

# Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S

RÅDGIVENDE INGENIØRER OG PLANLÆGGERE

16. januar 1998

Københavns Amt  
Miljøafdelingen  
Stationsparken 27  
2600 Glostrup

Att: Elsebeth Engsig-Karup

TEKNIK FORVALTNING			
Nr.		144377	
8-76-5-151-15-0/97			
19 JAN. 1998			
EMO	KREK		Arkiv
20/1	22/1		EELK

Københavns Amt  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup kommune

## FREMSENDELSE AF RAPPORTER

Hermed fremsendes rapporter over omfattende forureningsundersøgelser på Skovlunde Byvej 96A.

Som aftalt er 5 eksemplarer indbundet og 1 eksemplar er uindbundet.

Rapporterne fremsendes med post efter aftale med Peder Johansen.

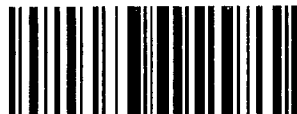
Med venlig hilsen

Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S

*Jacob H. Christiansen*  
Jacob H. Christiansen

RGH-Sag-Rapport-SF 21 af 47  
8-76-5-151-15-01-97  
Rapport4

1437790



I:\SAG\97\757.00\KOR\FØLG-1.JCC



Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S  
Rådgivende ingeniører og planlæggere  
A/S Reg. nr. 48.398, tilsluttet F.R.1

Sortemosevej 2  
DK-3450 Allerød

Telefon 4814 0066  
Telefax 4814 0033  
Telex 37 120 pemfr dk

**Københavns Amt**

**Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri.  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup kommune.**

**OMFATTENDE FORURENINGS-  
UNDERSØGELSER**

---

**Januar 1998**



**Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S**

RÅDGIVENDE INGENIØRER OG PLANLÆGGERE

Københavns Amt

**Affaldsdepot nr. 151-15, tidligere renseri.  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup kommune.**

**OMFATTENDE FORURENINGS-  
UNDERSØGELSER**

---

Januar 1998

---

---

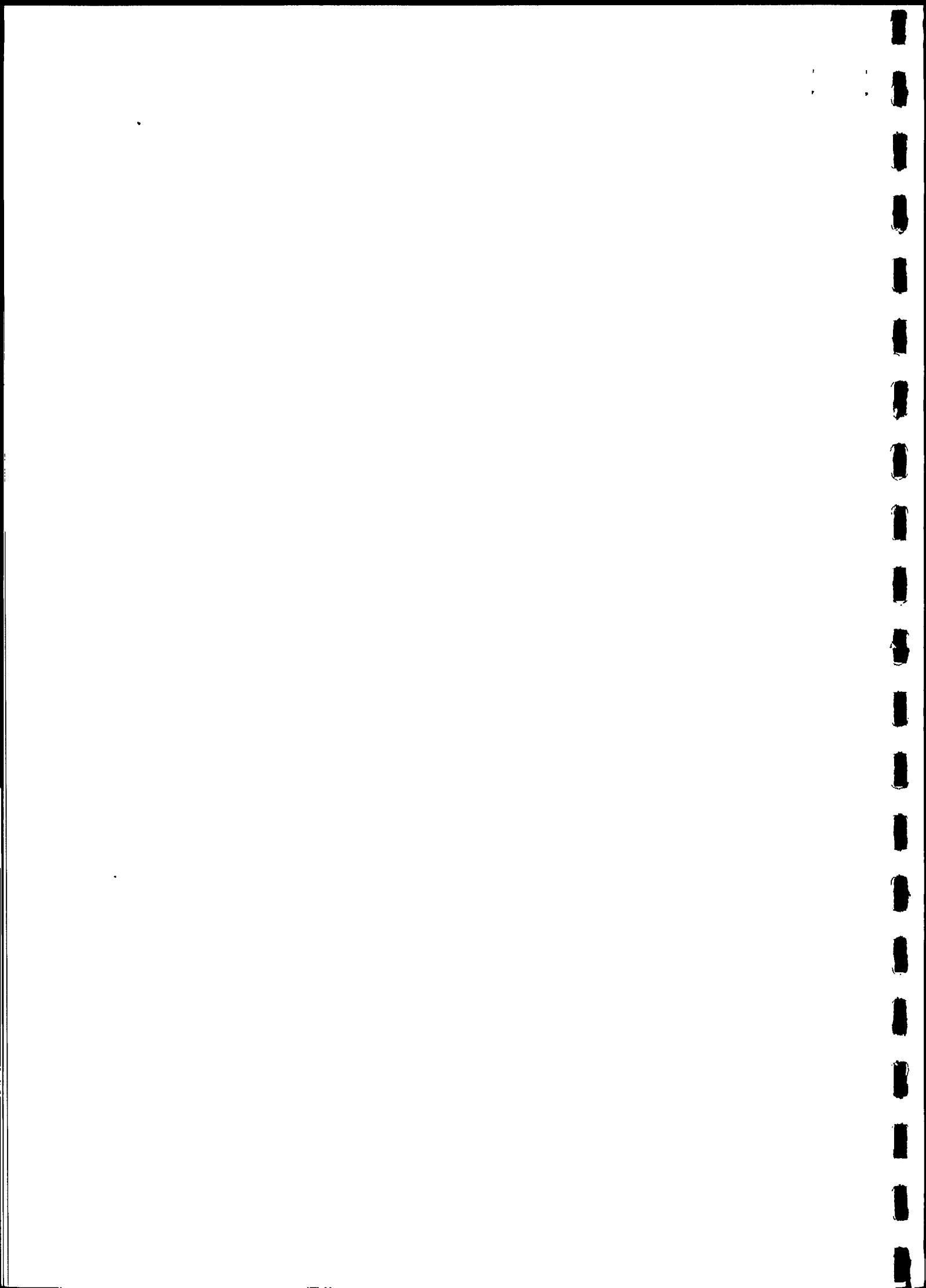
---

Udgave	Betegnelse/Revision	Dato	Udført	Kontrol	Godkendt
		12/1-18	JSC	Euf	Euf

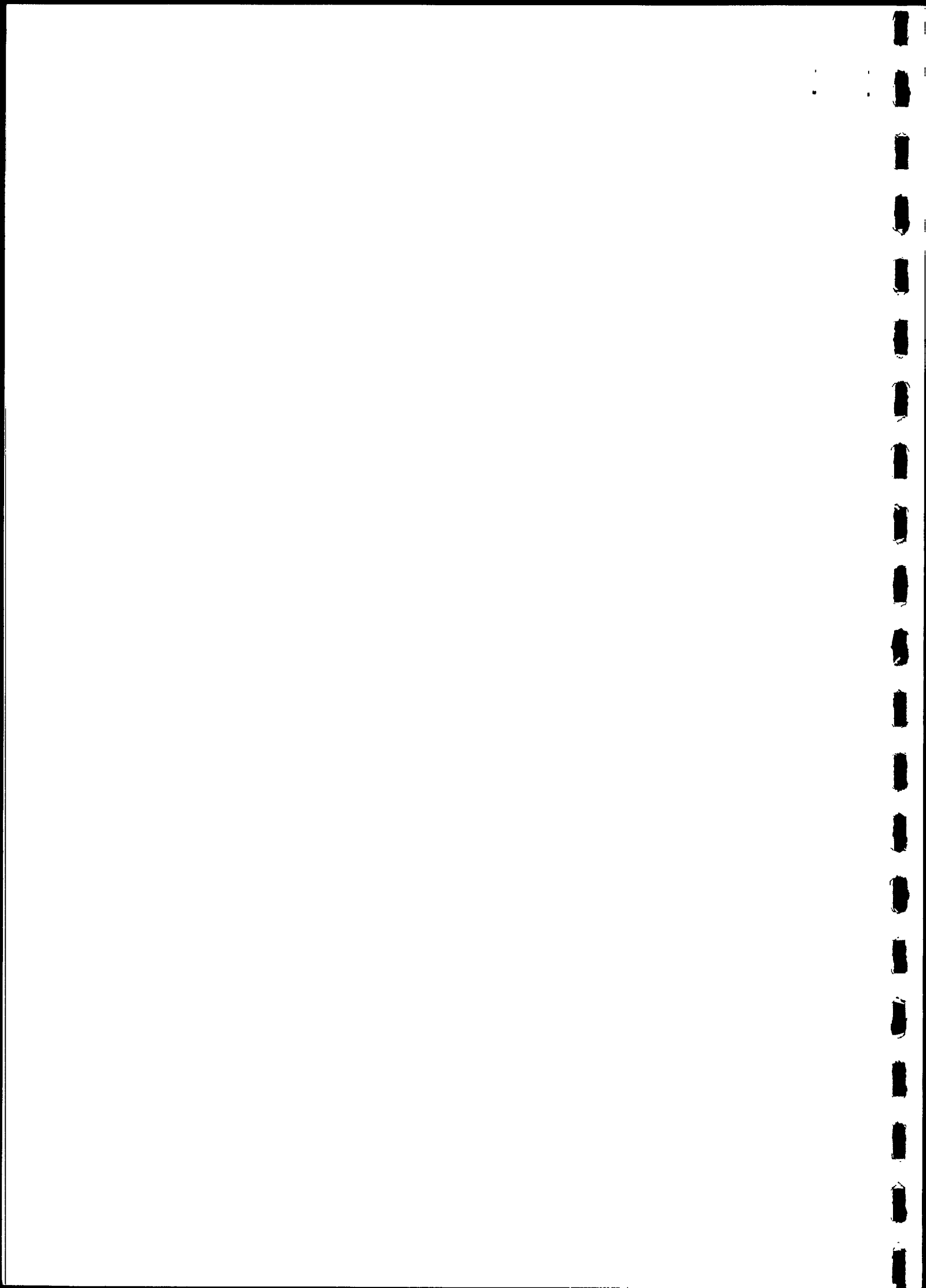
**NNR**

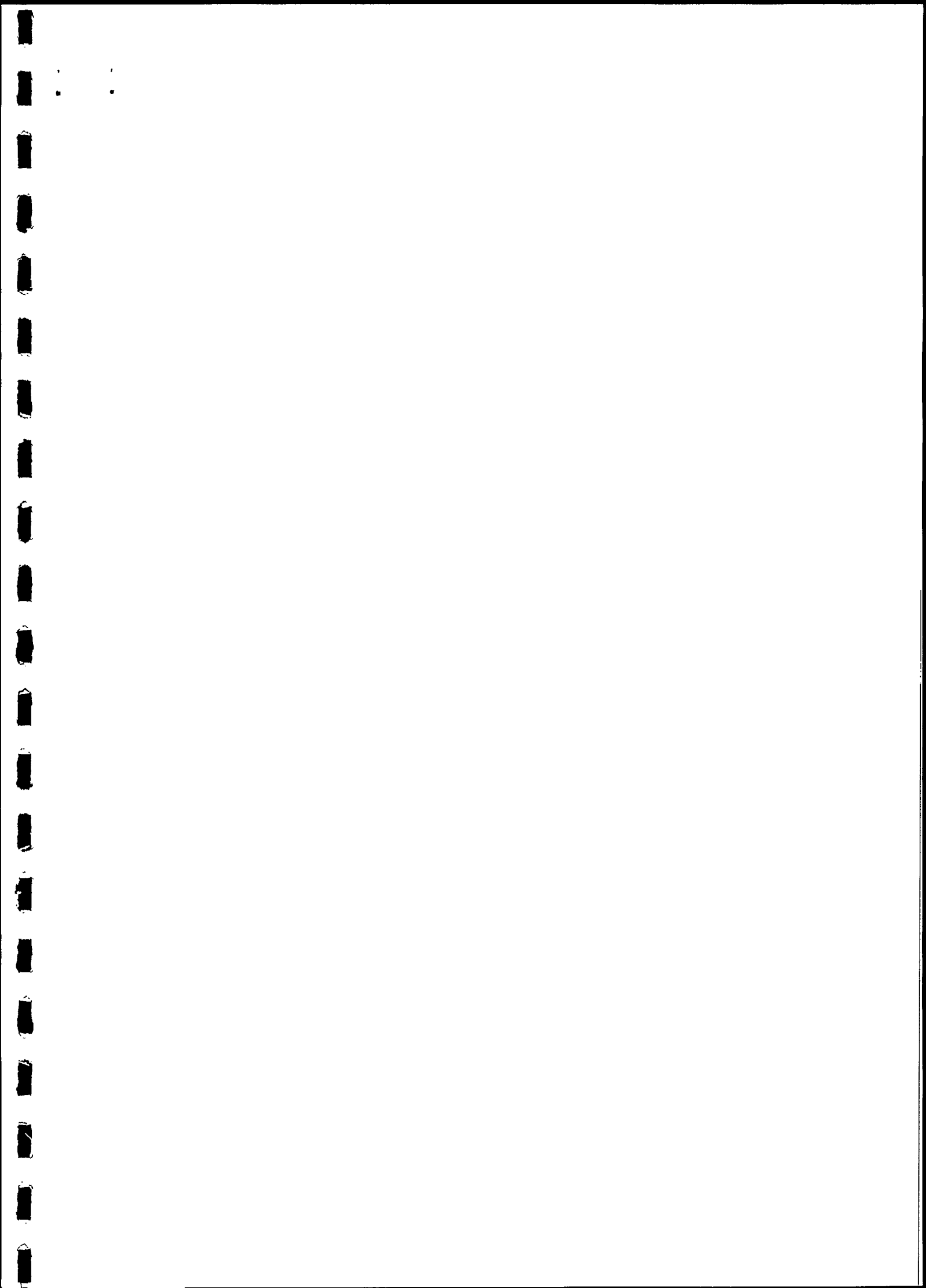
**Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S**

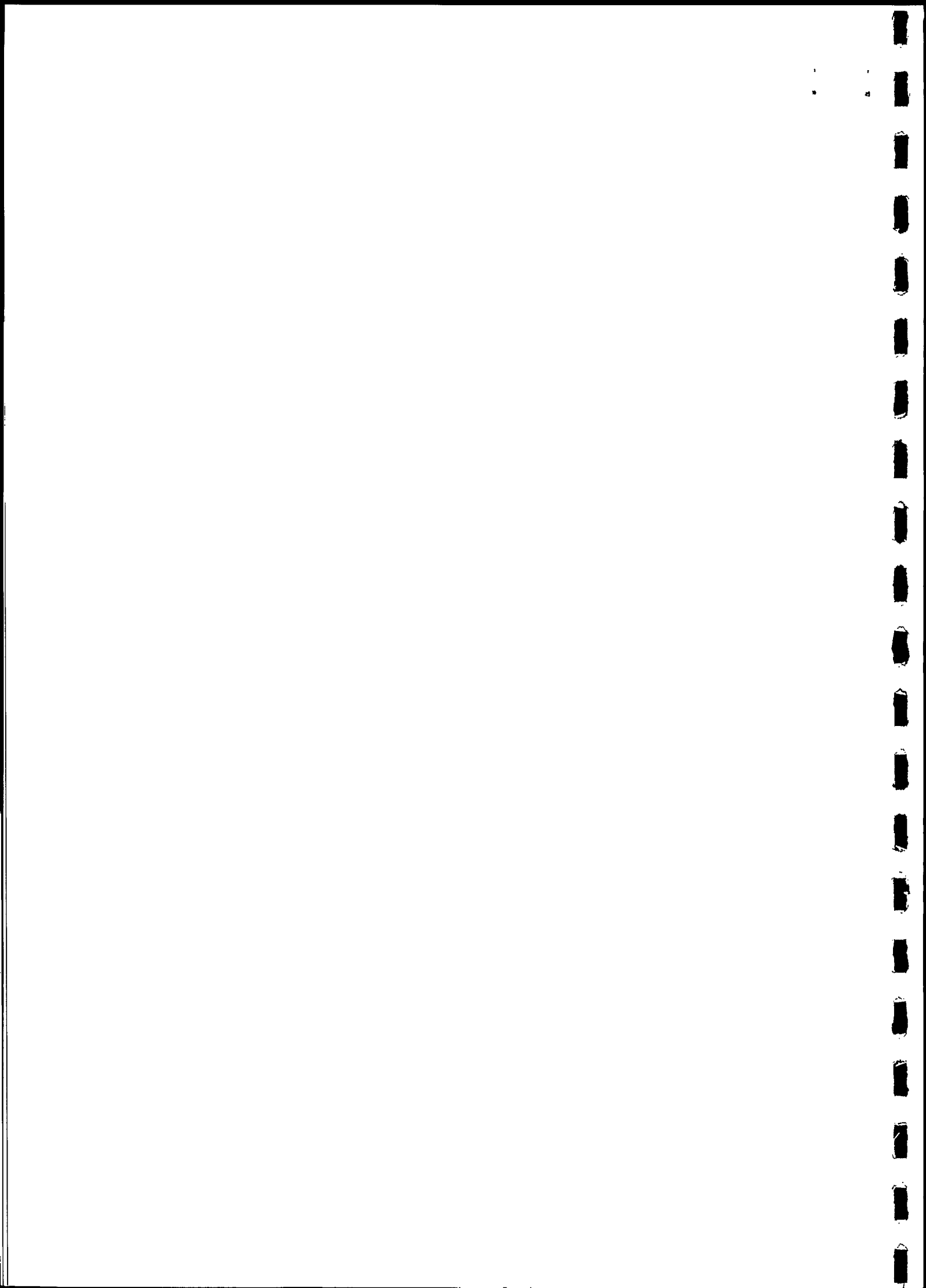
Sortemosevej 2 • DK-3450 Allerød • Tlf. 4814 0066 • Fax: 4814 0033 • Tilslettet F.R.I



<b>INDHOLDSFORTEGNELSE</b>	<b>Side</b>
<b>1. INDLEDNING</b>	3
<b>2. BAGGRUND</b>	4
2.1 Historisk redegørelse	4
2.2 Tidligere undersøgelser	5
2.3 Vandindvindingsinteresser og overfladerecipienter	6
<b>3. FORMÅL OG STRATEGI</b>	7
<b>4. UNDERSØGELSENS OMFANG</b>	8
4.1 Poreluftundersøgelse	8
4.2 Undersøgelsesboringer og analysearbejde	9
<b>5. GEOLOGI OG HYDROGEOLOGI</b>	13
5.1 Geologi	13
5.2 Hydrogeologi	13
<b>6. UNDERSØGELSESRISIKOVURDERINGER</b>	15
6.1 Poreluftforurening	15
6.2 Jordforurening	16
6.3 Grundvandsforurening	17
<b>7. RISIKOVURDERINGER</b>	19
7.1 Grundvand	19
7.2 Indeklima	21
7.3 Arealanvendelse	22
7.4 Recipienter	22
<b>8. SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER</b>	23
8.1 Poreluft	23
8.2 Jord	23
8.3 Grundvand	23
8.4 Konklusion	24
<b>9. REFERENCER</b>	26









## FIGURER

- Figur 1.1 Oversigtskort. Affaldsdepot 151-15, Skovlunde Byvej 96A, Ballerup.  
Figur 2.1 Potentielle forureninger på baggrund af historiske oplysninger.  
Figur 2.2 Potentialekort, primært grundvandsmagasin.  
Figur 4.1 Oversigtskort, poreluftsonder og boringer.  
Figur 5.1 Potentialekort, sekundært grundvandsmagasin.  
Figur 6.1 Konturer: PID målt i poreluftsonder på stedet.  
Figur 6.2 Konturer: PCE i poreluftsonder, målt i laboratoriet.  
Figur 6.3 Konturer: Boringers max PID, målt i laboratoriet.  
Figur 6.4 Analysresultater fra jordprøver.  
Figur 6.5 Konturer: PCE målt på vandprøver fra boringer.

## BILAG

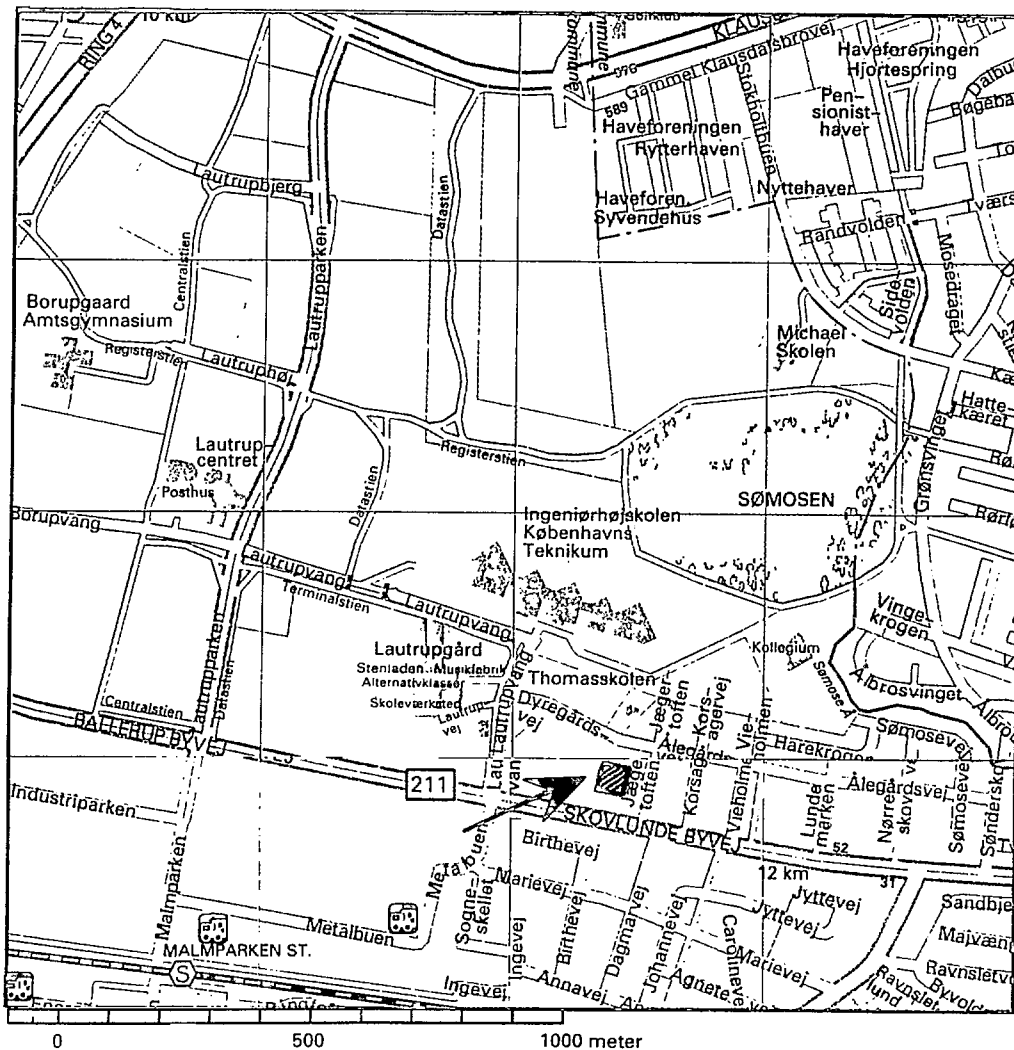
- Bilag 1. Analyseresultater fra poreluftsonder, PID- og PCE-målinger.  
Bilag 2. Boreprofiler  
Bilag 3. Analyseresultater, jord og vand.  
Bilag 4. Ren- og volumenpumpning.  
Bilag 5. Pejleresultater for sekundært grundvandsmagasin.

## APPENDIX

- Appendix 1. Poreluftundersøgelse.  
Appendix 2. Dräger-rør.  
Appendix 3. PID-målinger.

## TABELLER

- Tabel 2.1 Arealanvendelse, bygning I og II.  
Tabel 4.1 Prøveudtagningsbetingelser og analyseprogram for vandprøver  
Tabel 6.1 Analyseresultater for jordprøver (mg/kg TS)  
Tabel 6.2 Analyseresultater for vandprøver ( $\mu\text{g/l}$ )  
Tabel 7.1 Oversigt over bergninger af kosekvenser for indeklimaet



Figur 1.1  
 Affaldsdepot 151-15. Skovlunde Byvej 96A, Ballerup  
 Oversigtskort

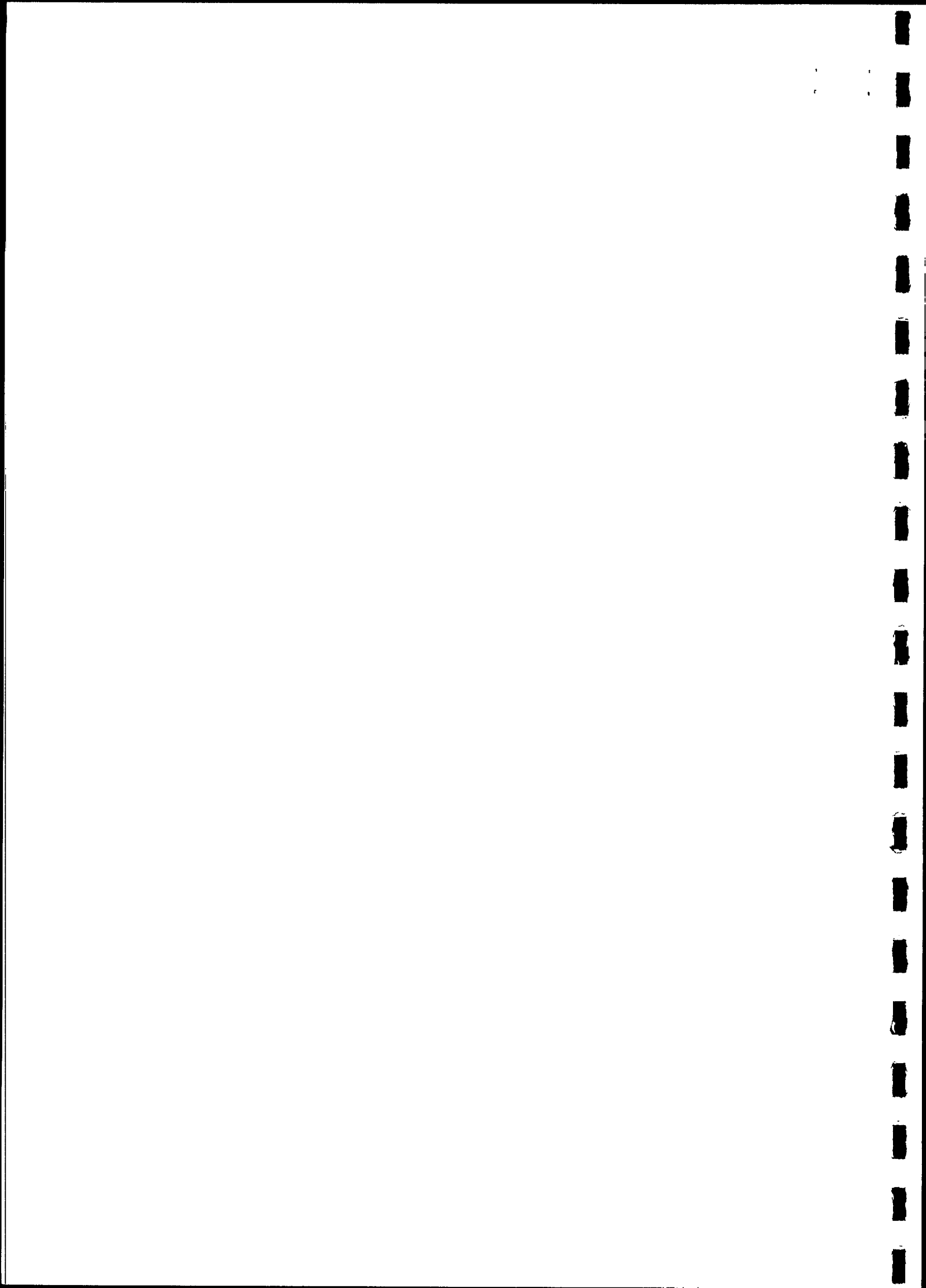
## 1. INDLEDNING

I forbindelse med en tilbygning i 1991 på grunden Skovlunde Byvej 96A, Ballerup Kommune, Matr. nr. 13 ixæ, blev der konstateret lugt af organiske opløsningsmidler i jorden. Ejeren iværksatte på den baggrund en forureningsundersøgelse i det nord-vestlige hjørne af grunden, hvor der blev påvist triklorethylen og tetraklorethylen i koncentrationsområdet 0,49-5,6 mg/kg.

Den begrænsede undersøgelse /ref. 1/, indgår i Amtets registreringsgrundlag af 16. marts 1993 /ref. 2/, hvor grunden blev registreret som affaldsdepot nr. 151-15. Placeringen af depotet fremgår af figur 1.1.

Grunden ejes af snedkermester Bjarne Lundtofte Nielsen, Skebyvej 16, 2740 Skovlunde, som driver sin snedkerviksomhed fra Skovlunde Byvej 96A.

Nærværende rapport beskriver de af Nellemann, Nielsen & Rauschenberger A/S (NNR) udførte omfattende undersøgelser, som er gennemført i henhold til NNR's oplæg /ref. 3/ og Amtets oplæg /ref. 4/.



## 2. BAGGRUND

### 2.1 Historisk redegørelse

På matriklen er der placeret to øst-vest vendte grundmurede bygninger, jf. figur 2.1. Den sydlige, bygning I, blev bygget i 1959 og indrettet til smedeværksted til fremstilling af varmtvandsbeholdere. Bygning II, den nordlige, blev bygget året efter og blev indrettet til renserivirksomhed. Tabel 2.1 viser arealanvendelsen for de to bygninger fra deres opførelse frem til i dag.

De historiske oplysninger er forsøgt sammenfattet på figur 2.1, som viser de potentielle forureningskilder på grunden gennem tiderne.

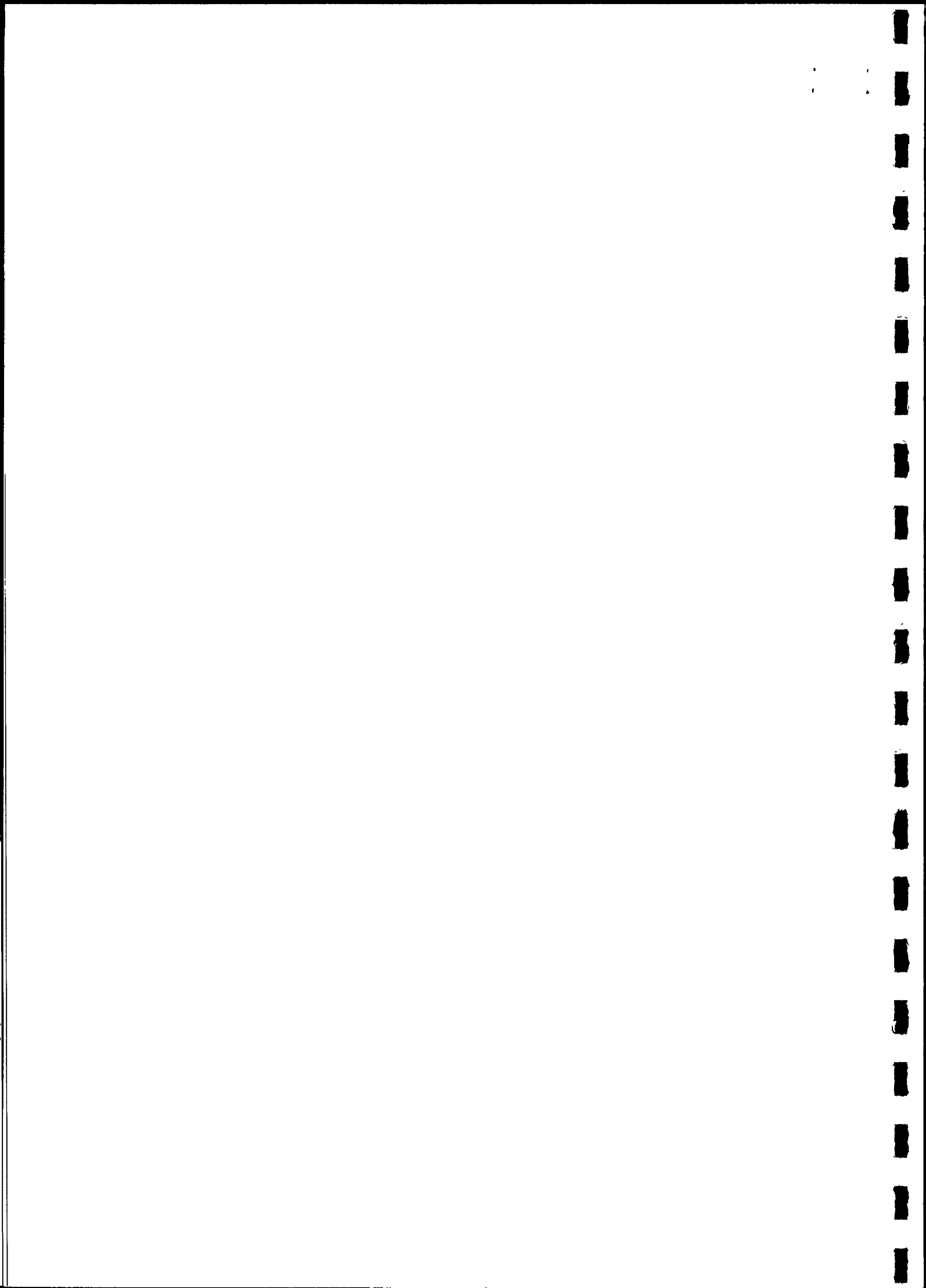
Figuren er opstillet bl.a. på baggrund af de i amtets oplæg /ref. 4/ nævnte kilder, hvoraf det kan nævnes, at statens arkiver, Erhvervsarkivet og Dansk Tarifforening, samt Arbejdstilsynets og Det kgl. Biblioteks luftfotosektions arkiver ikke rummer brugbare oplysninger om den pågældende grund. Derimod er der fremkommet en række oplysninger fra personsamtaler med nuværende ejer samt tidligere ansat og nabo.

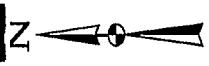
#### *Renserivirksomhed:*

Der har formodentlig været anvendt tri- og tetraklorethylen (perklor) i renseriprocessen. Af byggesagsarkivet fremgår det, at vaske- og renseprocessen er foregået i den vestlige del af bygningen (jf. figur 2.1), adskilt med dobbelte døre til det øvrige personale i kontoret, systuen og pakkestuen. Der foreligger ikke arkivmateriale om renserilokalets detaljerede indretning, og bygningerne fremstår i dag uden spor af den tidligere virksomhed.

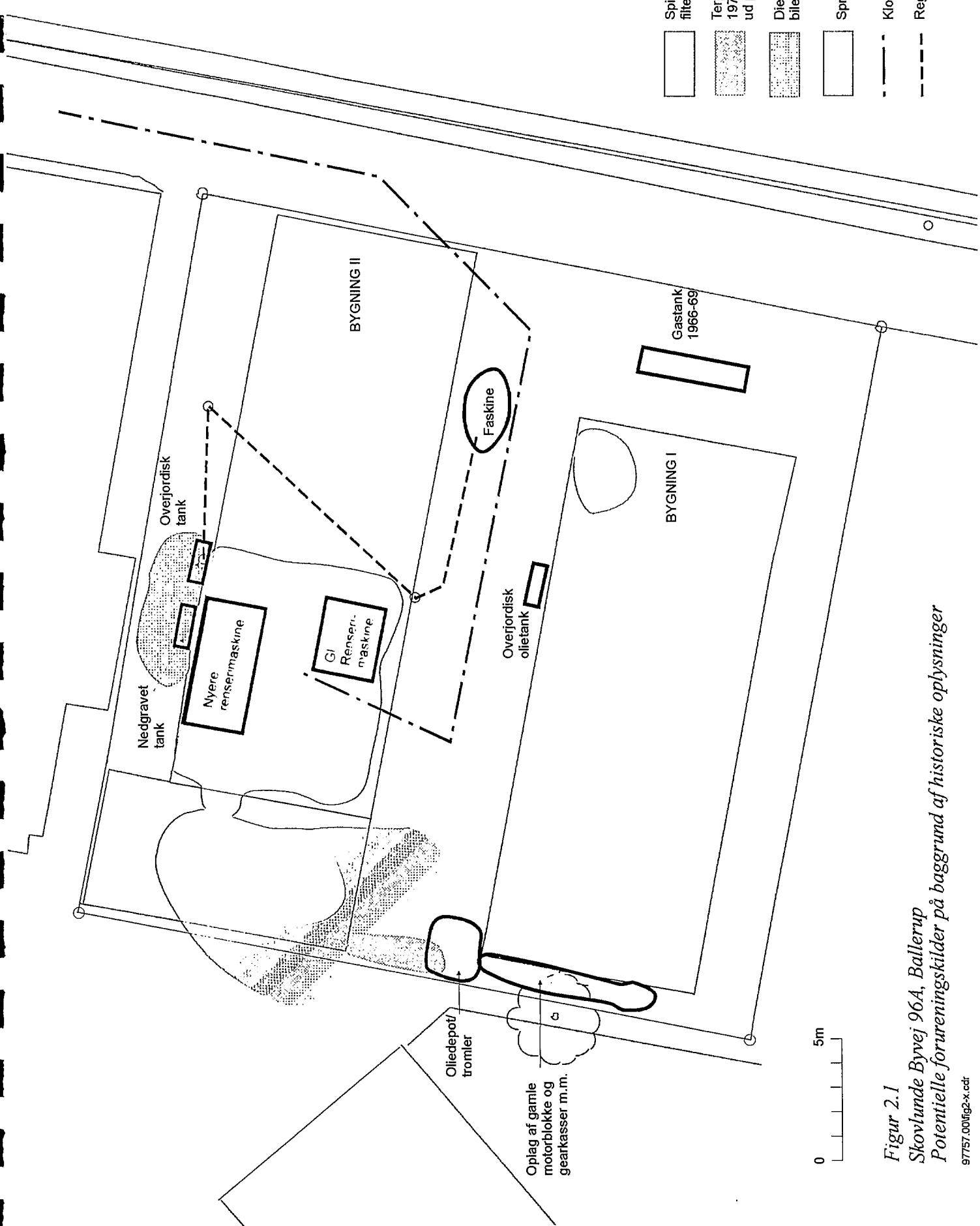
En tidligere ansat i KFJ-rens og -vask A/S fortæller om tilstedeværelsen af et terpentinlager langs skel mod vest, men der er ingen sikre oplysninger om at terpentin har været brugt i renseriet. Den gamle renserimaskine har evt. anvendt triklorethylen, idet renseriet rensede arbejdstøj og måtter, hvor TCE traditionelt er anvendt /ref. 5/. Den nyere maskine brugte perklor, som blev påfyldt fra tankvogn direkte på en stor tank indbygget i maskinens sokkel. I følge en tidligere ansat foregik daglig tømning af overskydende filterkage ved at rulle en "skvulpende" balje på ca. 150 liter ud af døren mod vest, hvor slammet blev deponeret direkte på terræn.

På grund af naboklager over flydende slam over et større område, etablerede man et kar langs skel mod vest. Karret blev fjernet sammen med diverse renseriudstyr, da ISS, som den sidste renserivirksomhed, forlod grunden.





- Spild og deponering af filterkage fra kemisk rens
- Terpentin lager. Uheld i 1972: 200 l terpentin løb ud på terrænet
- Diesel-tankning af renseribiler ved nedgravet tank
- Sprøjtjemaling
- Kloaktracé
- Regnvand



Figur 2.1  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup  
Potentielle forureningskilder på baggrund af historiske oplysninger

BYGNING I		BYGNING II	
Periode	Virksomhed	Periode	Virksomhed
1959-66	Sana-Therm A/S Smedeværksted til fremstilling af varmtvandsbeholdere.	1960-63	Børge Nielsen Renseri (KFJ?)
	Palms Auto Mekanikerværksted	1963-73	Preben Kragh Renseri Royal
1966-69	Sana-Therm, Palms Auto samt Venus Plastic	1973-87	KFJ Rens og vask A/S
1969-87	Palms Auto	1987	ISS Renseri (måtter og arbejdstøj)
1987-98	B.N. Byggeservice Tømrer- og snedkervirksomhed	1987-98	B.N. Byggeservice Tømrer- og snedkervirksomhed

*Tabel 2.1 Arealanvendelse, bygning I og II*



Perklor-forbruget kan anslås på baggrund af ovenstående fortælling, hvis det antages, at baljen indeholdt ca. 100 liter filterslam, som i /ref.5/ er målt til at indeholde ca. 15 % perklor.

Anslået årsforbrug: 15 liter pr.dag x 250 arbejdsdage = 3.750 liter PCE pr. år. Dette estimat baserer sig udelukkende på en mundtlig overlevering, og er derfor behæftet med stor usikkerhed, men det må formodes, at denne fremgangsmåde må have foregået i en årrække.

Spildevand og regnvand løber til separate kloakker beliggende midt imellem de to bygninger. Da bygning I blev opført i 1959 blev spildevand og regnvand opsamlet af hhv. en Trix-tank og en faskine. Man ansøgte om tilslutning af bygning II til samme anlæg i 1960, men i følge byggesagsarkivet har en autoriseret kloakmester i november 1960 tilsluttet bygningerne til kloakledningerne i Skovlunde Byvej. Afløb fra bygningerne løber således parallelt mod øst mellem bygningerne og drejer ca 45° mod nord før tilslutning til hovedkloakkerne i indkørselsvejen. Traceet er anført på figur 2.1.

På flere tegninger er der vist en rørføring fra tagnedløb på bygning I til den gamle faskine.

#### *Arealanvendelse i dag*

Den nuværende ejer råder over begge bygninger. Bygning I er hovedsageligt brugt til materialeoplag og malehal i støvfri omgivelser.

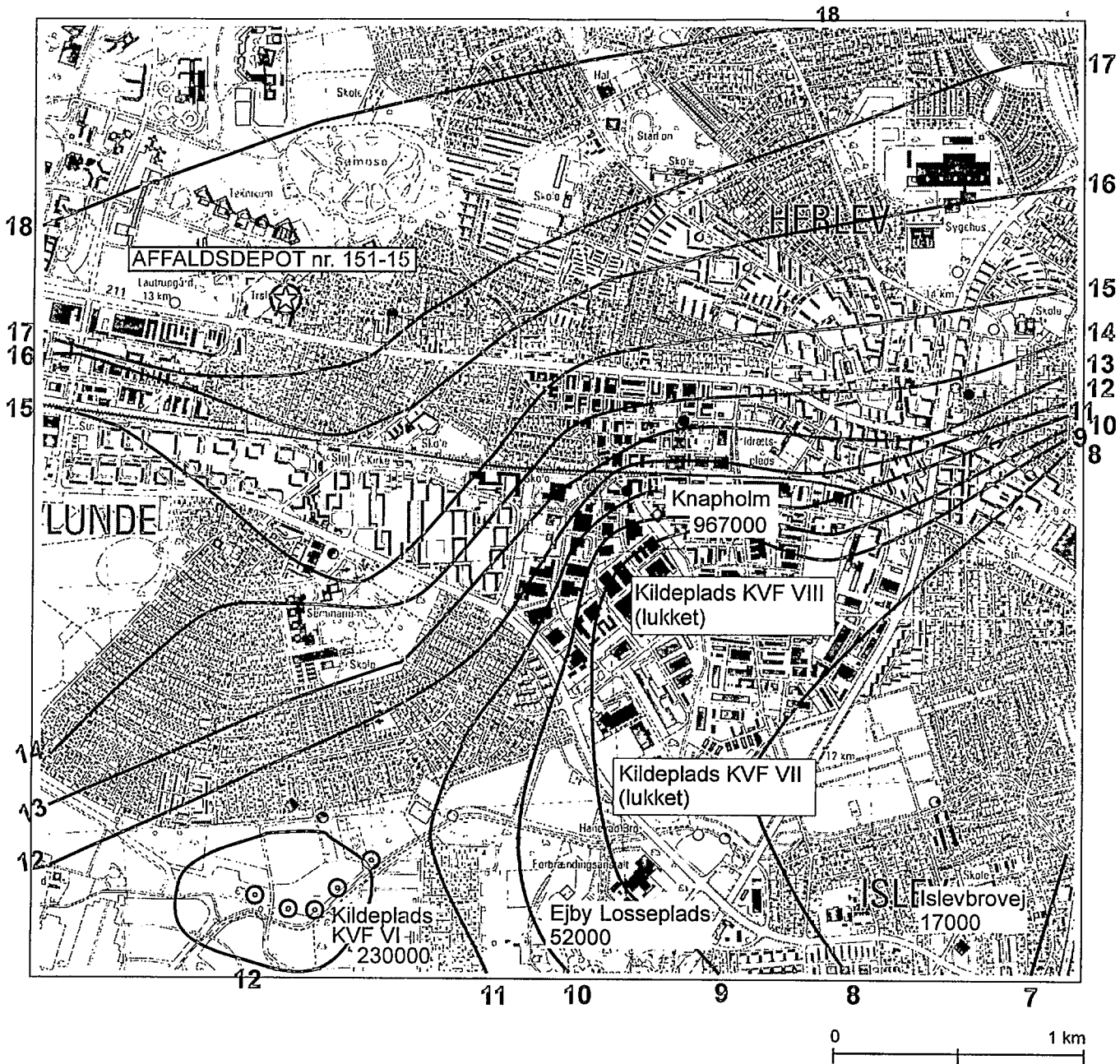
Bygning II rummer snedkerimaskiner, værktøjsrum, kontor, køkken og fyrrum med oliefyr til opvarmning af begge bygninger. Adgang mellem de to bygninger er begrænset til 2,25 m i højden pga. ophængte varmerør og kabler mellem bygningerne. Der findes i kommunens byggesagsarkiver en del korrespondance om overskridelse af bebyggelsesprocenten, idet den nuværende ejer har opført en del mindre tilbygninger.

Grunden er befæstet på mindre arealer med SF-sten og fliser, og resten af grunden er ny-asfalteret for 3-4 år siden.

På nordsiden af bygning I står en overjordisk olietank på 1200 liter, som er ude af drift. Tilsvarende på nordsiden af bygning II står en overjordisk olietank på 2500 liter. Denne tank er forbundet til det aktive fyr i bygning II, jf. figur 2.1.

## **2.2 Tidligere undersøgelser**

Ved en tidligere undersøgelse /ref. 1/ er der konstateret en forurening med olieprodukter (fyringsolie) og tri- og tetraklorethylen i det nord-



- ◇ Afværganlæg med angivelse af oppumpning i 1995( m<sup>3</sup>)
- Pejleboringer, hvor grundvandsspejlet er pejlet i oktober 1995
- ⊙ Indvindingsboringer, primære magasin med angivelse af indvinding i 1995 (m<sup>3</sup>)
- Potentialekurve, grundvand m. DNN

Figur 2.2  
 Potentialekort for primært grundvandsmagasin  
 samt grundvandsindvinding, 1:25.000

vestlige hjørne af grunden. på baggrund af 7 boringer ført til dybder på 2-7 meter under terræn, blev to jordprøver udvalgt til analyse. Tri- og tetra-klorethylen blev påvist i koncentrationsområdet 0,49-5,6 mg/kg. Et sekundært vandspejl blev målt få timer efter etablering af boringen i 1,87 m.u.t.

Forureningen blev ved undersøgelsen hverken afgrænset horisontalt eller vertikalt.

### 2.3 Vandindvindingsinteresser og overfladerecipienter

Grunden ligger i et område, hvor grundvandsniveauet i det primære magasin påvirkes af grundvandsindvindinger fra Københavns Vandforsynings kildepladser. Den nærmeste kildeplads Knapholm (nr. VII og VIII) er beliggende 1,8 km sydøst for grunden, men er p.t. lukket pga. forurening. Dog forestår Københavns Amt afværgepumpning fra boringerne.

Grundvandsniveauet påvirkes ligeledes af Københavns Vandforsynings kildepladser VI ca. 2,0 km mod syd/syd-vest, se figur 2.2.

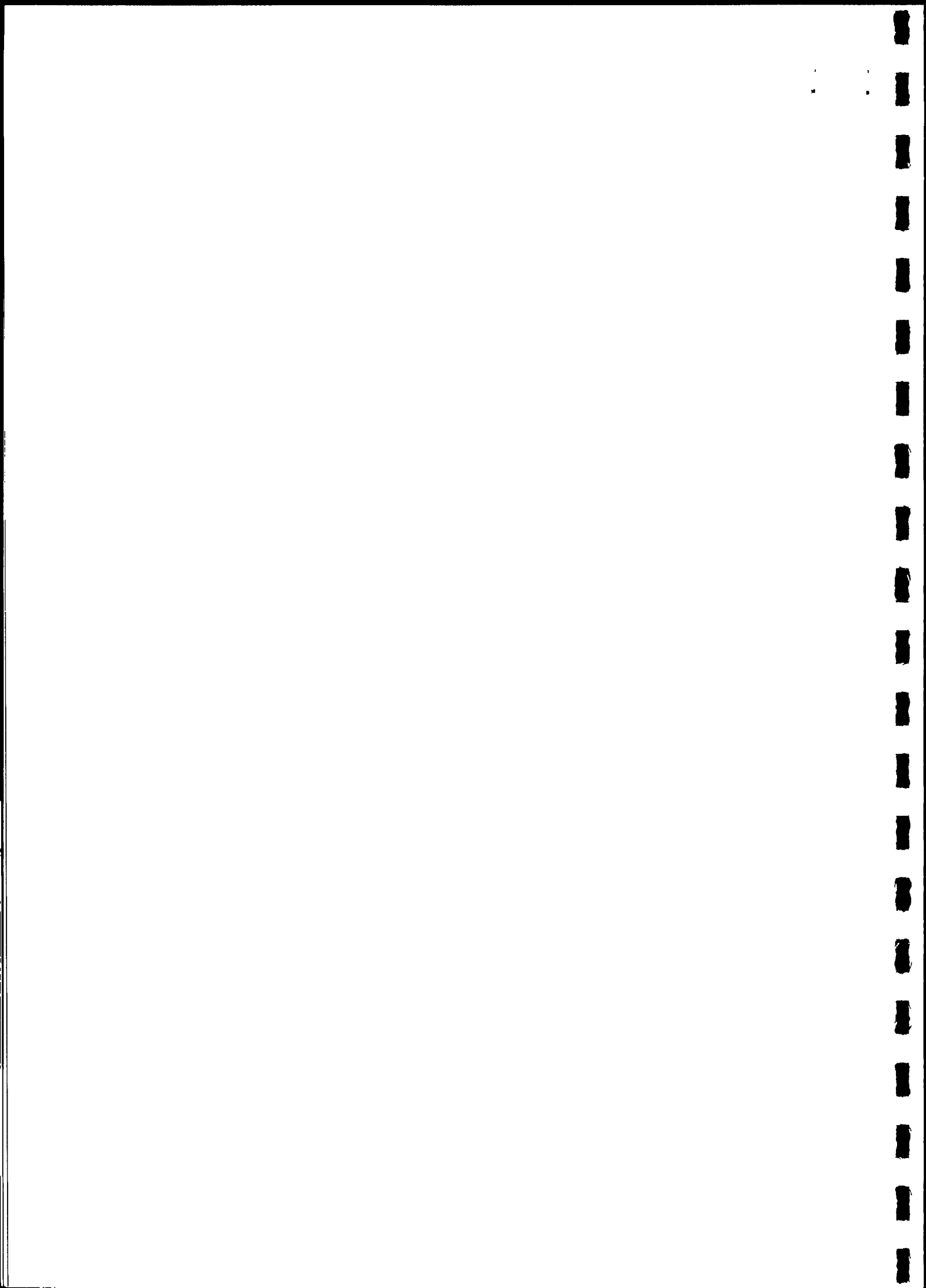
Indvindingen fra de nævnte kildepladser udgjorde i 1995:

Knapholm : 967.000 m<sup>3</sup>  
KVF kildeplads VI : 230.000 m<sup>3</sup>

Som det fremgår af figur 2.2, er potentialet ved Skovlunde Byvej 96A beliggende i kote ca. 17, med en overvejende grundvandsstrømningsretning mod syd/syd-øst (i 1995).

Ejendommen er således beliggende i et område med drikkevandsinteresser.

Den nærmeste overfladerecipient er Sømose Å ca. 600 meter øst for grunden.



### 3. FORMÅL OG STRATEGI

Formålet er at vurdere, om forureningen på ejendommen udgør en forureningsrisiko i forhold til arealanvendelse, grundvandsressourcer og recipienter. Undersøgelelsesprogrammets enkelte elementer er detaljeret beskrevet i NNR's oplæg /ref. 3/, og kan sammenfattes i følgende delformål:

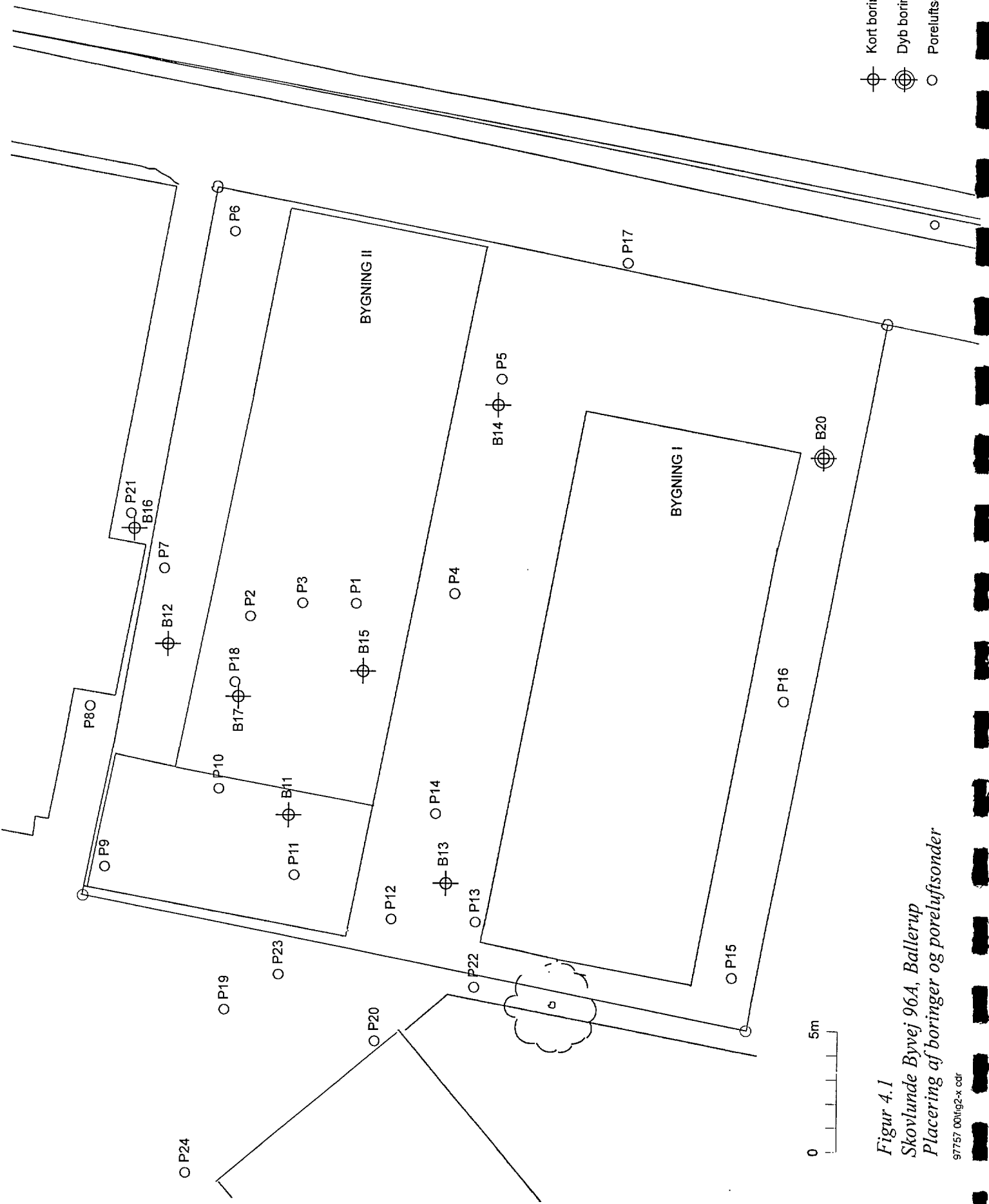
- at afgrænse den konstaterede forurening horisontalt og vertikalt i poreluft, jord og grundvand, samt fastlægge kildestyrken.
- at vurdere forureningsspredning via kloaksystemet.
- at vurdere risikoen for forurening af sekundært og primært grundvand og recipienter, samt påvirkningen af inde- og udeklima ved den nuværende arealanvendelse.
- at danne grundlag for vurdering af behovet for/omfanget af nødvendige afværgetiltag.

På baggrund af en grundig historisk gennemgang og den tidligere udførte undersøgelse, fordeles ca. 20 poreluftsonder på grunden til horisontal afgrænsning af forureningen. Herefter vurderes spredningen via kloak, og ca. 7-9 korte boringer placeres i mulige hot spots og som afgrænsende boringer til analyse af forureningskomponenter i jord og porevand samt fastlæggelse af den vertikale udbredelse og kildestyrken.

En dyb boring placeres nedstrøms forureningen til fastlæggelse af eventuel nedsivende forurening til det primære reservoir og vurdering af mulighederne for afværgepumpning herfra.



- ⊕ Kort boring
- ⊕ Dyb boring
- Poreluftsonde



Figur 4.1  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup  
Placering af boringer og poreluftsonder

#### 4. UNDERSØGELSENS OMFANG

##### 4.1 Poreluftundersøgelse

For at afgrænse den horisontale udbredelse af forureningen med klorerede opløsningsmidler er der den 19.-20. november 1997 udført i alt 20 poreluftsonder (P1-P20). Placeringen af målepunkter er udført med hensyn til de potentielle og kendte forureninger på grunden, se figur 2.1, og enkelte målepunkter er placeret udenfor disse områder til afgrænsning af forureningen. Placeringen af sonderne er vist i figur 4.1, og analyseresultaterne er vedlagt i bilag 1. 4 stk. sonder er placeret indendørs, under gulvet i det tidligere renseri, mens 3 sonder er placeret hos naboer mod nord og vest.

Poreluftmålingerne er udført ved at ramme et stålør ca. 1,5 m ned i jorden. Proceduren er herefter, at sonderne rennpumpes, der udtages en luftprøve til PID-måling, og dernæst en prøve til en kvalitativ og kvantitativ analyse for klorerede opløsningsmidler. Analysen er foretaget på NNR's felt-GC. Der er foretaget analyse for bl.a. PCE (tetraklorethylen), TCE (triklorethylen), cis-1,2 DCE (di-klorethylen) og BTEX'er. Poreluftundersøgelsen er nærmere beskrevet i appendix 1.

Til nærmere afgrænsning af forureningen mod naboerne, er der efterfølgende (d. 3. december 1997) udført 3 ekstra sonder hos den vestlige nabo, og 1 sonde hos den nordlige nabo (P21-P24).

For alle 24 sonder skal det bemærkes, at den bløde ler, som udgør de terrænnære jordlag, betyder, at sonderne skal tilbagesugeres forholdsvis langt før et passende luftflow kan opnås. Dette medfører en øget risiko for at trække falsk luft ned langs sonden, med tilsvarende risiko for at måle for "lave koncentrationer".

Poreluftsonde nr. 21 har således ikke givet resultat pga. tæt ler helt til terræn. Poreluftsonde nr. 22, 23 og 24 er foruden PID-måling analyseret for PCE ved at trække poreluft gennem Dräger-farvereaktionsrør med koncentrationsangivelse i ppm, som direkte kan aflæses på glasrøret. Dräger-rør-metoden er beskrevet i appendix 2. Alle sonder er efter endt brug fjernet og hullerne er retableret.

På baggrund af resultaterne fra poreluftundersøgelsen er det i samråd med Københavns Amt besluttet, at den nøjere undersøgelse af kloaksystemet vha. TV-inspektion udgår af undersøgelsen, da der ikke vurderes, at være indikationer på spredning langs kloakken.





## 4.2 Undersøgelingsboringer og analysearbejde

### *Boringer og markarbejde*

For at kortlægge den vertikale og horisontale udbredelse af forureningen er der i perioden 25. november til 4. december udført i alt 7 korte boringer (B11-B17). Placeringen af boringerne fremgår af figur 4.1.

Franck Geoteknik har udført boringerne B11-B14 som uforede 6" boringer filtersat med ø63 mmPEH, samt B15 som er filtersat med ø25 mm PVC i en 4" boring. Filtrene er forynet med 0,5 mm slidsler, gruskastet med grus nr 2, og afproppet med bentonit hhv. ved terræn og under betonrøret med låg, som udgør terrænaflutningen ved boring B12 og B13.

Boring B11 er afsluttet under aftagelig gulvplade (EDB-gulv), og er derfor ikke yderligere beskyttet.

Boring B14 er afsluttet ved terræn med betonrør og stophanedæksel. Boring B12 er kun ført til 3,9 m.u.t for at undgå risikoen for at sprede en påtruffet kraftig forurening i ca 3,5 m.u.t. til de dybere lag.

Boringerne B16 og B17 er placeret på utilgængelige steder for en minirig, og er derfor udført som 4" håndboringer.

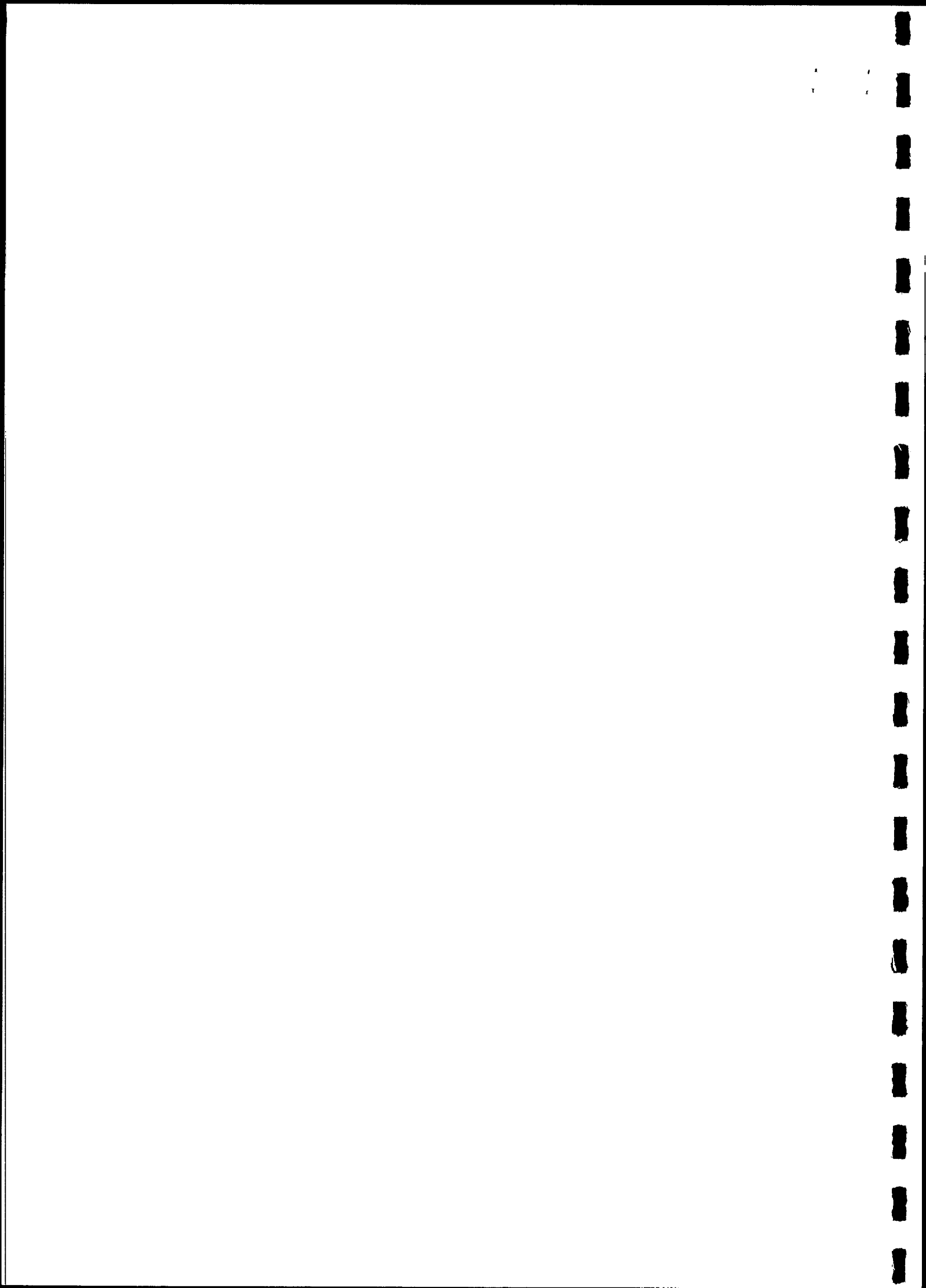
Boring B15 er placeret hvor den "gamle" renserimaskine formodentlig har stået, og er afsluttet i hård moræneler på 3 m.u.t. løse EDB-gulv.

Boring B16 er placeret hos naboen mod nord for at forsøge at afgrænse den kraftige forurening fra B12. B16 slutter på 4,0 m.u.t. med et ø 25 mm PVC-filter. Boring B17 er afsluttet i hård moræneler på 3,7 m.u.t. og er ikke filtersat.

NNR har ført fuldtidstilsyn under borearbejdet, og opboret materiale er opsamlet af Franck Geoteknik til bortskaffelse på Hovedstadens Jordrens.

Under borearbejdet er der løbende ført borejournal og udført en foreløbig geologisk bedømmelse af prøver, herunder evt. lugt, misfarvning og fugtighed. Desuden er opborede profiler løbende blevet målt med PID for sikker identifikation af eventuelle hot spots, hensigtsmæssig styring af boreddybde og afpropning. Metodebeskrivelse for PID-målinger er angivet i appendix 3.

Hvor indikationer på hotspots er konstateret er jordprøver udtaget til test for fri fase ved tilsætning af vand og farvestoffet Sudan 4. I tilfælde af tilstedeværelse af fri fase af organiske opløsningsmidler, opnås en umid-



delbar og tydelig rødfarvning af prøven. Testmetoden er beskrevet i /ref 6/.

Til undersøgelse af det primære grundvandsreservoir er der med Uni-mog/Knebel-borerig udført en 8" foret boring til 27 m.u.t., med ø125 mm PEH-filter, slids 0,5 mm, fra 13-25 m.u.t. En sump på 0,65 m er placeret under filteret. Filteret er forsynet med filtervæv (filtersok) svarende til gruskastningen med grus nr. 0, som er placeret fra boringens bund til 12 m.u.t. Over gruskastningen er boringen forsejlet med bentonitgranulat til 3,5 m.u.t., hvorfra der er tilbagefyldt med sandfyld til terræn. Ved terræn er boringen afsluttet med kørebanedæksel og betonkegle ø1000/600 mm.

Boringen er benævnt B20, og boreprofilet fremgår, som for de øvrige boringer, af bilag 2. Boringen er udført af Franck Geoteknik med NNR's fuldtidstilsyn, som beskrevet ovenfor, under nedboring af de første 5,5 m.

Alle boringerne er indmålt efter eksisterende bygninger og nivelleret i forhold til bundløbskoten i kloakbrønd S55351S, beliggende øst for bygning I, og med en bundkote i følge Ballerup kommune på +26,81 m, DNN.

#### *Jordprøver og analysearbejde*

Der er udtaget dobbelt sæt jordprøver for hver halve meter. Det ene sæt er udtaget i Rilsanposer og anvendt til PID måling, jordartskarakterisering og tørstofbestemmelse af analyserede prøver. Det andet sæt prøver er udtaget direkte til Red-Cap glas leveret af laboratoriet til evt. senere analyse.

Fra boring B20 er der ligeledes udtaget dobbeltprøver for hver halve meter de første 6 m, hvorefter der er udtaget prøver for hver meter.

I NNR's laboratorium er der foretaget PID-målinger af headspacen på jordprøverne i Rilsanposer, og på den baggrund, sammenholdt med den indledende karakterisering, er ialt 8 jordprøver udvalgt til analyse for organiske opløsningsmidler, BTEX-er og olieprodukter hos DTI kemiteknik, Tåstrup.

Resultaterne af PID-målinger fremgår af boreprofilerne, bilag 2, og analyseresultater af jordprøverne fremgår af bilag 3.

#### *Vandprøver og analysearbejde*

Efter filtersætning er B20 renpumpet med varierende ydelser i ca. 1 time. Ved start og afslutning på den efterfølgende volumenpumpning i perioden d.11.-18. december 1997, er der udtaget vandprøver til analyse.

Pejleresultater fra retableringen efter volumenpumpning er vist i bilag 4.

Den første vandprøve er analyseret for klorerede opløsningsmidler og BTEX'er hos DTI kemiteknik, Tåstrup. Den afsluttende vandprøve er endvidere analyseret for nedbrydningsprodukter fra de klorerede opløsningsmidler. Endelig er der ved afslutningen udtaget en vandprøve til boringskontrol. Analysearbejdet ved afslutning af volumenpumpningen er udført af Miljø- og Levnedsmiddelkontrollen i Helsingør pga. travlhed og julelukning hos DTI.

Oppumpet vand er efter tilladelse fra Ballerup kommune udledt til kloak på grunden. Vandmængden er målt med vandmåler til 995 m<sup>3</sup>, svarende til en ydelse på 6 m<sup>3</sup>/time, med en samtidig afsænkning af vandspejlet på ca. 3,8 m fra et ro-vandspejl ca. 13,05 m.u.målepunkt.

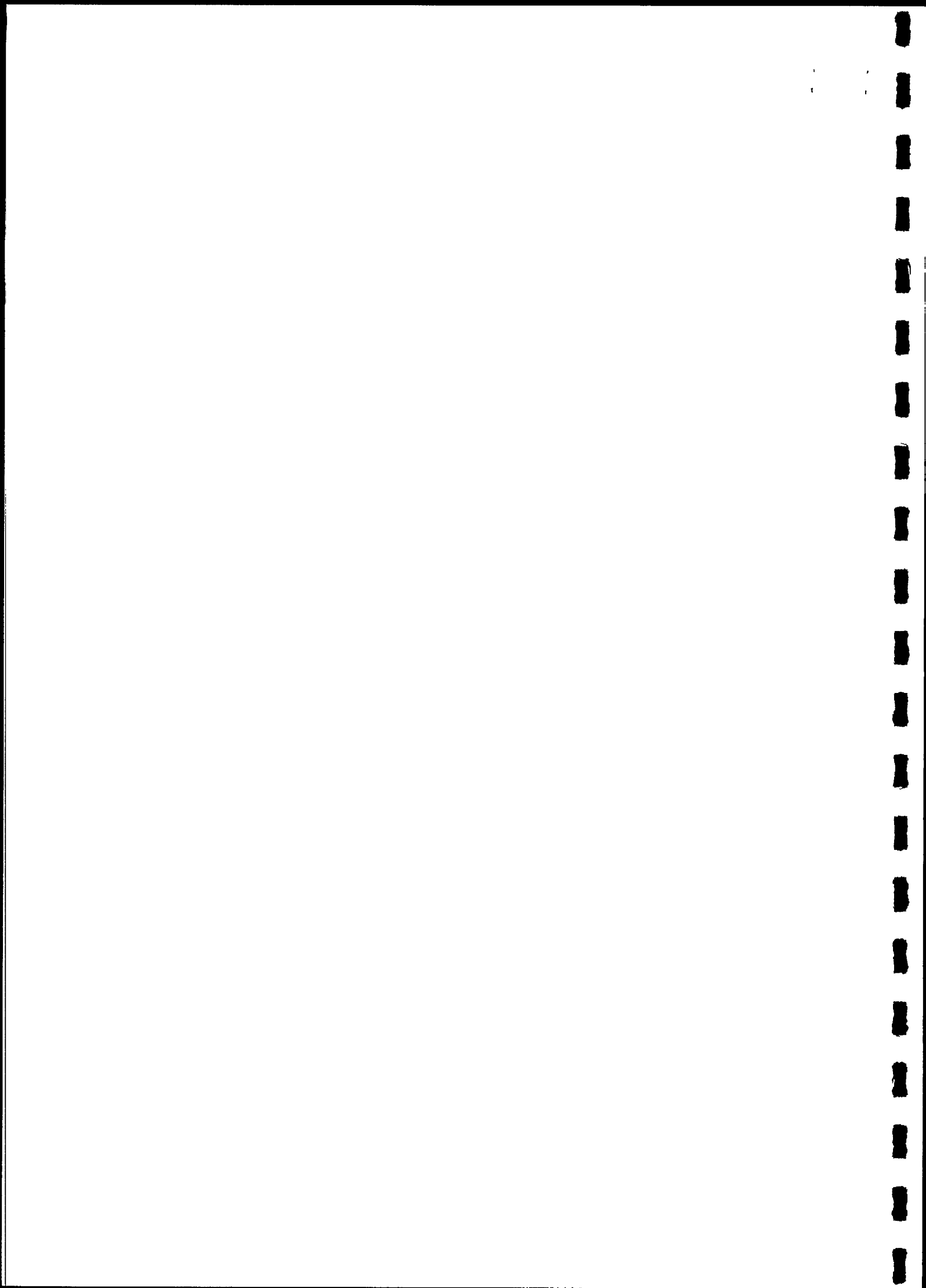
De korte boringer med ø 63 mm filter er d. 4. december renpumpet med éngangs Whale-pumper. Alle boringer er tømt mindst 3 gange (undtagen boring B15 og B16), og der er pumpet ca. 12-40 liter fra hver boring.

Den 5. december er der udtaget vandprøver til analyse for klorerede opløsningsmidler og BTEX. Vandprøverne er udtaget øverst i boringerne, ca. 0,5-1 m under ro-vandspejl, for at undgå opblanding med evt. fri fase fra bunden. Fra de to ø25 mm filtre i B15 og B16 er der udtaget vandprøver med vacuumudstyr, men pga. det meget lille stående volumen i filtrene, er prøveglassene kun halvt fyldt op. Analyseresultater for vandprøverne er vedlagt i bilag 3, mens analyseprogrammet er vist i tabel 4.1.

Boring	PRØVETAGNINGSDATA		ANALYSEPROGRAM				
	Tømninger af stående volumen (antal gange)	Prøve-ud-seende	Fri fase-test	Klorerede opløsningsmidler	Nedbrydningsprodukter af klorerede opløsningsmidler	Oliekomponenter BTEX	Boringskontrol
B11	2	klar	-	x	-	x	-
B12	3	klar	x	x	-	x	-
B13	6	klar	-	x	-	x	-
B14	2½	klar	-	x	-	x	-
B15	~0*	uklar	x	x	-	x	-
B16	~0*	uklar	x	x	-	x	-
B20-1	48	klar	-	x	-	x	-
B20-2	9613	klar	-	x	x	x	x

\* Ringe vandydelse

Tabel 4.1 Prøvetagningsbetingelser og analyseprogram for vandprøver



*Fri fase i vandprøver*

Da der under borearbejdet med boring B12 er konstateret fri fase i jordprøver, er bundslammet fra boring B12, B15 og B16 kontrolleret for fri fase. Den 19. december 1997 er der med en bailer og vacuumudstyr hentet vand og bundsediment fra de 3 boringer.

Bundslammet er med det samme omhældt på prøveglas med farvestoffet Sudan 4, som ved tilstedeværelse af fri fase giver en tydelig rødfarvning af prøven.

I boring B12 er det muligt direkte at pejle den fri fase, idet signalet fra en almindelig akustisk pejler forsvinder når pejlesonden kommer ned i fri fase, som ikke er elektrisk ledende. I B12 er der således d. 19 december 1997 pejlet 18 cm fri fase i bunden af boringen. Den fri fase er karakteriseret som tyktflydende og mørkebrun og sandsynligvis misfarvet af opløst olie og andet organisk materiale.

I boring B15 indeholder bundslammet tydelige røde prikker svarende til indikation af fri fase.

I boring B16 er der ikke direkte tegn på, at prøven indeholder fri fase.

## 5. GEOLOGI OG HYDROGEOLOGI

### 5.1 Geologi

Terræn ligger i området i ca. kote +30,4 m. På ejendommen er den geologiske lagfølge gennemboret til ca. 27 m.u.t., svarende til kote ca. +3,4. Der er øverst konstateret et fyld og muldlag 0,5-1 m.u.t., underlejret af et lerlag af ca. 3 m's tykkelse, som er domineret af slap og fugtig rødbrun ler med indlejrte sandstriber fra 1,5-3,9 m.u.t. Herunder findes kvartære lag bestående af grå moræneler til ca. 8 m.u.t. (kote ca. 22,4), karakteriseret som stenet, hårdt og kalkholdigt, hvorefter der ses en overgang til et stærkt sandet lerlag, som er ca. 4 meter mægtigt. Fra 12 m.u.t. starter en smeltevandssekvens med fint siltet sand, som er gennemboret til ca. 25 m.u.t., hvorefter der påtræffes groft kalkholdig grus. Boringen er stoppet i dette gruslag, som formodes at være overgangen til og i direkte kontakt med kalken.

Der kan i enkelte boringer registreres et farveskift fra brun til grå moræneler omkring 3,5 m.u.t. (kote 26,9); ofte benævnt forvittringsgrænsen. Farveskiftet skyldes et skift i redoxmiljøet, hvor den øvre brune farve indikerer oxiderede forhold, mens den grå indikerer reducerede forhold dybere i lagserien. Det må forventes, at redoxforholdene har betydning for de kemiske processer som også opløsningsmidler indgår i /ref. 7/.

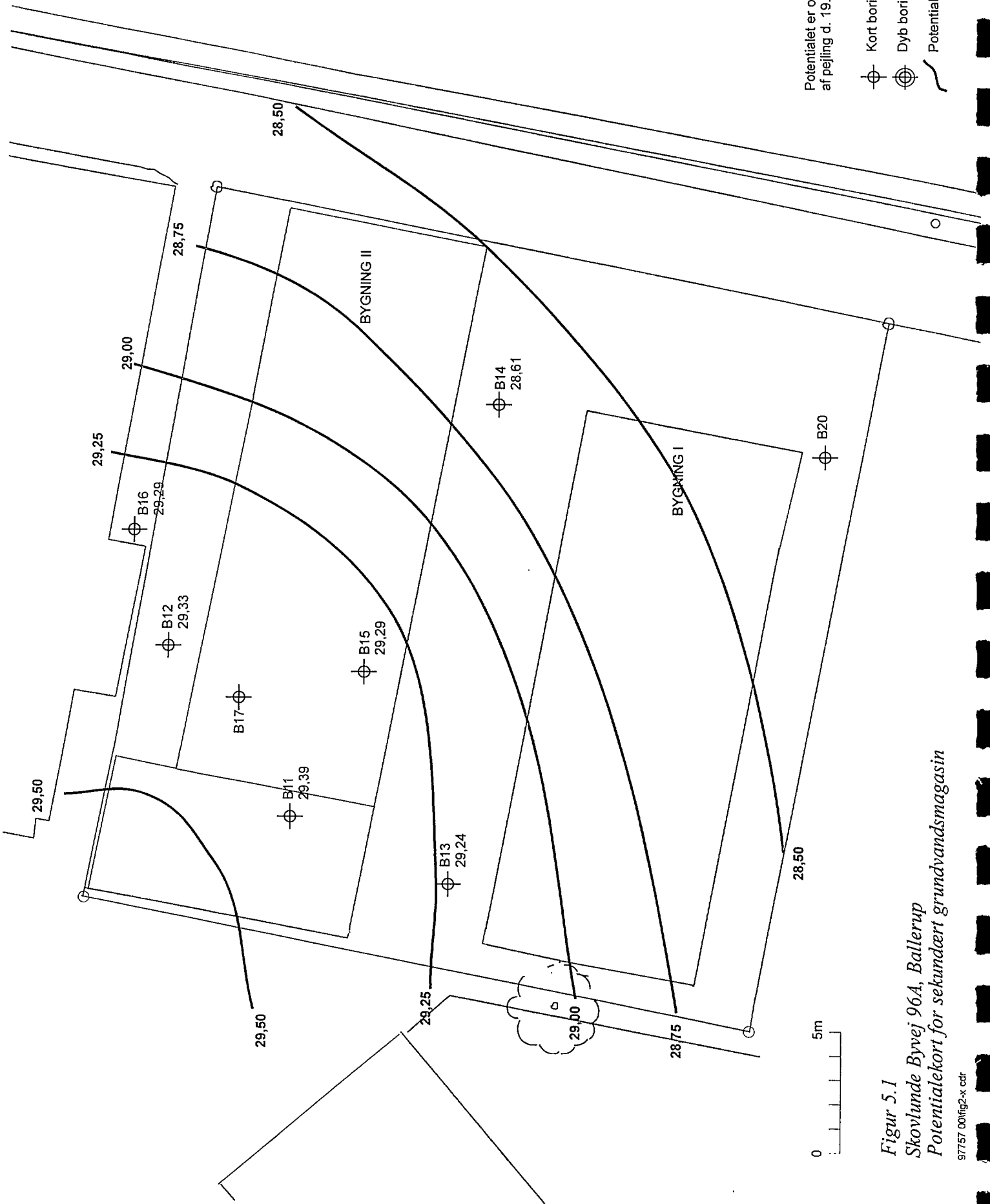
### 5.2 Hydrogeologi

#### *Primære magasin - potentialeforhold*

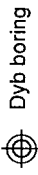
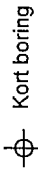
Grundvandsstrømningen i det primære magasin under ejendommen må vurderes at være i syd/sydøstlig retning, som det fremgår af figur 2.2 og afsnit 2. Der er konstateret et ro-vandspejl i boring B20 på ca. 13,33 m.u.t. svarende til kote +16,97, som vurderes også at repræsentere trykniveauet i det primære magasin (kalken). Det overordnede indtryk af grundvandsniveauet i oktober 1995 fra figur 2.2, angiver et vandspejl i kote ca. 17, og det er således rimeligt at antage, at figuren stadig giver et reelt billede af grundvandsstrømningen i det aktuelle område.

Vandspejlet befinder sig i de fine siltede sandlag med formodet direkte hydraulisk kontakt til de underliggende gruslag, og der er derfor tale om et magasin med frit vandspejl.

På baggrund af tolkning af retableringsdata, er boring B20's transmissivitet beregnet til.  $T = 0,002 \text{ m}^2/\text{s}$ .



Potentialet er optegnet på baggrund af pejling d. 19. December 1997



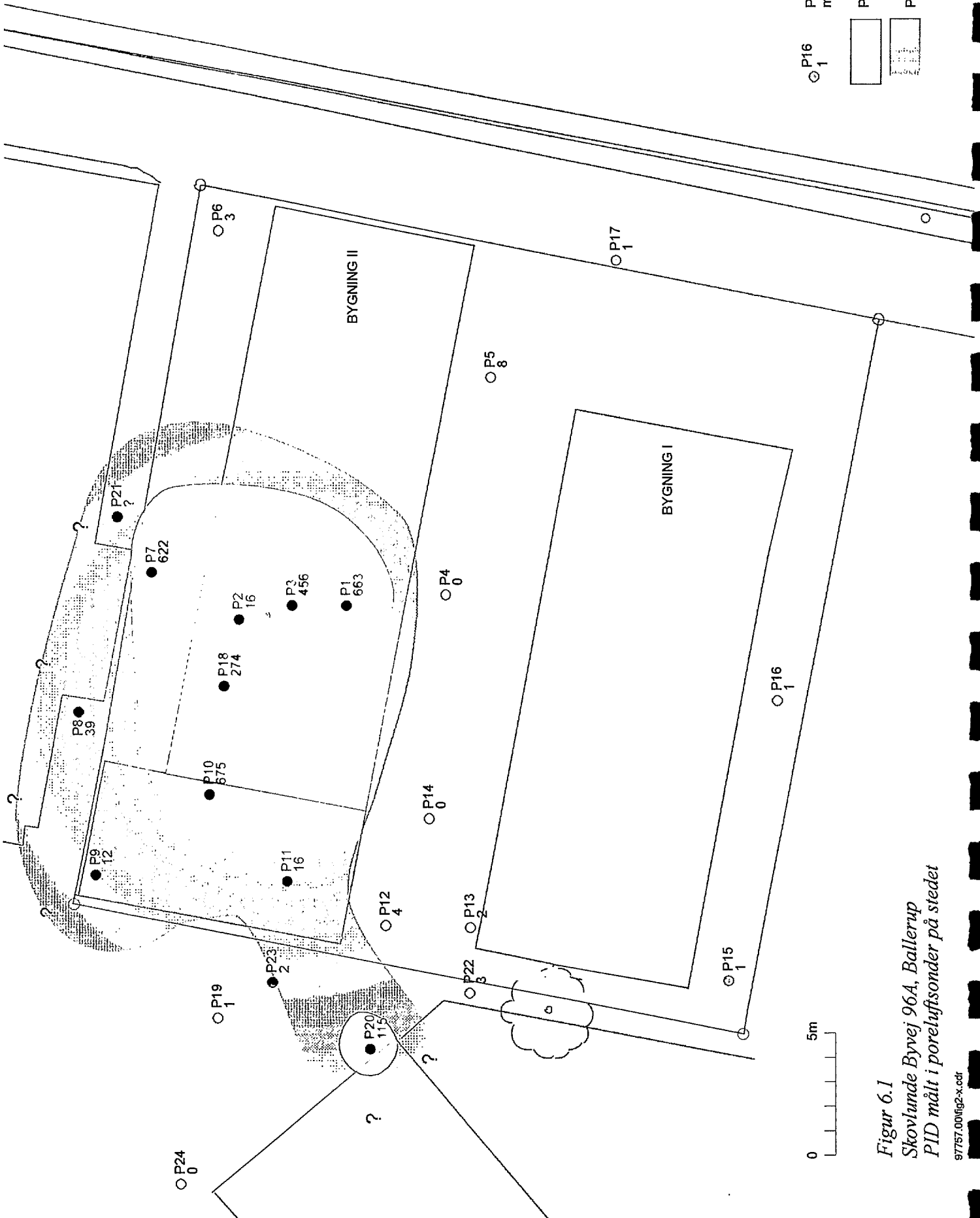
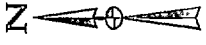
Figur 5.1  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup  
Potentialekort for sekundært grundvandsmagasin



*Sekundære magasiner - potentialeforhold*

I de 6 korte boringer, der er filtersat i den øvre moræneler med sandstriber, er der indmålt et potentiale fra kote 29,39 til kote 28,61. De indmålte potentialer er vist på figur 5.1, og pejleresultater er vist i bilag 6. Det må forventes, at sandstriberne i 1,5-4 m's dybde giver anledning til horisontal vandbevægelse, og at variationerne derfor er et udtryk for et skrånende sekundært vandspejl med strømningsretning mod sydøst. Den største vandspejlsdifference på 0,78 m findes mellem B11 og B14, som med en indbyrdes afstand på ca. 20 m giver en gradient i størrelsesordenen 4%. Det er dog muligt, at B14 er påvirket af den nærliggende gamle faskine og kloak, og at gradienten derfor er noget overvurderet.

Det er NNR's erfaring fra tidligere undersøgelser, at der i den hårde underliggende moræneler findes et sprækkesystem domineret af vertikale sprækker, hvori der vil ske en vand- og stoftransport ned gennem profilet.



Figur 6.1  
Skovhunde Byvej 96A, Ballerup  
PID målt i poreluftsonder på stedet

## 6. UNDERSØGELSESRISULTATER

### 6.1 Poreluftforurening

Resultaterne af poreluftundersøgelsen er vist i bilag 1, hvor også resultaterne af Dräger-rør-analyserne og PID-målingerne, udført under ren-pumpningen af poreluftsonderne, er listet. Endvidere er udbredelsen af poreluftforureningen visualiseret i figur 6.1, hvor PID-målingerne er angivet med konturer samt i figur 6.2, hvor PCE-koncentrationerne ligeledes er angivet med konturer.

Der er registreret meget høje PID-udslag og PCE-koncentrationer under den del af bygning II hvor tøjrensningen har fundet sted, samt på nordsiden af bygningen. Poreluftsonde P2 viser påfaldende lave værdier i et område der tilsyneladende er stærkt forurennet, og det kan ikke udelukkes, at der kan være sket en fortynding af poreluften med falsk luft under prøveudtagningen pga. de vanskelige prøveudtagningsforhold, jf. afsnit 4.

På nabogrunden mod nord er der stadig høje værdier, men dog aftagende i forhold til hot spot området under og nord for bygning II. Konturafgrænsningen under nabobebyggelsen er derfor usikker.

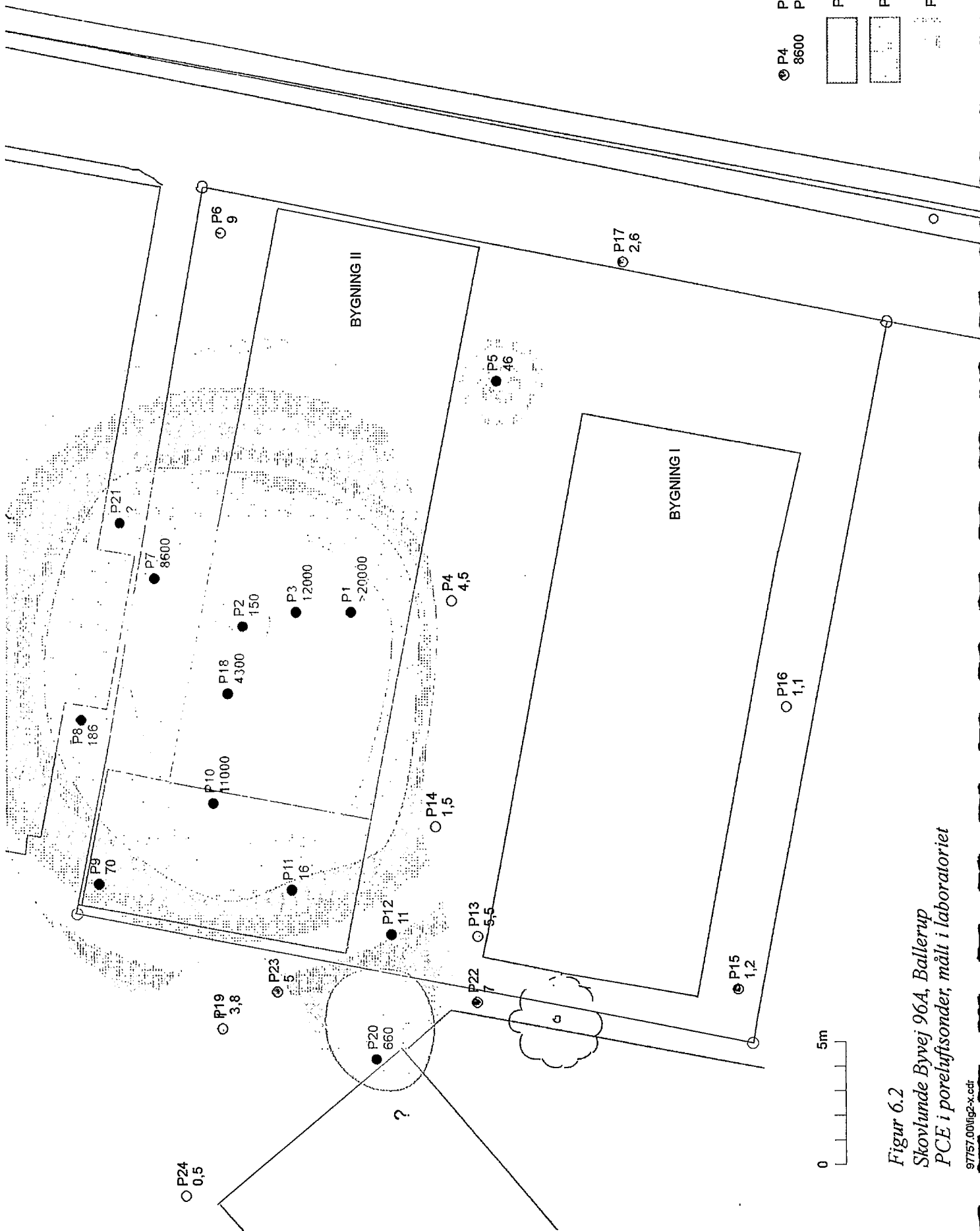
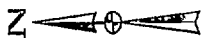
På nabogrunden mod vest skiller poreluftsonde P20 sig ud med høje værdier i et område med relative lave målinger. Forureningsudbredelsen på denne grund vurderes at være afgrænset mod syd og nord, men afgrænsningen i vestlig retning er usikker.

Syd for bygning II og på resten af matriklen, er der konstateret relativt lave værdier ( $< 10 \text{ mg/m}^3$ ), bortset fra ved P5, som er placeret ved den gamle faskine, hvor der formodentlig er fundet en lokal forurening.

Sammensætningen af poreluftforureningen er mængdemæssigt domineret af PCE, der er påvist i samtlige målepunkter og i hotspot-området i koncentrationer omkring  $10.000 \text{ mg/m}^3$ . Lokalt i P1 er PCE-koncentrationen større end  $0,2 \text{ g/m}^3$ .

Der er også konstateret relativt høje indhold af TCE i koncentrationer op til  $800 \text{ mg/m}^3$ , og udbredelsen svarer omtrent til PCE-udbredelsen. Endvidere er der konstateret indhold af cis-1,2 dichlorethylen (DCE), med koncentrationer op til  $50 \text{ mg/m}^3$ . Dette stof vurderes at være et nedbrydningsprodukt af PCE og TCE.

I P4, P6, P11, P14 og P17 er der målt indhold af kulbrinter i poreluften i koncentrationer op til  $18 \text{ mg/m}^3$  for xylener og ethylbenzen,  $0,2 \text{ mg/m}^3$  for



Figur 6.2  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup  
PCE i poreluftsonder, målt i laboratoriet

benzen og 0,5 mg/m<sup>3</sup> for toluen. Dette indikerer, at der endvidere findes flere lokale olieforureninger på grunden.

## 6.2 Jordforurening

PID-målinger fra borerne fremgår af boreprofilerne i bilag 2, og for at anskueliggøre målingernes indbyrdes sammenhæng, er de maksimale PID-udslag fra hver boring samlet på figur 6.3, hvor konturerne for PID > 500 ppm og PID mellem 100 og 500 ppm er anført. PID-værdierne er angivet med den korresponderende dybde i m.u.t.

Figur 6.3 bekræfter hot spot-området som er indkredset med poreluftsonderne, med en særligt hot spot ved boring B12. Alle de korte borer viser størst PID-udslag 3-4,5 m.u.t. hvor der generelt er påtruffet vandførende sandstriber, men B12 adskiller sig fra de andre ved at vise et lige så højt udslag ved terræn (720 ppm), som ved 3,5 m.u.t.

Der er en klar tendens til, at PID-udslagene bliver mindre mod bunden af borerne, så den største forureningsspredning må forventes af finde sted i sandstriberne ca. 3,5 m.u.t.

### Jordanalyser

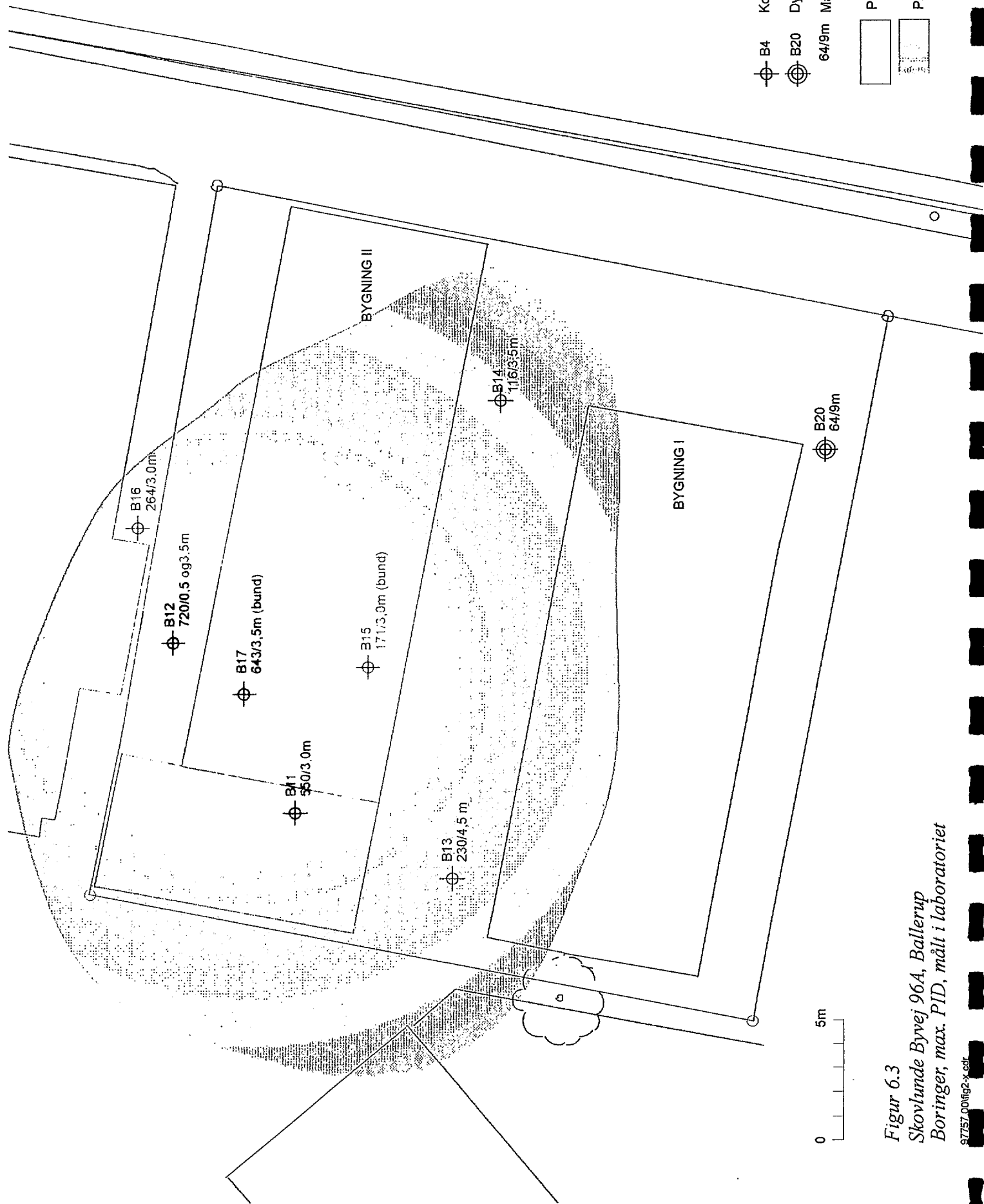
Analyseresultaterne af de udvalgte jordprøver er vist i bilag 3 og de vigtigste parametre er gengivet i tabel 6.1 og på figur 6.4.

Boring (-)	Dybde m.u.t.	Tetrachlor- ethylen	Trichlor- ethylen	BTEX	Benzin & olie	PID ppm	Tør- stof % mg/kg VV
		mg/kg TS					
B11	3,5	43	0,5	-	-	380	87,3
B11	6,0	-	-	-	-	4,5	85,7
B12	3,5	360	2,0	-	-	720	88,3
B13	0,5	1,1	-	-	spor	86	86,2
B13	4,5	28	12	-	-	230	88,7
B14	3,5	700	13	spor	spor	116	88,7
B15	3,0	30	1,5	-	-	171	86,3
B16	3,0	13	-	-	-	264	88,0
B17	3,0	107	3,1	-	-	159	85,1
B20	3,5	0,3	2,2	-	-	53	89,4
Det.gr	-	0,005	0,005	0,1-0,2	25-50	1	-
Kriterie*)	-	5	5			-	-

"-" : Intet påvist i prøven

\*) : Jordkvalitetskriterier

Tabel 6.1 Analyseresultater for jordprøver (mg/kg TS).



Figur 6.3  
Skovhunde Byvej 964, Ballerup  
Boringer, max. PID, målt i laboratoriet

Fra alle korte boringer er der analyseret på jordprøver med de største PID-udslag. Fra B11 er der desuden analyseret på en prøve fra boringens bund 6 m.u.t. og fra boring B13 er der analyseret på en terræn-nær prøve fra 0,5 m.u.t., pga. mistanke om olieforurening fra oplagring af motordele mv.

Fra boring B20 er udvalgt en prøve fra det lokale PID-maksima på 3,5 m.u.t. hvorfra udslagene falder, indtil de fra 7 m.u.t. igen stiger til et større PID-maksima på 64 ppm i 9 m.u.t. Her under falder udslagene til værdier omkring baggrundsniveauet (2 ppm), som er fundet i de nederste 10 m af boringen.

I jordprøverne er der hovedsageligt fundet tetraklorethylen (perklor), som i boringerne B11, B13 og B15 findes i koncentrationer fra 28-43 mg/kg TS i dybden 3-4,5 m.u.t., se figur 6.4.

Nord for disse tre boringer stiger koncentrationen (i mg/kg TS) mod den tidligere omtalte hot spot, fra 107 i boring B17 til 360 i boring B12, for igen at falde til 13 i boring B16 hos naboen mod nord. Disse jordprøver er også udtaget i intervallet 3-4,5 m.u.t.

Den absolut største koncentration findes dog i boring B14, med 700 mg/kg TS. Denne værdi underbygges dog hverken af PID-målinger, poreluft eller den efterfølgende vandprøve udtaget fra boringen. Der kan dog være tale om residual fri fase i prøven (dråber af PCE) stammende fra den nærliggende faskine.

I boring B20 er PCE-koncentrationen 0,3 mg/kg TS i 3,5 m's dybde, mens triklorethylen-koncentrationen (TCE) er højere: 2,2 mg/kg TS.

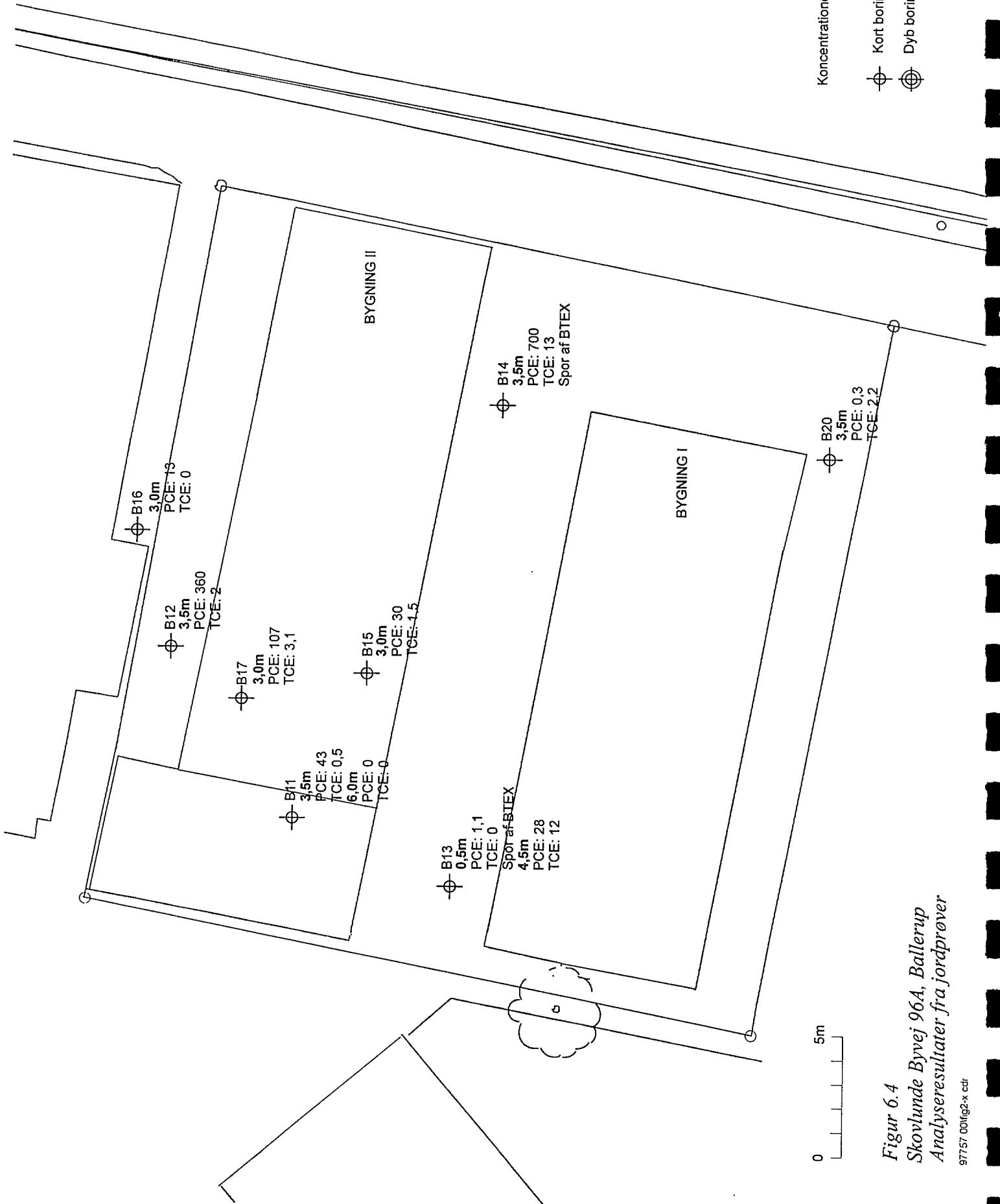
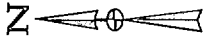
I B12, B15 og B17 er der TCE i samme størrelsesorden, og i B13 og B14 er der TCE på hhv. 12 og 13 mg/kg TS. I B11 er der fundet 0,5 mg TCE/kg TS.

Den vertikale udbredelse af forureningen er afgrænset nedadtil af prøven fra 6 m.u.t. i boring B6, hvor der hverken er påvist PCE eller TCE.

Spor af BTEX-er er fundet i B14 og i den terræn-nære prøve fra B13, hvor der også er fundet indhold på 0,1 mg/kg TS af PAH-forbindelser (phenanthren/anthracen, fluoranthen og pyren).

### 6.3 Grundvandsforurening

Resultaterne af vandanalyserne fremgår af bilag 5, og de vigtigste parametre er gengivet i nedenstående tabel 6.2 og i figur 6.5, som beskriver udbredelsen af PCE i det sekundære grundvandsmagasin.



Figur 6.4  
Skovlunde Byvej 96A, Ballerup  
Analyseresultater fra jordprøver



Boring	PCE	TCE	BTEX	C <sub>3</sub> -alkylbenzener (C <sub>9</sub> -aromat)	Benzin- og olie ialt
(-)	µg/l				
B11	ca. 38.000	6640	22,1	ca. 20	ca. 45
B12	ca. 135.000	6770	40,2	ca. 150	ca. 200
B13	3110	920	3,3	0,6	< 20
B14	780	440	5,3	< 0,2	< 20
B15	ca. 34.000	3130	6,1	ca. 2	< 20
B16	ca. 34.000	1520	2,5	ca. 0,6	< 20
B20-1	0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 20
B20-2	< 0,04	< 0,04	< 0,2	< 5	< 5
Opløselighed v. 20°C	150.000	1.070.000	-	-	-

i.p.: Ikke påvist

Tabel 6.2 Analyseresultater for vandprøver fra sekundært og primært magasin (µg/l).

#### Forurenings sammensætning

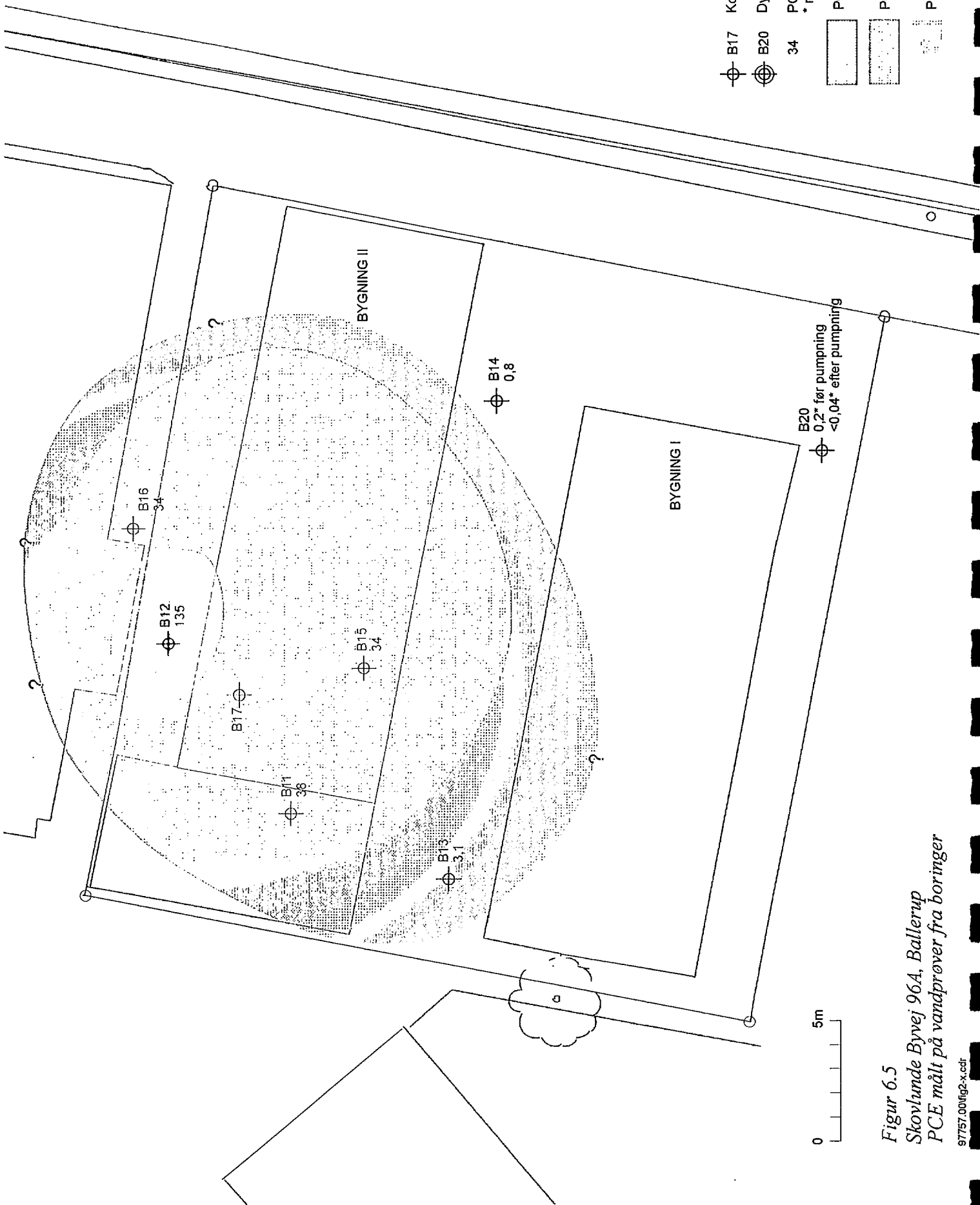
PCE er påvist i samtlige vandprøver, med koncentrationer fra 135 mg/l i boring B12 (hot spot), og med værdier på 34-38 mg/l i de nærmeste borer 5-10 m fra hot spot'en (B11, B15 og B16).

Mod syd kan de aftagende koncentrationer følges i boring B13 (3,1 mg/l) og i boring B14 (0,8 mg/l). I det primære grundvandsmagasin (B20) er der ved opstarten af volumenpumpningen konstateret et indhold på 0,2 µg/l PCE, mens der ved afslutningen ikke er påvist indhold af PCE med en detektionsgrænse på 0,004 µg/l. Det kan umiddelbart ikke forklares, hvorfor der er påvist indhold i den første prøve og ikke den anden, men det bemærkes dog, at analyserne er udført på forskellige laboratorier, jf. afsnit 4.

Konturerne for 1 og 10 mg/l i det sekundære magasin kan derfor tegnes med nogen sikkerhed mod syd, mens den øvrige afgrænsning er usikker.

Tetraklorethylen (TCE) er fundet i alle korte borer, med største koncentrationer i B11 og B12 (omkring 6,7 mg/l), og med den laveste koncentration i B14 (0,4 mg/l).

Ligeledes findes der i B11 og B12 et vist indhold af benzin- og oliekomponenter på hhv. ca. 45 og 200 µg/l, hvoraf BTEX-indholdet i B12 udgør ca. 40 µg/l og C<sub>3</sub>-alkylbenzener (C<sub>9</sub>-aromater) udgør ca. 150 µg/l. Grundvandet fra B11, B12 og B13 indeholder kulbrinter svarende til inddampet benzin.



- ⊕ B17 Kort boring
- ⊕ B20 Dyb boring
- 34 PCE mg/l \* mikrogram/l
- PCE: >100 mg/l
- ▨ PCE: 10-100 mg/l
- ▩ PCE: 1-10 mg/l

Figur 6.5  
Skovhunde Byvej 96A, Ballerup  
PCE målt på vandprøver fra boringer

## 7. RISIKOVURDERINGER

Idet klorerede opløsningsmidler har et højt damptryk og fordelingskoefficienten mellem jord og vand er relativt lav, vil en forurening med disse stoffer i en jordmatrix primært forekomme på dampform i poreluften og som opløst i grundvand/porevand i stedet for på jordpartiklerne.

Ved nedenstående betragtninger vedrørende eventuelle indeklime og udeluft problemer tages udgangspunkt i de målte poreluftkoncentrationer.

### 7.1 Grundvand

Generelt er klorerede opløsningsmidler svært nedbrydelige i aerobe miljøer. Ved anaerobe (iltfri) forhold, kan PCE nedbrydes til først TCE og senere dichlorethylener og vinylchlorid. I sandlaget i 13-25 m's dybde er iltindholdet målt til 0,6 mg/l svarende til detektionsgrænsen, og det vurderes derfor, at der hersker anaerobe forhold i dette grundvandsmagasin. Der er ikke målt iltindhold i det øvre grundvandsmagasin i 3-5 m's dybde. Den dominerende forureningskomponent på opløst form i det øvre magasin vurderes at være PCE, men der er også målt relativt høje indhold af TCE (ca. 1/3 - 1/10 af PCE koncentrationerne).

#### *Forureningsmængde*

Ud fra den samlede beskrivelse af forureningsfordelingen, den horisontale og vertikale forureningsudbredelse, vurderes det, at hovedparten af PCE-mængden findes som opløst i grundvandet i det øvre magasin, som fri residual PCE i jorden eller som fri mobil fase form. Mængderne er skønnet til

- PCE opløst i grundvand	10-20 kg
- Fri residual PCE	10-100 kg
- Fri mobil PCE	10-100 kg
I alt	~ 30-220 kg

De største usikkerheder findes på mængden af fri residual mængde, og er skønnet på baggrund af jordanalyserne samt mængden fri mobil fase, som er vurderet på baggrund af den målte fri fase i bunden af boring B12.

#### *Kildestyrke*

Der er ikke påvist gennemslag fra moræneleren til det primære magasin i forbindelse med analyser af vandprøver udtaget ved volumenpumpning af boring B20.

Kildestyrken inden for det forurenede område vurderes, at være på niveauet 1-100 mg/l i det sekundære grundvandsmagasin, baseret på analyseværdier fra vandprøver, jf. fig. 6.5.

Den årlige grundvandsdannelse i området vurderes at ligge i intervallet 50 - 200 mm/år, med 150 mm svarende til en typisk værdi for den for-

modede grundvandsdannelse i området. Med et gennemslagsområde skønnet til ca. 500 m<sup>2</sup>, fås en årlig nedadrettet stofspredning af størrelsesordenen ca. 1-5 kg PCE. Den årlige transporthastighed ned gennem moræneleren bliver af størrelsesordenen 0,2 - 1 m, såfremt PCE regnes for konservativt (uden adsorption, nedbrydning etc.)

Ovenstående beregninger og antagelser er behæftet med en del usikkerheder, da de formodede sprækkesystemer i moræneleren kan have stor betydning for, hvor og hvor hurtigt forureningen faktisk slår igennem til det primære magasin.

På baggrund af ovenstående betragtninger må det forventes, at der efter 10-50 år vil ske gennemslag til det primære grundvandsmagasin. Som før omtalt er der ikke med sikkerhed konstateret gennemslag til det primære grundvandsmagasin i forbindelse med volumenpumpning af boring B20.

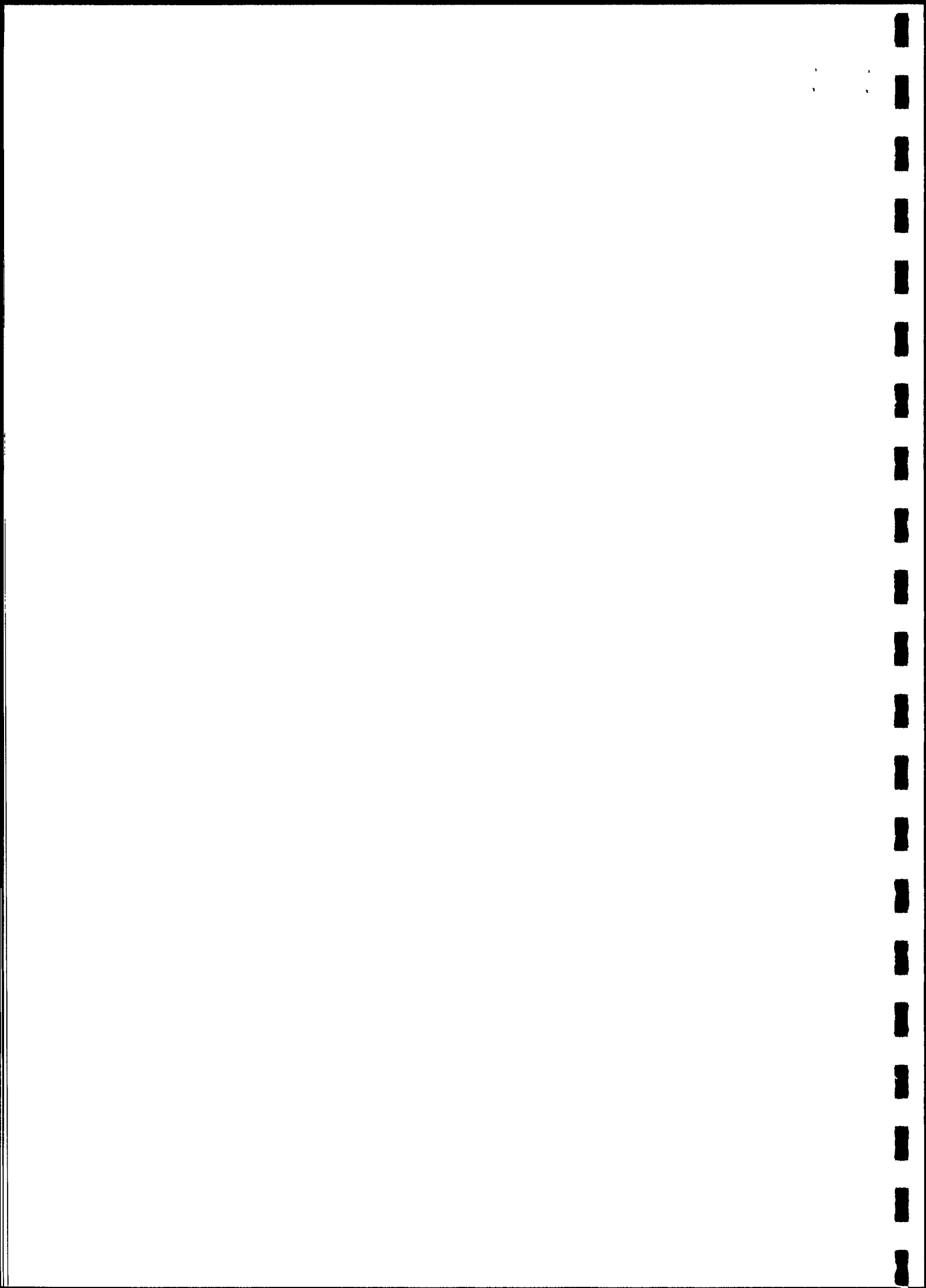
Der er oppumpet ca. 1000 m<sup>3</sup> under volumenpumpningen, og idet den vandførende horisont (filterlængden) sættes til 12 m kan influensradiusen beregnes til ca 10 m ved en simpel volumenbetragtning. Såfremt der er sket gennemslag til det primære grundvandsmagasin og såfremt strømningsretningen er syd/sydpøstlig, jf. kap. 5, burde der være påvist indhold af PCE i den sidst udtagne vandprøve. Resultaterne indikerer, at der endnu ikke er sket et gennemslag til det primære grundvandsmagasin.

Når det fulde gennemslag til det primære grundvandsmagasin sker, er det muligt at skønne koncentrationen i det primære grundvandsmagasin umiddelbart nedstrøms for lokaliteten, under forudsætning af fuld opblanding i den vandførende horisont. Følgende parametre er baseret på undersøgelsen samt generelle oplysninger for området:

- Nedsivning til primært grundvandsmagasin: 150 mm/år
- Transmissivitet:  $T = 0,002 \text{ m}^2/\text{s}$
- Trykgradient: 0,004
- Strømningsbredde: 25 m
- Kildestyrke: 1-5 kg PCE/år

Dette giver en koncentration af PCE på 100-600 µg/l umiddelbart nedstrøms for kilden. Tilsvarende kan koncentrationen af TCE forventes at være af størrelsesordenen 10-100 µg/l i det primære grundvandsmagasin. Det vurderes på den baggrund, at den konstaterede jord- og grundvandsforurening med klorerede opløsningsmidler udgør en alvorlig forurenings-trussel for det primære grundvandsmagasin.

Den registrerede forurening med olieprodukter i det sekundære grundvandsmagasin (optil ca. 200 µg/l) vurderes derimod ikke at udgøre nogen trussel mod det primære grundvandsmagasin. Dette skyldes, at der sker en forholdsvis stor fortynding (min. 100 gange) i dette magasin samtidig med, at der kan forventes en væsentlig biologisk naturlig nedbrydning af oliekomponenter.



## 7.2 Indeklima

Beregninger af diffusionen op gennem gulv på grundlag af poreluftkoncentrationer under gulv, jvf. bilag 1, viser, at Miljøstyrelsens acceptkriterier for tetraklorethylen på  $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  overskrides mere end op til 40.000 gange, mens B-værdien overskrides med en faktor 1.000 i bygningen. En oversigt over de beregnede og målte resultater samt kriterier er angivet i tabel 7.1.

Det vurderes, at tetraklorethylen er det mest kritiske stof ved vurdering af indeklimaet, idet de målte koncentrationer er de højeste, samtidig med, at stoffet vurderes som det mest toksiske af de undersøgte stoffer. Der er dog også målt høje koncentrationer af trichlorethylen, og de vil også kunne medføre uacceptabel påvirkning af indeklimaet.

		Tetraklorethylen	Triklorethylen
Diffusionskoefficient, $D_c$	$\text{m}^2/\text{s}$	$1,37 \times 10^{-5}$	$1,54 \times 10^{-5}$
Max. målt poreluftkoncentration	$\text{mg}/\text{m}^3$	>20.000	350
Gennemsnitlig målt poreluftkonc.	$\text{mg}/\text{m}^3$	5.000	100
Max. beregnet indeklima i bygning II*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10.000	140
Gennemsnit. beregnet indeklima i byg. II*	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	2.500	40
Miljøstyrelsens grænseværdi <sup>1)</sup>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	0,25	1
B-værdi <sup>1)</sup>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	10
Arbejdstilsynets kriterie <sup>2)</sup>	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	70.000	55.000

\* : Diffusionsberegningen er baseret på diffusion gennem 10 cm betonlag med et luftskifte i rummet på 1 gang i timen. Der er ikke taget højde for konvektion eller andre forhold, som kan have indvirkning på indeklimaet.

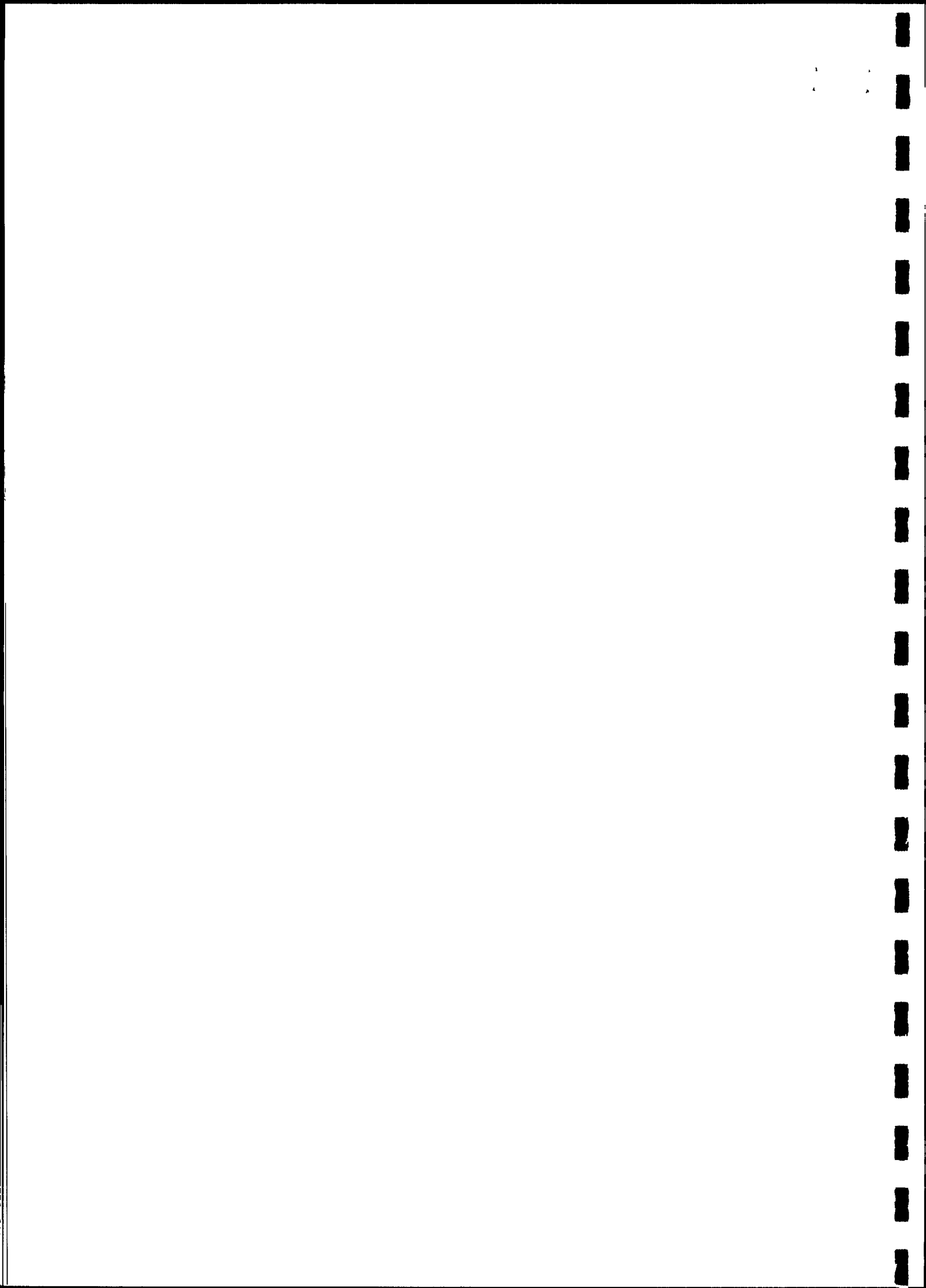
1) : Miljøstyrelsen. Orientering nr. 15, 1996. B-værdier

2) : Arbejdstilsynet, AT-anvisning 3.1.0.2. Juli 1994. Grænseværdi for stoffer og materialer.

Tabel 7.1 Oversigt over beregninger af konsekvenser for indeklimaet.

Forudsætningen for diffusionsberegningen er, at der alene sker diffusion gennem gulvet, at luftudskiftningen er 1 gang pr. time og gulvets betontykkelse er 0,1 m. Mindre ændringer af luftskiftet til 0,5 gang i timen medfører en fordobling af de beregnede luftkoncentrationer, mens koncentrationen reduceres til den halve ved en ændring i betontykkelsen fra 0,10 m til 0,2 m.

Som det ses af tabel 7.1, overskrider de beregnede luftkoncentrationer i bygning II Miljøstyrelsens grænseværdi (indeklimakriterie) mange gange, og endvidere er B-værdien ligeledes overskredet væsentlig. Betongulvet i bygning II vurderes at være gammelt, og der forekommer sandsynligvis en del revner i betonen, således at der formentlig oveni sker konvektiv transport op igennem utætte gulve. Det skal dog også bemærkes, at luftudsugningsanlægget til de installerede maskiner, vil bevirke en større luftudskiftning en 1 gang pr. time, når det er i drift.



På baggrund af de foretagne målinger vurderes det, at den fundne jord- og grundvandsforurening med chlorerede opløsningsmidler bevirker en uacceptabel afdampning af sundhedsskadelige stoffer til indeklimaet i bygning II. Denne effekt kan forstærkes af eventuelle sprækker og revner i betongulv.

### 7.3 Arealanvendelse

Diffusionsberegninger op gennem jordmatricen, udført efter Miljøstyrelsens generelle branchevejledning /ref. 6/, viser, at udeluftkriteriet på  $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  overholdes under forudsætning af en vindhastighed på  $1 \text{ m/s}$ , og at jorden er leret, såfremt porekoncentrationen af tetrachlorethylen blot er mindre end  $500 \text{ mg}/\text{m}^3$ , jf. bilag 1. De målte poreluftkoncentrationer uden for bygning II er alle bortset fra sonde P7 og P20 mindre end  $500 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

På baggrund af den fundne jord- og grundvandsforurening med chlorerede opløsningsmidler og med en geologisk lagfølge bestående af leret fyld efterfulgt af moræneler vurderes der således ikke at være generel risiko forbundet med ophold udendørs m.h.p. udeluften. Det eneste kritiske område vurderes at være området mellem bygning II og bygning på Skovlunde Byvej 96, hvor der er konstateret kraftig forurening i poreluften samt registreret jordforurening helt op til terræn (boring B12).

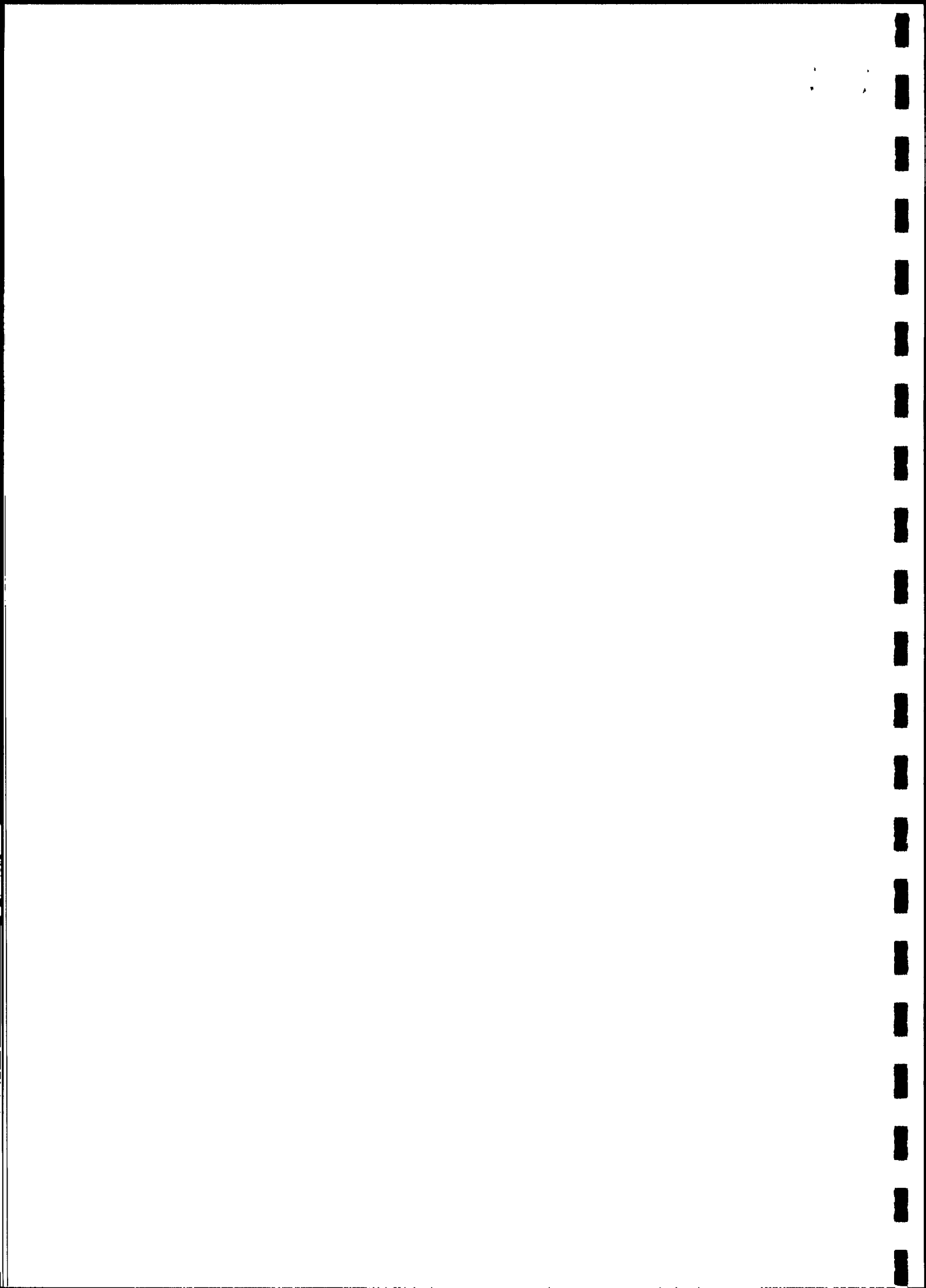
I dette område vurderes der ligeledes at være risiko for, at mennesker kan komme i hudkontakt med forureningen, specielt ved anlægsarbejde, idet området ikke er 100 % befæstet.

Ved de øvrige udendørs områder vurderes der ikke at være umiddelbar risiko for, at mennesker kommer i hudkontakt med forureningen idet forureningen ligger dybere, og arealerne er befæstet. Der vil dog være risiko forbundet ved anlægsarbejde i disse områder.

### 7.4 Recipienter

Den nærmeste recipient er Sømose Å, som ligger 600 m øst fra lokaliteten. På baggrund heraf sammenholdt med de hydrogeologiske betingelser, vurderes der ikke at være risiko for påvirkning af denne.





## 8. SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER

Med henblik på at afgrænse den konstaterede forurening med klorerede opløsningsmidler og olieprodukter, både vertikalt og horisontalt, samt udføre en risikovurdering, er der udført en omfattende forureningsundersøgelse. Undersøgelsen har omfattet poreluftmålinger og analyse af jord- og grundvandsprøver, udtaget fra undersøgelsesboringer.

### 8.1 Poreluft

Der er konstateret en kraftig forurening med især PCE i poreluften under gulvet i den vestlige halvdel af bygning II, og forureningen udbreder sig i nordlig og vestlig retning ind på nabomatriklerne. PCE dominerer poreluftsammensætningen og er påvist i koncentrationer større end 20 g/m<sup>3</sup>, men der er også fundet relativt høje værdier af TCE (op til 1 g/m<sup>3</sup>). Endvidere er der lokalt fundet spor af dichlorethylener samt BTEX'er. Udbredelsen med poreluft er ikke afgrænset på nabomatriklerne i nordlig og vestlig retning.

### 8.2 Jord

Der er påvist morænelersaflejringer fra ca. 1 m.u.t. til ca. 12 m's dybde, som er underlejret af et sandlag karakteriseret som siltet og meget fint. I ca. 25 m's dybde er et groft gruslag anberet, og det er karakteriseret som meget kalkholdigt.

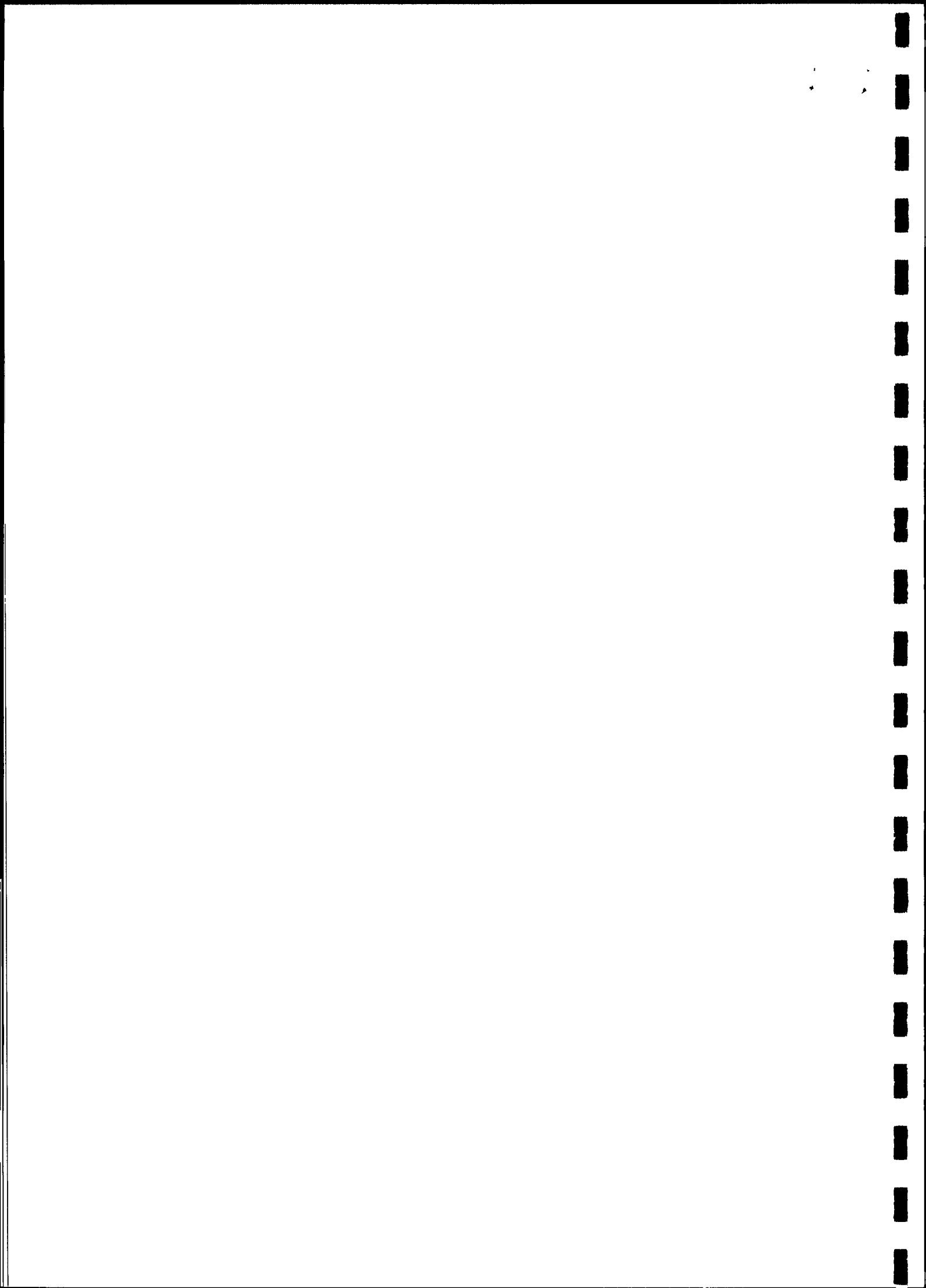
Der er i moræneleren konstateret jordforurening med PCE og TCE i alle 8 etablerede boringer, mens der i enkelte boringer er konstateret spor af BTEX'er og olieprodukter. PCE er påvist i koncentrationer op til 360 mg/kg TS i hot spot'en, mens der ved en gammel faskine er målt 700 mg/kg TS. Koncentrationerne af TCE er væsentlig lavere, idet der er målt op til 13 mg/kg TS ved hot spot'en og den før omtalte faskine.

Jordforureningens horisontale udbredelse er ikke fuldstændig afgrænset, idet den har bredt sig ind på nabomatriklerne. Den vertikale udbredelse er nogenlunde afgrænset, idet der i 6 m's dybde ikke er påvist indhold af miljøfremmede stoffer. Da det forurenede jordvolumen hovedsageligt består af vandmættet moræneler, vil den målte forurening primært findes som opløst stof i pore- og grundvandet samt evt. som residual fri fase af PCE.

### 8.3 Grundvand

#### *Sekundært grundvand*

Der er påvist et øvre sekundært grundvandspejl i 3-4 m's dybde, hvor der er konstateret indlejrede sandlag/linser i den bløde moræneler. Strømningsretningen vurderes at være syd-østlig i disse lag.



Der er påvist indhold af PCE, TCE og BTEX'er i samtlige filtersatte boringer i det sekundære grundvandsmagasin. Koncentrationer af PCE er meget høje i nogle boringer, idet der målt op til 135 mg/l i hot spot'en. Denne koncentration svarer næsten til mætning i vand, hvilket en efterfølgende pumpetest også dokumenterede, idet der blev påvist 18 cm fri fase i boringens sump. De øvrige boringer er der målt koncentrationer fra 0,8 mg/l til 34 mg/l PCE. Koncentrationerne af TCE er lavere idet der er målt indhold fra ca. 0,4 mg/l til ca. 7 mg/l. Koncentrationer af BTEX'er er væsentlig lavere, og ligger i intervallet 3 - 40 µg/l.

Udbredelsen af de klorerede opløsningsmidler i det sekundære grundvandsmagasin er ikke afgrænset.

#### *Primært grundvand*

Det primære grundvandsmagasin omfatter kalken og det ovenliggende sandlag fra 12 til 27 m's dybde. Transmissiviteten (vandføringsevnen) er målt til 0,002 m<sup>2</sup>/s på baggrund af pejlinger fra en volumenpumpning, hvilket er en forholdsvis normal værdi for denne type grundvandsmagasin. Rovandspejlet er pejlet til ca. 13 m.u.t (kote ca. 16,8 DNN), og magasinet har således et frit vandspejl. Strømningsretningen i det primære grundvandsmagasin vurderes at være sydøstlig og er påvirket af Københavns Vandforsynings kildepladser i området. Nærmeste kildeplads er Knapholm ca. 800 m nedstrøms.

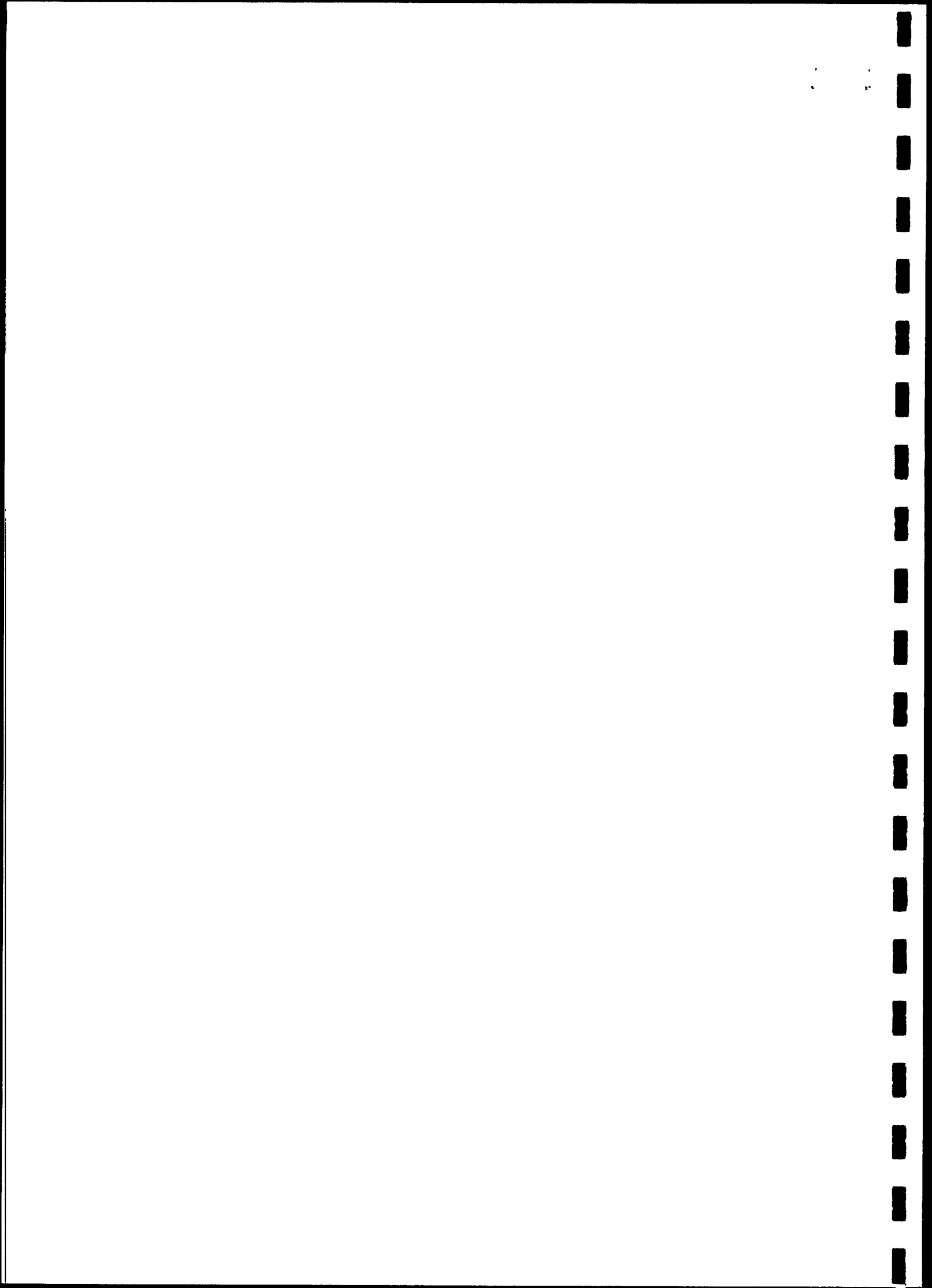
I forbindelse med volumenpumpningen er der ikke med sikkerhed konstateret gennemslag af forurening til det primære grundvandsmagasin, idet der ved opstarten blev fundet spor af PCE (0,2 µg/l), mens der ved afslutningen ikke blev konstateret indhold af PCE eller øvrige miljøfremmede stoffer.

Det vurderes, at der på nuværende tidspunkt ikke er sket gennemslag til det primære grundvandsmagasin, men det vurderes ligeledes, at gennemslaget uomtvisteligt vil forekomme, såfremt der ikke etableres afværgeforanstaltninger over for den konstaterede forurening med især klorerede opløsningsmidler.

## 8.4 Konklusion

Kilden til den konstaterede forurening med klorerede opløsningsmidler vurderes primært at være forårsaget af spild og uansvarlig omgang med de klorerede opløsningsmidler i forbindelse med driften af renseriet. Endvidere kan kloakken og specielt den gamle faskine have forårsaget yderligere spredning af forureningen. Kilderne til de lokale forureninger med BTEX'er og olieprodukter vurderes at være oplagring af motordele, nedgravede olietanke samt evt. spild med terpentiner, som rapporteret under den historiske redegørelse.

Forureningen vurderes at være spredt horisontalt i det sekundære grundvandsmagasin i 3-4 m's dybde, dog kan der også være sket spredning



ovenpå terrænet i forbindelse med håndteringen af affaldsprodukterne. Forureningen er spredt ind på 2 nabomatrikler, hvor den ikke er afgrænset.

Vertikalt vurderes forureningen at være afgrænset til 6 m.u.t., dog kan sprækker i den hårde moræneler medføre, at forureningen er transporteret endnu dybere. Det vurderes, at der på nuværende tidspunkt ikke er sket gennemslag til det primære grundvandsmagasin, men det vurderes ligeledes, at dette vil ske såfremt der ikke etableres afværgeforanstaltninger overfor den konstaterede forurening.

Den gennemførte risikovurdering af indeklimaet i bygning II viser, at der må forventes meget høje koncentrationer af specielt PCE i indeluften, således at både B-værdien og miljøstyrelsens acceptkriterie for PCE i indeklima overskrides mange gange, og det kan ikke afvises, at der er en forhøjet sundhedsrisiko forbundet ved længere ophold i bygningen.

Bortset fra et areal udenfor bygning II vurderes forureningen ikke at udgøre noget problem for nuværende arealanvendelse, herunder direkte kontakt med forurenede jord, men ved fremtidige anlægsarbejder bør der tages hensyn til den konstaterede forurening.

Når der sker gennemslag til det primære grundvandsmagasin vurderes det, at grundvandet bliver kraftig forurenede, således at der er risiko for Københavns Vandforsynings kildepladser nedstrøms.

Den konstaterede forurening vurderes ikke at udgøre nogen risiko for recipienter i området.

## 9. REFERENCER

- /Ref. 1/ Tidligere begrænset forureningsundersøgelse. Rapport af Jord Miljø A/S af 29. november 1991.
- /Ref. 2/ Københavns Amts registreringsgrundlag af 16. marts 1993. Journal nr. 8-76-5-151-15-1/93.
- /Ref. 3/ Oplæg fra NNR i forb. med tilbud af 3. oktober 1997.
- /Ref. 4/ Oplæg fra Københavns Amt i forb. med udbudsorientering af 16. september 1997.
- /Ref. 5/ Historisk beskrivelse af Renseribranchens mulige miljøbelastning. Carl Bro as for Vestsjællands Amtskommune, juni 1992.
- /Ref. 6/ Evaluation of Visual Methods to Detect NAPL in Soil and Water. R.M.Cohen, A.P.Bryda, S.T.Shaw and P.Spalding. Fall 1993, Groundwater Monitoring and Review.
- /Ref. 7/ Miljøstyrelsen. Forureningstransport i moræneler, 1990.

---

**BILAG 1**

**Analyseresultater fra poreluftson-  
der, PID- og PCE-målinger**

---



Lokalitet: Byvej 96A Skovlunde Sagsnr.: 97757.00 Jobnavn: *Skov					Metode: Poreluft		Analyseret af (init): Mka KS: JAF					Dato: 19/11-1007		
					Poreluft (mg/m3)									
Prøvenr.	Dybde m.u.t	Modtryk mbar	Run * - #	PID	1,1 DCE	Cis-1,2 DCE	Trichlor- ethylen	Tetrachlor- ethylen	Benzen	Toluen	Xylener/ ethylbenzen	Bemærkninger		
PI 1-1	0,6	450	0-14	663	-	(40)	(80)	(>20000)	-	-	-	- fortyndet 1:2000, pose utæt		
PI 1-2	0,7	350	0-19	11	0,8	0,8	5	82	-	-	-	4 fortyndet 1:10		
P1 2	0,6	400	0-18	16	-	0,8	7	150	-	-	-	- fortyndet 1:10		
PI 3	0,4	450	0-17	456	-	-	-	12000	-	-	-	- fortyndet 1:2000 (ukendt flygtig stof ? PID)		
PI 4	0,45	450	0-16	0	-	(>3)	-	4,5	0,2	0,4	>18	Flere kulbrinter- olie?		
PI 5	1,15	400	0-22	8	-	(>2)	9	46	-	-	-	- fortyndet 1:10		
PI 6	0,6	350	2-11	3	-	s	1	9	-	-	-	- ukendt flygtig stof i PID		
PI 7	1	350	2-15	622	-	(50)	800	8600	-	-	-	- fortyndet 1:2000		
PI 8	0,7	350	2-27	39	-	(6)	60	190	-	-	-	- fortyndet 1:100		
PI 9	0,5	350	2-12	12	-	-	2	70	-	-	-	- fortyndet 1:10		
PI 10	0,3	450	2-16	675	-	(20)	620	11000	-	-	-	- fortyndet 1:2000		
PI 11	0,3	450	2-13	16	-	-	2	95	?	?	(16)	fortyndet 1:20 + flere kulbrinter (olie?)		
PI 12	0,4	250	2-26	4	-	(>0,1)	2,6	8,5	-	-	-	-		
PI 13	0,9	400	2-23	2	-	-	0,9	5,5	s	s	-	-		
PI 14	0,7	425	2-19	0	-	(>0,4)	1,7	1,5	0,04	?	(8)	Utæt pose, flere kulbrinter (olie)		
PI 15	1,2	400	2-21	1	-	-	0,2	1,2	-	-	-	-		
PI 16	0,9	200	2-25	1	-	s	0,1	1,1	-	-	-	-		
PI 17	1,1	400	2-24	1	-	(<0,4)	1	2,6	-	0,5	-	- Flere let flygtige kulbrinter		
PI 18	0,5	500	2-14	274	-	(30)	350	4300	-	-	-	- fortyndet 1:2000		
PI 19	0,5	350	2-22	1	-	-	0,25	3,8	-	-	-	-		
PI 20	0,7	450	2-20	115	-	-	35	660	-	-	-	- fortyndet 1:200		
Indendørsluft 101			0-21	8,30	-	-	-	40	-	-	-	- Indendørs uden rør		
Udendørs/blind 102			0-15	0,80	-	-	-	2,90	-	-	-	- Udendørs uden rør		
Udendørs/blind 104			2-18	0,90	-	-	-	0,25	-	0,02	-	- Udendørs (ny slange/uden rør)		
Det. gr. uden fortynding					0,50	0,50	0,09	0,04	0,03	0,06	0,20			
B-verdien <sup>1</sup>					1	1	0,04	0,01	0,005	0,4	0,1			
Poreluftkriterier <sup>2</sup>										9,0	0,4			
Baggrund <sup>3</sup>							0,0004-0,015	0,0004-0,020	0,001-0,005	0,003-0,013	0,003-0,012			
Beregnete krit. <sup>4</sup>					500000	500000	1000	500	500	150000	50000			
Beregnete krit. <sup>5</sup>					5000	5000	2,5	0,5	0,5	2000	500			

<sup>1</sup> Miljøstyrelsen. Orientering nr. 15. 1996. B-vaerdier

<sup>2</sup> Miljøstyrelsen. Projekt for jord og grundvand nr. 12 1995 Toksikologiske kvalitetskriterier for jord og drikkevand - ikke påvist

<sup>3</sup> ATV.Baggrundsvaerdier for organiske mikroforureninger i luft, jord og grundvand, 26. okt. 1994

og Bygge- og Boligstyrelsen, Indeklima i bygninger på forurenede grunde- måleresultater og afvaergerforanstaltninger, april 1992.

<sup>4</sup> Vejledende kriterier baseret på NNR's diffusionsberegning for poreluft i 1m's dybde i sandmuld eller ler ved diffusion til udeluften.

<sup>5</sup> Vejledende kriterier baseret på NNR's diffusionsberegning for poreluft under et hus (10 cm betongulv).

( ) Værdien usikket

- ikke påvist

# hnu

# PEAK WORKS

# hnu

Load Acquire Window Edit Results Print Help Notes Quit

Current File: SK07, Run #16

Tue Jan 06 15:20:01 1998

Print Screen

Mode: MANUAL ManualSave

ATTENUATION - 1

ecd

Print Run Results

EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN AREA - 0

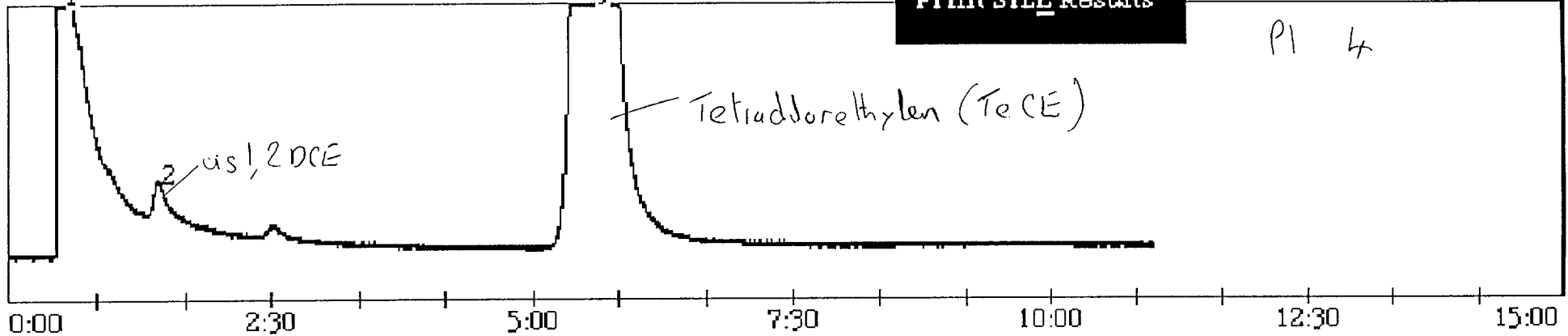
SEGMENT WIDTH - 20

Print IWA Results

RANGE - 1

Print STEL Results

P1 4



ATTENUATION - 15

pid

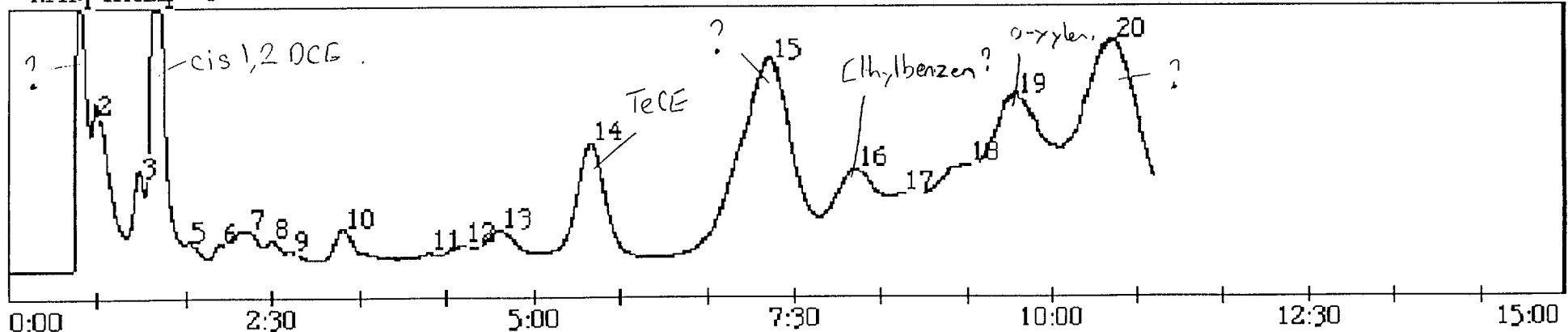
EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

RANGE - 1



Use LEFT or RIGHT arrow keys to move between menu selections

hnu

# PEAK WORKS

hnu

Load Acquire Window Edit Results Print Help Notes Quit

Current File: SKOV2, Run #11

Tue Jan 06 15:31:38 1998

Print Screen

Mode: MANUAL ManualSave

ATTENUATION - 1

ecd

MIN. AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

Print Run Results

EXPAND - 1

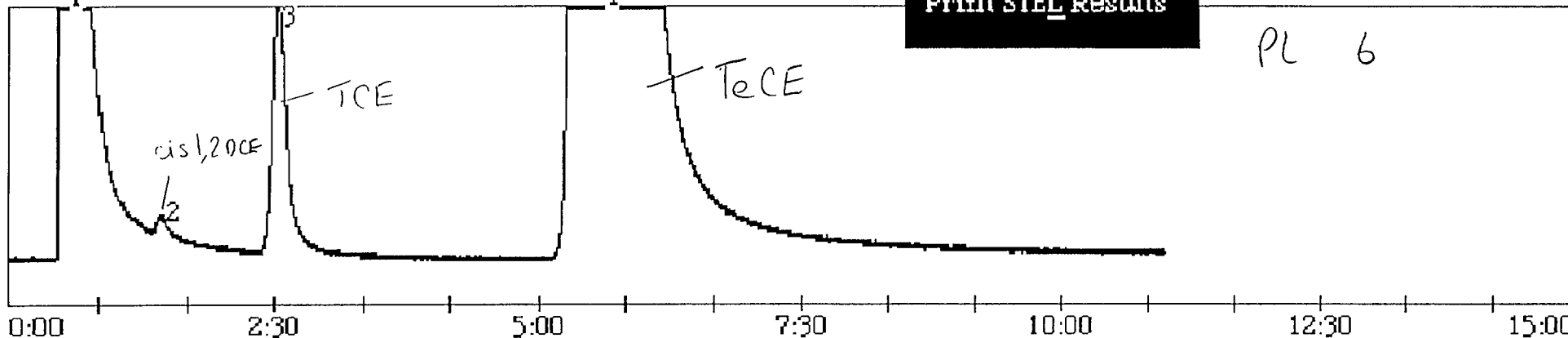
AUTO - 1

Print TWA Results

RANGE - 1

Print STEL Results

PL 6



ATTENUATION - 1

pid

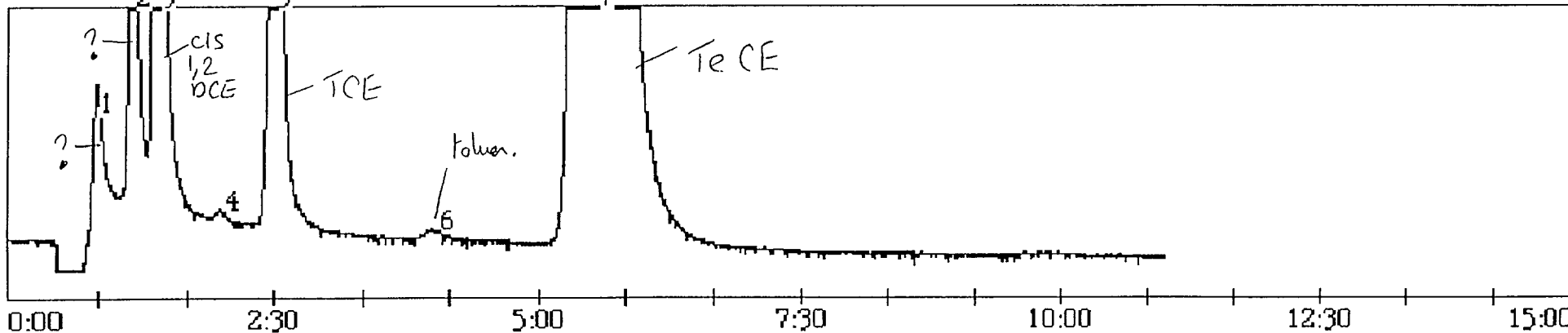
MIN. AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

EXPAND - 1

AUTO - 1

RANGE - 1



Use LEFT or RIGHT arrow keys to move between menu selections

hnu

# PEAK WORKS

hnu

Load Acquire Window Edit Results Print Help Notes Quit

Current File: SK072, Run #13

Tue Jan 06 15:40:32 1998

Print Screen

Mode: MANUAL ManualSave

ATTENUATION - 1

ecd

Print Run Results

EXPAND - 1

AUTO - 1

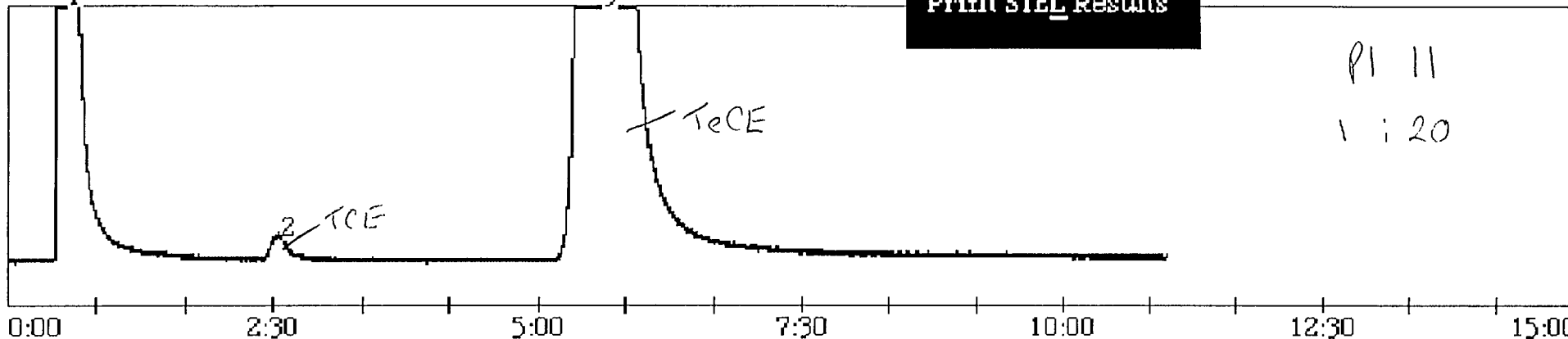
MIT AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

Print TWA Results

RANGE - 1

Print STEL Results



ATTENUATION - 1

pid

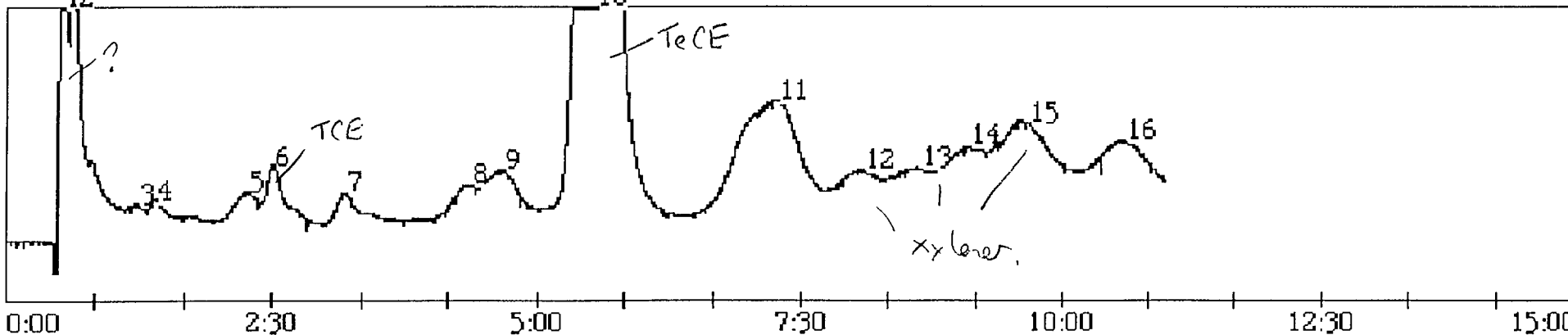
EXPAND - 1

AUTO - 1

MIT AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

RANGE - 1



Use LEFT or RIGHT arrow keys to move between menu selections

hnu

# PEAK WORKS

hnu

Load Acquire Window Edit Results Print Help Notes Quit

Current File: SK072, Run #19

Wed Jan 07 11:39:16 1998

Print Screen

Mode: MANUAL ManualSave

ATTENUATION - 1

ead

MIN. AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

Print Run Results

Print TWA Results

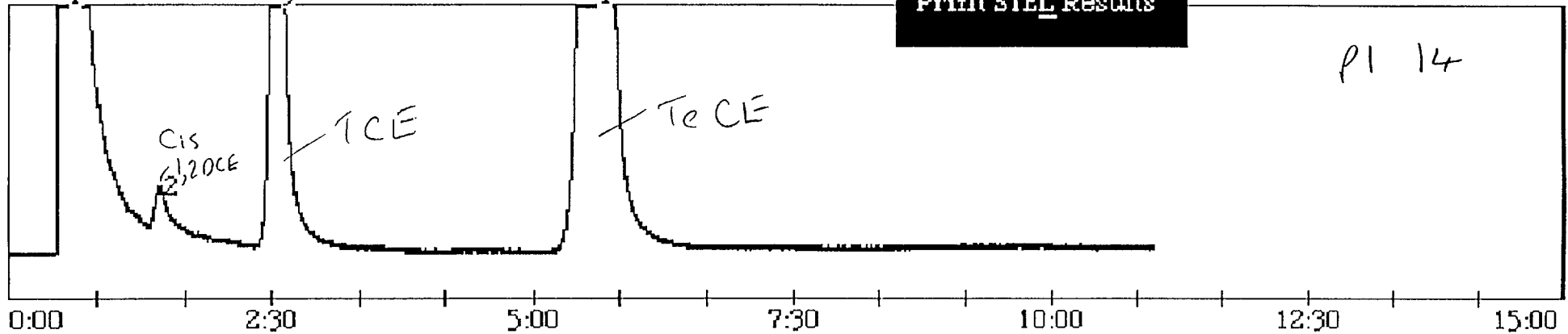
Print STEL Results

EXPAND - 1

AUTO - 1

RANGE - 1

pl 14



ATTENUATION - 5

pid

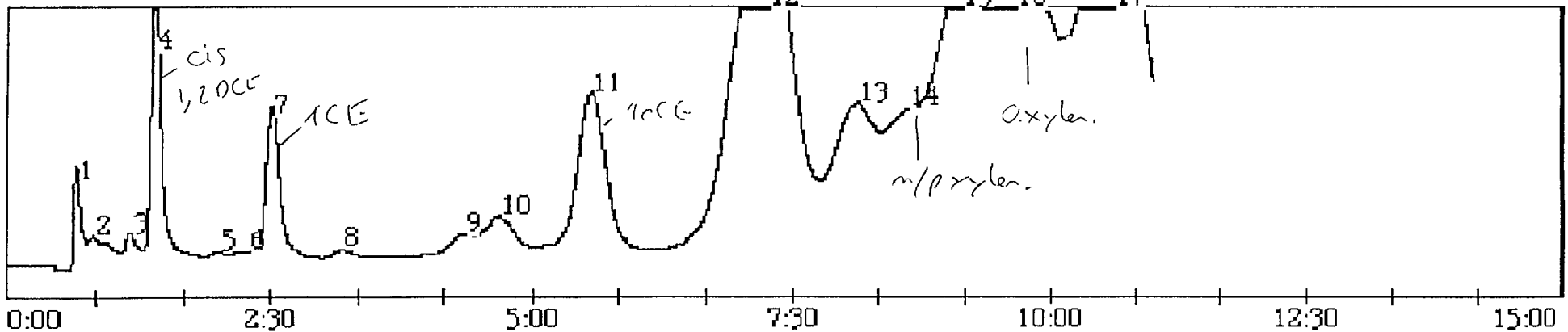
EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN. AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

RANGE - 1



Use LEFT or RIGHT arrow keys to move between menu selections

hnu

# PEAK WORKS

hnu

Load Acquire Window Edit Results Print Help Notes Quit

Current File: SK0V2, Run #24

Wed Jan 07 11:40:27 1998

Print Screen

Mode: MANUAL ManualSave

ATTENUATION - 1

ecd

Print Run Results

EXPAND - 1

AUTO - 1

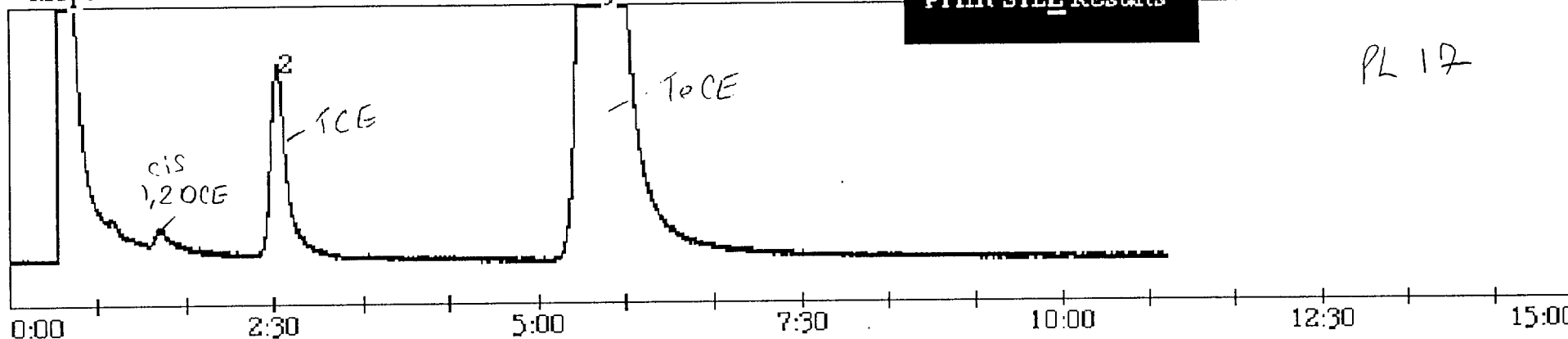
MIN. AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

Print TWA Results

RANGE - 1

Print STEL Results



ATTENUATION - 5

pid

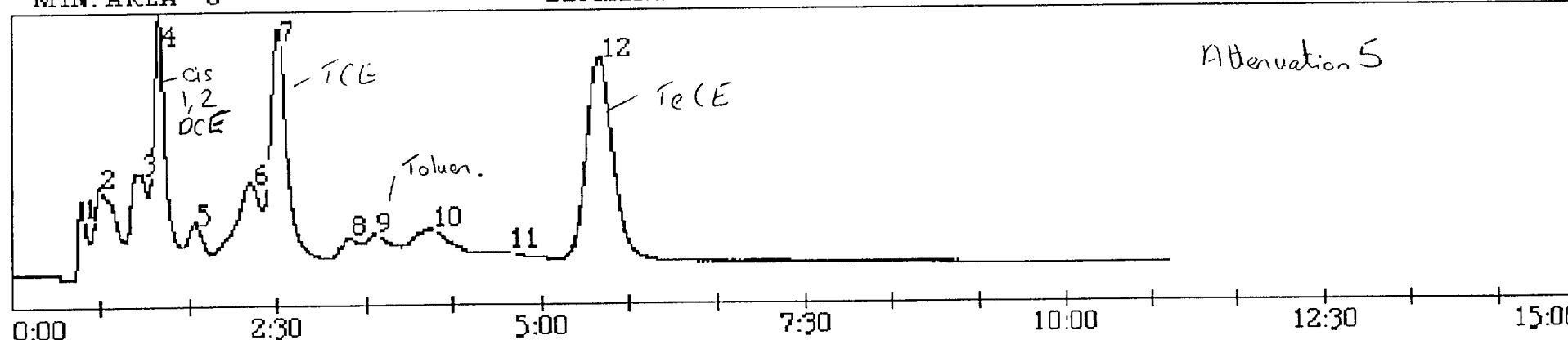
EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN. AREA - 0

SEGMENT WIDTH - 20

RANGE - 1



Use LEFT or RIGHT arrow keys to move between menu selections

hnu

# PEAK WORKS

hnu

Load Acquire Window Edit Results Print Help Notes Quit

Current File: SK07, Run #8

Tue Jan 06 15:06:45 1998

Print Screen

Mode: MANUAL ManualSave

ATTENUATION - 7

eed

Print Run Results

EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN. AREA - 0.4

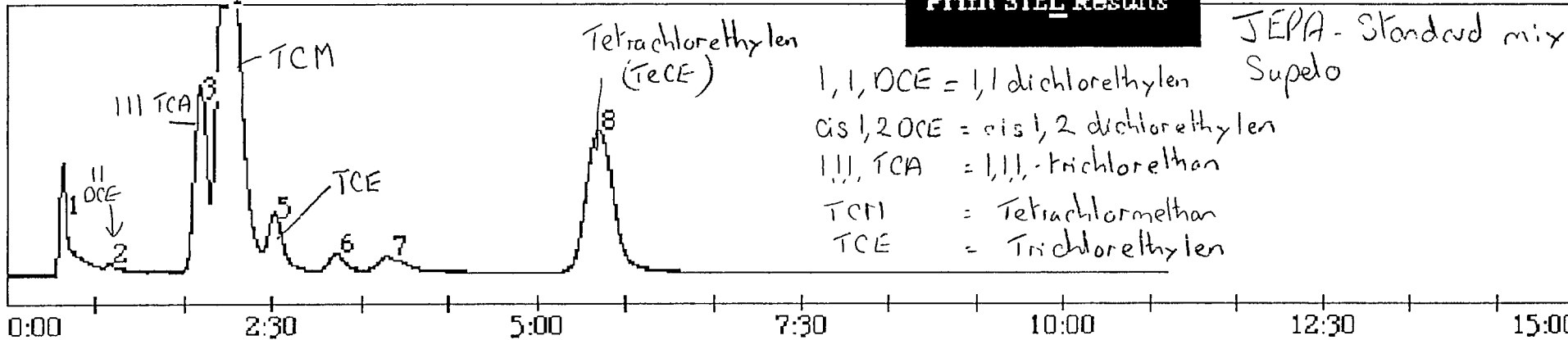
SEGMENT WIDTH - 20

Print TWA Results

RANGE - 1

Print STEL Results

JEPA - Standard mix  
Supelo



ATTENUATION - 7

pid

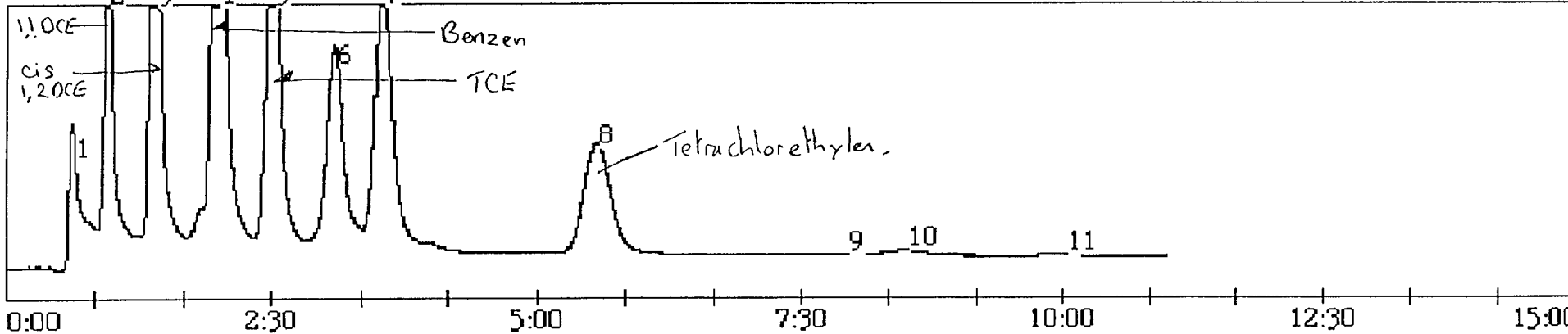
EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN. AREA - 0.4

SEGMENT WIDTH - 20

RANGE - 1



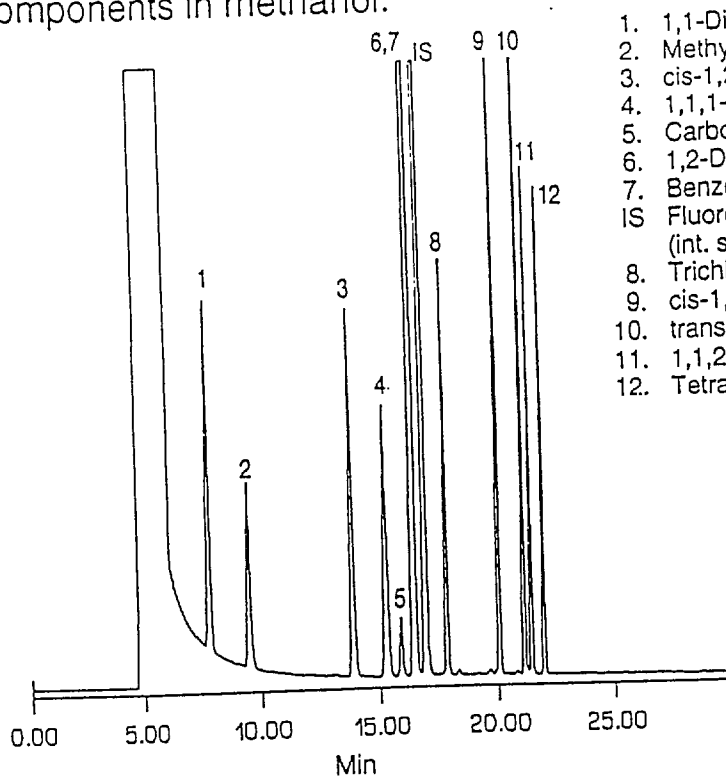
Use LEFT or RIGHT arrow keys to move between menu selections

This Data Sheet Contains Important Information About The Product.

## JEPA VOC Mix

Catalog No. 4-7892

This mixture contains 1000µg/mL of each of the following components in methanol:



1. 1,1-Dichloroethylene
2. Methylene chloride = Dichloromethane
3. cis-1,2-Dichloroethylene
4. 1,1,1-Trichloroethane
5. Carbon tetrachloride
6. 1,2-Dichloroethane
7. Benzene
- IS Fluorobenzene  
(int. std., not in mix)
8. Trichloroethylene
9. cis-1,3-Dichloropropene
10. trans-1,3-Dichloropropene
11. 1,1,2-Trichloroethane
12. Tetrachloroethene

794-0197

Column: VOCOL™, 105m x 0.53mm ID, 3.0µm film  
Cat. No.: 2-5358  
Oven: 40°C (10 min) to 200°C at 8°C/min, hold 5 min  
Carrier: helium, 10mL/min  
Det.: FID  
Inj.: 1µL, direct injection

T794039  
©1994 Supelco, Inc.

SUPELCO  
Bellefonte, PA



hnu

# PEAK WORKS

hnu

Load Acquire Window Edit Results Print Help Notes Quit

Current File: SKOV, Run #11

Tue Jan 06 15:07:46 1998

Print Screen

Mode: MANUAL ManualSave

ATTENUATION - 7

ecd

Print Run Results

EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN. AREA - 0

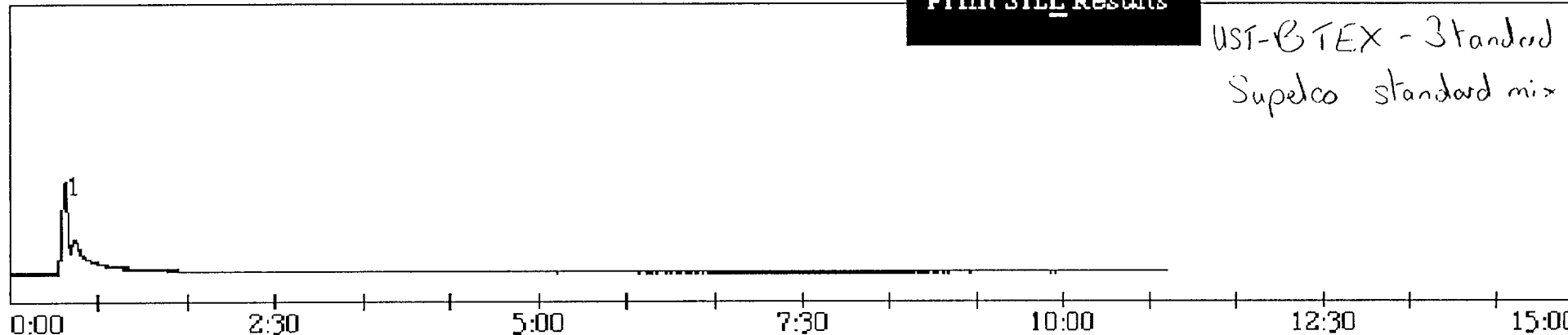
SEGMENT WIDTH - 20

Print TWA Results

RANGE - 1

Print STEL Results

UST-BTEX - Standard  
Supelco standard mix



ATTENUATION - 7

pid

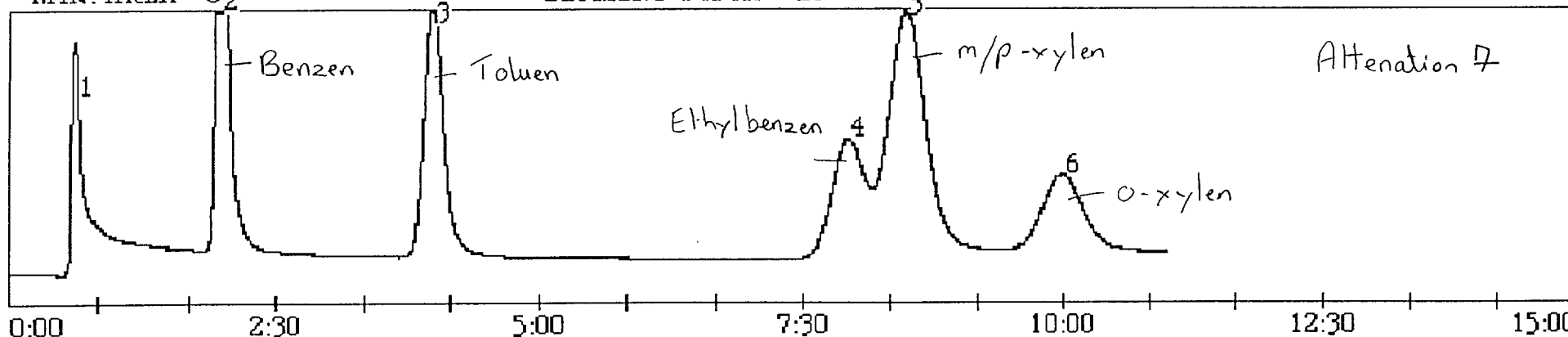
EXPAND - 1

AUTO - 1

MIN. AREA - 0.2

SEGMENT WIDTH - 20

RANGE - 1



Attenuation 7

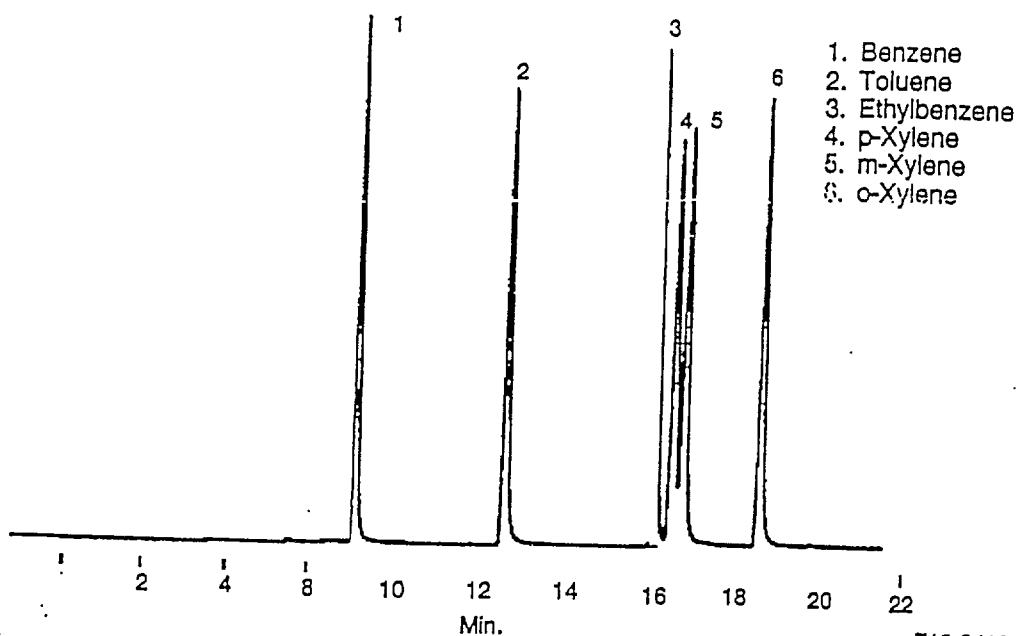
Use LEFT or RIGHT arrow keys to move between menu selections

**SAVE THIS DATA SHEET!**  
It Contains Important Information About This Product.

## UST BTEX Standard

Catalog Numbers 4-8026/4S-8026

This mixture contains 200 $\mu$ g/ml of each of the following components in methanol:



712-0412

SUPELCO<sup>TM</sup> 10 wide bore capillary column, 60m x 0.75mm ID, 1.0 $\mu$ m film, Col. Temp.: 50°C for 8 min., then to 100°C at 4°C/min., Flow Rate: 10ml/min., He, Det.: FID (64 x 10<sup>-11</sup> AFS), Sample: 0.25 $\mu$ l of Cat. No. 4-8026 at 40 $\mu$ g/liter purge and trap.

T712047B  
©1994 Supelco, Inc.

**SUPELCO**  
Bellefonte, PA

## 1. Prøvetagning i felten

- 1.1 Til udtagning af poreluft fra jorden benyttes en sonde, som er et 3/4 " galvaniseret stålrør og en passende længde svarende til undersøgelsens oplæg, f. eks. 2 m. Sonden er forsynet med aftagelig drivspids og rammes i jorden vha. en hydraulisk hammer, evt kan et hul forbores svarende til rørets diameter med en dybde på ca. 0,5 meter.
- 1.2 Udstyret nedrammes med omhyggelighed så spidsen ikke tabes og røret ikke knækkes. Når den ønskede dybde er nået trækkes røret 5-10 cm op, hvorved spidsen holdes tilbage i jorden, og der er mulighed for at suge luft op gennem røret. Den oprindelige dybde og tilbagetræknings længden noteres.
- 1.3 Flowet gennem sonden måles ved at sætte en reduktionsventil og en slange tilsluttet vakuum pumpen på røret. Der aflæses modtrykket. Ved modtryk > 400 mbar hæves røret, mens modtrykket følges. Ved modtryk < 450 mbar udtages en luftprøve. Hvis modtryk forbliver højt er det tegn på tætte aflejringer og dårlige poreluftflow i jordlagene. Sondens spids skal ikke trækkes højere end 0,5 m.u.t. Den endelige dybde til spidsen af røret noteres sammen med det endelige modtryk i røret. Modstanden i vakuum pumpen svarer til ca. 200 mbar og er inkluderet i krav om mindre end 450 mbar.
- 1.4 På røret påmonteres prøvetagningsudstyret (en gummiprop, 19x20x25 mm, med 5 mm hul, et 5 mm mellemrør PP, en teflonslange, 7 x 0,5 mm, og en slangeklemme), der igen forbindes med vakuumpumpen. Før prøveudtagningen renpumpes sonden ved at udpumpe minimum 2 gange sondens volumen (d.v.s. mindst 30 sek.).
- 1.5 Poreluften opsamles i lufttætte poser (tedlarposer med stålventil og septum) ved at posen lægges i en lufttæt beholder tilsluttet prøvetagningsudstyret via en ventil. Der etableres et vakuum udenfor posen ved at koble vakuumpumpen til en ventil i den lufttætte beholder. Dette udføres 2 gange; 1. gang måles PID, 2. gang udtages prøven. På denne måde fyldes posen uden risiko for kontaminering fra pumpeudstyret.

Der måles PID-udslag (Photo-Ionisations-Detektor) på hver luftprøve, evt. i en eller flere særskilte tedlarposer, som kun bruges til PID-målinger, eller på den aktuelle luftprøve, der skal analyseres. PID-udslag og modtryk under prøvetagning samt poreluftsondedybden noteres på prøvetagningsskemaet. Der noteres endvidere, hvilket PID-udstyr og lampe (10,2eV eller 11,7eV), der er anvendt, samt udslag for baggrundsluft.

For at undgå krydskontaminering gennemluftes pumpen godt (ca. 5 min.) mellem hver prøveudtagning. For at tjekke kontaminering af udstyr tages en blindprøve, dvs. udeluft gennem hele systemet, inkl. slanger, i løbet af en arbejdsdag.



Prøvetagningsudstyr udskiftes for hvert målepunkt, hvis der har været meget forurenet.

Ved mindre forureninger renses udstyret ved at suge atm. luft igennem i 3-5 min.

- 1.6 Alle tedlar poser mærkes med nummer og registreres i henhold til den tidligere anvendelse og blindværdier. Poser, der været anvendt til meget forurenede prøver kasseres efter brug. Poserne sorteres i to klasser; klasse A - nye poser eller poser anvendt til uforurenede prøver og klasse B - anvendt til lettere forurenede prøver (max.10 mg/m<sup>3</sup>). Kun A-poser bruges til ved undersøgelse af ukendt forureninger. Alle poser skylles med luft mindste 4 gange og kvælstof én gang før brug. Der udføres stikprøvekontrol af poserne efter rensning ved GC analyse af posens kvælstofindhold.
- 1.7 Efter endt prøveudtagning optages røret, som tjekkes for kontaminering, flowgennemgang (jord i røret, er spidsen faldet af).



## 2. Analysemetoden

2.1 Poreluftsanalyser udføres på en gaschromatograf af mærket HNU GC-311 der er udstyret med en photo-ioniserings-detektor og en elektron-capture-detektor (GC/PID og GC/ECD). Instrumentet anvendes til analyse af bl.a. alifatiske, aromatiske og halogenerede (herunder chlorerede) kulbrinter. Kulbrinterne adskilles på en 25 m kapillar kolonne WCOT Ultimetall med en diameter på 0,53 mm og en stationære fase CP-Sil-5 CB. Som bæregas benyttes en høj kvalitet ren (5.0) kvælstof.

2.2 Analysebetingelser er som følger:  
Bæregasflow: 20 ml/min  
Makeupgas på ECD: 20 ml/min  
Bæregas flow ECD: 40 ml/min  
Ovntemperatur: 65 °C  
Inj./det. temp.: 150 °C  
Analysetid: 11 min.

Kromatografiske data opsamles på en PC og analyseresultater beregnes ved hjælp af HNU -Peakworks™.

2.3 Der tilsluttes og tændes for bæregas. PC'en tilsluttes GC'en og tændes. HNU GC-311 tændes og der udføres kontrolmålinger i henhold til procedurer i kontrolskemaet: Kontrol.GC.

2.4 Der oprettes et jobnavn for opgaven ved at hente standardmetoden: "Poreluft".

2.5 Der udføres kalibrering i henhold til kontrolskemaet: Kalibrat.GC. Der kalibreres direkte med en certificeret kalibreringsgas indeholdende 2 vpm trichlorethylen (11 mg/m<sup>3</sup>) og 5 vpm toluen (19,2 mg/m<sup>3</sup>), hvor data direkte overføres til PC'en og anvendes i beregninger med jævne mellemrum i løbet af en arbejdsdag.

Til at beregne koncentrationer af tetrachlorethylen (TeCE) anvendes en responsfaktor på ECD-detektoren i forhold til trichlorethylen (TCE) ved at der for hver analyserunde analyseres en certificerede Supelco standard - JEPA VOC mix som indeholder yderligere andre chlorerede opløsningsmidler, bl. a. cis-1,2-dichlorethylen, 1,1-dichlorethylen, 1,1,1-trichlorethan, dichlormethan, og tetrachlormethan. Oplysningerne om retentionstider og deres respons i ECD- og PID-detektor anvendes ved kvalitative vurdering af tilstedeværelse af andre chlorerede forbindelse ud over TCE og TeCE.

Der beregnes responsfaktor for følgende standarder på PID-detektoren:

Benzen	o-xylen
Toluen	m/p-xylen
Ethylbenzen	

