. PCE [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	220	390	220	480	300
Flow [m^3/t]	50	27	55	50	52
Initiel massefjernelse [g/t]	11	11	12	24	16
Initiel massefjernelse [g/døgn]	264	253	290	576	374

- : under detektionsgrænsen, jf. analyserapport vedlagt i bilag 14.

Delkonklusion

Ud fra den foretagne ventilationstest kan det konkluderes, at der er rimelig gode permeabilitetsforhold i det testede område, og at de fysiske forhold for en aktiv ventilationsløsning er til stede. Resultaterne viser, at der er en minimal lækage fra overfladen og at der er en influensradius på ca. 15 m ved aktiv oppumpning af luft. Den lille lækage gør det muligt, at styre hvor den oppumpede luft hentes fra. Ved opsugning af luft i det forurenede område uden for bygningen kan med fordel placeres et antal åbne boringer (med adgang til atmosfærisk luft) midt i bygningen, således at luften vil blive transporteret fra jorden under husets midte til sugeboringerne på hver side af bygningen. Dette er en gunstig situation, da en del af forureningsmassen sidder under bygningen. Ud fra den konstaterede massefjernelse under prøvepumpningerne på mellem et kvart og et halvt kg PCE pr. boring pr. døgn, vurderes det, at der er gode muligheder for en massereduktion af forureningen i den umættede zone ved aktiv vakuumeekstraktion.

6.2 Jordprøver

Der er i alt udtaget 44 jordprøver fra de nye boringer til analyse for chlorerede opløsningsmidler, chlorerede nedbrydningskomponenter, BTEX'er og total kulbrinter. Kopi af analyserapporten er indsat i bilag 13. Påviste indhold fremgår af tabel 6.6-6.8.

Tabel 6.6 Påviste indhold af chlorerede forbindelser i jordprøver fra de nye boringer. Alle prøverne er udtaget december 2005.

mg/kg TS	Dato	Dybde m ut.	Tørstof	PID	Trichlorethylen (TCE)	Tetrachlorethylen (PCE)
B101	5. dec.2005	3,5	89,3	235	0,49	0,88
B101	5. dec.2005	4,5	88,5	4	-	-
B102	5. dec.2005	4,0	87,2	136	0,25	1,8
B102	5. dec.2005	5,0	87,9	12	0,02	0,02
B103	5. dec.2005	2,0	86,2	51	-	0,26
B103	5. dec.2005	6,0	87,5	373	0,02	1,2
B103	5. dec.2005	7,5	88,4	114	0,01	0,45
B104	14. dec. 2005	1,0	85,9	459	0,01	-
B104	14. dec. 2005	4,5	87,7	>2000	0,24	-
B104	14. dec. 2005	9,0	92,42	102	-	-
B105	14. dec. 2005	4,0	88,84	>2000	0,14	-
B105	14. dec. 2005	5,5	88,0	1392	0,20	-
B106	8. dec 2005	4,0	86,4	11	0,03	-
B106	8. dec 2005	4,5	89,0	4	-	-
B107	8. dec 2005	4,0	89,7	486	0,35	3,5
B107	8. dec 2005	7,0	89,2	101	0,03	0,51
B108	14. dec. 2005	2,0	86,95	1331	0,02	1,3
B108	14. dec. 2005	6,0	88,3	>2000	0,13	-
B109	5. dec.2005	4,0	87,1	598	0,11	5,9
B109	5. dec.2005	8,0	86,1	29	-	0,05
B110	9. dec. 2005	4,0	87,3	>2000	1,7	-
B110	9. dec. 2005	7,0	83,6	>2000	8,4	-
B110	9. dec. 2005	8,0	93,7	88	0,14	-
B111	9. dec. 2005	1,0	83,8	1772	-	-
B111	9. dec. 2005	6,0	87,3	287	0,04	-
B112	14. dec. 2005	0,5	84,3	615	0,05	-
B112	14. dec. 2005	3,5	88,3	972	0,18	-
B112	14. dec. 2005	6,0	86,4	52	0,01	-
B203	2. dec. 2005	4,0	90,7	112	0,08	1,1
B203	2. dec. 2005	5,0	88,6	6	0,04	0,10
B204	8. dec 2005	5,0	89,3	4	-	-
B205	9. dec. 2005	3,0	85,9	127	0,01	-
Det.grænse					0,01	0,01

i.a. : ikke analyseret

- : mindre end detektionsgrænsen (0,01 mg/kg TS)

PCE Der er påvist overraskende lave indhold af specielt PCE i jorden. Der er påvist PCE i 13 ud af 32 jordprøver med det maksimale indhold på 5,9 mg/kg TS i B109. På baggrund af poreluftmålinger, PID-værdier, tidligere undersøgelser og feltobservationer er resultaterne overraskende. De højeste indhold af PCE er fundet i de to østlige boringer B109 og B107 begge 4,0 m u.t. på henholdsvis 5,9 og 3,5 mg/kg TS. Dette er særlig overraskende da både B109 og B107 under borearbejdet og i form PID-målingerne kun synes moderat forurenede i forhold til boring B104 og B105 langs nordsiden af bygning II og B108, B110 og B111 langs sydsiden af bygningen. På denne baggrund er laboratoriet anmodet om at gennemgå analyseproceduren for evt. fejl. Miljølaboratoriet har ikke kunnet registrere fejl i analysearbejdet.

Det vurderes endvidere, at der ikke kan være sket fejl under prøveudtagelsen, idet red cap prøven blev udtaget umiddelbart efter sneglen blev trukket op fra boringen. Jordprøverne til PID-poserne blev udtaget efter red cap prøverne.

TCE Der er påvist TCE-indhold i 25 af de 32 jordprøver med det højeste indhold på 8,4 mg/kg TS i boring B110.

Nedbrydningskomponenter I 2 af de vurderede mest forurenede boringer, som har en større indbyrdes afstand, blev der udtaget 4 jordprøver til analyse for chlorerede nedbrydningsprodukter. Der blev dels udtaget en jordprøve i den øvre del af forureningen (3,5 mu.t) og en i den nedre del af jordforureningen (6,0-6,5 m u.t) for at vurdere den vertikale fordeling af nedbrydningskomponenter.

Tabel 6.7 Indhold af chlorerede nedbrydningskomponenter i jorden.

mg/kg TS	Dato	Dybde	PID	Vinylchlorid	1,1-dichlorethylen	trans-1,2-dichlorethylen	cis-1,2-dichlorethylen
B105	14. dec. 2005	3,5	>2000	-	-	-	0,1
B105	14. dec. 2005	6,0	>2000	-	0,01	-	0,28
B110	9. dec. 2005	3,5	1477	-	-	-	0,16
B110	9. dec. 2005	6,5	>2000	1,2	0,08	0,25	32

- : mindre end detektionsgrænsen på 0,005 mg/kg TS

I boring B105 ses beskedne indhold af nedbrydningskomponenter med cis-DCE, som den dominerende komponent. Det ses at indholdet øges med dybden i prøven som er udtaget 6,0 m u.t.

I boring B110 er der påvist et beskedent indhold 3,5 m u.t., men et væsentlig indhold på 32 mg/kg TS i en dybde af 6,5 m u.t. Det er det markant højeste påviste indhold af chlorerede forbindelser i jorden i denne undersøgelse og overstiger det højeste indhold af moderkomponenten (PCE) med en faktor 5.

Hverken i boring B105 og B110 er der påvist PCE i den øvre eller nedre del af den forurenede zone, men derimod en mindre del TCE. Dette tyder på, at der er sket en meget stor omdannelse af PCE til nedbrydningskomponenter eller at jordanalyserne for PCE er fejlbehæftede.

Kulbrinter

Der er udtaget 5 jordprøver til analyse for BTEX og heraf er 3 endvidere analyseret for total kulbrinter. Jordprøverne til analyse for total kulbrinter er kun udtaget der, hvor der har været en mistanke om forurening med totalkulbrinter (B112 og B104) ved det tidligere oplag af petroleum samt ud for autoværkstedet ved B203.

Tabel 6.8 Indhold af totalkulbrinter og BTEXer i jorden. Alle prøverne er udtaget december 2005.

mg/kg TS	B112	B112	B104	B203	B203
Dato	14. dec. 2005	14. dec. 2005	14. dec. 2005	2. dec. 2005	2. dec. 2005
Dybde [m ut.]	1,0	2,0	1,5	4,0	5,0
PID	256	615	925	112	6
Benzen	-	-	-	-	-
Toluen	-	-	-	-	-
Ethylbenzen	-	-	-	-	-
Xylener	-	-	-	-	-
Naphtalen	3,6	1,2	0,2	-	-
C6 til n-C10	76	48	15	i.a	i.a
>n-C10 til n-C25	1200	630	9	i.a	i.a
>nC25 til nC35	54	23	<5	i.a	i.a
total kulbrinter	1400	700	23	i.a	i.a

- : mindre end detektionsgrænsen på 0,01 mg/kg TS i.a : ikke analyseret

I ingen af de udtagne jordprøver konstateres BTEXer.

I boring B112 træffes en forurening med total kulbrinter, som domineres af C10-C25 kulbrinter, som svarer til fyringsolie eller petroleum. Forureningen er ikke afgrænset i dybden, men er aftagende 2 m u.t. Forureningen er også konstateret i B104. Forureningen med totalkulbrinter er ikke afgrænset horisontalt eller vertikalt.

På grundlag af feltobservationer, PID-målinger og tidligere undersøgelser er der foretaget en skønnet afgrænsning af jordforureningen på figur 6. Afgrænsningen gælder for chlorerede forbindelser.

6.3 Vandprøver

6.3.1 Sekundært magasin

Der er udtaget vandprøver fra alle korte borer med filtersætning i det øvre moræneler. Enkelte borer var tørre eller der stod så lidt vand i filterrøret, at der ikke kunne udtages vandprøver.

Resultaterne er indført i tabel 6.9 og analyserapporter er vedlagt som bilag 14. Udbredelseskort for PCE, TCE, nedbrydningskomponenter og totalkulbrinter er givet i bilag 21a-d.

Chlorerede forbindelser

Der er påvist betragtelige indhold af særligt TCE, PCE og cis-1,2-dichlorethylen og i samtlige borer er grundvandskriteriet overskredet for alle disse komponenter.

I den gamle boring B12 og de nye borer B104 og B105 er der konstateret et PCE indhold på omkring 50.000 µg/l, svarende til seneste analyse fra drænet. I området ved B110 og B111 er der lavere indhold af PCE på henholdsvis 10.000 µg/l og 27.100 µg/l, men en noget højere andel af TCE på henholdsvis 10.000 µg/l og 8.800 µg/l.

I boringen B108 sydøst for formodede hot spot er der påvist et PCE-indhold på 21.500 µg/l. I boring B109 øst for kildeområdet er der konstateret PCE-indhold på 1.100 µg/l.

I borerne på naboejendommen mod vest, B31 og B32, er der påvist indhold af PCE på henholdsvis 540 µg/l og 280 µg/l.

Totalkulbrinter

Det højeste indhold er truffet i boring B111 med et indhold på 17.200 µg/l total kulbrinter, som antageligt er et petroleumsprodukt. De øvrige borer i hot spot viser indhold fra ca. 1.000 til 9.000 µg/l. Der er også påvist total kulbrinter i boring på naboejendommene, dog i et væsentlig lavere niveau.

6.3.2 Primært magasin

Der er udtaget vandprøver fra alle boringer med filtersætning i det øvre primære magasin, dog ikke i de boringer, hvor der netop var udtaget vandprøver i forbindelse med Københavns Amts sædvanlige monitoring.

Resultaterne er indført i tabel 6.10 og analyserapporter er vedlagt som bilag 15. Tegninger med udbredelser for PCE, TCE og nedbrydningskomponenter er givet i bilag 21a-c.

Chlorerede forbindelser

Indholdet af PCE og TCE i det primære magasin er begrænset i forhold til det sekundære magasin. De højeste indhold findes i B57 med indhold for PCE og TCE på henholdsvis 1500 µg/l og 300 µg/l.

I boring B54 er der ved seneste monitoringsrunde foretaget af amtet påvist meget høje indhold af PCE (8.000 µg/l), TCE (1.200 µg/l) og cis-1,2-DCE (1.800 µg/l). Tidligere er der kun påvist lave indhold i B54 og derfor blev der udtaget en ny vandprøve d. 21. februar 2006. Indholdet i februar er under drikkevandskvalitetskriteriet for alle komponenter med undtagelse af vinylchlorid, og minder om de tidligere påviste indhold i B54. På denne baggrund er der mere tillid til den vandprøve med de lave koncentrationer.

I B203 som ligger udenfor og nedstrøms kildeområdet er der konstateret PCE- og TCE indhold på henholdsvis 700 µg/l og 160 µg/l. Endvidere er der påvist betydeligt indhold af cis-1,2-dichlorethylen på 160 µg/l. I boring B205 er der påvist et mindre indhold af PCE omkring eller under grundvandskriteriet.

I de øvrige nye boringer (B201, B202, B204, B207 og B208) er der ikke påvist chlorerede forbindelse eller kun spor heraf og grundvandsforureningen vurderes derfor afgrænset.

Den skønnede og aktuelle afgrænsning af PCE, TCE og nedbrydningskomponenter er indtegnet på bilag 21-a-c.

For nedbrydningskomponenterne ses det tilsvarende billede med koncentrationer fra omkring drikkevandskriteriet og op til 590 µg/l i B57. Nedstrøms i B203 er der påvist 160 µg/l cis-1,2-dichlorethylen. Der er påvist vinylchlorid over grundvandskriteriet i beskedne koncentrationer fra 0,3 til 1,4 µg/l i B54, B55, B56 og B203.

Total kulbrinteindholdet er væsentlig lavere end i det sekundære magasin og her er det kun B57 og B203, hvor der er påvist henholdsvis 300 µg/l og 58 µg/l, som kan sammenstilles med et grundvandskriterium på 9 µg/l. I de øvrige boringer er indholdet under eller på niveau med grundvandskriteriet.

Separationsvandprøver

I boring B201, B202, B203, B205 samt i B207 og B208 er der udført separationsvandprøvetagning i den øvre henholdsvis nedre del af det filtersatte magasin. Resultaterne er vist i tabel 6.11 og analyserapporterne fremgår af bilag 16.

Som det ses af tabel 6.11 er der kun påvist høje indhold i B203, og at der er en markant forskel i den øvre kontra den nedre del af magasinet med de højeste indhold i den øvre del. For PCE er der ca. 99 % i den øvre vandprøve (180 µg/l i top og 2,3 µg/l i bund), mens der for nedbrydningskomponenten cis-1,2-dichlorethylen er ca. 92 % i den øvre del af magasinet (45 µg/l i top mod 3,5 µg/l i bund). På denne baggrund er det vurderet at mindst 90% af den opløste forurening ligger i den øverste meter af magasinet. Der er påvist et noget lavere niveau end tidligere i B203, hvilket tilskrives at vandprøven er udtaget umiddelbart efter volumenoppumpningen og den heraf forårsagede fortynding.

I de øvrige boringer er der kun påvist meget begrænsede indhold alle under grundvandskriteriet. I B205 bekræfter de udførte niveauspecifikke vandprøver i maj 2006 den første vandprøve, som blev udtaget december 2005. B205 kan derfor opfattes som en afgrænsende boring mod sydøst.

6.4 Volumenoppumpning

Formål	For at vurdere anvendeligheden af B203 som evt. afværgeboring i forhold til fanens tyngdepunkt samt for at undersøge de hydrauliske forhold svarende til en evt. afværgesituation med oppumpning af forurenet grundvand, blev der udført en volumenoppumpning i B203 fra d. 31. maj kl. 11:30 til d. 13. juni kl. 13:50 år 2006.
Pumpeydelse	Der var planlagt en pumpeydelse på ca. 5 m ³ /t, men det viste sig at boringen maksimalt kunne yde 3 m ³ /t. Denne ydelse blev valgt som pumpeydelse på trods af, at det ville medføre sænkninger til pumpens vandindtag. På denne vis er det den maksimale effekt på indfangningen af forureningsfanen som undersøges ved pumpeforsøget.
Pejlerunder	Der blev foretaget en rovandspejlerunde forinden opstart og en pejlerunde umiddelbart før pumpeforsøget blev indstillet. Rovandspejlet og sænkningstragten er indført på figur 9.
Udvikling	<p>Der opnås en hurtig afsenkning i pumpeboringen (B203) på ca. 2,7 m. Sænkningen er så stor, at vandstanden når ned til pumpens vandindtag, som er ca. i kote 13,8 DVR90 svarende til ca. 16,5 m u.t. Sænkningen i pumpeboringen og i observationsboringerne er vist i bilag 18. Der er målt barometer tryk og sænkningerne er korrigeret for lufttryksændringer (barometerkorrektion). Kurver med barometerkorrektion er ligeledes vedlagt i bilag 18.</p> <p>Der blev observeret mindre sænkninger i de 4 observationsboringer i det primære magasin, mens der ikke blev observeret sænkninger i boringen (B10) i det sekundære magasin, som kan tilskrives prøvepumpningen. Sænkingsdata er opsummeret i tabel 6.12.</p> <p>I alle boringer er der tilbagepejlet i en periode på 6 døgn, og vandstanden når relativt hurtigt tilbage til rovandspejlet jf. kurverne i bilag 18. Dette gælder dog</p>

ikke for B10, hvor der konstateres et fald i vandstanden under hele pumpe- og en stabilisering under tilbagepejlingsperioden. Faldet i B10 må tilskrives en meget tør periode i pumpe og stigningsperioden, som derfor har givet ringe infiltration i de øvre lerlag og derfor en markant ændring i vandsstanden. Faldet i vandstanden er sket på trods af, at oppumpningen fra det sekundære magasin har været indstillet i pumpeperioden.

Tolkning

Før tolkningen blev alle pejledata korrigeret for en barometereffekt på 50%. Ved tolkningen er der benyttet data for stigningsforløbet i observationsboringerne B20, B40, og B205 og B208. Tolkningen af data er baseret på Theis' løsningsmetode. Da vandspejlet i pumpeboringen blev sænket til pumpens vandindtag, har det ikke været muligt at tolke data fra pumpeboringen.

De detaljerede tolkninger er præsenteret i Bilag 20, og resultaterne er resumeret i Tabel 6.12.

Det fremgår af de optegnede stigningsdata i Bilag 20, at stigningsforløbet har 2 faser, svarende til 2 forskellige Theis kurver for henholdsvis tidlige og sene data. De 2 faser ses tydeligst på resultaterne fra B20, og det fremgår af bilaget, at T værdien i den tidlige fase er dobbelt så stor som i den sene fase. Den slags situationer tolkes som indikation for indflydelse af en negativ hydraulisk grænse.

Der er derfor brugt en tolkning, der tager højde for tilstedeværelse af en negativ grænse i grundvandsmagasinet. Afstanden til den hydrauliske grænse er estimeret som 50-100 m fra pejleboringerne, og de beregnede transmissiviteter er derfor udtryk for den lokale transmissivitet for området omkring pumpe- og pejleboringerne.

Tabel 6.12

Sænkingsdata og tolkede transmissiviteter i observationsboringerne. Tolkningerne er vedlagt i bilag 20.

	B203	B205	B208	B20	B40	B10
Afstand fra B203 [m]	0	26,4	33,2	17,0	30,0	19
Maksimal afsænkning [m]	2,53	0,26	0,19	0,30	0,20	0,45
Beregnet transmissivitet korrigeret *10 ⁻³ [m ² /s]	-	3,8	3,9	3,2	3,7	-
Beregnet transmissivitet ukorrigeret *10 ⁻³ [m ² /s]	-	2,0	2,2	1,6	2,0	-

Af tabel 6.12 fremgår det, at tolkningerne giver lokale transmissiviteter på 3,2 - 3,9*10⁻³ m²/s med en gennemsnitsværdi på 3,65*10⁻³ m²/s. Der er tidligere udført en prøvepumpning i B20, /3/, som giver en transmissivitet på 2,0*10⁻³ m²/s. Denne værdi er sammenlignelig med de resultater, der kan opnås, hvis hele stigningsforløbet fra den seneste prøvepumpning tolkes uden hensyn til den hydrauliske barriere.

Med en forventet mættet lagtykkelse på ca. 15 meter og en T-værdi på $3,65 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ fås en tilsvarende hydraulisk ledningsevne på ca. $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$, hvilket svarer til en mellemkornet sand.

Det er ikke ud fra pumpeforsøget muligt at angive boringens virkningsgrad, men ud fra sænkningerne i pumpeboringen og observationsboringerne samt den forholdsvis høje transmissivitet, skønnes boringens virkningsgrad lav og dermed ikke driftsøkonomisk optimal til afværgeboring.

Grundvandsforurening

Der blev i forbindelse med volumenoppumpningen i alt taget 4 vandprøver fra boringen. Disse er sammen med analyseresultater fra tidligere vandprøver i forbindelse med undersøgelsen listet i tabel 6.13. Analyserapporterne er vedlagt som bilag 19.

Tabel 6.13 Analyseresultater af udtagne vandprøver i B203 Alle koncentrationer i µg/l.

	B203	B203	B203	B203	B203	Grundvandskriteriet
Dato	d. 14. dec 2005 (undersøgelse)	d. 31. maj 2006 (opstart)	d. 2. juni 2006	d. 8. juni 2006	d. 13. juni 2006 (afslutning)	
Samlet oppumpet mængde [m ³]	0,2	2,0	162,9	620,2	1004	
Trichlormethan	0,4	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
1,1,1-trichlorethan	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
Tetrachlormethan	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	1
Trichlorethylen (TCE)	160	59	66	24	20	1
Tetrachlorethylen (PCE)	700	280	300	120	76	1
Vinylchlorid	1,4	1,7	1,3	0,6	0,3	0,2
1,1-dichlorethylen	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1
Trans-1,2-dichlorethylen	1,3	0,3	0,33	0,23	0,2	1
Cis-1,2-dichlorethylen	160	63	160	83	68	1
Benzen	<0,2	i.a	i.a	i.a	<0,2	1
Toluen	<0,2	i.a	i.a	i.a	<0,2	5
Ethylbenzen	<0,1	i.a	i.a	i.a	<0,1	5
m-p Xylener	<0,5	i.a	i.a	i.a	<0,5	5
o-xylen	<0,5	i.a	i.a	i.a	<0,5	5
Naphtalen	<1	i.a	i.a	i.a	<1	1
C6-C10	57	i.a	i.a	i.a	31	9
>C10-C25	<5	i.a	i.a	i.a	<5	9
>C25-C35	<10	i.a	i.a	i.a	<10	9
Totalkulbrinter	58	i.a	i.a	i.a	31	9

Det ses at det høje PCE-indhold på 700 µg/l, som blev påvist i decembet 2005, ikke kan genfindes ved opstart af oppumpningen. Årsagen hertil er formodentlig, at der er væsentlig mere opblanding med renere bundvand i forbindelse med volumenoppumpningen i forhold til normal prøvetagning.

Ved opstart og få døgn efter påvises et PCE-indhold på ca. 300 µg/l, som siden falder jævnt til 76 µg/l ved pumpeforsøgets afslutning. Koncentrationerne i ta-

bel 6.13 efter 14 døgn må forventes ved en evt. afværgeoppumpning i eller i nærheden af B203.

For nedbrydningskomponenterne ses ligeledes et fald fra undersøgelsen, men det fald er forholdsvis mindre end for PCE.

Der påvises C₆-C₁₀ kulbrinter, som kan stamme fra jordforureningen på ejendommen med kulbrinter. Kulbrinteforureningen falder fra 57 µg/l, som er målt i undersøgelsesfasen i til 31 µg/l ved pumpeforsøgets afslutning. Der er ikke målt for totalkulbrinter ved pumpeforsøgets opstart.

Uorganiske komponenter

Den sidste vandprøve blev endvidere analyseret for uorganiske forbindelser. Disse er indført i tabel 6.14 og fremgår endvidere af bilag 19. Det ses af tabel 6.14 at grundvandet er aerobt med et iltindhold på 4,2 mg/l. Iltindholdet er målt på laboratoriet og skal derfor tages med forbehold. Der er påvist et højt totaljernindhold på 3,3 mg/l. Der skal tages hensyn til dette ved evt. vandbehandling. Mangan og NVOC-indholdet er relativt lavt, hvilket derfor ikke bør give problemer ved evt. vandbehandling.

Tabel 6.14 Resultater af uorganiske parametre i boring B203 efter 14 dages oppumpning

	B203
Dato	d. 13. juni 2006 (afslutning)
Samlet oppumpet mængde [m ³]	1004
NVOC [mg/l]	1,5
pH	7,0
Ledningsevne [mS/m]	80,5
Inddampningsrest [mg/l]	608
Ammonium [mg/l]	0,059
Hydrogencarbonat [mg/l]	342
Alkalinitet [mmol/l]	5,6
Chlorid [mg/l]	36
Sulfat [mg/l]	180
Nitrat [mg/l]	<0,01
Nitrit [mg/l]	<0,005
Phosphor [mg/l]	0,07
Flourid [mg/l]	0,31
Aggressiv kuldioxid [mg/l]	23
Opløst ilt [mg/l]	4,2
Jern (II) [mg/l]	0,203
Calcium [mg/l]	170
Jern total [mg/l]	3,3
Kalium [mg/l]	1,6
Magnesium [mg/l]	14
Mangan [mg/l]	0,095
Natrium [mg/l]	17
Arsen [µg/l]	1,2
Nikkel [µg/l]	0,51
Methan	<0,01
Hydrogensulfid	<0,005

7 Geologi og hydrogeologi

7.1 Geologi

Regional

Området domineres af et øvre morænelerslag af varierende mægtigheder på mellem 5 og 15 m. Herunder træffes der smeltevandsaflejringer i form af smeltevandssand, som fortætter ned til kalkaflejringerne. Kalken træffes i kote +3-5 DVR90 svarende til ca. 27-29 m u.t.

Kalken udgør det primære grundvandsmagasin i området. Kalken er i direkte hydraulisk kontakt med de overliggende sandaflejringer, og disse kan derfor betragtes som en del af det primære grundvandsmagasin.

Lokal

Grundens terrænkote ligger ca. i kote 32,2 DVR90 og er forholdsvis plan.

Under befæstningen, som altovervejende består af asfalt, er der konstateret et fyldlag på 0,5-1 meters mægtighed. Herunder træffes et lerlag som er forholdsvis slapt og fugtigt med sandstriber indtil ca. 3 til 4 m u.t.

Derefter følger en hård og kompakt, tør og grå moræneler ned til mellem 7 og 9 m u.t. Under moræneleren træffes et tørt sandlag, med fint siltet sand. Dette sandlag fortsætter til ca. 20 m u.t. I den dybeste boring i området til 27 m u.t. bliver sandaflejringerne grovere i bunden og karakteriseres som groft grus. Der er ikke boret til kalken på ejendommen eller naboejendommene.

På figur 7a og 7b er der optegnet 2 lokale geologiske snit, hvor forureningen samt potentialeforhold i sandlaget er påført. Orienteringen af de 2 geologiske snit er vist på figur 5.

7.2 Hydrogeologi

Øvre magasin

Der er generelt registreret grundvand i det øvre lerlag med et vandspejl der generelt ligger fra 1 -2 m ut. I enkelte boringer er magasinet dog helt tørt eller der træffes først grundvand fra ca. 4-5 m u.t. Der er tilsyneladende ingen hydraulisk sammenhæng i det øvre magasin, som forventes at være påvirket af flere faktorer. De styrende faktorer for vandstanden i dette øvre lag vurderes at være tilstedeværelsen af sandslirer, som generelt er observeret i de øverste meter af lerlaget samt pumpedrænet og infiltrationsdrænet. Pumpedrænet

fastholder grundvandsstanden i det sekundære magasin mellem 3,5 og 4 m u.t.

De udførte pejlerunder i det sekundære magasin giver ingen ensartet strømningsretning i det sekundære magasin. Tilsyneladende har grundvandsforureningen spredt sig i en betydelig afstand fra hot spot til naboejendommene mod syd og vest. Dette skyldes antageligt afstrømning i sandslirer i det øvre lerlag. Potentialeverdier for pejlerunde udført i februar 2006 er vist i figur 8.

Nedre magasin

Det nedre magasin udgøres af smeltevandssand, som starter i lidt varierende dybder fra 6-9 m u.t. og typisk fra ca. 8 m u.t. Magasinet er frit med en vandstand ca. 13 m u.t. svarende til ca. kote +17 DVR90. Der er således en umættet zone på ca. 5 m.

De tre synkrone pejlerunder, som er udført henholdsvis d. 19. december 2005 samt d. 22. februar 2006 og d. 30. maj 2006 er sammenlignelige og viser en sydlig strømningsretning. Der er ud fra de gennemførte pejlerunder optegnet potentialekort i det primære magasin på figur 9, der viser en overordnet sydlig strømningsretning. Vandstanden er faldet ca. 22 cm fra december 2005 til maj 2006. Pejleresultaterne tyder på et forholdsvis ensartet magasin med en lille gradient i sydlig retning på ca. 0,001.

Vandindvinding fra de nyetablerede indvindingsboringer til Ballerup Kommunes Vandværk i en afstand af ca. 800 m mod nord har derfor ikke ændret strømningsretningen i forhold til tidligere undersøgelser, men det kan ikke udelukkes, at gradienten er blevet mindre.

Der er ud fra pumpeforsøget beregnet en lokal gennemsnitlig transmissivitet på $3,65 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ og en gennemsnitlig hydraulisk ledningsevne på $2,4 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$. Den hydrauliske gradient i ro er målt til ca. 0,001.

Såfremt den effektive porøsitet sættes til 0,25 fås en grundvandshastighed i det primære magasin på ca. 30 m/år.

Pumpeforsøget viser at B203 er ideelt placeret i forhold til evt. afværgeoppumpning. Ved en oppumpning på $3 \text{ m}^3/\text{t}$ fås en forholdsvis høj influensradius som dækker bla. B20, B40 og B43. Det vurderede indvindingsopland ved $3 \text{ m}^3/\text{t}$ er illustreret på figur 9 sammen med potentialekurver ved pumpeforsøgets afslutning.

Det vurderes ud fra pumpeforsøget at en oppumpning med en lavere ydelse på ca. $2 \text{ m}^3/\text{t}$ er tilstrækkelig til at indfange forureningsfanen. På denne baggrund kan B203 bruges som afværgeboring. Såfremt der skal udføres permanent afværgeoppumpning, anbefales det dog at udføre en boring i større dimension og med en filtersætning med $\varnothing 160 \text{ mm}$ filter i de øverste 3 meter af magasinet og med mindst 1 meters pumpeump.

7.3 Grundvandsinteresser

Drikkevandsinteresser

Ejendommen ligger i et område med drikkevandsinteresser (OD).

Indvindinger

Ejendommen ligger indenfor indvindingsopland, men udenfor kildepladszoner. De nærmeste kildepladszoner ligger ved:

- Ballerup, ca. 800 m mod nord
- Københavns Energis kildeplads III, ca. 2,8 km mod syd
- Københavns Energis kildeplads XI, 3,8 km mod sydøst
- Knapholm afværge, 1,8 km sydøst

Det kan ikke afgøres om grunden ligger i indvindingsoplandet til afværgeboringer på Knapholm eller Københavns Energi kildeplads III mod syd. Tilsyneladende er strømningsretningen mere sydlig end østlig, hvorfor det er mest sandsynligt, at ejendommen ligger i indvindingsoplandet til kildeplads nr. III.

Det er fra Ballerup Kommune oplyst at der årligt indvindes ca. 550.000 m³ vand årligt fordelt fra 3 boringer. Ballerup Kommune har en monitoringsboring (dgu nr. 200.4565), som ligger meget tæt på ejendommen og som er vist på figur 9. Der er ikke påvist chlorerede forbindelser eller kulbrinter i denne boring i seneste monitoringsrunde i 2004, /15/. Analyserapport er vedlagt i bilag 15.

Recipienter

Den nærmeste recipient er en mindre sø ca. 250 m vest for ejendommen. Sømose Å løber ca. 400 m øst for ejendommen. Sømose Å løber ud i Sømosen som ligger ca. 500 m nord for ejendommen.

8 Forureningsvurderinger

8.1 Poreluft, terrænnært

De målte PCE-indhold i de terrænnære poreluftmålinger er angivet på figur 2. Koncentrationskurverne viser, at der er tale om et område på ca. 700 m² med PCE koncentrationer på mere end 100 mg/m³ i den øvre poreuft.

For at imødekomme amtets ønske om revidering af kortlægningsgrundlaget er der endvidere foretaget en afgrænsning af PCE koncentrationen i fyldlaget til maksimalt 100*Miljøstyrelsens afdampningskriterium. Dette svarer til 0,6 mg/m³ for PCE og på 0,1 mg/m³ for TCE . Denne afgrænsning er indført på figur 2 og 3. En gulvkonstruktion bestående af beton uden synlige revner, vil iflg. Miljøstyrelsens vejledninger kunne bevirke en reduktion af bidraget fra poreluften ved evt. afdampning med en faktor 100. Det vil sige at områder med poreluftskoncentrationer, som er højere end 100 gange Miljøstyrelsens afdampningskriterium, potentielt kan udgøre en risiko for indeklimaet i overliggende bebyggelse, /17/.

Det ses af figur 2 og 3, at der er tale om skeloverskridende poreluftsforurening både mod syd, nord, vest og øst over 100*miljøstyrelsens afdampningskriterium. For PCE udgør arealet med en overskridelse på 100*afdampningskriteriet ca. 2.300 m², mens det tilsvarende areal for TCE er ca. 1.800 m². Området for TCE over 100* MST's kriterium ligger indenfor området for PCE med koncentrationer over 100*MST's kriterium.

Kilderne til forureningerne er som tidligere omtalt spild fra den nordlige og vestlige del af fabriksbygningen på nr. 96A, hvor det er oplyst, at rensvæsken og restprodukterne er hældt direkte ud på jorden. Det markant højeste indhold i poreluften er fundet i området umiddelbart nord for bygning II.

Udvalgte poreluftmålinger er i tabel 8.1 sammenholdt med de tidligere poreluftmålinger, som er udført i 1997-1998. Denne sammenstilling skal tages med et vist forbehold, da koncentrationerne svinger meget i tid og sted. Placering af nye og gamle poreluftmålinger er vist på figur 10.

Tabel 8.1 Målte indhold i poreluftmålinger og sonderinger sammenholdt med poreluftmålinger fra 1997-1998

	Sted	Dybde	Trichlo- rethylene	Te- trachlo- rethylene	cis 1,2 Dichlor ethylen	Benzen	Toluen	PID- værdi
		m u.t.	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mg/m ³	mV ppm
Påvisningsgrænser, 2005								
P1, 2005	Nr. 96, nord for hot spot	0,5	1,9	18	0,87	-	-	5
PL36, 1998	Nr. 96, nord for hot spot	?	62	50	60	-	-	34
P2, 2005	Nr. 96, nord for hot spot	0,5	2,2	9,3	2,9	-	-	5
PL37, 1998	Nr. 96, nord for hot spot	?	19	100	spor	-	-	25
P6, 2005	nr. 96a (hot spot)	0,90	16	2054	-	-	-	1220
PL7, 1997	nr. 96a (hot spot)	1,0	800	8600	-	-	-	622
P5, 2005	nr. 96a (hot spot)	0,60	43	266	-	-	-	66
PL8, 1997	nr. 96a (hot spot)	0,7	60	190	(6)	-	-	39
P8, 2005	nr. 96a øst for hot spot	0,60	14	244	-	-	-	22
PL6, 1997	nr. 96a øst for hot spot	0,6	1	9	spor	-	-	3
P11, 2005	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,50	25	435	-	-	-	153
PL1, 1997	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,7	5	82	0,8	-	-	11
PL2, 1997	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,6	7	150	0,8	-	-	16
PL3, 1997	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,4	-	12000	-	-	-	456
PL10, 1997	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,3	620	11000	(20)	-	-	675
PL11, 1997	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,3	2	95	-	?	?	16
PL18, 1997	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,5	350	4300	(30)	-	-	274
gen. PL1-PL18, 1997	nr. 96a (under bygning II, vest)	0,46	164	4605	i.b	-	-	241
P12, 2005	nr. 96a (under bygning II, øst)	0,5	32	794	-	-	-	182
PL39, 1998	nr. 96a (under bygning II, øst)	?	28	640	-	-	-	71
P14, 2005	nr. 96a, syd for hot spot	0,80	-	423	-	-	-	200
PL12, 1997	nr. 96a, syd for hot spot	0,4	2,6	8,5	(spor)	-	-	4
PL13, 1997	nr. 96a, syd for hot spot	0,9	0,9	5,5	-	spor	Spor	2
PL14, 1997	nr. 96a, syd for hot spot	0,7	1,7	1,5	(0,4)	0,04	-	0
P15, 2005	nr. 96a, syd for hot spot	0,50	16	372	-	-	-	66
PL4, 1997	nr. 96a, syd for hot spot	0,45	-	4,5	(>3)	-	-	0
P16, 2005	nr. 96a, syddøst for hot spot	0,80	0,14	1,8	-	-	-	0
PL5, 1997	nr. 96a, syddøst for hot spot	1,15	9	46	(>2)	-	-	8
P20, 2005	nr. 96, nordøst for hot spot	0,7	-	1,4	-	-	-	2
PL55, 1998	nr. 96, nordøst for hot spot	?	3,5	5,5	0,5	-	0,03	1,9
P25, 2005	nr. 94 øst for hot spot	0,2	-	0,09	-	-	-	1
PL40, 1998	nr. 94 øst for hot spot	?	0,6	2,9	-	-	0,5	1,8
P26, 2005	nr. 96/94, øst for hot spot	0,80	0,21	6,1	-	-	-	3
PL17, 1997	nr. 96/94, øst for hot spot	1,1	1	2,6	(<0,4)	-	-	
P31, 2005	nr. 100, vest for hot spot	0,80	1,9	>85	-	-	-	22
PL20, 1997	nr. 100, vest for hot spot	0,7	35	660	-	-	-	115
P32, 2005	nr. 100, vest for hot spot	0,70	1,5	8,4	-	-	-	11
P34, 1997	nr. 100, vest for hot spot	?	7	18	8	-	-	5
P36, 2005	nr. 96, syd for hot spot	0,80	0,17	9,2	-	-	-	3
PL15, 1997	nr. 96, syd for hot spot	1,2	0,2	1,2	-	-	-	1
P37, 2005	nr. 96, syd for hot spot	0,80	0,93	8,9	-	-	-	10
PL16, 1997	nr. 96, syd for hot spot	0,9	-	4,5	spor	-	-	1

Det fremgår af tabel 8.1, at i det ene af de 2 sammenligningspunkter i hot spot nord for bygningen er poreluftkoncentrationerne større i december 2005 (p5) end ved målingerne 1997 (PL8). I det andet sammenligningspunkt (p6 mod PL7) er der målt mest i 1997.

Under og omkring bygning II er der stadig betydelige forhøjelser i poreluft-koncentrationerne. Generelt ligger koncentrationer under og omkring bygning II en faktor 400-3000 over 100* miljøstyrelsens afdampningskriterium for PCE. Koncentrationerne under bygning II er i 2005 fundet til henholdsvis 435 mg/m³ (P11) og 794 (P12) mg/m³ og er dermed generelt lavere end i 1997-1998.

Af de 14 sammenstillingspunkter uden for hot spot og bygning II er 7 større i 2005, mens 7 er lavere i 2005. En gennemsnitsbetragtning på samtlige målepunkter viser, at det gennemsnitlige indhold for PCE i december 2005, er fundet til 106 mg/m³ mod ca. 1.000 mg/m³ i 1997/1998. Gennemsnitsbetragtninger kan ikke umiddelbart anvendes, da undersøgelsen i 2005 har medtaget et væsentlig større område i udkanten af forureningen, og derfor dækker områder med lave koncentrationer.

Samlet set vurderes koncentrationerne i hot spot og under bygning II at være reduceret betragteligt, mens poreluftforureningen tilsyneladende har bredt sig mere horisontalt og således er skeloverskridende i betragtelige koncentrationer til alle 4 nabomatrikler.

Under de øvrige nærliggende bygninger mod henholdsvis syd, nord og øst er der også fundet koncentrationer større end 100*afdampningskriteriet. På figur 11 er et område indtegnet, hvor der med stor sandsynlighed vil være potentiel indeklimate risiko. Der er ikke foretaget målinger af indeklimaet i bygningerne.

8.2 Poreluft, nedre umættede zone

Der er i poreluftsonderingerne samt i kulrørsprøver fra boring B54, B55, B56, B58 og B59, påvist indhold af chlorerede opløsningsmidler som vist på figur 4. Resultaterne fremgår af bilag 8 og bilag 11.

Samlet viser de udførte sonderinger udenfor hot spot, at der er ingen eller meget lave koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler i moræneleren. Kun i PD4 er der fundet et betydeligt indhold i moræneleren. PD7 og PD6 viser, at der er høje poreluftindhold i den umættede zone under moræneleren mod vest på henholdsvis 467 mg/m³ (8,5 mu.t) og 297 mg/m³ (8,1 m u.t). Der er i PD7 en stigende tendens med dybden. I de øvrige sonderinger, som er placeret i alle retninger fra hot spot er der fundet mellem 4,7 mg/m³ og 222 mg/m³.

I hot spot området er der i de passive ventilationsboringer påvist høje koncentrationer efter forpumpning på 220-480 mg/m³, hvilket er i samme størrelsesorden som de afgrænsende poreluftssonderinger.

Det står klart, at poreluftforureningen har spredt sig i den umættede zone i høje koncentrationer i en betydelig afstand på mindst 40 m i alle retninger fra hot spot. De højeste koncentrationer findes mod vest på Skovlunde Byvej100.

Såfremt den umættede zone indeles i 3 delområder (stærkt forurenede, forurenede, mindre forurenede) kan det beregnes, hvor meget masse der står i den

umættede zone. De anvendte fysiske data og koncentrationer fremgår af tabel 8.2. Det ses, at der ca. er 1100 g PCE lokaliseret i den umættede zone under moræneleren.

Tabel 8.2 Estimerede mængder af PCE i den umættede zone

Område	Tykkelse [m]	Porøsitet	Areal [m ²]	Koncentration [mg/m ³]	Masse [g]
Stærkt forurennet.	5	0,4	500	400	400
Forurennet	5	0,4	3000	100	600
Mindre forurennet	5	0,4	5000	10	100
Sum	-	-	8450	-	1100

Øvrige

TCE er ligeledes påvist i alle sonderinger og i samtlige passive ventilationsboringer i koncentrationer fra 0,29 til 61 mg/m³, som svarer til 1-10 % af PCE indholdet.

Nedbrydningskomponenterne cis-DCE og vinylchlorid er fundet i betydelige koncentrationer i de passive ventilationsboringer med B56, som ligger mod sydvest, som den med højeste indhold. Dette stemmer overens med vandprøverne i det sekundære magasin i dette område (B110 og B111) som viser en høj andel af nedbrydningskomponenter. I poreluftsonderingerne er der kun påvist nedbrydningskomponenter i lave koncentrationer i PD3 og PD5, mens der ikke er påvist nedbrydningskomponenter i de øvrige sonderinger.

Der er påvist mindre indhold af kulbrinter i alle ventilationsboringerne. De dominerende komponenter er toluen, xylener og C₉-C₁₀-kulbrinter. Der er ikke påvist øvrige kulbrinter i sonderingerne.

8.3 Jordforurening

PCE

Der er kun påvist lave eller intet indhold af PCE i de 32 udtagne jordprøver, heraf er langt de fleste udtaget i områder med høje indhold i poreluften og stærkt forhøjede PID-udslag. Der er påvist PCE i 13 af de 32 jordprøver i koncentrationer fra 0,05 mg/kg TS til 5,9 mg/kg TS.

Til sammenligning blev der i 16 ud af 17 udtagne jordprøver i 1998 fundet PCE i intervallet mellem 0,2-700 mg/kg TS med et gennemsnitligt indhold på omkring 80 mg/kg TS. Disse tidligere konstaterede jordindhold vurderes mere realistiske, og det vurderes ikke sandsynligt, at PCE enten skulle være udvasket eller nedbrudt i løbet af 6 år. Det viser vand- og poreluftprøverne med al tydelighed. Der er dog et betydeligt indhold af nedbrydningskomponenter i både poreluft, jord- og grundvand.

Der er ikke fundet tegn på fri fase under borearbejdet eller i forbindelse med vandprøvetagning af nye såvel som af ældre boringer.

De konstaterede uoverensstemmelser mellem på den ene side jordanalyser og på den anden side poreluft, feltobservationer og grundvandskoncentrationer, blev undersøgt ved at måle head space på 6 jordprøver. Formålet med disse head space målinger var at sikre, at der ikke var en eller flere andre komponenter som kunne være skyld i de forhøjede PID-værdier. Jordprøverne var udtaget til PID-analyse og havde ca. stået 4 uger på lager. Der er således tale om minimumsværdier, da det må forventes at en betragtelig del er forsvundet fra posen. Der blev fokuseret på 3 borer (B105, B108 og B111) med et forventet højt PCE-indhold, men med lave jordkoncentrationer.

Tabel 8.3 Resultater af GC-analyser af luft fra PID-pose, som blev målt på COWIs laboratorium d. 10. januar 2006

Boring	m.u.t.	PID	TCE	PCE	m-Xylen	o-Xylen	Bemærkninger
B 105	5,5	172	mg/m ³ 4,1	mg/m ³ 334	mg/m ³ 3,03	mg/m ³ 1,76	spor af produkt med kulbrinter
	6	172	spor	115	0,99	0,6	
B 108	2	1018	-	8,46	-	-	stort indhold af produkt med kulbrinter
	6	412	5,3	680	-	-	indhold af produkt med kulbrinter
B111	1	970	ca. 0,33	15,98	-	-	stort indhold af produkt med kulbrinter
	6	10	ca. 0,49	8,23	-	-	spor toulen / produkt med kulbrinter

- ikke påvist

I alle prøverne er der påvist PCE på et betydeligt niveau. Det ses endvidere, at der er påvist kulbrinter i alle prøverne. I de to prøver med højest PID-udslag er der påvist et højt kulbrinteindhold, som ikke kunne kvantificeres.

Resultaterne af head space målinger for PCE er vist i tabel 8.4 sammen med tilsvarende resultater af jord og vandprøver.

Tabel 8.4 Sammenstilling af head space målinger i forhold til jord- og vandanalyser for PCE.

	B105		B108		B111	
	5,5 m u.t.	6,0 m u.t.	2,0 m u.t.	6,0 m u.t.	1,0 m u.t.	6,0 m u.t.
Head space, [mg/m ³] ¹⁾	334	115	8,5	680	16	8,2
Grundvand, [µg/l]	47.000		21.500		27.100	
Jord, [mg/kg TS]	<0,01	<0,01	1,3	<0,01	<0,01	<0,01

1) Head space blev målt på PID-posere i COWIS laboratorium d. 10. januar 2006

Det ses meget tydeligt, at der er påvist høje koncentrationer af PCE i alle 6 PID-posere. Det bemærkes endvidere, at head space målingerne er på niveau med de målte poreluftkoncentrationer i fyldlaget jf. figur 2.

I boring B12, B104 og B105, som er udført tæt på forventede hot spot, er der i det øvre grundvand fra 2-5 m u.t., fundet PCE-indhold på henholdsvis 68.000, 48.000 og 47.000 µg/l. Såfremt der med udgangspunkt i grundvandskoncentrationerne udføres fugacitetsberegninger for en lerjord i JAGG-modellen fås jordkoncentrationer af PCE på ca. 17-26 mg/kg TS og poreluftskoncentrationer på ca. 31.000-46.000 mg/m³.

På baggrund af de udførte jordanalyser, som ikke vurderes repræsentative for jordens indhold af chlorerede opløsningsmidler, kan jordforureningen ikke kvantificeres og de følgende skøn baserer sig derfor på PID-målingerne og de tidligere resultater. Det vurderes, at der som angivet på figur 6, er en meget kraftig jordforurening med PCE og nedbrydningskomponenter i området ved B104 og B105 samt ved boring B110, B108, B111 og B112. Der er fundet en betydelig jordforurening i B102, B103, B107 og B109.

I borerne B101 og B203 er der fundet en begrænset jordforurening i moræneleren.

I boring B106 samt B201, B202 og B204 vurderes der ikke at være jordforurening .

På nordsiden af bygningen er jordforureningen lokaliseret i B104 fra ca. 0,5-5,0 m u.t, mens den i boring B105 er lokaliseret fra ca. 2,5-6,0 m u.t. I boring B112 er der konstateret en blandingsforurening med kulbrinter fra ca. 0,5-5,0 m u.t.

Under bygning II er der forurennet. Jordforureningen under bygningen aftager mod øst, hvor der er kontorlokaler.

I området sydvest for bygning II er der kraftige PID-udslag fra ca. 2,0 -8,0 m u.t og der konstateres stadig forhøjede PID-udslag i det umættede sand 8 m u.t. I B108 er der forhøjede PID-udslag fra 2,0 m u.t. med meget høje værdier fra 3,5 til 6,0 m u.t. Boring B111, som er placeret mellem B110 og B108 viser forhøjede PID-udslag til boreddybden 6,0 m u.t., men med betydeligt lavere udslag end i B110 og B108.

I alle de udførte borer omkring drænsystemet er der enten indikationer (PID-målinger) eller påvist betydelig jordforurening under bunden af drænet 5 m u.t. Dvs. forureningen siver ned under det udlagte afvægedræn.

Det vurderes, at jordforureningen med PCE er skeloverskridende i betydelige koncentrationer mod nord (nr. 96) og mod vest (nr. 100). Det vurderes at jordforureningen kun i mindre grad er skeloverskridende mod øst (nr. 94) og mod syd (nr. 96b).

Nedbrydningskomponenter

Der er påvist nedbrydningskomponenter i jorden i betydeligt omfang i boring B110 6,5 m u.t. Dette stemmer overens med et højt indhold af nedbrydningskomponenter i grundvandet i samme boring.

Det formodes, at der er et betydeligt indhold af nedbrydningskomponenter i den nedre del af jordmatricen. Dette skyldes, at der formodentlig er ideelle nedbrydningsvilkår i form af anearobe forhold, samt det faktum at der stedvist er konstateret forhøjede indhold af total kulbrinter, som kan anvendes som kulstofkilde af mikroorganismer.

BTEXer og totalkulbrinter

Der er i ingen af de udtagne jordprøver påvist BTEX-indhold, hvilket stemmer overens med tidligere undersøgelser.

Derimod er der i B112, hvor feltobservationer tydede på en kulbrinte-forurening, påvist et betydeligt indhold af C10-C25 kulbrinter i jorden fra 1-2 m u.t. Forureningen er afgrænset i B204.

8.4 Forureningsmængder

Jordforureningen er afgrænset horisontalt på figur 6 og vertikalt på figur 7a og 7b. Der er konstateret en omfattende jordforurening i og omkring spildstedet. Jordforureningen kan ikke kvantificeres på grundlag af de udførte undersøgelser, men på baggrund af feltobservationer, PID-målinger og tidligere undersøgelser skønnes, at et areal på mindst 1500 m² at være forurenede. Det stærkt forurenede område vurderes at udgøre et areal på ca. 500 m², mens et mindre forurenede område vurderes at udgøre ca. 1000-1200 m².

Den vertikale forureningsudbredelse er mellem 4 og 8 m i det område, som er forurenede med PCE og nedbrydningskomponenter herfra. Dertil kommer at dele af området, er forurenede med totalkulbrinter. Det er ikke muligt at kvantificere forureningen ud fra de udtagne jordprøver. Der er tale om et jordvolumen på ca. 6.000-12.000 m³ svarende til ca. 11.000-22.000 tons jord. Med fiktive og realistiske jordkoncentrationer som givet i tabel 8.5 fås samlede forureningsmængder for PCE i jorden på ca. 450 kg, mens de tilsvarende mængder for TCE, nedbrydningskomponenter og totalkulbrinter er på henholdsvis ca. 45 kg, 100 kg og 182 kg. For totalkulbrinter vurderes indholdet at være centreret omkring B112.

Tabel 8.5 *Estimerede efterladte forureningsmængder i kildeområdet og i det perifere område. Der er anvendt en vægtfylde af jorden på 1,8 ton/m³.*

	Areal [m ²]		Koncentrationer [mg/kg]		Mægtighed [m]		Forureningsmasse [kg]	
	Kildeområde	Periferen	Kildeområde	Periferen	Kildeområde	Periferen	Kildeområde	Periferen
PCE	500	1200	50	5	8	4	403	43
TCE	500	1000	5	1	8	4	36	7,2
Nedbrydningskomponenter	500	1000	20	1	5	5	90	9
Totalkulbrinter	50	100	500	10	4	1	180	1,8
Sum							709	61

8.5 Grundvand

8.5.1 Sekundært magasin

Der er i løbet af de sidste 6 år fundet betydelige koncentrationer i pumpedrænet for PCE på mellem 10.000 og 55.000 µg/l med en stigende tendens. For TCE og nedbrydningskomponenten cis-DCE er der fundet ca. 3.000 µg/l henholdsvis 4.000 µg/l. For totalkulbrinter er der konstateret ca. 5.000 µg/l med faldende tendens.

Koncentrationerne i pumpedrænet kan betragtes som gennemsnitskoncentrationer i det sekundære magasin i hot spot området. Drænet har en længde på 59 m og dækker et areal på skønsmæssigt ca. 450 m² heraf ca. 240 m² under bygning II. De udtagne vandprøver i det sekundære magasin i denne undersøgelse bekræfter de høje koncentrationer i pumpedrænet.

I bilag 21 a-d er der optegnet den vurderede udbredelse af henholdsvis PCE, TCE, nedbrydningsprodukter til chlorerede opløsningsmidler og total kulbrinter. Der tegner sig ikke et entydigt billede af spredningsmønstret i det sekundære magasin, men grundvandsforureningen har primært spredt sig mod syd og vest og er skeloverskridende til Skovlunde Byvej nr. 96, 96B og 100.

Udbredelsen med PCE-koncentrationer højere end 10.000 µg/l dækker et areal på ca. 600 m², mens et større område på ca. 2000 m² skønnes at have PCE indhold på mellem 500 og 10.000 µg/l.

Der tegner sig et tilsvarende billede for TCE og nedbrydningskomponenter, dog med lavere koncentrationer med TCE-indhold på op til 10.000 µg/l og tilsvarende indhold af øvrige nedbrydningskomponenter. De chlorerede nedbrydningskomponenter består overvejende af cis-DCE (op til 10.000 µg/l) og vinylchlorid (op til 1.700 µg/l).

8.5.2 Primært magasin

Der er sket gennembrud til det primære magasin med både chlorerede forbindelser, nedbrydningsprodukter og i mindre grad totalkulbrinter.

I B57 er der fundet det højeste PCE-indhold på 1.500 µg/l, et TCE-indhold på 300 µg/l, cis-1,2-DCE på 590 µg/l samt et totalkulbrinteindhold på 300 µg/l.

I de øvrige borer i og omkring kildeområdet (B55, B56 og B59) er der generelt fundet PCE-indhold på 5-120 µg/l. Dog er der lavere indhold i de to seneste vandprøver fra B51 og B54, hvor der er et PCE indhold omkring drikkevandskriteriet på 1 µg/l. For de øvrige fremmedkomponenter er billedet det samme.

I B54 er der tidligere i december 2005 påvist 8.000 µg/l mod 0,4 µg/l ved prøvetagning i februar 2006 og samme lave niveau ved tidligere prøvetagninger. Denne forskel kan ikke forklares, men kan skyldes fejl i laboratoriet, forskel i prøvetagning eller ændringer i de hydrauliske forhold. Den store forskel taget i betragtning tyder på en fejlbehæftet prøve.

Grundvandsforureningen med PCE, TCE og nedbrydningsprodukter har spredt sig mod syd og påvises i relativt høje koncentrationer i boring B203. Dette stemmer overens med strømningsbilledet. B203 ligger ca. 25 m syd for kildeområdet. Grundvandsfanen er afgrænset og det vurderes ud fra pumpeforsøget, at boring B203 står rimeligt centralt i fanens centerlinje.

Moniteringsboring B20 har fra 2001-2005 vist PCE indhold på 20-150 µg/l uden stigende eller faldende tendens. Variationerne vurderes at skyldes mindre fanefluktuationer eller forskel i prøvetagningen. Indholdet af nedbrydningskomponenter ligger fra ca. 20-50 µg/l ligeledes uden stigende eller faldende tendens.

I moniteringsboring B43 er der i løbet af de seneste år sket en stigning fra ca. 1 µg/l til ca. 24 µg/l for PCE og fra ca. 1 µg/l til 36 µg/l for TCE. Indholdet i B43 domineres af nedbrydningskomponenten cis-DCE med det seneste indhold på 110 µg/l. Tidligere har indholdet svinget fra 5 til 170 µg/l i denne boring.

Grundvandsforureningen i det primære magasin har ikke spredt sig mod nord og i alle 3 boringer som dækker det nordlige, nordøstlige og nordvestlige område er der ikke påvist fremmedkomponenter over grundvandskriteriet. Ligeledes har grundvandsforureningen ikke spredt sig mod sydvest ved B207. Grundvandsforureningen har derfor retning mod syd mod indvindingsboringerne til Københavns Energis Kildeplads nr. III beliggende ca. 2,8 km mod syd.

Der er ikke påvist BTEXer i de udtagne vandprøver. Derimod er der påvist totalkulbrinter i beskedne indhold i boring B20 samt B203 og B204.

Ud fra de udførte separationsvandprøver vides det, at mere end 90 % af den opløste forurening ligger i den øverste del af magasinet.

Pumpeforsøget i B203 viser, at en evt. afværgeoppumpning med 2-3 m³/t vil give en tilstrækkelig sænkning til indfangning af grundvandsforureningen. Pumpeforsøget viser endvidere, at B203 er optimalt placeret i forhold til fanen og kildeområdet.

8.6 Risikovurdering, grundvand

Der er påvist en betydelig poreluftforurening i fyld/lerlaget i et stort område som er skeloverskridende i alle retninger.

Det vurderes, at der er et betydelig forurenede jordvolumen med en estimeret restmængde på mindst 600 kg chlorerede forbindelser heraf ca. 450 kg PCE.

I det sekundære grundvand, som ligger fra 2-5 m u.t., er der konstateret omfattende grundvandsforurening med PCE, TCE, nedbrydningskomponenter og total kulbrinter. Da afværgedrånet konstant er vandfyldt, vil der være en vertikal transport gennem den nedre vandmættede moræneler til den umættede zone i det primære magasin samt en horisontal transport i den øvre ler.

Denne vertikale flux kan estimeres ud fra en betragtning om, at det nedsivende porevand har koncentrationer som påvist i pumpedrånet i et ca. 600 m² stort område, samt koncentrationer som de gennemsnitlige koncentrationer i de korte boringer (B14, B31, B33 og B109) i et ca. 2000 m² stort område og en årlig skønnet lækage på 100 mm/år i området. Opgørelsen er vist i tabel 8.6.

Tabel 8.6 *Estimeret stofflux til det primære magasin i kildeområdet og i det perifere område.*

	Areal [m ²]		Koncentrationer [mg/l]		Infiltration [mm/år]		Flux [kg/år]	
	Kildeområde	Periferen	Kildeområde	Periferen	Kildeområde	Periferen	Kildeområde	Periferen
PCE	600	2000	55	1,9	100	100	3,3	0,38
TCE	600	2000	3,4	0,3	100	100	0,2	0,06
Nedbrydningskomponenter	600	2000	3,8	0,4	100	100	0,23	0,08
Totalkulbrinter	600	2000	3,0	0,5	100	100	0,18	0,1
Sum							3,9	0,6

Det ses af tabel 8.6, at der med disse data årligt infiltrerer ca. 3,7 kg PCE til det primære magasin. Heraf infiltrerer ca. 3,3 kg PCE i området med passiv ventilation.

Af den vertikale flux til det primære magasin vil en del spredes horisontalt i den umættede zone. Det vides ikke, hvor stor en del. Den resterende del og det som infiltrerer uden for afværgområdet vil nå grundvandet i det primære magasin og transporteres mod syd.

- Horisontal flux** Den horisontale flux som forlader kildeområdet, kan beregnes med udgangspunkt i den vertikale koncentrationsfordeling i B203 og de hydrauliske parametre i området.
- Vandtransporten i den mættede zone kan beregnes som ($Q=I*k*h*b$), hvor I er gradienten (0,001), k den hydrauliske ledningsevne ($2,4*10^{-4}$ m/s), h er den vertikale faneudbredelse (h sættes til 2 m) og b er fanebredden nedstrøms kildeområdet (b sættes til 30 m). Dette giver en horisontal vandtransport i de øverste 2 m på ca. 450 m³/år. Såfremt det antages, at fanen har koncentrationer som i boring B203, fås en horisontal masseflux i det primære magasin mod syd på ca. 500 g, hvoraf PCE udgør ca. 70 %, TCE ca. 15 % og cis-DCE ca. 15 %.
- JAGG-beregninger** Der er foretaget indledende JAGG beregninger (trin 1b,2b og 3) for det primære magasin, hvor de højeste påviste koncentrationer i B57 på 1.500 µg/l er anvendt uden filterkorrektion, idet B57 er filtersat i den øvre del af magasinet. Beregningerne er vedlagt som bilag 23 sammen med de anvendte input data. Der er anvendt en gradient på 0,001 og en hydraulisk ledningsevne på $2,4*10^{-4}$ m/s. De øvrige parametre er modellens standard-værdier.
- Beregningerne viser, at der i afstanden 30 m nedstrøms svarende til beregningspunktet er beregnet PCE koncentrationer på 744 µg/l såfremt der regnes uden nedbrydning og sorption, og på 569 µg/l såfremt der regnes med nedbrydning og sorption. Opblandingsdybden er i beregningspunktet ca. 0,5 m.
- Til sammenligning er der i B203, som ligger ca. 30 m nedstrøms B57, påvist et PCE-indhold på 700 µg/l over en filterstrækning på 5 m, og senest - efter udførelse af volumenoppumpning - et indhold i den øvre del af magasinet på 180 µg/l. Dette viser en god overensstemmelse med de udførte JAGG-beregninger, når de mange usikkerheder tages i betragtning.
- I afstanden 100 m nedstrøms viser trin 3 beregningerne med nedbrydning og sorption, at der er omkring 87 µg/l.

9 Revurdering af afværgeanlæg

Der henvises til afsnit 4, hvor en nøjere beskrivelse af anlægget er givet.

9.1 Passiv ventilation

Effekten af den passive ventilation gennem de sidste 7 år kan ikke vurderes, men det vides med sikkerhed at betydelige mængder af chlorerede forbindelser har spredt sig horisontalt i den umættede zone. Ligeledes er det primære grundvandsmagasin påvirket i væsentligt omfang nedstrøms afværgeområdet. Den udførte in situ test i den umættede zone viser klart, at det passive ventilationssystem er utilstrækkeligt som afværagesystem i forhold til den konstaterede forurening.

Den vertikale stofflux er opgjort til ca. 4 kg/år eksklusiv evt. bidrag fra fri fase eller større lækage fra feks. faskine, som vil medføre væsentlig højere bidrag til den umættede zone.

Det etablerede afværgeanlæg over for poreluftforurening i den umættede nedre zone vurderes ikke at være tilstrækkeligt i den nuværende form. Den estimerede massefjernelse vurderes meget usikker, og det kan med sikkerhed fastslås, at luften fra den umættede zone kan passere frit uden om kulfiltrene i alle borerne.

Såfremt anlægget bevares med den nuværende funktion, skal der som minimum etableres effektiv afpropping af prøvetagningsslanger og gevindsamlinger og endvidere skal der laves nye flowmålinger af den passivt behandlede luftmængde i mindst 2 af borerne til dokumentation af massefjernelsen. Yderligere skal det dokumenteres om komponenterne opfanges på kulfiltrene (evt. ved at analysere de brugte kul for chlorerede opløsningsmidler) eller emitteres til omgivelserne. Dette vurderes at der foregår en stor horisontal transport i den umættede zone og at funktionen af den passive ventilation er begrænset.

Den passive ventilation bør overgå til f.eks. vakuumelekstraktion og central behandling med aktivt kul forinden emission. Det er eftervist, at de fysiske forhold til vakuumelekstraktion er tilstede. Ventilationstesten viser endvidere, at de eksisterende borer er tilstrækkelige til at sikre en effektiv opsamling i den umættede zone.

9.2 Pumpedræn og infiltrationsdræn

Drænets horisontale placering vurderes optimalt placeret i forhold til kildeområdet, geologi og magasinforhold. Funktionen virker efter hensigten og der er tale om et driftssikkert anlæg. Pumpedrænets kapacitet kan øges med en større massefjernelse til følge. Det er dog eftervist at drænet ikke sikrer mod en forholdsvis stor nedsivning til det nedre grundvandsmagasin.

Som følge af den omfattende forurening, vil koncentrationerne i det oppumpede vand være store i en lang årrække fremover såfremt der ikke iværksættes tiltag til kildeoprensning.

Udledningskrav (som er lempelige) overholdes ikke og der bør etableres vandbehandling af det oppumpede vand inden udledning til kloak.

Pumpebrøndens udformning er ikke hensigtsmæssig ved inspektion og pumpe-service. Ved inspektion skal der anvendes værnemidler og der skal være mindst 3 personer tilstede ved arbejder i brønden.

Den frostsprængte vandmåler skal udskiftes og de overjordiske installationer skal frostsikres. Dette udføres mest effektivt med termostatstyret el-tracing. Strøm kan trækkes fra nærliggende el-skab.

10 Konklusion

Ved disse undersøgelser er der foretaget en omtrentlig horisontal afgrænsning af den påviste jord- og grundvandsforurening på ejendommen. Afgrænsningen har dog den usikkerhed, at geologien i området er meget inhomogen og jordanalyserne vurderes at underestimere jordens reelle indhold af chlorerede opløsningsmidler.

Undersøgelserne bekræfter, at kildeområdet på ejendommen er lokaliseret umiddelbart nord og vest for bygning II på Skovlunde Byvej 96A.

Poreluftmålinger

Der er målt betydelige poreluftkoncentrationer i de øvre fyldlag på ejendommen og på samtlige naboejendomme. Koncentrationerne i hot spot er tilsyneladende faldende i forhold til tidligere undersøgelser, mens den horisontale udbredelse er blevet større.

Der er indhold af både PCE og TCE, som overskrider miljøstyrelsens afdampningskriterie*100 under Bygning II samt under nærliggende bygninger. I de områder, hvor poreluftmålingerne er større end 100*MST afdampningskriterium, kan afdampning fra forurening potentielt udgøre en risiko for indeklimaet i overliggende bebyggelse.

Jord

De udførte boringer dokumenterer, at der fortsat er en betydelig jord- og grundvandsforurening med chlorerede forbindelser og total kulbrinter på ejendommen og i mindre omfang på naboejendommene. Det er vurderet, at jordforureningen med PCE og i mindre grad øvrige chlorerede forbindelser strækker sig over et stærkt forurenede område på ca. 500 m² og et mindre forurenede område på ca. 1.200 m². Forureningen er i kildeområdet truffet fra terræn, og i periferen fra 2-4 m u.t. ned til 8 m u.t. Det er estimeret at der er ca. 450 kg, mens de tilsvarende mængder for TCE, nedbrydningskomponenter og totalkulbrinter er på henholdsvis ca. 45 kg, 100 kg og 182 kg.

Umættede zone

De dybe poreluftsonderinger og den udførte ventilationstest viser betydelige indhold af chlorerede forbindelser både i hot spot og i en betydelig afstand fra hot spot i den umættede zone fra ca. 8 til 13 m u.t.

Grundvand

Det er vurderet, at forureningen af de sekundære magasiner med PCE > 10.000 µg/l strækker sig over et område på ca. 600 m² og i mindre koncentrationer i et væsentlig større areal som er skeloverskridende i alle retninger. Der er i ingen af de filtersatte boringer observeret fri fase eller indikationer på det-

te i denne undersøgelse. Det kan dog ikke udelukkes at der kan træffes fri fase lokalt i hot spot området.

Den vertikale flux til den umættede zone fra ca. 8-13 m u.t. er estimeret til ca. 4 kg chlorerede forbindelser årligt.

Det er vurderet, at spredningen af forureningen primært har foregået i sandsli-
rer i den øvre vandmættede moræneler, overvejende i vestlig retning mod
Skovlunde Byvej nr. 100.

Pejleresultater fra de udførte synkronpejlerunder viser en relativ ensartet
strømningsretning mod syd. Der er dermed ingen akut risiko for Ballerup
Kommunes nye indvindingsboringer mod nord. Derimod ligger Københavns
Energis kildeplads nr. III nedstrøms forureningen, og denne vil på sigt derved
være truet ved nuværende indvindingsstrategi.

Det primære magasin er påvirket i flere boringer med både PCE og nedbryd-
ningsprodukter hertil. Maksimale PCE indhold i det primære magasin er
1.500 µg/l og ca. 30 m nedstrøms er der påvist 700 µg/l PCE og 150 µg/l
TCE. Forureningsfanen i det primære magasin vurderes at være afgrænset.

Den horisontale flux i det primære grundvandsmagasin er vurderet til ca. 500
g. chlorerede forbindelser årligt.

Der er foretaget en risikovurdering og herunder udført JAGG-beregninger,
som samstemmende viser, at den aktuelle jord og grundvandsforurening ud-
gør en risiko for det primære grundvand.

Eks. afværgelanlæg

Det eksisterende passive ventilationsanlæg er gennemgået og er fundet
utilstrækkeligt. Det vurderes, at forureningen ikke opsamles på aktivt kul un-
der de nuværende forhold.

Pumpedrænet vurderes at fungere efter hensigten og har en uudnyttet
kapacitet. Udledningskravene til pumpedrænet er ikke overholdt.

11 Referencer

- /1/ Begrænset forureningsundersøgelse. Rapport af Jord og Miljø A/S. D. 29. november 1991.
- /2/ Københavns Amt. Journal nr. 8-76-5-151-15-1/93. Registreringsgrundlag af 16. marts 1993. Københavns Amt.
- /3/ Københavns Amt. Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune. Omfattende forureningsundersøgelser. NNR januar 1998.
- /4/ Københavns Amt. Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune. Afværgeprogram. NNR februar 1998.
- /5/ Københavns Amt. Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune. Supplerende forureningsundersøgelser, FASE II. NNR oktober 1998.
- /6/ Københavns Amt. Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune. Helhedsvurdering af grundvandsressourcen. NNR d. 22. oktober 1998.
- /7/ Københavns Amt. Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune. Skitseprojekt. NIRAS december 1998.
- /8/ Københavns Amt. Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune. Forsøg med passiv ventilation. NIRAS juli 1999.
- /9/ Københavns Amt. Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune. Afværgeprojekt, Afslutningsrapport. NIRAS februar 2000.
- /10/ Ballerup Kommune, Vandforsyningen. Ny kildeplads ved Lautrupgård III. GEUS 2001.
- /11/ Københavns Amt. Indledende forureningsundersøgelse. Dyregård. Skovlunde Byvej 102, 2740 Skovlunde. NIRAS september 2002.

- /12/ Ballerup Kommune. Skovlunde Byvej 102. Dyregård Transformerstation. Supplerende undersøgelse og kildestyrkevurderinger. Rapport nr. 3. GEO marts 2005.
- /13/ Københavns Amt. Kontinuerte poreluftssonderinger. Skovlunde Byvej 96A m.fl. Ballerup Kommune. Datarapport over udførte poreluftsonderinger. COWI december 2006.
- /14/ Miljøstyrelsen. Vejledning om tilslutning af industrispildevand til offentlige spildevandsanlæg. Vejl. nr 9617 af 01/12/2002.
- /15/ Ballerup Kommune. Vandforsyningsplan . 2002-2010. Ballerup Kommune 2002
- /16/ København Amt. Skovlunde Byvej 96A. Revideret afværgeprogram. COWI, august 2006.
- /17/ Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 6 og 7. Oprydning på forurenede lokaliteter. Appendikser og Hovedbind. December 1998.