



Miljø- og  
Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

# Udredningsprojekt om dichlormethan (DCM)

Miljøprojekt nr. 1918

Januar 2017

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Per Loll og Nanna Muchitsch, DMR A/S.

Helena Hansen, Region Hovedstaden.

ISBN: 978-87-93529-59-5

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

# Indhold

<b>1.</b>	<b>Indledning</b>	<b>5</b>
1.1	Baggrund	5
1.2	Formål	5
<b>2.</b>	<b>Dichlormethan (DCM)</b>	<b>6</b>
2.1	Anvendelse og brancher	6
2.2	Miljøstyrelsens kvalitetskriterier	6
2.3	Detektion på PID-måler	6
2.4	Fysisk-kemiske egenskaber og fasefordeling	7
2.5	Biologisk nedbrydning	8
2.6	Konceptuel forståelse af DCM i grundvand	9
2.7	Kemiske analyser	10
2.8	Sammenfatning af problemstillinger relateret til DCM	11
2.9	Tilstødende problemstoffer	11
<b>3.</b>	<b>Undersøgelsesresultater</b>	<b>13</b>
3.1	Afgrænsende undersøgelser	13
3.1.1	Lokalitet 1: Sandblæsning og lakering af metalemner	13
3.1.2	Lokalitet 2: Lampeværksted med trikar og lakfjernelse samt plastvirksomhed	17
3.1.3	Lokalitet 3: Auto- og smedeværksted, autoophug og sprøjtelaikering	18
3.2	Indledende forureningsundersøgelser	20
3.3	Sammenfatning af undersøgelsesresultater	21
3.3.1	Sager med historiske oplysninger om brug af DCM	21
3.3.2	Sager uden historiske oplysninger om brug af DCM	22
<b>4.</b>	<b>Vurderinger og anbefalinger</b>	<b>23</b>
4.1	Vurderinger	23
4.2	Anbefalinger	24
<b>5.</b>	<b>Referencer</b>	<b>25</b>
<b>Bilag 1.Situationsplaner</b>		<b>29</b>
Bilag 1.1	Afgrænsende undersøgelse - lokalitet 1	30
Bilag 1.2	Afgrænsende undersøgelse - lokalitet 2	31
Bilag 1.3	Afgrænsende undersøgelse - lokalitet 3	32
Bilag 1.4	Indledende undersøgelse – lokalitet A	33
Bilag 1.5	Indledende undersøgelse – lokalitet B	34
Bilag 1.6	Indledende undersøgelse – lokalitet C	35
Bilag 1.7	Indledende undersøgelse – lokalitet D	36
Bilag 1.8	Indledende undersøgelse – lokalitet E	37
Bilag 1.9	Indledende undersøgelse – lokalitet F	38
Bilag 1.10	Indledende undersøgelse – lokalitet G	39
Bilag 1.11	Indledende undersøgelse – lokalitet H	40
Bilag 1.12	Indledende undersøgelse – lokalitet I	41
Bilag 1.13	Indledende undersøgelse – lokalitet J	42
Bilag 1.14	Indledende undersøgelse – lokalitet K	43

Bilag 1.15	Indledende undersøgelse – lokalitet L	44
Bilag 1.16	Indledende undersøgelse – lokalitet M	45
Bilag 1.17	Indledende undersøgelse – lokalitet N	46
Bilag 1.18	Indledende undersøgelse – lokalitet O	47
Bilag 1.19	Indledende undersøgelse – lokalitet P	48
Bilag 1.20	Indledende undersøgelse – lokalitet Q	49

# 1. Indledning

## 1.1 Baggrund

I forbindelse med tilbudsgivning på en afgrænsende grundvandsundersøgelse for Region Hovedstaden er DMR blevet opmærksom på at dichlormethan (DCM; methylenchlorid) kan medføre nogle principielle undersøgelsestekniske problemer, som relaterer sig til:

1. en høj ioniseringsenergi (11,32 eV), der ikke tillader detektion på en PID-måler, monteret med en alm. 9,8 eV eller 10,6eV-lampe,
2. at DCM ikke indgår i de almindelige analysepakker for chlorerede opløsningsmidler eller chlorerede nedbrydningsprodukter.

Ovenstående medfører at DCM kan blive overset ved prøveudvælgelsen, via almindelig PID-screening af jordprøver eller ved poreluftscreening, ligesom DCM normalt ikke opdages via de kemiske analyser, der benyttes i forureningsundersøgelser på lokaliteter, hvor der er risiko for forurening med chlorerede opløsningsmidler. Der er således risiko for helt at overse forureninger med DCM.

På baggrund af ovenstående har DMR foreslået anvendelse af en PID-måler, monteret med en 11,7 eV-lampe, der tillader detektion af DCM, samt udførelse af kemiske analyser for indhold af DCM på tre afgrænsende og 12 indledende forureningsundersøgelser for Region Hovedstaden. Der er ligeledes inddraget DCM-resultater fra 5 indledende undersøgelser fra Region Sjælland.

## 1.2 Formål

Formålet med nærværende rapport er at belyse problemstillingen omkring DCM og eventuelle andre tilstødende problemstoffer, der ikke giver PID-udslag på en 9,8 eV eller 10,6 eV-lampe og ikke er med i de almindelige analysepakker. Herunder foretages en opsamling på de resultater for DCM, der er indkommet via de gennemførte undersøgelser på i alt 20 undersøgelser for Region Hovedstaden og Region Sjælland.

## 2. Dichlormethan (DCM)

### 2.1 Anvendelse og brancher

Dichlormethan (DCM) eller methylenchlorid ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ) er en farveløs væske med en let sødlig aroma.

I /1/ omtales DCM i branchebeskrivelserne for autolakerier og plastvirksomheder. På autolakerier har DCM været brugt til maling-/lakfjernelse samt som fortynder og opløsningsmiddel i maling og lak /2/. I plastvirksomheder har DCM været anvendt som rensmiddel, opskumningsmiddel og i plastlim /3/. I /4/ er DCM et af de chlorerede stoffer, der står anført under flest forskellige brancher og som anvendt i flest forskellige produkter/processer. Udover autolakerier og plastvirksomheder fremgår bl.a. følgende virksomhedstyper: autoværksteder, cykelreparationsværksteder, maskinforretninger, laboratorievirksomheder, rengøringsvirksomheder, malerrelaterede virksomheder (fremstilling, detailhandel mv.), jern- og metalindustri, elektronikindustri, garverier, skotøjsfabrikker, træindustri (fremstilling af krydsfiner og spånplader), trykkerier og grafisk industri.

Ifølge /5/ blev anvendelsen af DCM i Europa (1997) opgjort til:

Opløsningsmiddel i laboratorier og den farmaceutiske industri (30%).

Stripning af maling (19%).

Aerosol (9%) – som hjælpestof.

Lim (10%) – som erstatning for 1,1,1-TCA (1,1,1-trichlorethan).

Anden anvendelse (32%) - metalaffedtning, opskumning, kemisk industri (polyuretan og polycarbonat) og som sekundært kølemiddel mm.

Ovenstående anvendelser og procentuelle fordeling for DCM stemmer forholdsvist godt overens med ældre tal (1984-1985) fra både USA og Europa /6/.

### 2.2 Miljøstyrelsens kvalitetskriterier

DCM er karakteriseret som muligt kræftfremkaldende (Carc3) /7/ og er forbundet med følgende danske kvalitetskriterier /8/:

Jordkvalitetskriterium: 8 mg/kg TS

Grundvandskvalitetskriterium: 1  $\mu\text{g/L}$

Afdampningskriterium: 0,6  $\mu\text{g/m}^3$

I kriteriemæssig forstand er DCM sammenligneligt med trichlorethylen (TCE), der er karakteriseret som kræftfremkaldende (Carc2) /7/, og er forbundet med et jordkvalitetskriterium på 5 mg/kg TS, et grundvandskvalitetskriterium på 1  $\mu\text{g/L}$  og et afdampningskriterium på 1  $\mu\text{g/m}^3$  /8/. Til sammenligning er tetrachlorethylen (PCE), ligesom DCM, karakteriseret som muligt kræftfremkaldende (Carc3) /7/, og har samme jord- og grundvandskvalitetskriterium som TCE, men et afdampningskriterium på 6  $\mu\text{g/m}^3$ ; altså 10 gange højere end afdampningskriteriet for DCM.

### 2.3 Detektion på PID-måler

DCM har en høj ioniseringsenergi (11,32 eV), som bevirker, at stoffet ikke slår ud på en PID-måler, monteret med en 9,8 eller 10,6 eV lampe. DCM kan dog, sammen med de øvrige komponenter, screenes på en PID-måler monteret med en 11,7 eV-lampe. I princippet kan stoffer, der har en ioniseringsenergi, der ligger lavere end lampens fotonenergi måles med en given PID-lampe /9/.

Tabel 1 viser ioniseringsenergi (IE) og korrektionsfaktor (CF), for forskellige, udvalgte forureningsstoffer, på PID-målere, monteret med lamper med forskellig fotonenergi; hhv. 9,8, 10,6 og 11,7 eV, jf. /9/ og /10/. En CF-værdi på f.eks. 0,65 (TCE ved en 10,6 eV-lampe) betyder at den pågældende lampe (kalibreret med 100 ppm isobutylene) giver et udslag på 100 ppm (isobutyleneækvivalenter) allerede ved 65 ppm TCE. Lampen er således mere følsom overfor TCE end for isobutylene. En lav CF-værdi indikerer således en høj følsomhed for det givne stof med den givne lampe.

Tabel 1. Ioniseringsenergier (IE) og relativt udslag (CF) for kombinationer af PID-lamper og stoffer /9/ og /10/.

	DCM	TCE	PCE	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	m,o,p-xylen
IE	11,32	9,47	9,32	9,25	8,82	8,77	8,44-8,56
CF v/ 9,8 eV	NR	0,62	0,69	0,55	0,54	0,52	0,48-0,56
CF v/ 10,6 eV	NR - 39	0,54-0,65	0,44-0,57	0,46-0,53	0,50-0,52	0,52	0,35-0,60
CF v/ 11,7 eV	0,89	0,43	0,31-0,50	0,40-0,60	0,51	0,51	0,30-0,60

IE = ioniseringsenergi. CF = Correction Factor/korrektionsfaktor. NR = No Response.

Som det fremgår, så giver alle stofferne udslag på en 11,7 eV-lampe, mens DCM ikke giver udslag på en 9,8 eller 10,6 eV-lampe. 11,7 eV-lampen har højere følsomhed overfor TCE og PCE end 10,6 eV-lampen (lavere CF-værdier). Responset for BTEX'erne er mellem ca. 30% højere (xylen) og 8% lavere (benzen) på en PID-måler, monteret med en 11,7 eV-lampe end når der er en 9,8 eller 10,6 eV-lampe monteret.

11,7 eV-lampen er dyrere (ca. 4.000 kr. ex. moms) og mere "skrøbelig" end de mere almindelige lamper på 9,8 eller 10,6 eV. 11,7 eV-lampen har en forventet levetid på 1-2 mdr. og "nedbrydes" hurtigere ved tilstedeværelse af fugt (også bare alm. luftfugt), så imellem brug bør den opbevares i en lufttæt pose med silica gel. Grundet den forholdsvis korte levetid af 11,7 eV-lampen (og dermed korte levetid som hyldeware hos en leverandør) er det ikke sikkert af den findes på producenternes europæiske lagre, hvorfor der kan være længere leveringstid på lamperne – f.eks. op mod 2 mdr. leveringstid på 11,7 eV-lamper tilhørende PID-målere fra RAE Systems.

## 2.4 Fysisk-kemiske egenskaber og fasefordeling

De fysisk-kemiske egenskaber for DCM er opsummeret i tabel 2, sammen med egenskaberne for TCE, PCE og benzen og MTBE /11/ og /12/. Specielt for DCM ift. de fleste sammenlignelige forureningsstoffer er (undtaget MTBE /13/), at vandopløseligheden er betydeligt højere ved lave temperaturer end ved høje temperaturer. Således er vandopløseligheden ved 15°C 25.600 mg/L /14/.

Tabel 2. Fysisk-kemiske egenskaber for DCM og sammenlignelige stoffer.

Parameter	Enhed	DCM	TCE	PCE	Benzen	MTBE
Molvægt	[g/mol]	84,94	131,39	165,83	78,10	88,15
Densitet	[g/cm <sup>3</sup> ]	1,33	1,47	1,63	0,88	0,74
Damptryk	[Pa]	58.000	9.200	2.500	12.600	33.000
Vandopløselighed	[mg/L]	13.200	1.280	206	1.790	51.000
Henry's konst	[-]	0,15	0,38	0,80	0,22	0,023

Af tabel 2 ses det, at DCM er tungere end vand, og dermed kan optræde som DNAPL, ligesom TCE og PCE, mens DCM i andre henseender har egenskaber som en mellemting imellem benzen og MTBE (molvægt, damptryk, vandopløselighed og Henry's konstant).

For at få en fornemmelse for DCM's opførsel i jord- og grundvandsmiljøet er der i figur 1 gengivet fugacitetsberegninger for de fem stoffer, udført i JAGG 2.1 med standardparametre, for hhv. en umættet sandjord og en umættet lerjord.

#### Umættet sandjord:

Beregning udføres for :		Dichlormethan	Trichlorethylen	Tetrachlorethylen	Benzen	MTBE
Maksimal fordeling, luft	$f_i$	0,229	0,343	0,216	0,266	0,044
Maksimal fordeling, vand	$f_v$	0,748	0,450	0,135	0,597	0,944
Maksimal fordeling, jord	$f_s$	0,024	0,208	0,650	0,138	0,013

#### Umættet lerjord:

Beregning udføres for :		Dichlormethan	Trichlorethylen	Tetrachlorethylen	Benzen	MTBE
Maksimal fordeling, luft	$f_i$	0,048	0,092	0,068	0,062	0,008
Maksimal fordeling, vand	$f_v$	0,936	0,723	0,253	0,832	0,985
Maksimal fordeling, jord	$f_s$	0,016	0,185	0,679	0,107	0,007

Figur 1. Fugacitetsberegninger i JAGG 2.1 for DCM (dichlormethan), TCE (trichlorethylen), PCE (tetrachlorethylen), benzen og MTBE i hhv. en umættet sandjord og en umættet lerjord.

Som det fremgår af figur 1, så viser fasefordelingsberegningerne for DCM i umættet zone, at ca. 5-23% af massen befinder sig i poreluften ( $f_i = 0,048-0,23$ ), hvorfor DCM i den henseende er nogenlunde sammenlignelig med PCE og benzen. Tilsvarende kan det estimeres at ca. 75-94% af massen befinder sig i porevandet ( $f_v = 0,75-0,94$ ), hvilket er væsentligt mere end for TCE og PCE, og er mere sammenligneligt med benzen og MTBE. Kun mellem 1,6 og 2,4% af massen findes adsorberet til jordpartiklerne, hvilket er sammenligneligt med MTBE.

Figur 2 viser tilsvarende fugacitetsberegninger for en mættet sandjord med en vandmættet porøsitet ( $V_v$ ) på 0,45 og et indhold af organisk kulstof ( $f_{oc}$ ) på 0,01%, svarende til standardværdierne for en fin- til grovkornet mættet sandjord.

#### Mættet sandjord:

Beregning udføres for :		Dichlormethan	Trichlorethylen	Tetrachlorethylen	Benzen	MTBE
Maksimal fordeling, luft	$f_i$	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Maksimal fordeling, vand	$f_v$	0,999	0,985	0,861	0,992	1,000
Maksimal fordeling, jord	$f_s$	0,001	0,015	0,139	0,008	0,000

Figur 2. Fugacitetsberegninger i JAGG 2.1 for DCM (dichlormethan), TCE (trichlorethylen), PCE (tetrachlorethylen), benzen og MTBE i en mættet sandjord.

Som det fremgår af figur 2, så kan det forventes at DCM, i grundvandszonen, opfører sig som MTBE; altså stort set kun befinder sig på opløst form - eller som fri fase DNAPL.

## 2.5 Biologisk nedbrydning

DCM kan dannes under biologisk nedbrydning af Chloroform (TCM), som igen kan dannes under nedbrydning af Tetrachlormethan (TeCM), /24/ og /25/.

Der er ikke fundet konkrete studier omhandlende biologisk nedbrydning af DCM i umættet eller mættet zone, som følge af et miljømæssigt udslip, men der er fundet oplysninger om, at DCM, i laboratorieforsøg, kan nedbrydes af renkulturer under aerobe forhold (/15/ og /16/), samt af be-rigelseskulturer under både aerobe og anaerobe forhold (/5/, /17/ og /18/), ligesom DCM kan nedbrydes co-metabolisk ved nedbrydning af kortkædede alkaner under aerobe forhold /19/.

I JAGG 2.1 er standardværdien for 1. ordens nedbrydning under anaerobe forhold i mættet zone ( $K_1$ ) sat til  $0,0001 \text{ d}^{-1}$ , svarende til den anaerobe nedbrydningsrate for TCE, mens den aerobe nedbrydningsrate i mættet zone, samt nedbrydning under vertikal transport under både aerobe og anaerobe forhold, er sat til nul /11/.

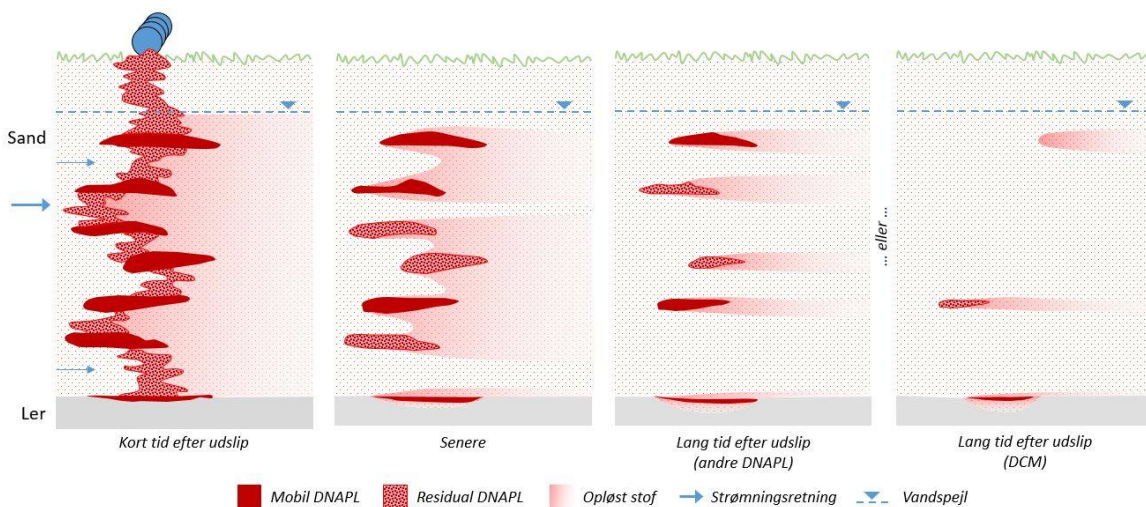


## 2.6 Konceptuel forståelse af DCM i grundvand

Som nævnt ovenfor kan DCM optræde som DNAPL (fri fase tungere end vand), hvilket bevirker at DCM, indenfor kort tid efter et spild vil bevæge sig ned igennem umættet zone og mættet zone indtil det "slipper op" eller indtil det møder et lavpermeabelt lag (f.eks. ler), som vil standse yderligere vertikal transport. Over tid vil DNAPL og residual fri fase, som er blevet fanget i jordlagene under den initiale vertikale migration, efterhånden blive opløst af gennemstrømmende grundvand, hvorved der dannes en grundvandsfane nedstrøms spildstedet. Alt afhængigt af den oprindelige mængde af DNAPL/residual fri fase og de hydrogeologiske forhold (hydraulisk ledningsevne, gradient) og forekomst af lavpermeable horisonter/linser (der kan virke som stofreservoirer), vil der gradvist ske en udvaskning af DNAPL og residual fri fase over en given årrække.

Baseret på DCM's fysiske-kemiske egenskaber, herunder primært en lav tendens til adsorption og en høj vandopløselighed, må man forvente, at der sker en hurtigere udvaskning af DCM end af de øvrige chlorerede opløsningsmidler; herunder TCE og PCE. Man kan i denne henseende betragte DCM som havende de værste egenskaber fra to stofgrupper: (i) tendensen til at synke til bunds (som f.eks. TCE og PCE), og (ii) tendensen til at blive udvasket/løsrive sig fra kildeområdet (som f.eks. MTBE). Umiddelbart er der ikke noget i litteraturen, der tilskriver at DCM skal betragtes væsentligt anderledes end f.eks. TCE eller PCE hvad angår biologisk nedbrydning, jf. afsnit 2.5.

Ovenstående leder til at den generelle konceptuelle forståelse af DNAPL i en sandakvifer bør revideres når der er tale om DCM, jf. det højre vindue i nedenstående figur 3 (revideret og frit efter figur i /20/). I forhold til forureninger med f.eks. PCE eller TCE forventes det, at en forurening med DCM hurtigere vil bevæge sig mod situationen længst mod højre. På den baggrund vurderes det for vigtigt, at der i forbindelse med den nedre afgrænsning af grundvandsforureningen tages højde for, at forureningen kan være udvasket i højpermeable horisonter, mens der fortsat kan findes opløst stof eller residual DNAPL i mere lavpermeable horisonter. Det er derfor i forbindelse med den vertikale afgrænsning vigtigt, at der filtersættes i de mere finkornede aflejringer/horisonter i sandmagasinet, for at opnå en større sikkerhed i forhold til afgrænsningen i dybden. Som det fremgår af figuren er der således også en øget risiko for at overse dybtliggende zoner med DNAPL eller residual fri fase, når der er tale om DCM, end f.eks. TCE og PCE, ligesom der muligvis er en forøget risiko for "løsrevne faner" (som det kendes fra MTBE).



Figur 3. Konceptuel model for spredning af DNAPL i et sandmagasin, samt fordeling af DNAPL, residual fri fase og opløst forurening over tid. Frit efter /20/.

## 2.7 Kemiske analyser

Som nævnt i indledningen (afsnit 1.1), er en af problemstillingerne omkring DCM, at stoffet ikke indgår i standard analysepakkerne som pt. udbydes af analyselaboratorierne; herunder i de analysepakker, der indgår i regionernes gældende aftale med Eurofins og dem der indgik i den tidligere regionsaftale med ALS.

I alle tilfælde skal kemisk analyse af jord- poreluft- eller grundvandsprøver for indhold af DCM foretages som et aktivt tilvalg i forbindelse med analysebestillingen.

I det nedenstående er givet en status for mulige analysevalg, der inkluderer DCM, baseret på den nuværende regionsaftale med Eurofins og den tidligere analyseaftale med ALS. Begge har været gældende under projektperioden for dette projekt.

Da prisaftalerne er hemmelige er der anført et relativt, retningsgivende prisniveau, og det anbefales at kontakte analyselaboratorierne for gældende analysemuligheder og -priser, hvis man står med en konkret problemstilling.

### Jordprøver

I forbindelse med V2-undersøgelser er den mest almindelige strategi, at placere miljøtekniske borer (og/eller poreluftpunkter) i potentielle kildeområder til spild med f.eks. chlorerede opløsningsmidler. Tilkøb af DCM er medium til relativt dyrt, set ift. de øvrige chlorerede opløsningsmidler/nedbrydningsprodukter.

På baggrund af DCM's fysiske-kemiske egenskaber (jf. afsnit 2.4) kan der formentlig ikke forventes ret høje jordkoncentrationer af DCM i kildeområder, da stoffet primært vil være at finde på gasform (i poreluften) og på opløst form (i det nedsivende porevand). Dertil kommer, at et relativt højt jordkvalitetskriterium på 8 mg/kg TS, formentlig ikke særligt ofte vil give anledning til decideret jordforurening med DCM. Som for de øvrige, og mest almindelige moderprodukter TCE, PCE og 1,1,1-TCA, vil jordkvalitetskriteriet dog være en yderst dårlig indikation for om der er forurening af grundvand eller poreluft.

En orienterende fugacitetsberegning i JAGG 2.1 for DCM, TCE, PCE og 1,1,1-TCA i en sandjord, med en antaget jordkoncentration på 1 mg/kg TS, giver således beregningsmæssige porevandskoncentrationer svarende til mellem ca. 1.300 og 7.300 gange grundvandskvalitetskriteriet, med den højeste koncentration for DCM. En tilsvarende beregning giver beregningsmæssige poreluftkoncentrationer svarende til hhv. 1,9 og 1,7 mio. gange afdampningskriterierne for DCM og TCE, mens de beregnede poreluftkoncentrationer for PCE og 1,1,1-TCA svarer til ca. hhv. 175.000 og 4.600 gange afdampningskriterierne.

### Poreluftprøver

Som nævnt ovenfor, er det en del af almindelig undersøgelsespraksis på V2-undersøgelser, at placere poreluftpunkter til afdækning af potentielle overfladerelaterede punktkilder til chlorerede opløsningsmidler. Dertil er det en forholdsvis almindelig strategi på videregående/afgrænsende forureningsundersøgelser, med overfladerelaterede kilder, sammen med miljøtekniske borer, indledningsvist at benytte en form for kildeopsporing og -afgrænsning baseret på poreluftscreening og/eller poreluftmålinger /21/.

Som beskrevet i afsnit 2.4 er DCM flygtigt nok til at dette giver god mening, men som det fremgår af afsnit 2.3 skal der, hvis det første undersøgelseskridt er en poreluftscreening med PID-måler, foretages et aktivt tilvalg om at benytte en PID-måler, monteret med en 11,7 eV-lampe. For kemisk analyse af poreluftprøver for indhold af DCM, skal der foretages et tilkøb af DCM, hvilket for poreluftprøver er relativt dyrt set ift. analyse for de øvrige chlorerede opløsningsmidler.

## Grundvandsprøver

I forhold til grundvandsanalyser, så er DCM med i udvidede analysepakker for chlorerede og bromerede forbindelser, der også omfatter 1,1,2-TCA og/eller 1,2-dichlorpropan (1,2-DCP) og 1,2-dibromethan. De udvidede analysepakker er relativt billige set ift. analyse for de øvrige chlorerede opløsningsmidler.

## 2.8 Sammenfatning af problemstillinger relateret til DCM

Som det fremgår af ovenstående afsnit, så relaterer problemstillingerne omkring DCM sig til et sammenfald af uheldige omstændigheder:

1. DCM anvendes som moderstof på virksomhedstyper, som rutinemæssigt undersøges ifm. regionernes indledende undersøgelser. Dvs. at der kan forekomme kildeområder kun med dette ene stof.
2. DCM har en høj ioniseringsenergi, og detekteres ikke på en PID-måler, monteret med en 9,8 eV eller en 10,6 eV-lampe.
3. DCM indgår ikke i de almindelige analysepakker for chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf. Kemisk analyse af DCM kræver et aktivt tilvalg.
4. DCM er mistænkt for at være kræftfremkaldende (Carc3) og Miljøstyrelsen har fastsat relativt stringente kvalitetskriterier ift. grundvand (1 µg/L) og indeklime (afdampningskriterium 0,6 µg/m<sup>3</sup>).

Ovenstående forhold gør, at der er risiko for forekomst af kildeområder kun med DCM, hvor PID-screening af jordprøver ikke indikerer, at der er forekomst af undersøgelsesberettiget forurening, og hvor kemisk analyse af jord, poreluft og/eller terrænnært grundvand, med de almindelige valg af analysepakker, ikke vil vise tegn på forurening.

Dertil kommer at DCM har et sammenfald af "uheldige" fysisk-kemiske egenskaber, der gør, at der er øget risiko for at overse miljømæssigt betydende grundvandsforureninger, ift. øvrige chlorerede opløsningsmidler, selvom der foretages aktive undersøgelsestekniske tilvalg for at undersøge for forekomst af DCM (se afsnit 2.6).

## 2.9 Tilstødende problemstoffer

En del af formålet med nærværende projekt har været at undersøge om der er andre chlorerede stoffer, som potentielt kan være overset i almindelige forureningsundersøgelser.

I nedenstående tabel 3 er der således gengivet en samlet oversigt over ioniseringsenergier (IE) for de chlorerede alifater, der indgår i vores almindelige analysepakker for hhv. chlorerede opløsningsmidler, chlorerede nedbrydningsprodukter og de forbindelser, der indgår i udvidede pakker for chlorerede og bromerede forbindelser. Dertil er det anført med (+/-) om stofferne er detekterbare på PID-målere monteret med forskellige lamper. På baggrund af en hurtig litteratur-/internetsøgning er der ligeledes anført anvendelsesområder for stofferne, /4/, /22/ og /23/, samt anført eventuelle forekomster som nedbrydningsprodukt /24/.

Som det fremgår af tabel 3 har en længere række af de chlorerede opløsningsmidler og "nedbrydningsprodukter", samt stoffer fra udvidede analysepakker med chlorerede og bromerede stoffer også relativt høje ioniseringsenergier, hvorfor de ikke detekteres ved screening af jordprøver med en PID-måler, monteret med en 9,8 eller 10,6 eV-lampe.

Af stofferne i tabel 3 bør 1,2-DCP måske have et særligt fokus idet stoffet i visse tilfælde har været anvendt som primærkemikalie (opløsningsmiddel, malingstripping og markbekæmpelsesmiddel/jordfumigation), hvorved det kan have været håndteret og anvendt i større mængder, og kan have givet anledning til punktspild. Det er dog uvist hvor stor en anvendelse, der har været under danske forhold. 1,2-DCP har endvidere tilknyttet kvalitetskriterier på 5 mg/kg

TS (jord), 1 µg/L (grundvand) og 0,5 µg/m<sup>3</sup> (afdampning), der er sammenlignelige med kriterierne for DCM.

Man kan ligeledes forestille sig, at EDB (1,2-dibromethan), der har været anvendt til afgrødefumigation (skadedyrs-gasbehandling af høstede afgrøder). Det er dog uvist hvor stor en anvendelse, der har været under danske forhold. Miljøstyrelsen har fastsat følgende (forholdsvist lave) kvalitetskriterier for EDB: 0,02 mg/kg TS (jord), 0,01 µg/L (grundvand) og 0,002 µg/m<sup>3</sup> (afdampning).

Tabel 3. Ioniseringsenergi (IE), PID-lampeudslag og anvendelser/forekomst for stoffer der indgår i analysepakker for chlorerede opløsningsmidler, chlorerede nedbrydningsprodukter og udvidede pakker for chlorerede og bromerede forbindelser.

Stof	Forkortelse	IE	11,7 eV	10,6 eV	9,8 eV	Anvendelse / forekomst
Chloroform	TCM	11,37	+	-	-	Opløsningsmiddel, kølemiddel. Produktion af teflon og CFC-forbindelser
1,1,1-trichlorethan	1,1,1-TCA	11	+	-	-	Affedtning, opløsningsmiddel (maling, lim og lak), skæreoile, opskumningsmiddel, markbekæmpelsesmiddel, træimpregnering, korrektionslak, aerosoler
Tetrachlormethan	TeCM	11,47	+	-	-	Rensning, brandslukning, kølemiddel, lavalamper. Produktion af CFC-forbindelser
Trichlorethylen	TCE	9,47	+	+	+	Opløsningsmiddel, affedtning, tøjrensning, lim pletrensning, korrektionslak. Nedbrydningsprodukt fra PCE
Tetrachlorethylen	PCE	9,32	+	+	+	Opløsningsmiddel, affedtning, tøjrensning, pletfjerner, malingstripping, korrektionslak
Vinylchlorid	VC	9,99	+	+	-	Produktion af PVC og 1,1-DCA. Nedbrydningsprodukt fra 1,1-DCE og 1,2-DCE
1,1-dichlorethylen	1,1-DCE	~9,9	+	+	-	Produktion af halvledere og Silicium-film. Tidl. produktion af madfilm. Nedbrydningsprodukt fra TCE og 1,1,1-TCA
trans-1,2-dichlorethen	t-1,2-DCE	9,65	+	+	-	Nedbrydningsprodukt fra TCE
cis-1,2-dichlorethen	c-1,2-DCE	9,66	+	+	-	Opløsningsmiddel (voks, gummi). Nedbrydningsprodukt fra TCE
1,1-dichlorethan	1,1-DCA	11,06	+	-	-	Opløsningsmiddel (plast, olie, fedt), affedtningmiddel, markbekæmpelsesmiddel, brandslukning, gummilim. Nedbrydningsprodukt fra 1,1,1-TCA
1,2-dichlorethan	1,2-DCA	11,04	+	-	-	Opløsningsmiddel, kemisk syntese Produktion af vinylchlorid og pesticider. Nedbrydningsprodukt fra 1,1,2-TCA
Chlorethan	-	10,97	+	-	-	Kølemiddel, aerosol, opskumningsmiddel. Produktion af tetraethylbly. Nedbrydningsprodukt fra 1,1-DCA
Dichlormethan	DCM	11,32	+	-	-	Opløsningsmiddel, malingstripping, kølemiddel, aerosol, lim, slipmiddel, plastindustri. Nedbrydningsprodukt fra Chloroform og TeCM.
1,1,2-trichlorethan	1,1,2-TCA	11	+	-	-	Opløsningsmiddel. Produktion af 1,1-DCA
1,2-dichlorpropan	1,2-DCP	10,87	+	-	-	Opløsningsmiddel, malingstripping, markbekæmpelsesmiddel. Produktion af PCE
1,2-dibromethan	EDB	10,35	+	+	-	Anti-bankemiddel i blyholdig benzin. Afgrødefumigation

Fra gruppen af "chlorerede nedbrydningsprodukter" kunne chlorethan måske fortjene en speciel opmærksomhed, idet stoffet har været anvendt som primærkemikalie (kølemiddel, aerosol og opskumningsmiddel). Det er dog uvist hvor stor en anvendelse, der har været under danske forhold. Dertil kommer, at Miljøstyrelsen ikke har fastsat kvalitetskriterier for chlorethan.

Endelig fortjener TCM, 1,1,1-TCA og TeCM et fokus idet stofferne anvendes som primærkemikalier og dermed muligvis ikke opdages ved en almindelig PID-screening af jordprøver (hverken med 9,8 eller 10,6 eV-lampe). Til gengæld detekteres stofferne i alle prøver, der analyseres for indhold af chlorerede opløsningsmidler (jord, grundvand og poreluft).

# 3. Undersøgelsesresultater

## 3.1 Afgrænsende undersøgelser

Sideløbende med dette teknologiudviklingsprojekt er der gennemført tre afgrænsende grundvandsundersøgelser for Region Hovedstaden, hvor DCM i større eller mindre grad har været inddraget som en analyseparameter.

I det følgende er der kort redegjort for baggrunden for undersøgelserne, inkl. baggrunden for at medtage DCM i analyseprogrammerne, og resultaterne for DCM er opridset sammen med overordnede resultater for chlorerede opløsningsmidler (for kontrast).

### 3.1.1 Lokaltet 1: Sandblæsning og lakering af metalemner

#### Baggrund

På ejendommen har der fra 1988 og frem til i dag været sandblæsning, sprøjtemaling og lakering af metalemner. Af det historiske materiale fremgår oplysninger fra starten af 90'erne om affedtning med dichlormethan (DCM) og fjernelse af maling fra emner ved neddykning i et kar med DCM, samt oplag af tønder med brugt DCM på ejendommen.

I forbindelse med en indledende undersøgelse i starten af 10'erne er det konstateret, at virksomheden blæste med stålkugler og glas, samt havde en slyngerenser med stålkugler til afrensning af små emner. Desuden blev der anvendt 2-komponentmaling til sprøjtemaling og cellulosefortynder/reusefortynder. I forbindelse med sprøjtekabinen var der et blanderum og i værkstedsbygningen var der opstillet en container til opbevaring af kemikalier.

Ved den indledende forureningsundersøgelse blev der under en stor del af den østlige bygning (jf. situationsplanen i bilag 1.1) påvist indhold af oliekuilbrinter over afdampningskriteriet i poreluften. De højeste koncentrationer er påvist under halvtaget ved bygningens nordvestlige hjørne (44.000 µg/m<sup>3</sup>). I én jordprøve fra boring B1, ved en spuleplads på bygningens sydvestlige side, blev der desuden påvist et totalindhold af kulbrinter på 1.400 mg/kg TS (2,5 m u.t.). I en grundvandsprøve udtaget fra B1 (filtersat i en lomme af sekundært grundvand 10-12 m u.t.) blev der påvist et indhold af DCM på 130.000 µg/L. I samme prøve er der påvist indhold af kulbrinter og vandblandbare opløsningsmidler. I B2 (filtersat 11-13 m u.t.) blev der påvist indhold af DCM på 1.000 µg/L, mens der i grundvandsprøver fra B4 og B5 er påvist indhold af DCM på lige over 1 µg/L. Der blev ikke analyseret for indhold af DCM i poreluft- eller jordprøver, og kilden/kildeområdet til de påviste høje indhold i grundvandet blev ikke lokaliseret. Baseret på den indledende undersøgelse, samt en begrænset undersøgelse foretaget i starten af 00'erne, er den østlige matrikel kortlagt på V2, mens den vestlige matrikel er V1-kortlagt.

#### Formål

Formålet med den afgrænsende undersøgelse er at lokalisere kildeområdet til DCM, og afgrænse forurening med DCM, samt at lokalisere og afgrænse forurening med øvrige forureningskomponenter med henblik på at gennemføre en risikovurdering over for grundvandsressourcen samt for nuværende og evt. fremtidig følsom arealanvendelse og for recipienter.

#### Undersøgelser

Ved den afgrænsende undersøgelse er der:

- Gennemført poreluftscreening med PID-måler (11,7 og 10,6 eV-lampe) i 100 punkter.
- Udtaget 37 poreluftprøver og 4 referenceprøver af udeluften.
- Udført 7 filtersatte boringer, heraf én filtersat med CMT7-filtre.

- PID-måling er foretaget med PID-måler, monteret med en 11,7 eV-lampe.
- Udtaget 32 jordprøver fra de otte borer.
- Udført 1 Geoprobekontrol med udtagning af 4 niveauspecifikke vandprøver.
- Udført fem volumenpumpinger med udtagning af grundvandsprøver over tid.
- Udtaget 71 grundvandsprøver fra filtersatte borer og Geoprobekontrol.

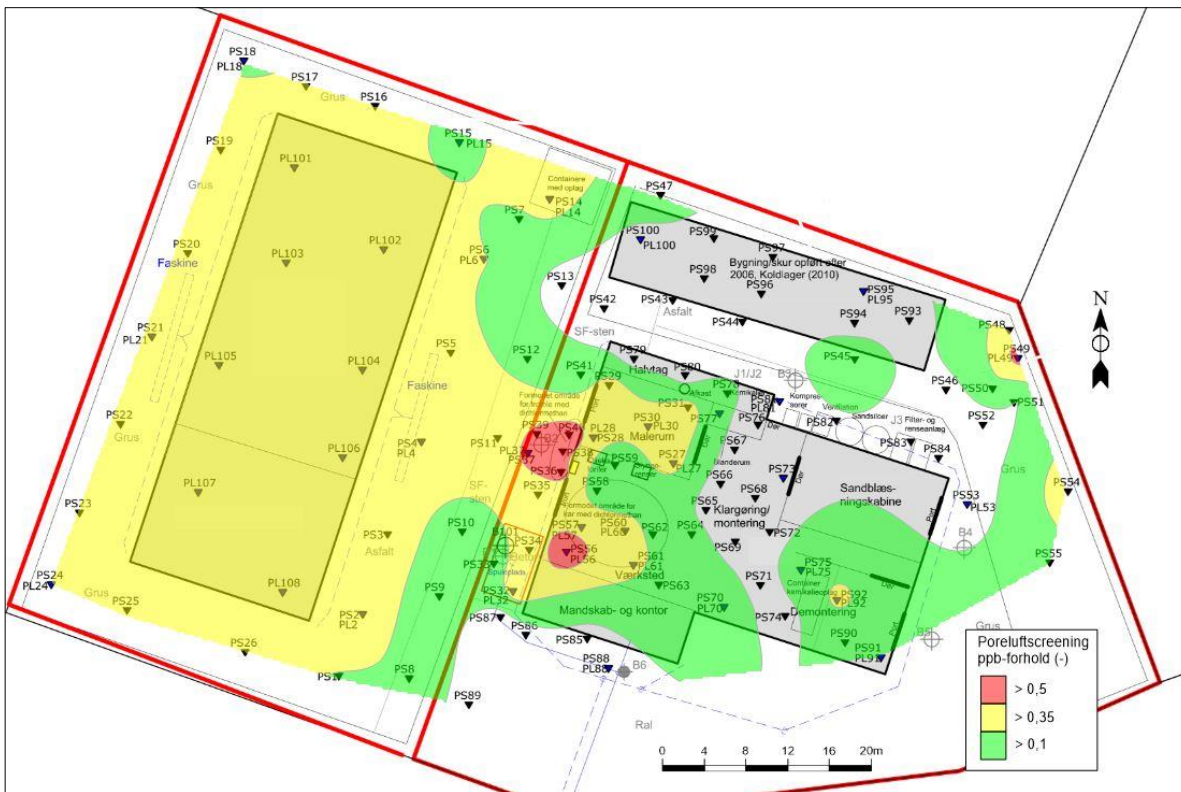
Alle prøver (jord, poreluft og grundvand) er analyseret for olieulbrinter, chlorerede opløsningsmidler og dichlormetan (DCM). Udvalgte poreluftprøver er desuden analyseret for chlorerede nedbrydningsprodukter og polære opløsningsmidler. Alle grundvandsprøver er desuden analyseret for chlorerede nedbrydningsprodukter, og udvalgte prøver er analyseret for polære opløsningsmidler og perfluorerede forbindelser (PFAS).

DCM er inddraget i analyseprogrammet, da der foreligger oplysninger i sagen om anvendelse af DCM til affedning og malingstripping, samt oplag af tønder med DCM. Dertil er der i den indledende undersøgelse konstateret DCM i en sandet lomme af sekundært grundvand på op til 130.000 µg/L.

En situationsplan med oversigtsmæssig placering af prøvepunkter og opsummering af analyseresultater for DCM fremgår af bilag 1.1.

### Resultater

I forhold til opsporing af terrænnære kildeområder er der bl.a. foretaget en poreluftscreening, jf. /21/, med PID-måler (11,7 eV-lampe) og ppbRAE (10,6 eV-lampe) i 100 punkter fordelt over de to matrikler. På baggrund af det relative udslag ( $11,7 \text{ eV} / 10,6 \text{ eV}$ ) er der optegnet et plot over områder med formodet øget risiko for forekomst af DCM i poreluften, idet DCM vil give udslag på 11,7 eV-lampen, men ikke på 10,6 eV-lampen, jf. tabel 3. Dette plot er gengivet i figur 4.



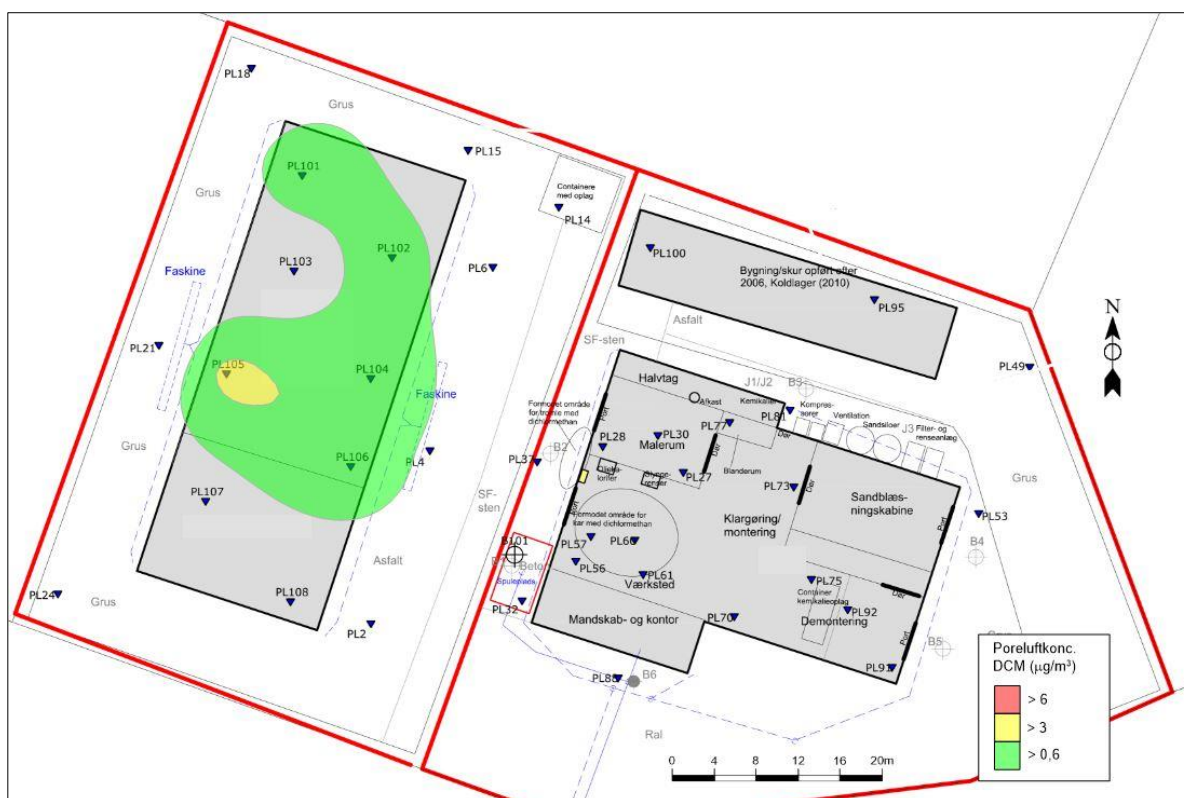
Figur 4. Plot over relativ PID-udslag (11,7 eV / 10,6 eV) til identifikation af områder med øget risiko for forekomst af DCM.



Det bemærkes, at PID-forholdet (11,7 eV / 10,6 eV) i alle tilfælde er mindre end 1 hvilket stemmer overens med at, at der primært er konstateret indhold af oliekuilbrinter (inkl. BTEX) i den terrænnære poreluft (ikke chlorerede opløsningsmidler). Dermed kan der forventes et relativt respons mindre end 1, jf. ioniseringsenergiene for de forskellige stoffer – tabel 1.

Som det fremgår af figur 4 er områderne med størst relativt PID-udslag (11,7 eV / 10,6 eV) konstateret på den vestlige side af bygningen på den østlige matrikel, i området for de tidligere borer B1 og B2, hvori der er konstateret høje indhold af DCM (1.000 – 130.000 µg/L), samt i det formodede område for tidligere placering af tromler og kar med DCM. Dertil er der i et enkelt punkt i det nordøstlige hjørne af ejendommen konstateret lettere forhøjede relative PID-udslag. Det er dog værd at bemærke, at forholdet imellem udslaget på de to lamper i alle tilfælde er mindre end 1, hvilket ikke umiddelbart indikerer væsentlig tilstedeværelse af DCM i prøverne.

Bl.a. på baggrund af resultaterne i figur 4 er der efterfølgende udvalgt 37 poreluftpunkter til udtagning af poreluftprøver til kemisk analyse for indhold af bl.a. DCM. Resultaterne fremgår af figur 5.



Figur 5. Plot over koncentrationer af DCM i poreluften.

Som det ses af figur 5 er der ikke konstateret væsentlige indikationer på egentlige terrænnære kildeområder til DCM, og de højeste koncentrationer af DCM i poreluften (op til 5,6 µg/m<sup>3</sup>) er faktisk konstateret på den vestlige af de to matrikler, hvor der ikke er historiske oplysninger om brug eller håndtering af DCM. Der er dog i nyere tid foretaget væsentlige terrænnære jordarbejder ifm. bygning af en ny bygning her, hvorfor der må formodes at være foregået en del jordarbejder/flytning af den terrænnære jord i området.

I forbindelse med borearbejder er der kun i to borer (B101 og B108) konstateret PID-udslag med 11,7 eV-lampe på over 5 ppm (max udslag = 85 ppm i B101; 3,5 m u.t.). Resultaterne af

de kemiske analyser på jord-, poreluft og grundvandsprøver, med hensyn til fund af DCM, fremgår af tabel 4.

Tabel 4. Opsamling af analyseresultater i forhold til indhold af DCM på lokalitet 1.

	Prøver analyseret for indhold af DCM	Detektionsgrænse for DCM	Antal > detektionsgrænse	Maks konc.	Antal > kriterium
Jordprøver	32	0,010 mg/kg TS	4	0,84 mg/kg TS	0
Poreluftprøver	41 <sup>£</sup>	0,10 µg/m <sup>3</sup>	14*	5,6 µg/m <sup>3</sup>	5
Grundvandsprøver	71	0,10 µg/L	46	3.600 µg/L	25

£ = Fire udereferencer analyseret for indhold af DCM.

\* = to fund af DCM er gjort i udereferencer (0,23 og 0,43 µg/m<sup>3</sup>).

Som et fremgår af tabel 4 er der konstateret indhold af DCM, over analysemetodernes detektionsgrænser, i både jord-, poreluft- og grundvandsprøver. Der er konstateret indhold i poreluft og grundvand over Miljøstyrelsens kriterier på hhv. 0,6 µg/m<sup>3</sup> og 1 µg/L. Overskridelserne i poreluften er ganske beskedne (< 10 gange afdampningskriteriet), og det er bemærkelsesværdigt, at der er konstateret indhold af DCM i to af fire udeluftreferencer (hhv. 0,23 og 0,43 µg/m<sup>3</sup>).

På trods af omfattende undersøgelser, herunder baseret på kendskab til eller formodninger om områder med håndtering/oplag af DCM, har det ikke været muligt at identificere egentlige kildeområder til den konstaterede grundvandsforurening med DCM. De eneste jordprøver med indhold af DCM over detektionsgrænsen er konstateret i boring B101 (altså i området for den tidligere boring B1), hvor der i dybder på 3,5-9,0 m u.t. er konstateret mellem 0,02 og 0,84 mg/kg TS.

Det har ikke været muligt at genfinde de høje niveauer af DCM, som blev konstateret i den indledende undersøgelse (B1; 130.000 µg/L), hverken i det samme (lavtydende) filter eller i det øverste filter i en CMT7-boring sat umiddelbart ved siden af B1; begge filtre er sat i en sandet lomme af sekundært grundvand. I forbindelse med den afgrænsende undersøgelse er der dog konstateret enslydende niveauer af DCM i B1 og B101-7 (160-3.000 µg/L). I de første prøver udtaget fra de dybere CMT7-filtre (B101-1 til B101-6 i et sammenhængende sekundært sandmagasin) er der konstateret DCM-indhold på 17-680 µg/L, mens der ved tre efterfølgende prøver under i samme filtre er konstateret væsentligt lavere niveauer på 0,14-3,9 µg/L. Resultaterne fra den første runde prøver fra disse filtre vurderes at kunne være påvirket af et mindre nedtræk af DCM-forurenet vand under borearbejdet.

I forhold til de øvrige filtre på lokaliteten er der ved den indledende undersøgelse konstateret indhold på 1.000 µg/L (B2) og 1,1-1,3 µg/L i B4 og B5 (2 filtre i hver boring). Ved de afgrænsende undersøgelser har det ikke været muligt at genfinde disse niveauer, og der er i 7 af 8 prøver udtaget fra disse filtre ikke konstateret indhold over detektionsgrænsen. I en enkelt prøve fra B2 er der konstateret indhold af DCM på 5,8 µg/L, hvilket ved en efterfølgende prøvetagning dog ikke kunne genfindes.

På denne sag har der været anvendt PID-måler, monteret med en 11,7 eV-lampe til PID-screening af jordprøver og til poreluftscreening. Der er ikke påvist signifikante PID-udslag ved indhold af DCM på op til 0,84 mg/kg TS, 5,6 µg/m<sup>3</sup> og 3.000 µg/L.

På denne sag er der ikke konstateret betydende indhold af chlorerede opløsningsmidler, udover DCM, i hverken jordprøver, grundvandsprøver eller poreluftprøver. Der var dog heller ikke historiske oplysninger om anvendelse af chlorerede opløsningsmidler, ligesom de tidligere undersøgelser ikke har påvist forurening med chlorerede opløsningsmidler.



### 3.1.2 Lokalitet 2: Lampeværksted med trikar og lakfjernelse samt plastvirksomhed

#### Baggrund

På ejendommen har der fra 1971 til ca. 1995 været produktion af lamper. Der er oplysninger om, at metaldele er affedt i et trikar og malet i sprøjtekabine. Trikar og sprøjtekabine har været i bygningens sydøstlige hjørne. Der er i 1993 oplysninger om et forbrug af ca. 1.000 liter TCE pr. år. Luftafkastet fra trikar og sprøjtekabine blev ført ud midt på bygningens østlige gavl. Der er oplysninger om, at der i et skur ved bygningens nordøstlige hjørne, har været anvendt lakfjerner i et kar. Lakfjerner bestod af ethanol, dichlormethan (DCM) og ammoniakvand.

I 1995 er der oplysninger om drift af kemisk virksomhed på ejendommen. Det fremgår dog ikke hvilke aktiviteter der er forbundet hermed. Umiddelbart efter lampefabrikens ophør fremgår det af det historiske materiale, at der er etableret en virksomhed med fabrikation af plastrør med udgangspunkt i granulater. Bygningerne er pt. ubenyttede.

Ved en indledende forureningsundersøgelse udført i starten af 00'erne er der omkring trikarret og sprøjtekabinen (jf. situationsplanen i bilag 1.2) påvist et TCE-indhold i poreluften på op til 270 µg/m<sup>3</sup>. Der er ved sprøjtekabinen også påvist et totalindhold af kulbrinter på 180 µg/m<sup>3</sup>. Uden for bygningen ved øst- og nordsiden er der påvist TCE-indhold i poreluften på op til 15 µg/m<sup>3</sup>. Der er ved undersøgelsen ikke påvist indhold af olieculbrinter i de analyserede jordprøver. Jordprøverne er ikke analyseret for indhold af chlorerede opløsningsmidler. To grundvandsprøver har ikke vist indhold af chlorerede opløsningsmidler. I begge vandprøver er der påvist indhold af phtalater, på op til 2,8 µg/L. På baggrund af den indledende forureningsundersøgelse er ejendommen blevet kortlagt på V2.

#### Formål

Formålet med den afgrænsende undersøgelse er at karakterisere og afgrænse forurening i umættet zone samt i det primære grundvand med henblik på at gennemføre en risikovurdering over for områdets grundvandsressource samt for evt. fremtidig følsom arealanvendelse.

#### Undersøgelser

Ved den afgrænsende undersøgelse er der:

- Analyseret 49 terrænnære poreluftprøver og 3 referenceprøver af udeluften.
- Udført 4 borer til 14-16 m u.t., filtersat med CMT7-filtre i umættet og mættet zone.
- Foretaget screening af jordprøver med PID-målere, monteret med 10,6 eV og 11,7 eV-lampe.
- Analyseret 18 jordprøver fra de udførte borer.
- Analyseret 13 grundvandsprøver fra filtersatte borer.
- Analyseret 2 omgange á 16 poreluftprøver fra CMT-7 filtre i umættet zone og 1 referenceprøver af udeluften.

Alle prøver er analyseret for olieculbrinter og chlorerede opløsningsmidler, enkelte prøver er analyseret for dichlormethan. Grundvandsprøverne er desuden analyseret for chlorerede nedbrydningsprodukter, polære opløsningsmidler samt phtalater, og enkelte vandprøver er analyseret for PFAS-forbindelser.

DCM er inddraget i analyseprogrammet, da der foreligger oplysninger i sagen om anvendelse af lakfjerner indeholdende DCM, i et skur/kar ved bygningens nordøstlige hjørne, samt på baggrund af oplysninger om drift af plastvirksomhed.

En situationsplan med oversigtsmæssig placering af prøvepunkter og opsummering af analyseresultater for DCM fremgår af bilag 1.2.

## Resultater

Der er ikke i nogen af de 4 borer konstatet PID-udslag over 2 ppm, og der er kun konstateret udslag med 10,6 eV-lampen. Resultaterne af de kemiske analyser på jord-, poreluft- og grundvandsprøver, med hensyn til fund af DCM, fremgår af tabel 5.

Tabel 5. Opsamling af analyseresultater i forhold til indhold af DCM på lokalitet 2.

	Prøver analyseret for indhold af DCM	Detektionsgrænse for DCM	Antal > detektionsgrænse	Maks konc.	Antal > kriterium
Jordprøver	4	0,10 mg/kg TS	0	<	0
Poreluftprøver	12 <sup>£</sup>	0,10 µg/m <sup>3</sup>	7*	2,4 µg/m <sup>3</sup>	3
Grundvandsprøver	13	0,10 µg/L	0	<	0

£ = To udereferencer analyseret for indhold af DCM.

\* = ét fund er gjort i en udereference (0,19 µg/m<sup>3</sup>).

Som et fremgår af tabel 5 er der ikke konstateret indhold af DCM over detektionsgrænsen i de analyserede jord- og grundvandsprøver, mens der i 7 af 12 luftprøver er konstateret indhold af DCM over detektionsgrænsen (4 prøver med indhold over afdampningskriteriet) i skuret, hvor der tidligere var lakfjernerkar. Det højeste indhold i poreluften er på 2,4 µg/m<sup>3</sup>, svarende til 4 gange afdampningskriteriet. Det er bemærkelsesværdigt, at det ene indhold over detektionsgrænsen er i en udereference (0,19 µg/m<sup>3</sup>).

Der er ikke konstateret indhold af chlorerede opløsningsmidler eller nedbrydningsprodukter over analysemetodernes detektionsgrænser i de analyserede jord- og grundvandsprøver og de tidligere konstaterede moderate indhold af TCE i poreluften omkring trikarret er ikke genfundet. Der er dog konstateret indhold af TCE over detektionsgrænsen i omkring halvdelen af prøverne og små overskridelser af afdampningskriteriet i ca. 33% af prøverne. Det maksimale indhold af TCE (PL33; 23 µg/m<sup>3</sup>) svarer til 23 gange afdampningskriteriet.

### 3.1.3 Lokalitet 3: Auto- og smedeværksted, autoophug og sprøjtelakering

#### Baggrund

På ejendommen har der i perioden 1959-1978 været autoværksted og autoophug, med blandt andet oplag af skrot og biler, malerværksted og plade- og mekanikerarbejde. I perioden 1963-1982 har der desuden været et maskinsnedkeri og trælasthandel. Siden starten af 1980'erne har aktiviteterne på ejendommen omfattet produktion, vedligeholdelse og udlejning af skurvogne, containere og pavilloner. De primære aktiviteter er klargøring, afvaskning og reparation af skurvogne og pavilloner. I en periode har der foregået vådsandblæsning og sprøjtelakering på ejendommen.

Ved en indledende forureningsundersøgelse udført i starten af 00'erne er der påvist poreluftforurening med PCE på 18.000 µg/m<sup>3</sup>, TCE 17 µg/m<sup>3</sup> og benzen 3 µg/m<sup>3</sup> i en poreluftprøve udtaget i området for de tidligere maleraktiviteter. Der er påvist en mindre grundvandsforurening med 21 µg kulbrinter/L i sekundært grundvand nær ved ejendommens olieudskillere, men ingen grundvandsforurening med chlorerede opløsningsmidler. På baggrund af den indledende forureningsundersøgelse er en del af ejendommen blevet kortlagt på V2.

#### Formål

Formålet med den afgrænsende undersøgelse er at karakterisere og afgrænse forurening i umættet zone samt eventuelt terrænnært sekundært og primært grundvand med henblik på at gennemføre en risikovurdering over for områdets grundvandsressource samt for nuværende og evt. fremtidig følsom arealanvendelse og for recipienter.

## Undersøgelser

Ved den afgrænsende undersøgelse er der:

- Udført 12 borer til mellem 5 og 8 m u.t., heraf er 5 filtersat i den umættede zone.
- Foretaget screening af jordprøver med PID-målere, monteret med 10,6 eV og 11,7 eV-lampe.
- Analyseret 86 terrænnære poreluftprøver og 5 referencemålinger af udeluften.
- Analyseret 9 dybe poreluftprøver i borerne filtersat i dyb umættet zone.
- Analyseret 23 jordprøver til kemisk analyse fra de udførte borer.
- Analyseret én vandprøve fra sekundært grundvand i en eksisterende boring på lokaliteten.

Alle prøver er analyseret for BTEXN, kulbrinter og chlorerede opløsningsmidler, og enkelte prøver er analyseret for dichlormethan (DCM).

DCM er inddraget i analyseprogrammet da der foreligger oplysninger i sagen om oplag og håndtering af maling/lak, opløsningsmidler, affedtningsmidler mv. Dertil er der oplysninger om at der er foretaget sprøjtemaling og lakering samt fjernelse af graffiti. Der foreligger ikke specifikke oplysninger om brug af DCM til disse aktiviteter, og undersøgelserne for DCM har haft karakter af en screening på V2-niveau.

Der er ikke foretaget undersøgelser af det primære grundvand, da der ikke blev fundet kilder på lokaliteten, der vurderes at udgøre en risiko over for det primære grundvand.

En situationsplan med oversigtsmæssig placering af prøvepunkter og opsummering af analyseresultater for DCM fremgår af bilag 1.3.

## Resultater

Kun i en enkelt af de 12 borer er der konstateret PID-udslag over 1 ppm – både med 10,6 og 11,7 eV-lampe – og der er konstateret samstemmende udslag over dybden med begge lamper (med mindre udslag med 11,7 eV-lampen). Ved max PID-udslag (190 ppm med 10,6 eV-lampe og 63 ppm med 11,7 eV-lampe) er der konstateret totalindhold af kulbrinter på 1.300 mg/kg TS og ingen indhold af chlorerede opløsningsmidler eller DCM over 0,010 mg/kg TS (= detektionsgrænsen).

Resultaterne af de kemiske analyser på jord-, poreluft og grundvandsprøver, med hensyn til fund af DCM, fremgår af tabel 6.

Tabel 6. Opsamling af analyseresultater i forhold til indhold af DCM på lokalitet 3.

	Prøver analyseret for indhold af DCM	Detektionsgrænse for DCM	Antal > detektionsgrænse	Maks konc.	Antal > kriterium
Jordprøver	2	0,010 mg/kg TS	0	<	0
Poreluftprøver	6	0,10 µg/m <sup>3</sup>	1	0,47 µg/m <sup>3</sup>	0
Grundvandsprøver	1	0,10 µg/L	0	<	0

Som et fremgår af tabel 6 er der kun fundet indhold af DCM i en enkelt poreluftprøve. I denne prøve er der ikke konstateret indhold over Miljøstyrelsens afdampningskriterium på 0,6 mg/m<sup>3</sup>.

På denne sag er de tidligere konstaterede høje indhold af chlorerede opløsningsmidler ikke genfundet, og der er kun konstateret små og sporadiske overskridelser af kvalitetskriterierne for indhold af chlorerede opløsningsmidler.

## 3.2 Indledende forureningsundersøgelser

Sideløbende med dette teknologiudviklingsprojekt er der gennemført 17 indledende forureningsundersøgelser for Region Hovedstaden (12 sager) og Region Sjælland (5 sager), hvor DCM i større eller mindre grad har været inddraget som en analyseparameter. Tabel 7 viser en oversigt over de undersøgte brancher og aktiviteter.

Kun i to af sagerne (lokalitet A og O) foreligger der historiske oplysninger om anvendelse af DCM, mens der på de resterende 15 lokaliteter har foregået aktiviteter, som kan have medført håndtering af DCM eller produkter indeholdende DCM, jf. afsnit 2.1.

Tabel 7. Brancher/aktiviteter undersøgt i de 17 inddragne indledende forureningsundersøgelser.

Brancher /aktiviteter	
Lokalitet A	Maskin- og autoværksted. Affedning, afrensning, lakering, maling. DCM i rensekar
Lokalitet B	Svejscentral, autoværksted. Svejsning, polering, trykkeri, affedning, fremkalderum
Lokalitet C	Sprøjtemalingsaktiviteter. Sprøjtelakering
Lokalitet D	Sprøjtemalingsaktiviteter. Sprøjtemaling, svejsning
Lokalitet E	Sprøjtemalingsværksted, grafisk reproduktion. Sprøjtemaling, oplag og håndtering af PCE
Lokalitet F	Maskinværksted, renseri.
Lokalitet G	Maskinfabrik. Sprøjtekabine til overfladebehandling, lakering, svejsning
Lokalitet H	Maskinværksted. Sprøjtekabine, affedning, svejsning, maling
Lokalitet I	Sprøjtelakeringsværksted. Sprøjtelakering
Lokalitet J	Autolakereri. Sprøjteboks, sliberum
Lokalitet K	Autoværksted og -forhandler. Slibning, svejsning, affedning
Lokalitet L	Brødfabrik.
Lokalitet M	Maskinsnedkeri. Lakering, limning, sprøjteboks, slibning
Lokalitet N	Losseplads.
Lokalitet O	Forkromningsanstalt. Forkromning, galvanisering, slibning, polering, affedning, bad med DCM til stripping af lak
Lokalitet P	Maskinværksted, pengeskabsfabrik. Svejsning, maling, overfladebehandling, sprøjtelakering, affedning
Lokalitet Q	Stilladsvirksomhed. Svejsning, maling, rensning, oliering

I forbindelse med de indledende forureningsundersøgelser er der ikke udtaget jordprøver til kemisk analyse for indhold af DCM. Kun på to sager er der udtaget poreluftprøver til kemisk analyse for DCM (lokalitet A og O). På de øvrige sager er der udført en screening for indhold af DCM i et antal grundvandsprøver.

Situationsplaner med oversigtsmæssig placering af prøvepunkter og opsummering af analyseresultater for DCM fremgår af bilag 1.4 – bilag 1.20. Tabel 8 viser en opsummering på resultaterne af de kemiske analyser på poreluft- og grundvandsprøver, med hensyn til fund af DCM.

Tabel 8. Opsamling af analyseresultater i forhold til indhold af DCM på 17 indledende forureningsundersøgelser.

	Antal sager	Prøver analyseret for indhold af DCM	Antal > detektionsgrænse	Maks konc.	Antal > kriterium
Poreluftprøver	2	23 <sup>£</sup>	1	0,47 µg/m <sup>3</sup>	0
Grundvandsprøver	17	55	8	4,1 µg/L	1

£ = inkl. 2 udeluftreferencer – begge indhold < 0,05 µg/m<sup>3</sup>.

Som det fremgår af tabel 8 er der kun konstateret DCM i en af de 23 analyserede prøver, med en koncentration på  $0,47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dvs. under Miljøstyrelsens afdampningskriterium på  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . I to analyserede udeluftreferencer (begge fra lokalitet O) er der ikke konstateret indhold af DCM.

I forhold til grundvandsresultaterne, så er der konstateret indhold af DCM i 8 af 55 analyserede grundvandsprøver (ca. 15 % af prøverne) på fire forskellige sager (lokalitet A, B, D og H), og kun i én af prøverne er der konstateret indhold over Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium. Den maksimale koncentration på  $4,1 \mu\text{g}/\text{L}$  er konstateret på lokalitet A, hvor der foreligger historiske oplysninger om brug og håndtering af DCM.

Det kan således konstateres, at den eneste overskridelse af Miljøstyrelsens kriterier for DCM på de 17 lokaliteter, hvor der er gennemført indledende undersøgelser, er konstateret på lokalitet A, hvor der foreligger historiske oplysninger om brug af DCM. Ses der bort fra lokalitet A, så er der analyseret 49 grundvandsprøver for indhold af DCM med 5 indhold over detektionsgrænsen (ca. 10%) og en maksimal koncentration på  $0,22 \mu\text{g}/\text{L}$ . Prøverne med indhold over detektionsgrænsen er fra lokalitet B (Svejsecentral, autoværksted. Svejsning, polering, trykkeri, affedtning, fremkalderum), lokalitet D (Sprøjtemalingsaktiviteter. Sprøjtemaling, svejsning) og lokalitet H (Maskinværksted. Sprøjtekabine, affedtning, svejsning, maling).

### 3.3 Sammenfatning af undersøgelsesresultater

Der er analyseret for indhold af DCM i 38 jordprøver fra tre sager, og der er konstateret indhold i 4 prøver (fra den samme boring), dog ingen indhold, der overskrider Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterium på  $8 \text{ mg}/\text{kg}$  TS. Den højeste koncentration, der er målt er på  $0,84 \text{ mg}/\text{kg}$  TS.

Der er analyseret for indhold af DCM i 70 luftprøver (herunder 7 udereferencer) fra 5 sager, og der er konstateret indhold i 23 prøver (heraf 3 udereferencer). Der er konstateret indhold, der overskrider Miljøstyrelsens afdampningskriterium på  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i 8 poreluftprøver (på 2 ejendomme). Den højeste koncentration, der er målt er på  $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , svarende til  $< 10$  gange afdampningskriteriet. I de tre udereferencer med indhold af DCM over detektionsgrænsen er der konstateret indhold på  $0,19 - 0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Der er analyseret for indhold af DCM i 140 grundvandsprøver fra 20 sager, og der er konstateret indhold i 54 prøver. Der er konstateret indhold, der overskrider Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium på  $1 \mu\text{g}/\text{L}$  i 26 grundvandsprøver fra 11 forskellige filtre (på 2 ejendomme). Den højeste koncentration, der er målt er på  $3.600 \mu\text{g}/\text{L}$ .

På de afgrænsende undersøgelser (lokalitet 1, 2 og 3) har der været anvendt PID-måler, monteret med en  $11,7 \text{ eV}$ -lampe, dels til PID-screening af jordprøver, og på en enkelt sag til poreluftscreening. Der er ikke påvist signifikante PID-udslag ved indhold af DCM på op til  $0,84 \text{ mg}/\text{kg}$  TS,  $5,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $3.000 \mu\text{g}/\text{L}$ .

Det bemærkes, at to af de tre afgrænsende undersøgelser (lokalitet 2 og 3) er udført på ejendomme, hvor der ikke er konstateret deciderede kildeområder til chlorerede opløsningsmidler (trods historiske oplysninger om brug af disse), og kun sporadiske, lave poreluftindhold over Miljøstyrelsens kriterier. Der er på disse to lokaliteter, således ikke konstateret indhold af chlorerede opløsningsmidler i jordprøver eller grundvandsprøver, der overskrider Miljøstyrelsens kriterier. Generelt vurderes disse lokaliteter at kunne betragtes som "atypisk rene".

#### 3.3.1 Sager med historiske oplysninger om brug af DCM

For de fire sager med konkrete historiske oplysninger om håndtering og brug af DCM (lokalitet 1, 2, A og O), er der kun konstateret betydende koncentrationer i grundvandsprøver på den

ene sag (lokalitet 1). Den maksimale grundvandskoncentration af DCM, der er konstateret på lokalitet 1 er 3.600 µg/L, mens den maksimale koncentration på de øvrige lokaliteter er 4,1 µg/L.

På tre af de fire lokaliteter er der konstateret poreluftkoncentrationer, der overskrider detektionsgrænsen, men Miljøstyrelsens afdampningskriterium er kun overskredet på de to af lokaliteterne (lokalitet 1 og 2). De maksimale poreluftkoncentrationer på de tre sager ligger på mellem 0,47 og 5,6 µg/m<sup>3</sup>, altså svarende til maksimalt < 10 gange afdampningskriteriet.

På to af lokaliteterne er der udført kemiske analyser af jordprøver (lokalitet 1 og 2), og kun på lokalitet 1 er der konstateret indhold af DCM. Den maksimale koncentration er på 0,84 mg/kg TS.

### **3.3.2 Sager uden historiske oplysninger om brug af DCM**

For de resterende 16 ejendomme (lokalitet 3 og B-N samt P-Q), hvor der ikke foreligger historiske oplysninger om håndtering og brug af DCM, men med aktiviteter, der kan have medført håndtering af produkter indeholdende DCM, er kun 2 jordprøver analyseret for indhold af DCM (på lokalitet 3). Der er ikke konstateret indhold af DCM i disse prøver.

Af de 16 ejendomme, er der udtaget poreluftprøver til analyse for indhold af DCM på én af sagerne (lokalitet 3). På denne ejendom er 6 poreluftprøver analyseret for indhold af DCM. Der er konstateret indhold i én prøve (0,47 µg/m<sup>3</sup>).

På de 17 lokaliteter er der analyseret i alt 50 grundvandsprøver for indhold af DCM med 4 indhold over detektionsgrænsen og en maksimal koncentration på 0,22 µg/L.

# 4. Vurderinger og anbefalinger

## 4.1 Vurderinger

På baggrund af en vurdering af anvendelsen af dichlormethan (DCM) samt en gennemgang af DCM's egenskaber er det vurderet, at der er risiko for forekomst af oversete kildeområder/forureninger med DCM indenfor brancher, som normalt undersøges ifm. regionernes indledende og afgrænsende undersøgelser. Dette skyldes, at:

1. DCM anvendes som moderstof på virksomhedstyper, som rutinemæssigt undersøges ifm. regionernes indledende forureningsundersøgelser. Dvs. at der kan forekomme kildeområder kun med dette ene stof.
2. DCM har en høj ioniseringsenergi, og ikke detekteres på en PID-måler, monteret med en 9,8 eV-lampe eller 10,6 eV-lampe.
3. DCM ikke indgår i de almindelige analysepakker for chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf. Kemisk analyse af DCM kræver et aktivt tilvalg.
4. DCM er mistænkt for at være kræftfremkaldende (Carc3) og Miljøstyrelsen har fastsat relativt stringente kvalitetskriterier ift. grundvand (1 µg/L) og indeklima (afdampningskriterium 0,6 µg/m<sup>3</sup>).

Dertil kommer at DCM har et sammenfald af "uheldige" fysisk-kemiske egenskaber (lav adsorption og høj opløselighed), der gør, at der er øget risiko for at overse miljømæssigt betydende grundvandsforureninger ift. øvrige chlorerede opløsningsmidler, selvom der foretages aktive undersøgelsestekniske tilvalg for at undersøge for forekomst af DCM. Der kan således være risiko for at overse DNAPL eller grundvandsforurening med DCM, specielt i dybere magasiner, ligesom DCM muligvis kan have tendens til at slippe kildeområderne (ligesom MTBE), jf. afsnit 2.6. Risiko for forekomst af DCM bør således medføre nogle anderledes konceptuelle overvejelser, end for de øvrige chlorerede opløsningsmidler. Disse konceptuelle overvejelser bør inddrages i undersøgelsesplanlægningen; hhv. om tilvalg af 11,7 eV-lampe til PID-måling og tilvalg af analysepakker indeholdende DCM – og muligvis også om at undersøge i andre punkter end ellers (muligvis dybere og længere væk fra kilderne).

På baggrund af de gennemførte undersøgelser på tre afgrænsende grundvandsundersøgelser og 17 indledende forureningsundersøgelser (med i alt 4 lokaliteter med konkrete historiske oplysninger om brug af DCM) er der imidlertid kun konstateret miljømæssigt betydende jord- og grundvandskoncentrationer på én ejendom, og det har ikke været muligt at opspore nogle terrænnære kildeområder til DCM. Der er ikke konstateret miljømæssigt betydende koncentrationer af DCM i poreluften på 5 sager, hvor der er udtaget poreluftprøver til analyse for DCM. De manglende fund af DCM kan muligvis skyldes (en kombination af) tre forhold: (i) der er ikke anvendt eller spildt betydende mængder af DCM, eller DCM-holdige produkter, på ejendommene, (ii) DCM er udvasket eller (iii) DCM nedbrydes hurtigere end umiddelbart antaget på baggrund af et litteraturstudium (jf. afsnit 2.5).

På baggrund af de gennemførte undersøgelser, tyder det ikke umiddelbart på, at der er store oversete problemer med DCM. Der er dog tale om et meget begrænset sagsgrundlag at bedømme et generelt omfang ud fra. På én af fire lokaliteter med historiske oplysninger om anvendelse af DCM, er der konstateret miljømæssigt betydende koncentrationer. Man kan ligeledes stå med en frygt for at DCM er blevet overset i undersøgelserne.

Det bør tages med i betragtning, at to af de tre afgrænsende undersøgelser, er udført på lokaliteter, hvor der ikke er konstateret indhold af chlorerede opløsningsmidler i jord- eller grundvandsprøver, der overskrider Miljøstyrelsens kriterier, og der er kun konstateret sporadiske overskridelser af afdampningskriterierne i poreluften. Generelt vurderes disse lokaliteter at kunne betragtes som "atypisk rene".

## 4.2 Anbefalinger

Baseret på udredningsprojektet anbefales det, at der fremadrettet holdes et specielt fokus på eventuelle anvendelser af DCM ifm. udarbejdelsen af historiske redegørelser for relevante brancher, jf. afsnit 2.1. Dette skyldes, at DCM kun opdages, hvis der foretages aktive undersøgelsesmæssige tilvalg ifm. gennemførelsen af forureningsundersøgelser; herunder anvendelse af en PID-måler, monteret med en 11,7 eV-lampe, samt tilkøb af kemiske analysepakker indeholdende DCM. I den forbindelse skal det bemærkes, at et tilkøb ift. grundvandsanalyser er forholdsvis billigt, mens tilkøb af DCM til jord- og poreluftanalyser er relativt bekosteligt, set ift. prisen på de andre chlorerede opløsningsmidler.

Det anbefales ligeledes, at tage DCM's specielle fysisk-kemiske egenskaber i betragtning når der opstilles en konceptuel model for den forventede forureningsbeli genhed og -spredning på lokaliteter med historiske oplysninger om brug af DCM. Herunder risiko for dybtliggende (residual) DNAPL og/eller faner, der i større eller mindre grad har sluppet kildeområderne.

Baseret på litteraturstudiet af tilstødende problemstoffer, jf. afsnit 2.9, anbefales det, at stofferne 1,2-dichlorpropan (1,2-DCP) og 1,2-dibromethan (EDB), der har været anvendt til hhv. opløsningsmiddel, malingstripping og markbekæmpelsesmiddel/jordfumigation, og afgrødefumigation (skadedyrs-gasbehandling af høstede afgrøder), ligeledes bør have fokus i fremadrettede historiske redegørelser. Stofferne giver, ligesom DCM, ikke udslag på PID-målere, monteret med 9,8 eller 10,6 eV-lamper, og indgår ikke i de almindelige analysepakker for chlorerede opløsningsmidler eller nedbrydningsprodukter. 1,2-DCP og EDB har tilknyttet kvalitetskriterier, der hhv. er sammenlignelige med, og lavere end, kriterierne for DCM. Stoffernes anvendelse, under danske forhold, er ukendt. På sagerne inddraget i dette projekt er der gennemført 38 grundvandsanalyser for indhold af 1,2-DCP og 116 grundvandsanalyser for indhold af EDB. Af disse er der kun konstateret indhold af EDB i én prøve (0,061 µg/L).

Det anbefales generelt at tilkøbe DCM-analyser når der foretages grundvandsanalyser af chlorerede opløsningsmidler. Som det fremgår af afsnit 3.3 er langt de største, og miljømæssigt mest kritiske, fund af DCM gjort i grundvandsanalyser. I forhold til grundvandsanalyser, så er DCM med i udvidede analysepakker for chlorerede og bromerede forbindelser, der også omfatter 1,1,2-TCA og/eller 1,2-dichlorpropan (1,2-DCP) og 1,2-dibromethan (EDB). Udvidede analysepakker til grundvandsanalyser er relativt billige.

Tilkøb af en udvidet analysepakke for chlorerede og bromerede forbindelser, til grundvandsanalyser af chlorerede opløsningsmidler, på regionernes undersøgelser, bør ske i en periode på 1-2 år, hvorefter anbefalingen revurderes på baggrund af et bredere, og mere dækkende, datagrundlag.

Endelig fortjener TCM, 1,1,1-TCA og TeCM et fokus idet stofferne anvendes som primærkemikalier og dermed muligvis ikke opdages ved en almindelig PID-screening af jordprøver med 9,8 eV eller 10,6eV-lampe. Til gengæld detekteres stofferne i alle prøver, der analyseres for indhold af chlorerede opløsningsmidler (jord, grundvand og poreluft).

Slutteligt anbefales det at holde fokus på at vælge en PID-lampe, der passer til de forureningskilder, der undersøges, jf. tabel 3 i afsnit 2.9.



## 5. Referencer

- /1/ Samling af stofdatablade fra branchebeskrivelser. Teknik og Administration nr. 7, 2002. Amternes Videncenter for Jordforurening. ([http://miljoeogressourcer.dk/filer/lix/4179/Stofdatablade\\_i\\_branchebeskrivelser1.pdf](http://miljoeogressourcer.dk/filer/lix/4179/Stofdatablade_i_branchebeskrivelser1.pdf))
- /2/ Branchebeskrivelse for autolakerier. Teknik og Administration nr. 5, 2002. Amternes Videncenter for Jordforurening. ([http://miljoeogressourcer.dk/filer/lix/4139/AVJ\\_Autolakerier.pdf](http://miljoeogressourcer.dk/filer/lix/4139/AVJ_Autolakerier.pdf))
- /3/ Branchebeskrivelse for plastvirksomheder. Teknik og Administration nr. 4, 2000. Amternes Videncenter for Jordforurening. (<http://miljoeogressourcer.dk/filer/lix/4160/plastrapport.pdf>)
- /4/ Kortlægning af brancher, der anvender chlorerede opløsningsmidler. Teknik og administration nr. 4, 2002. Amternes Videncenter for Jordforurening. ([http://miljoeogressourcer.dk/filer/udgivelser/brancher/51/CI\\_i\\_brancher.pdf](http://miljoeogressourcer.dk/filer/udgivelser/brancher/51/CI_i_brancher.pdf))
- /5/ Dichloromethane. Euro Chlor Risk Assessment for the Marine Environment OSPARCOM Region – North Sea. Februar 1999. ([http://www.eurochlor.org/media/49349/8-11-4-13\\_marine\\_ra\\_dichloromethane.pdf](http://www.eurochlor.org/media/49349/8-11-4-13_marine_ra_dichloromethane.pdf))
- /6/ Methylene chloride (second edition). Environmental Health Criteria 164. International Programme on Chemical Safety. 1996. (<http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc164.htm>)
- /7/ At-Vejledning. Stoffer og Materialer – C.0.1. Grænseværdier for stoffer og materialer. Arbejdstilsynet. August 2007.
- /8/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord og kvalitetskriterier for drikkevand. Miljøministeriet. Opdateret juni 2015. (<http://mst.dk/media/131857/kvalitetskriterier-jord-og-drikkevand-juni-2015.pdf>)
- /9/ RAE Systems. Technical note TN-106 (revised 08/2010).
- /10/ Ion Science PID Response Factors Technical/Application Article 02. (Version 1.6, 19 July 2016).
- /11/ JAGG 2.1. (<http://mst.dk/virksomhed-myndighed/jord/it-vaerktoejer-til-vurdering-af-jord/jagg-21-programmet/>)
- /12/ Projekt om jord og grundvand fra Miljøstyrelsen. Kemiske stoffers opførsel i jord og grundvand: Bind 2. P. Kjeldsen og T.H. Christensen. Miljøprojekt nr. 20, 1996. ISBN: 87-7810-521-8.
- /13/ Properties of substance: MTBE, methyl-t-butyl-ether; methyl tert-butyl ether. <http://chemister.ru/Database/properties-en.php?dbid=1&id=6002>.
- /14/ Properties of substance: dichloromethane, methylene chloride. <http://chemister.ru/Database/properties-en.php?dbid=1&id=34>.

- /15/ Bacterial degradation of Dichloromethane. W. Brunner, D. Straub og T. Leisinger. Applied and Environmental Microbiology 40(5), 950-958, 1980.
- /16/ Isotopic fractionation of carbon and chlorine by microbial degradation of dichloromethane. L.J. Heraty, M.E. Fuller, L. Huang, T. Abrajano og N.C. Sturchio. Organic Geochemistry, 30(8), 793-799, 1999.
- /17/ Biodegradation of dichloromethane and its utilization as a growth substrate under methanogenic conditions. D.L. Freeman og J.M. Gossett. Applied Environmental Microbiology, 57(10), 2847-2857, 1991.
- /18/ Biodegradation of Trichloroethylene and Dichloromethane in Contaminated Soil and Groundwater. K.A. DeWeerd, W.P. Flanagan, M.J. Brennan, J.M. Principe og J.L. Spivack. Bioremediation Journal, 2(1), 29-42, 1998.
- /19/ A mechanistic perspective on bacterial metabolism of chlorinated methanes. L.P. Wackett, M.S.P. Logan, F.A. Blocki og C. Boi-li. Biodegradation 3(1), 19-36, 1992.
- /20/ Forekomst af fri fase og kvantificering af forureningsflux for chlorerede opløsningsmidler. P.L. Bjerg, M.M. Broholm, I.V. Lange, M. Trolborg, G.S. Janniche, G. Lemming, M. Santos og P. Binning. Region Hovedstaden og DTU Miljø, Institut for Vand & Miljøteknologi, 2011. ISBN: 978-87-92654-22-9.
- /21/ Effektive poreluftstrategier. A.H. Kristensen, P. Loll, C. Larsen og P. Larsen. Miljøprojekt nr. 1587, 2014. ISBN: 978-87-93178-79-3.
- /22/ Prioriteringsniveauer for indeklimasager på kortlagte ejendomme. Teknik og administration nr. 2, 2010. Amternes Videncenter for Jordforurening. ([http://miljoeogressourcer.dk/filer/lix/4327/Prioriteringsniveauer ved indeklimasager\\_1\\_NY 25052010.pdf](http://miljoeogressourcer.dk/filer/lix/4327/Prioriteringsniveauer%20ved%20indeklimasager_1_NY%2025052010.pdf))
- /23/ [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org).
- /24/ Natural Attenuation of chlorinated Hydrocarbons (CAH). Version 1.0. HYDRO GEO CHEM, Inc. Environmental Science & Technology. ([http://www.hgcinc.com/voc\\_degradation\\_pathways.pdf](http://www.hgcinc.com/voc_degradation_pathways.pdf))
- /25/ Column studies of biodegradation of mixtures of tetrachloroethene and carbon tetrachloride. V.B. Kaseros, B.E. Sleep og D.M. Bagley. Water Resources 34(7), 4161-4168, 2000.

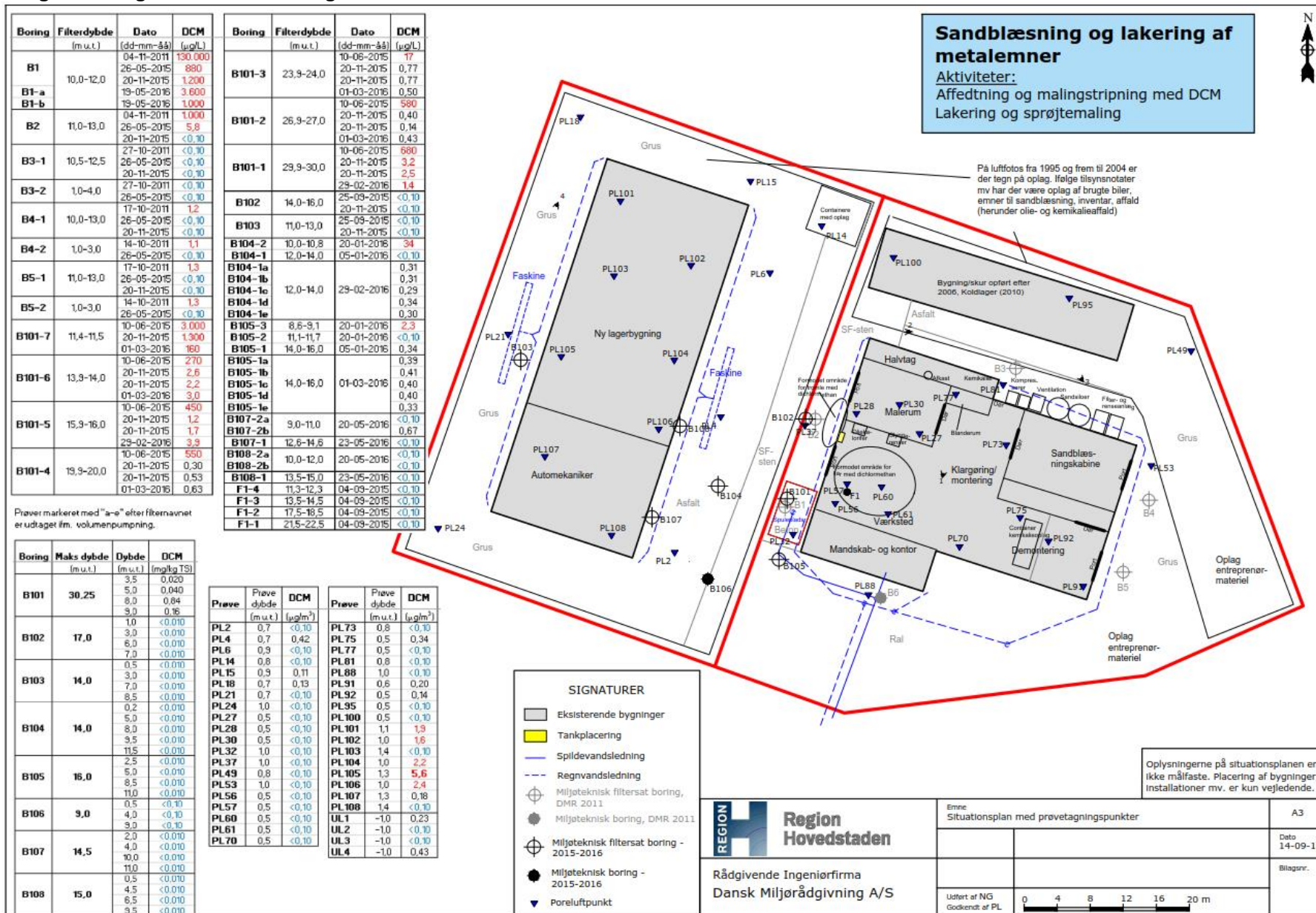


# Bilag

Situationsplaner for feltsager

# Bilag 1. Situationsplaner

### Bilag 1.1 Afgrænsende undersøgelse - lokalitet 1

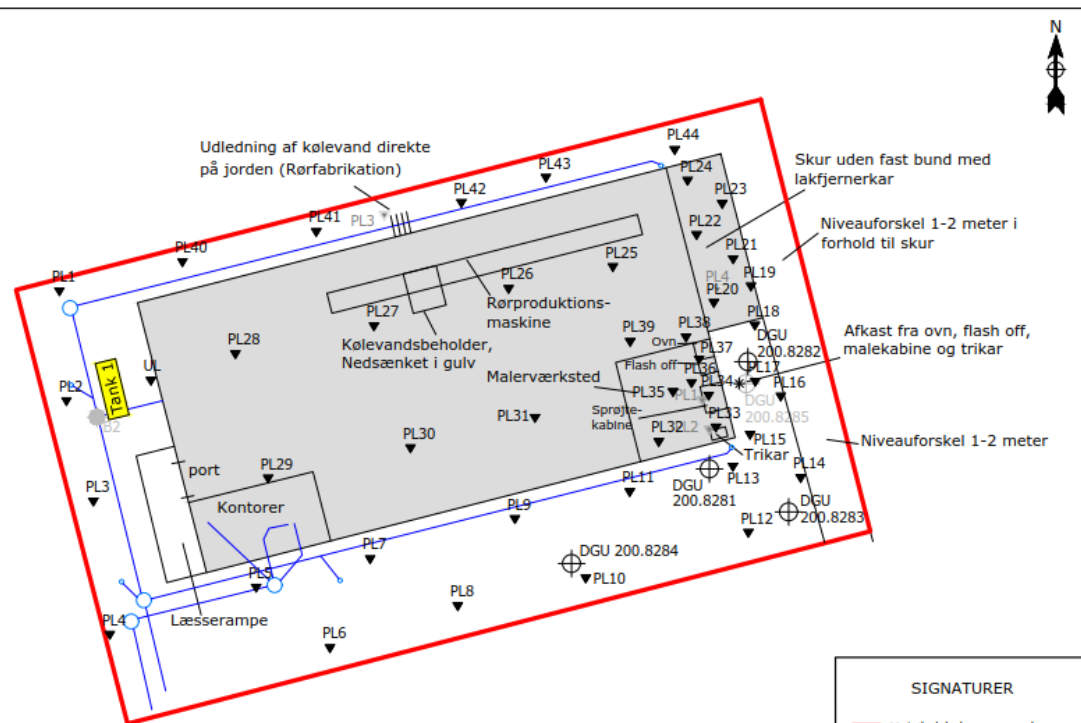


## Bilag 1.2 Afgrænsende undersøgelse - lokalitet 2

### Lampeværksted og plastvirksomhed

#### Aktiviteter:

Trikar, lakfjernelse med DCM og plastvirksomhed



Jordprøver	200.8281		200.8282	
Dybde (m u.t.)	9,0	10,5	1,5	3,5
Dichlormethan (mg/kg TS)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

Poreluftprøver	PL20	PL21	PL22	PL23	PL24	UL1	200.8281		200.8282			UL2
Dybde (m u.t.)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	-1,2	3,9-4,0	5,9-6,0	1,4-1,5	2,4-2,5	7,4-7,5	-1,2
Dichlormethan (µg/m³)	<0,10	<0,10	0,26	<0,10	0,34	0,19	<0,10	0,72	2,4	0,66	0,78	<0,10

Vandprøver	200.8285		200.8281		200.8282		200.8283				200.8284											
Filterdybde (m u.t.)	9,5-12,5		11,9-12,0		13,9-14,0		11,9-12,0		12,9-13,0		14,4-14,5		15,9-16,0		11,9-12,0		12,9-13,0		14,4-14,5		15,9-16,0	
Dichlormethan (µg/L)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10

**SIGNATURER**

- Matrikelskel, nuværende
- Spildevandsledning
- Samlebrønd
- Tankplacering
- Tidligere udført miljøteknisk boring
- Tidligere udført miljøteknisk filtersat boring
- Miljøteknisk filtersat boring
- ▽ Tidligere udført poreluftmåling
- ▼ Poreluftmåling 2015

Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste. Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

	Emne Placering af boringer	A3
	Dato 13-09-16	
Rådgivende Ingeniørfirma Dansk Miljørådgivning A/S	Udført af NG Godkendt af PL	



Bilag 1.3 Afgrænsende undersøgelse - lokalitet 3

**Auto- og smedeværksted, autoophug og sprøjtelakering (1959-i dag)**

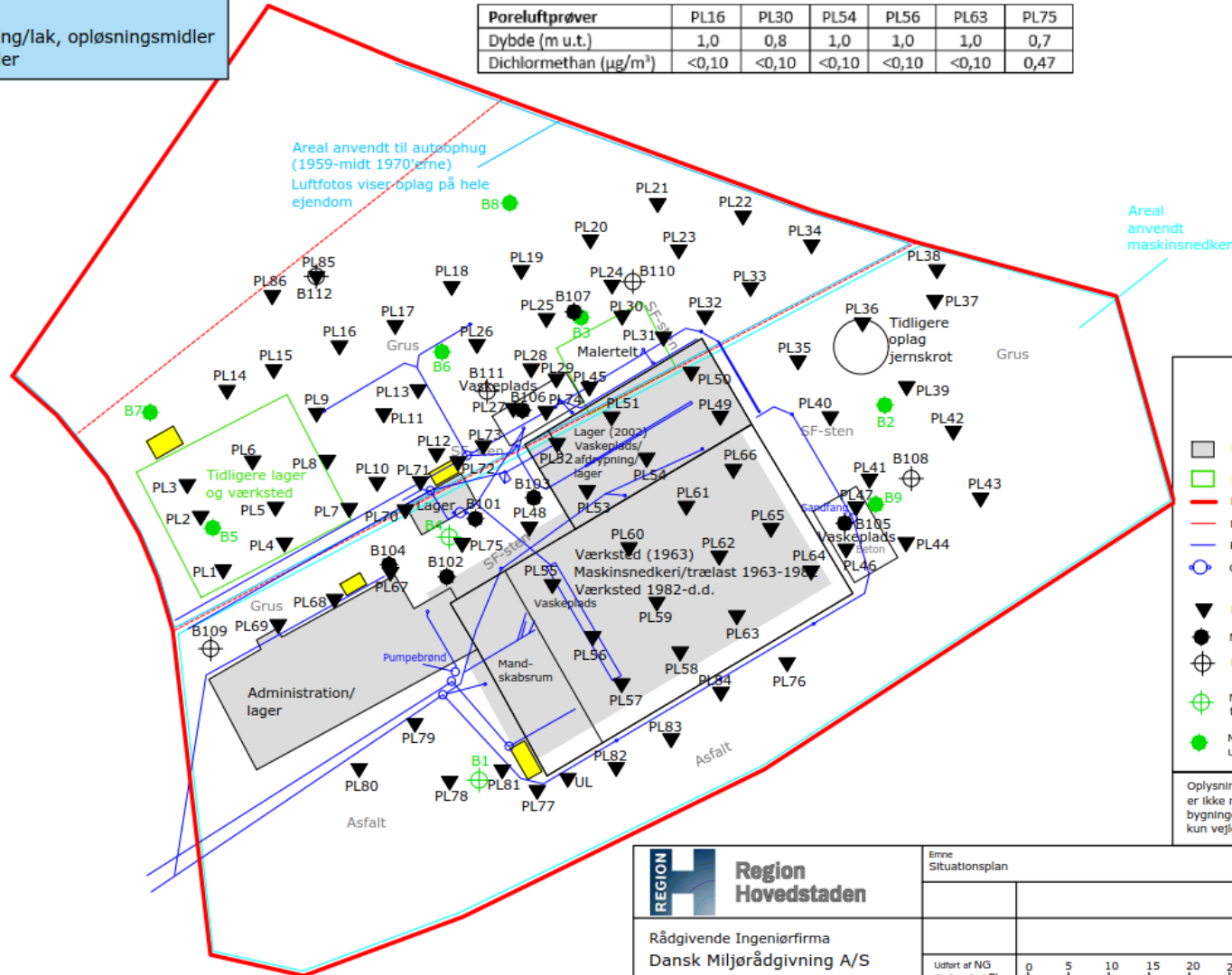
**Aktiviteter:**

Håndtering af maling/lak, opløsningsmidler og affedtningsmidler

Jordprøver	B101	B107
Dybde (m u.t.)	3,0	1,0
Dichlormethan (mg/kg TS)	<0,010	<0,010

Vandprøver	B4
Filterdybde (m u.t.)	3,0-5,0
Dichlormethan (µg/L)	<0,10

Poreluftprøver	PL16	PL30	PL54	PL56	PL63	PL75
Dybde (m u.t.)	1,0	0,8	1,0	1,0	1,0	0,7
Dichlormethan (µg/m³)	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,47



**SIGNATURER**

- Bygning
- Nedrevet bygning
- Matrikelskel, nuværende
- Matrikelskel, tidligere
- Kloak
- Olieudskiller
- ▼ Poreluftmåling
- Miljøteknisk boring
- ⊕ Miljøteknisk filtersat boring
- ⊕ Miljøteknisk filtersat boring - tidligere undersøgelse
- Miljøteknisk boring - tidligere undersøgelse

Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste. Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

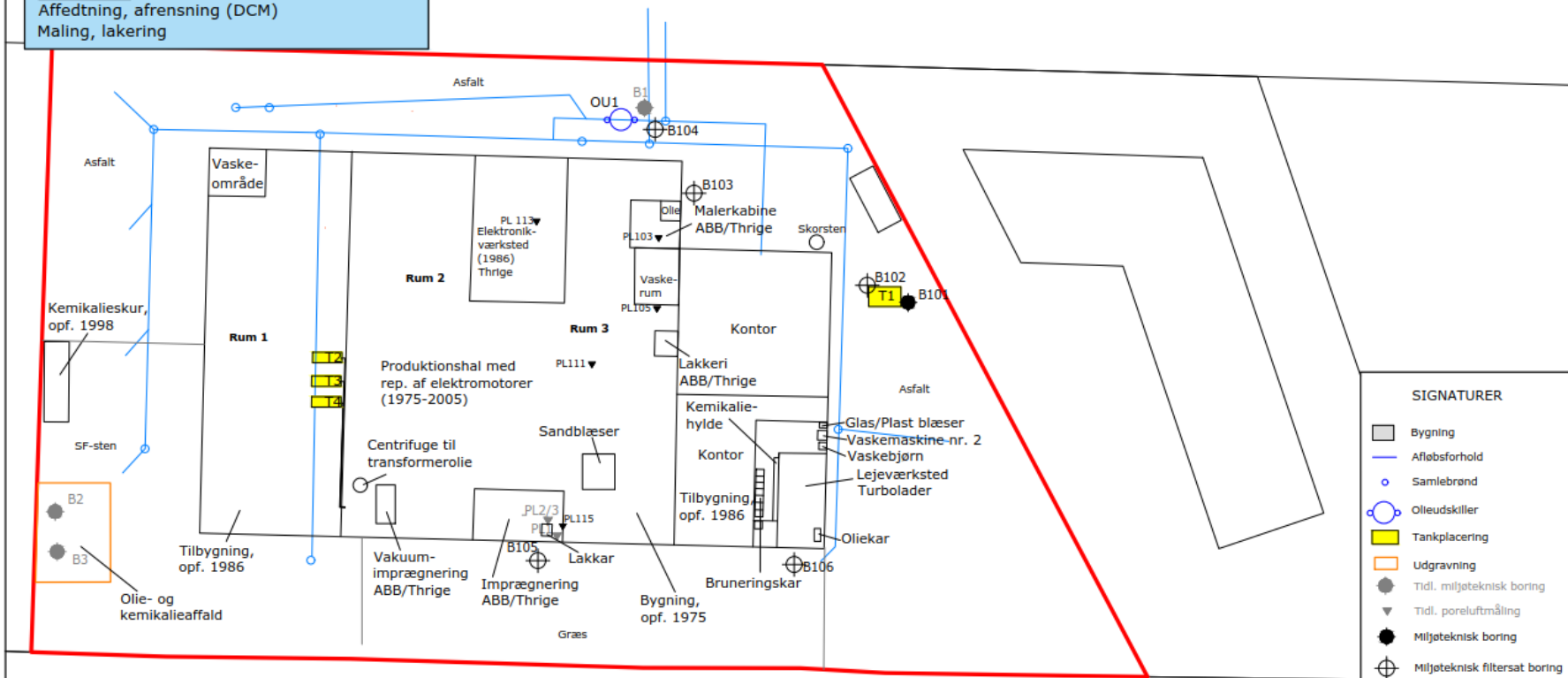
<p>Region Hovedstaden</p>	Emne	A3
	Situationsplan	Dato
Rådgivende Ingeniørfirma Dansk Miljørådgivning A/S	Udfort af NG	
	Godkendt af PL	



# Bilag 1.4 Indledende undersøgelse – lokalitet A

## Maskin- og autoværksted (1975-2004)

Aktiviteter:  
Affedtning, afrensning (DCM)  
Maling, lakering



- SIGNATURER**
- Bygning
  - Aflebsforhold
  - Samlebrønd
  - Olieudskiller
  - Tankplacering
  - Udgravning
  - Tidl. miljøteknisk boring
  - Tidl. poreluftmåling
  - Miljøteknisk boring
  - Miljøteknisk filtersat boring
  - Poreluftmåling

Poreluft µg/m3

	PL103	PL105	PL111	PL113	PL115
Prøve højde (m u.t.)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Dichlormethan	<0,10	0,47	<0,10	<0,10	<0,10

Vand µg/l

	B102	B103	B104	B105 1	B105 2	B106
Filter: m u.t.	2-4	9-11	8-10	9-11	6-8	9-11
Vandspejl m u.t.	1,47	4,79	4,70	4,82	4,58	4,86
Kote vandspejl (DVR 90)	9,22	5,94	5,95	5,98	6,25	5,93
Dichlormethan	<0,10	0,69	<b>4,1</b>	<0,10	<0,10	0,12

Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste. Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

**Region Hovedstaden**

Rådgivende Ingeniørfirma  
Dansk Miljørådgivning A/S

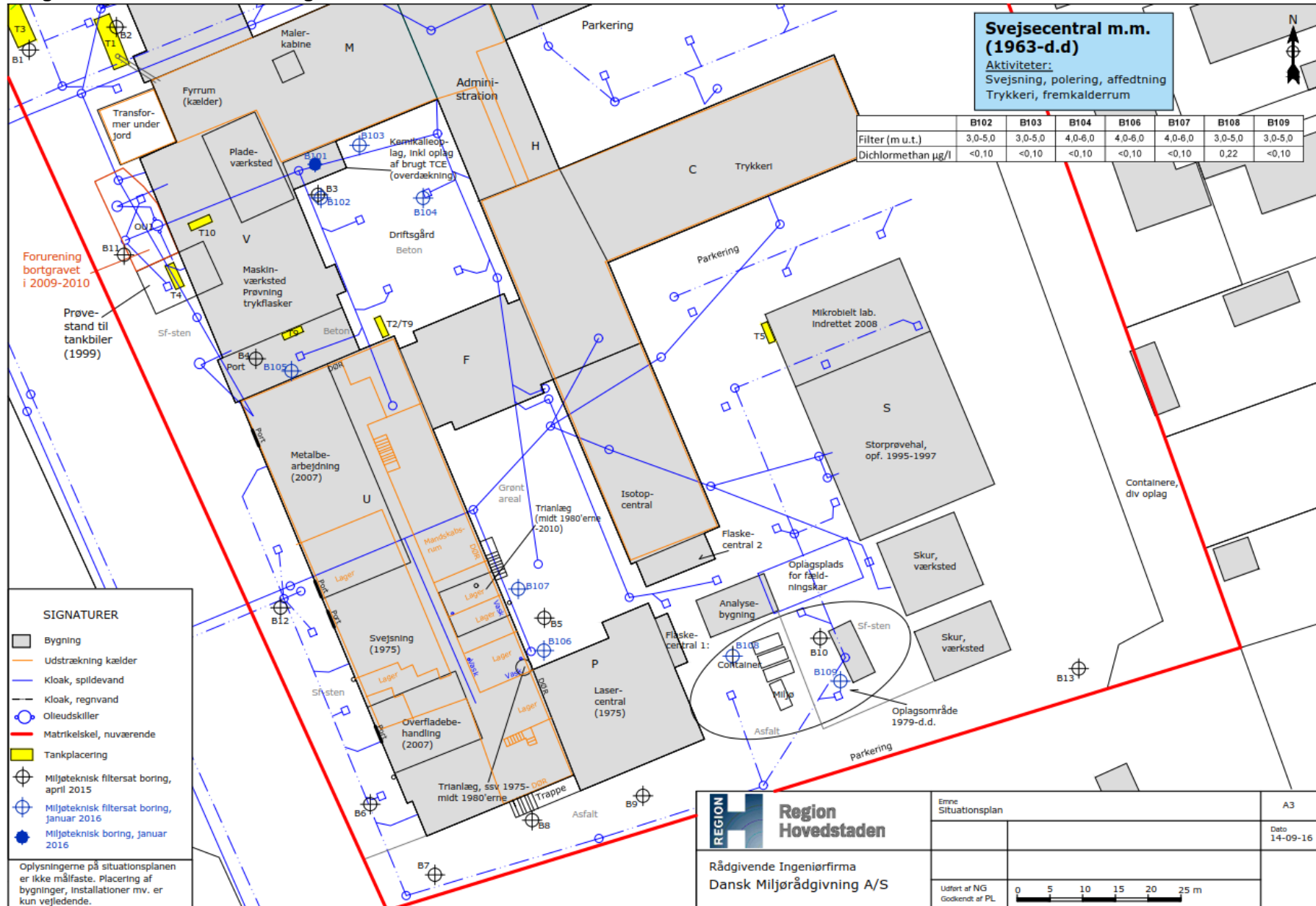
Emne: Situationsplan med placering af prøvetagningspunkter

Dato: 09-09-16

A3

Udstedt af NG  
Godkendt af PL

**Bilag 1.5 Indledende undersøgelse – lokalitet B**



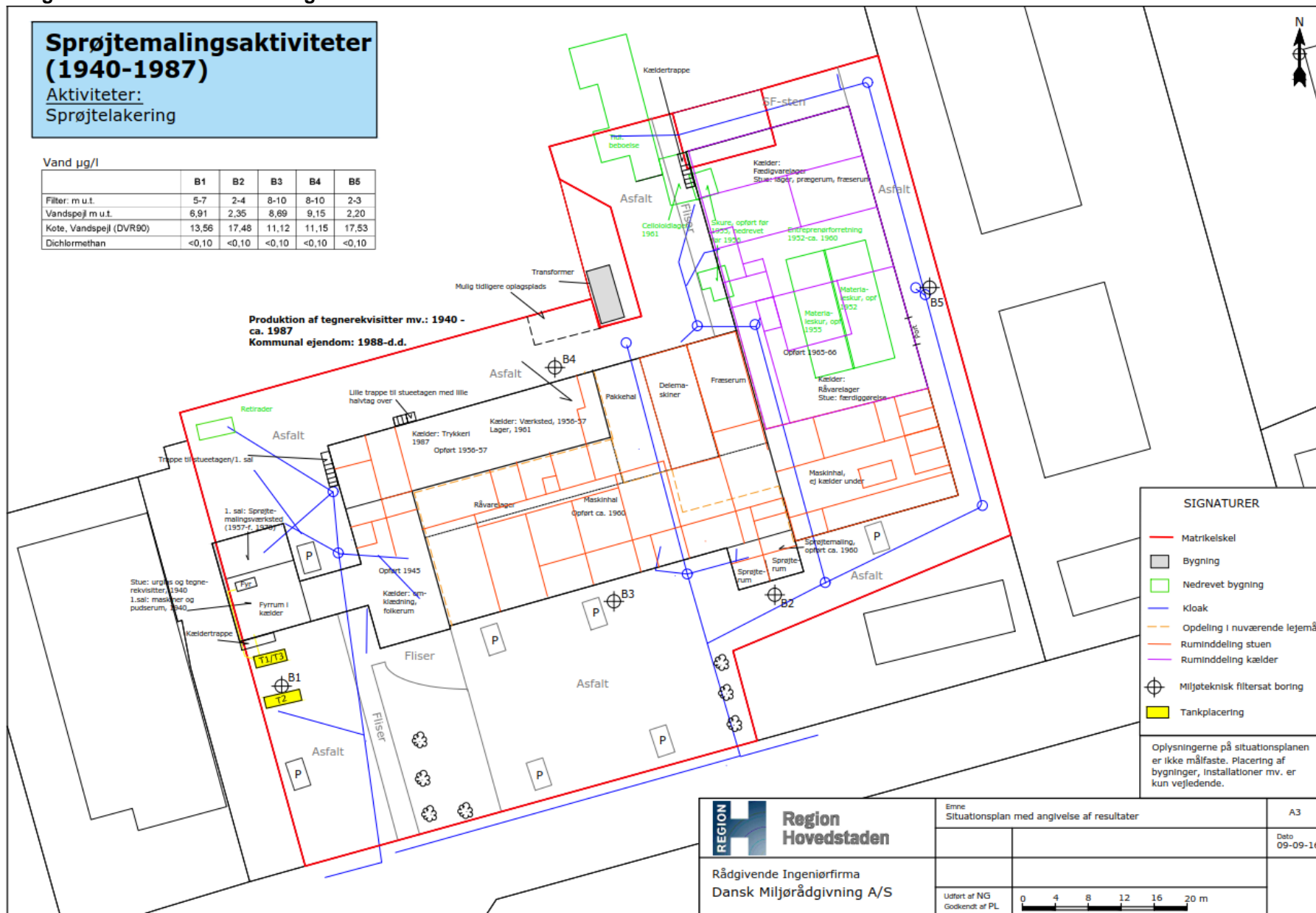
**Bilag 1.6 Indledende undersøgelse – lokalitet C**

**Sprøjtemalingsaktiviteter (1940-1987)**

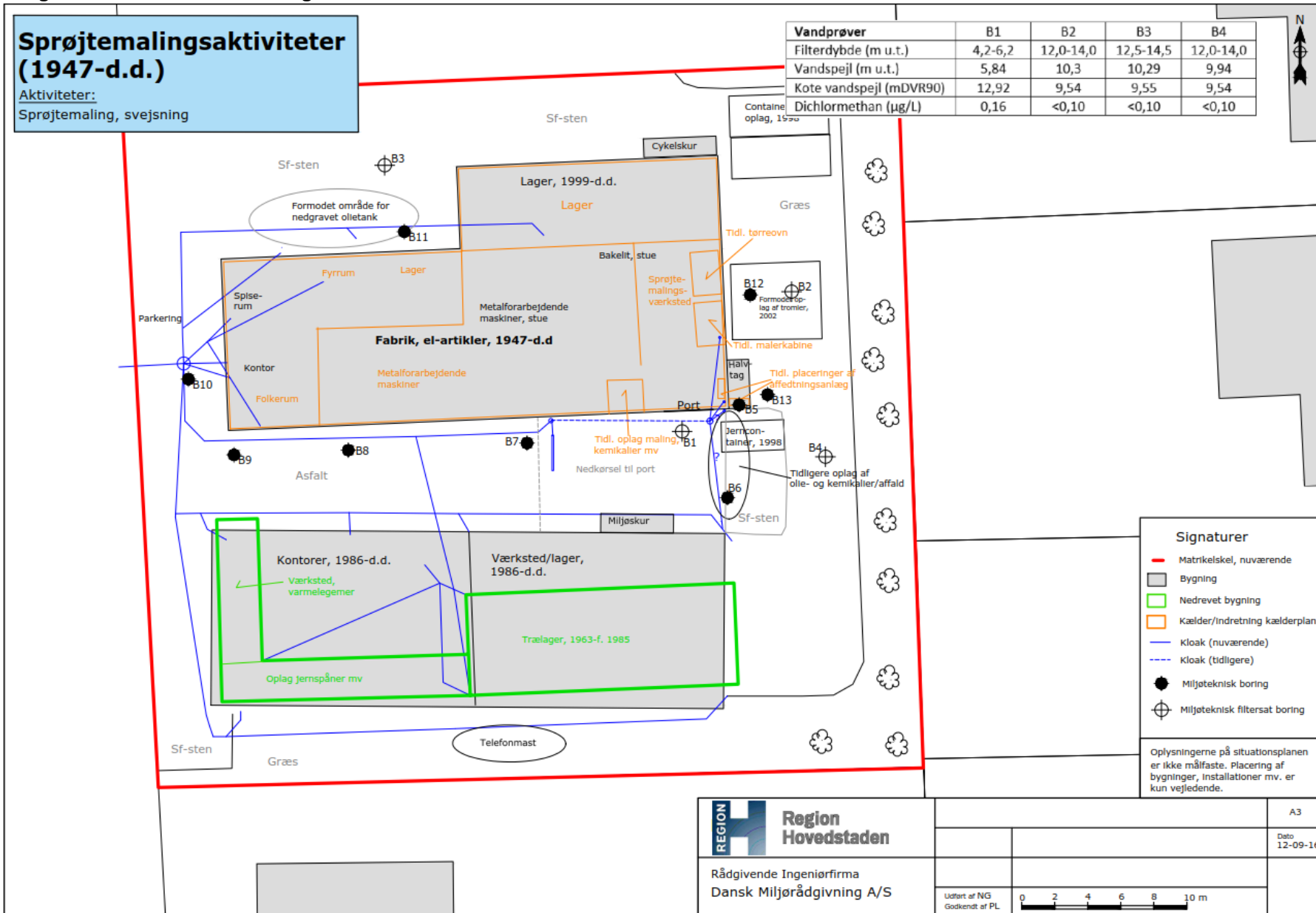
Aktiviteter:  
Sprøjtelakering

Vand µg/l

	B1	B2	B3	B4	B5
Filter: m u.t.	5-7	2-4	8-10	8-10	2-3
Vandspejl m u.t.	6,91	2,35	8,69	9,15	2,20
Kote, Vandspejl (DVR90)	13,56	17,48	11,12	11,15	17,53
Dichlormethan	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10



Bilag 1.7 Indledende undersøgelse – lokalitet D



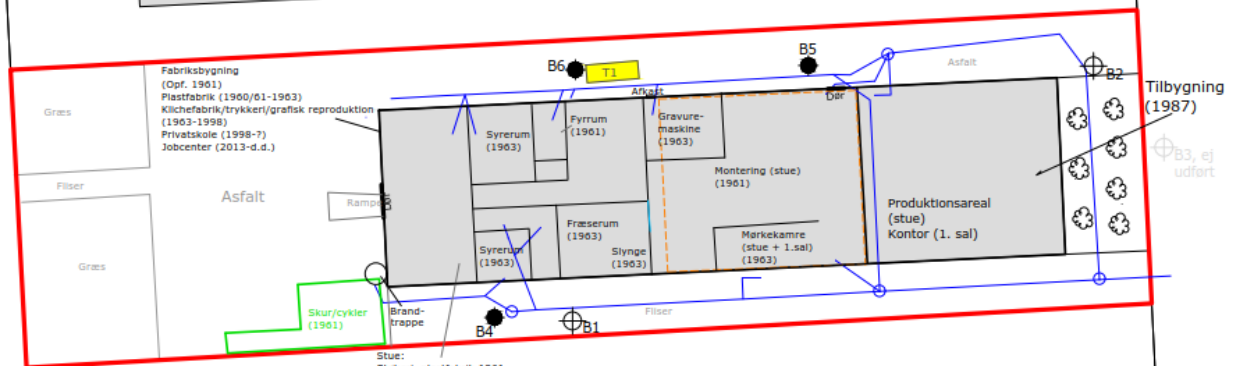
**Bilag 1.8 Indledende undersøgelse – lokalitet E**

**Sprøjtemalingsværksted  
(1961-1963)**

Aktiviteter:  
Sprøjtemaling

**Grafisk reproduktion  
(1975-1994)**

Aktiviteter:  
Oplag og håndtering af PCE



- SIGNATURER**
- Bygning
  - Nedrevet bygning
  - - - Kælder
  - Kloak
  - Tankplacering
  - ⊗ Beplantning/træer
  - Miljøteknisk boring
  - ⊕ Miljøteknisk filtersat boring

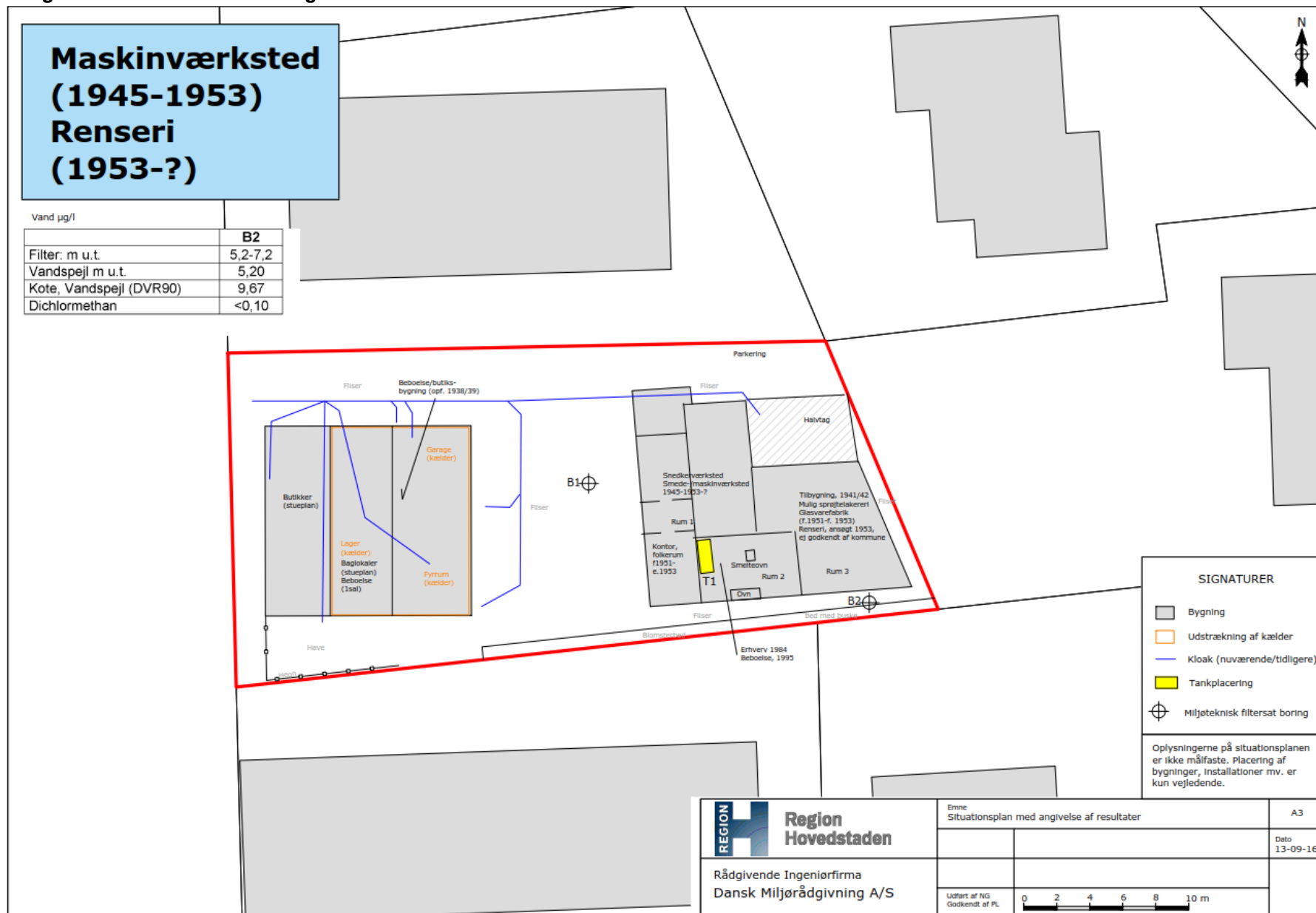
Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste. Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

Vand µg/l	B1	B2
Filter: m u.t.	11,5-13,5	11-13
Vandspejl m u.t.	11,16	10,47
Kote, Vandspejl (DVR90)	9,21	9,52
Dichlormethan	<0,02	<0,02

**Region Hovedstaden**  
Rådgivende Ingeniørfirma  
Dansk Miljørådgivning A/S

Emne: Situationsplan med placering af prøvetagningspunkter  
A3  
Dato: 13-09-16  
Udført af NG Godkendt af PL  
0 3 6 9 12 15 m

## Bilag 1.9 Indledende undersøgelse – lokalitet F



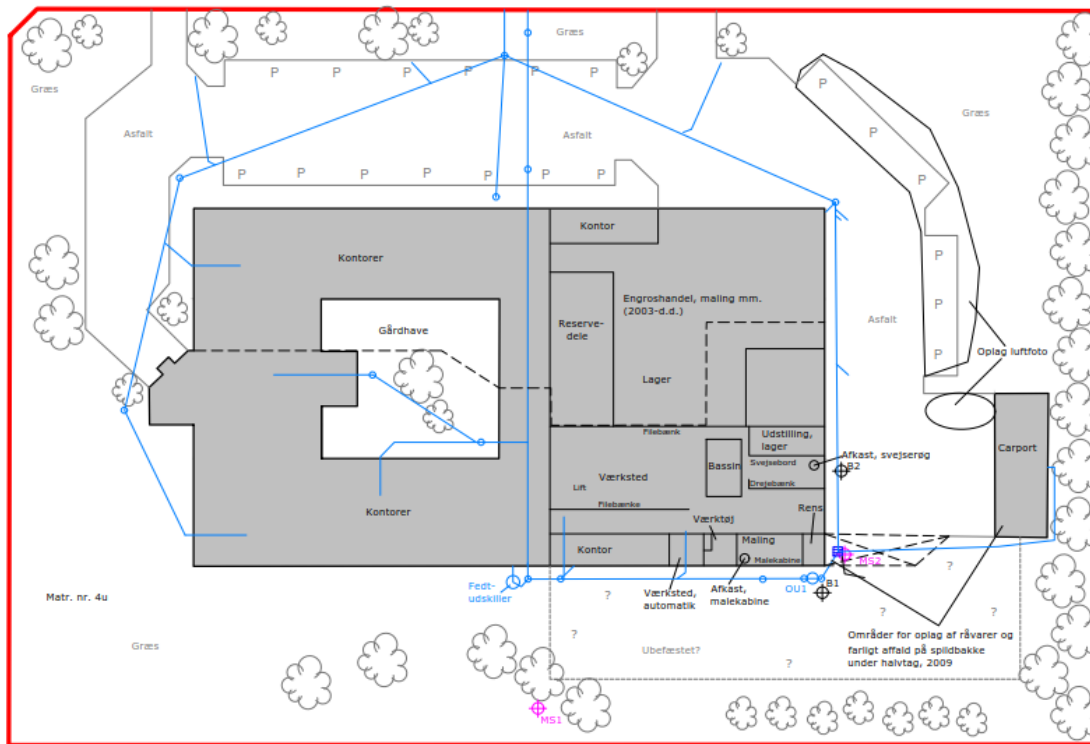


# Bilag 1.10 Indledende undersøgelse – lokalitet G

## Maskinfabrik (1985-d.d.)

Aktiviteter:  
Sprøjtetekabine, lakering, svejsning

Vandprøver	B1	B2
Filterdybde (m u.t.)	7,0-9,0	3,0-5,0
Vandspejl (m u.t.)	7,92	1,15
Kote vandspejl (mDVR90)	8,57	15,42
Dichlormethan (µg/L)	<0,02	<0,02



**SIGNATURER**

- Eksisterende bygninger
- Nuværende matrikelgrænse
- Beplantning/træer
- Kloak (nuværende/tidligere)
- Benzin-/oljeudskillerplacering
- Udendørs vaskeplads
- Parkeringsareal (ifølge luftfoto 2012)
- Opdeling af lejemålet i 2003
- Miljøteknisk boring, 1996
- Miljøteknisk filtersat boring

Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste. Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

**Region Hovedstaden**

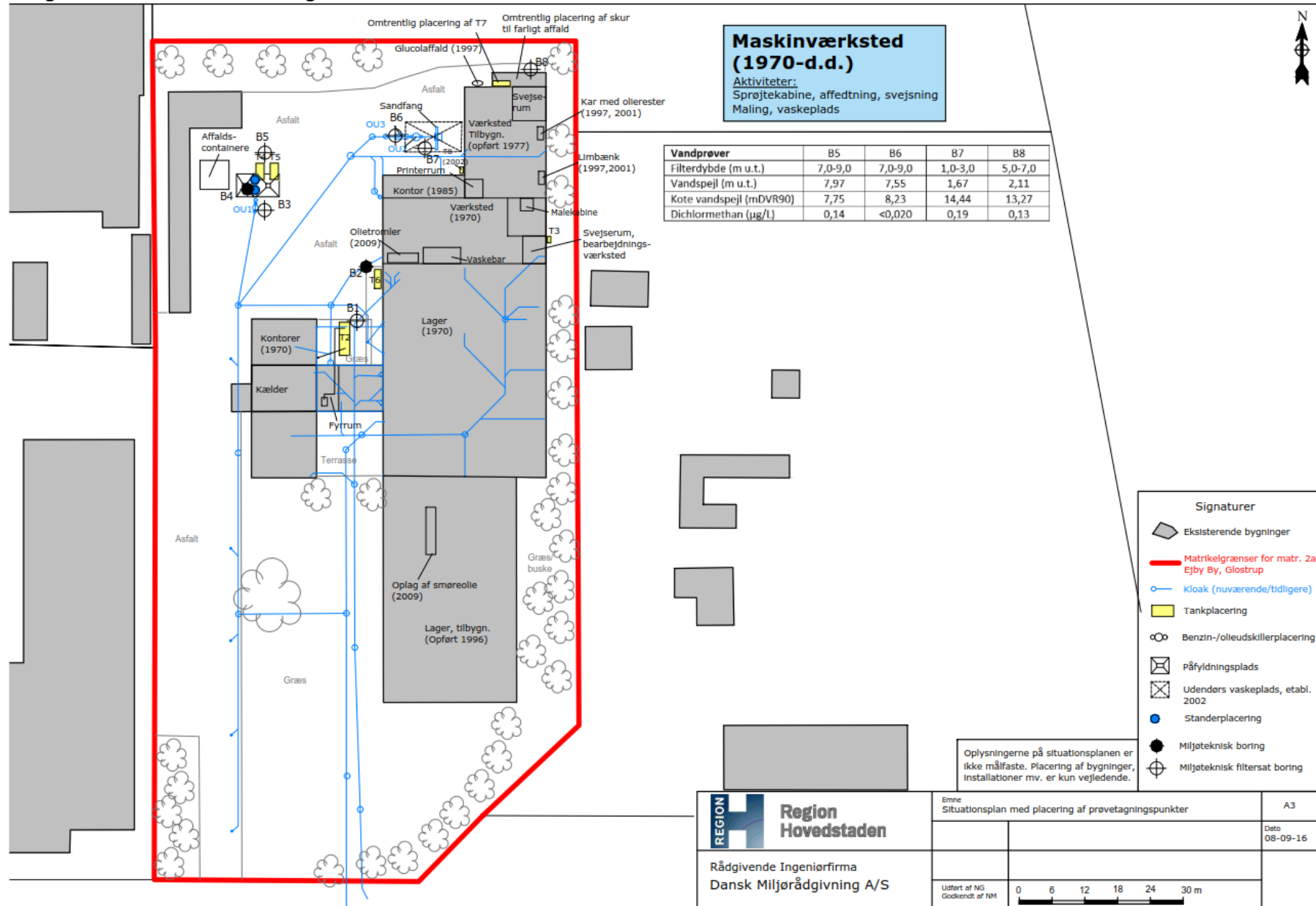
Rådgivende Ingeniørfirma  
Dansk Miljørådgivning A/S

Udført af NG  
Godkendt af PL

0 6 12 18 24 30 m

A3  
Dato 08-09-16

Bilag 1.11 Indledende undersøgelse – lokalitet H

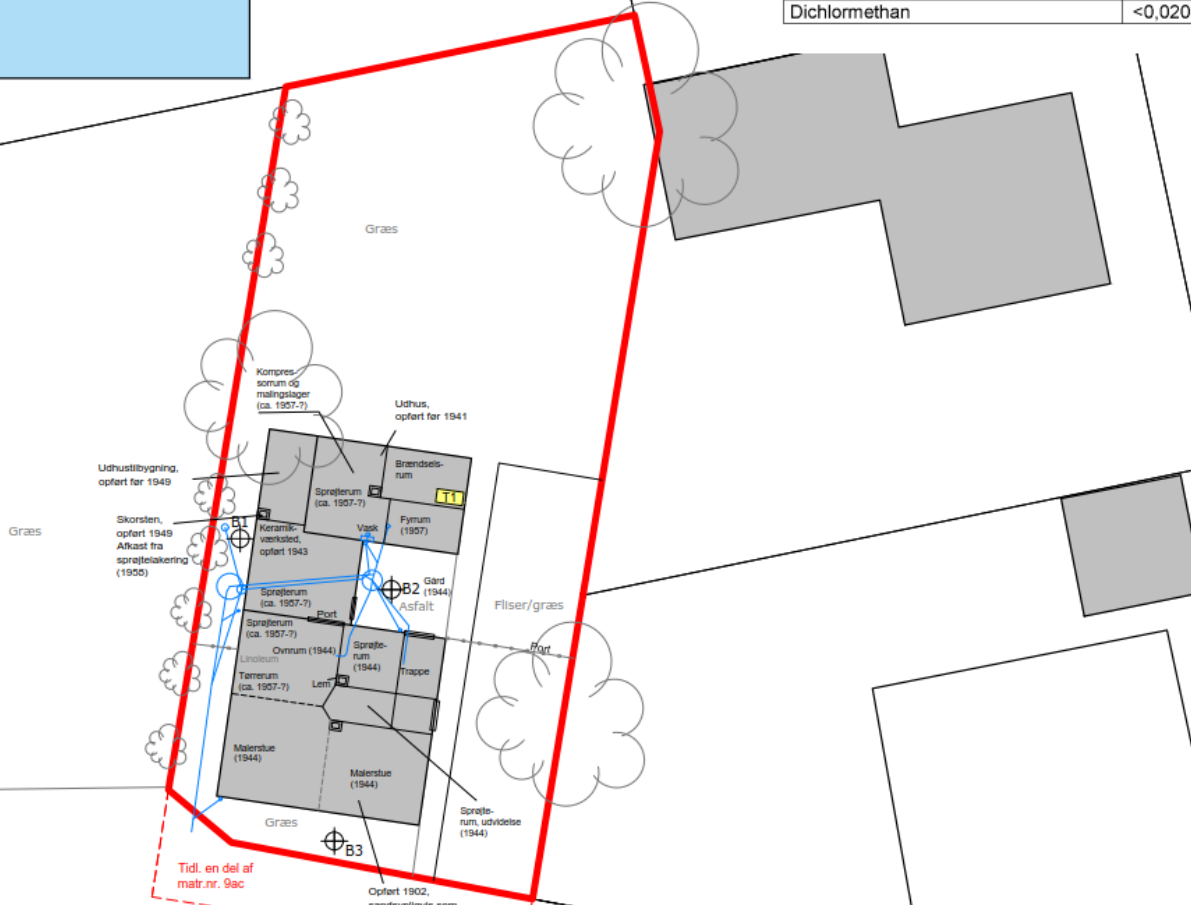




Bilag 1.12 Indledende undersøgelse – lokalitet I

**Sprøjtelakeringsværksted  
(1957-1969)**  
Aktiviteter:  
Sprøjtelakering

Vand µg/l	B1	B2	B3
Filter: m u.t.	7,5-9,5	7-9	4-6
Vandspejl m u.t.	5,47	5,47	5,10
Kote, Vandspejl (DVR90)	9,31	9,07	9,06
Dichlormethan	<0,020	<0,020	<0,020



**Signaturer**

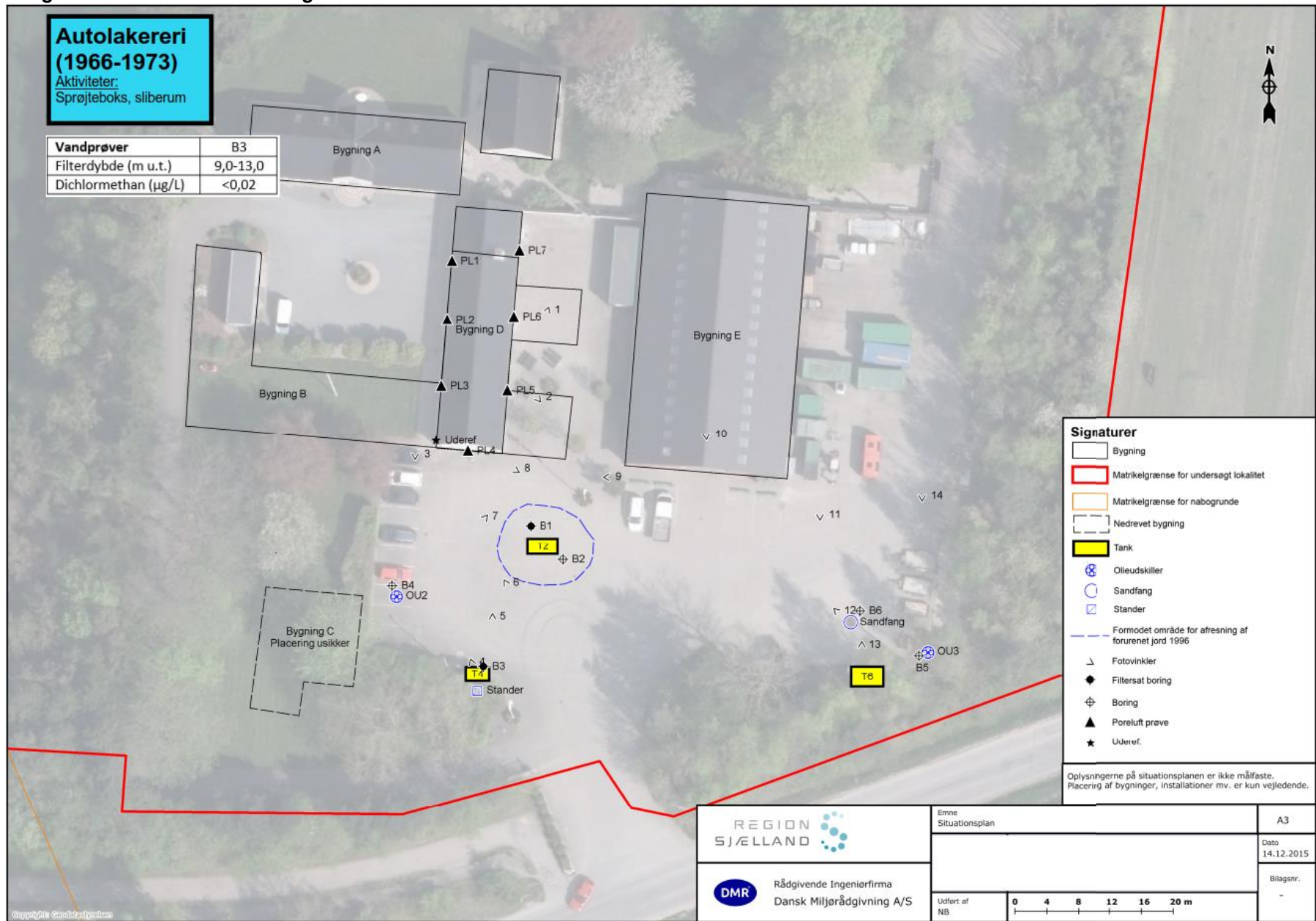
- Eksisterende bygning
- Matrikelskel
- Tidligere matrikelskel
- Beplantning/træer
- Kloak (nuværende)
- Tankplacering
- Miljøteknisk filtersat boring

Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste. Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

Tidl. en del af matr.nr. 9ac

	Emne	Situationsplan	A3
	Dato	09-09-16	
Rådgivende Ingeniørfirma Dansk Miljørådgivning A/S		Udført af NG Godkendt af PL	

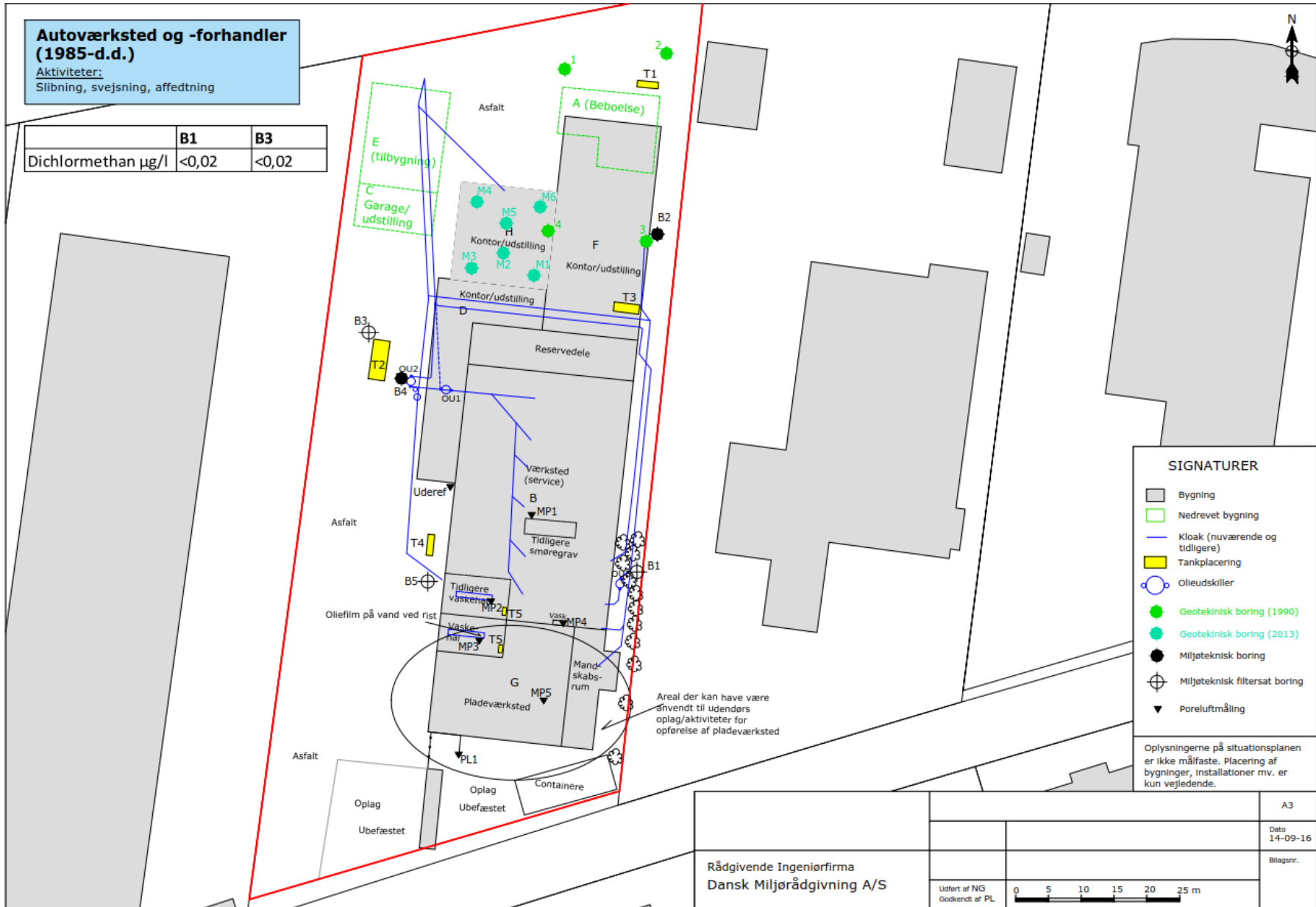
Bilag 1.13 Indledende undersøgelse – lokalitet J



**Bilag 1.14 Indledende undersøgelse – lokalitet K**

**Autoværksted og -forhandler (1985-d.d.)**  
 Aktiviteter:  
 Slibning, svejsning, affedtning

	B1	B3
Dichlormethan µg/l	<0,02	<0,02



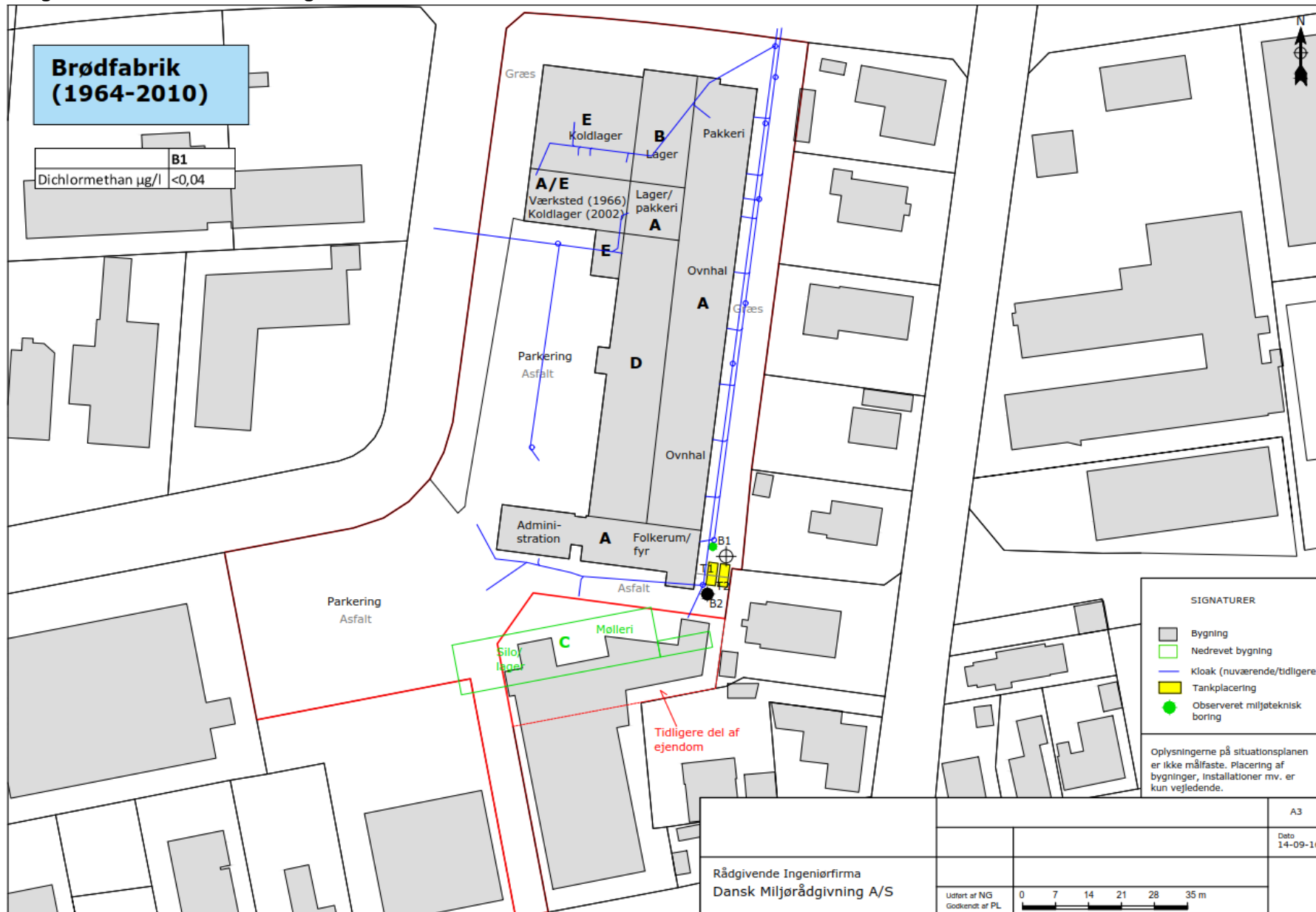
**SIGNATURER**

- Bygning
- Nedrevet bygning
- Kloak (nuværende og tidligere)
- Tankplacering
- Olieudskiller
- Geoteknisk boring (1990)
- Geoteknisk boring (2013)
- Miljøteknisk boring
- ⊕ Miljøteknisk filtersat boring
- ▼ Poreluftmåling

Oplysningerne på situationsplanen er ikke målfaste. Placering af bygninger, installationer mv. er kun vejledende.

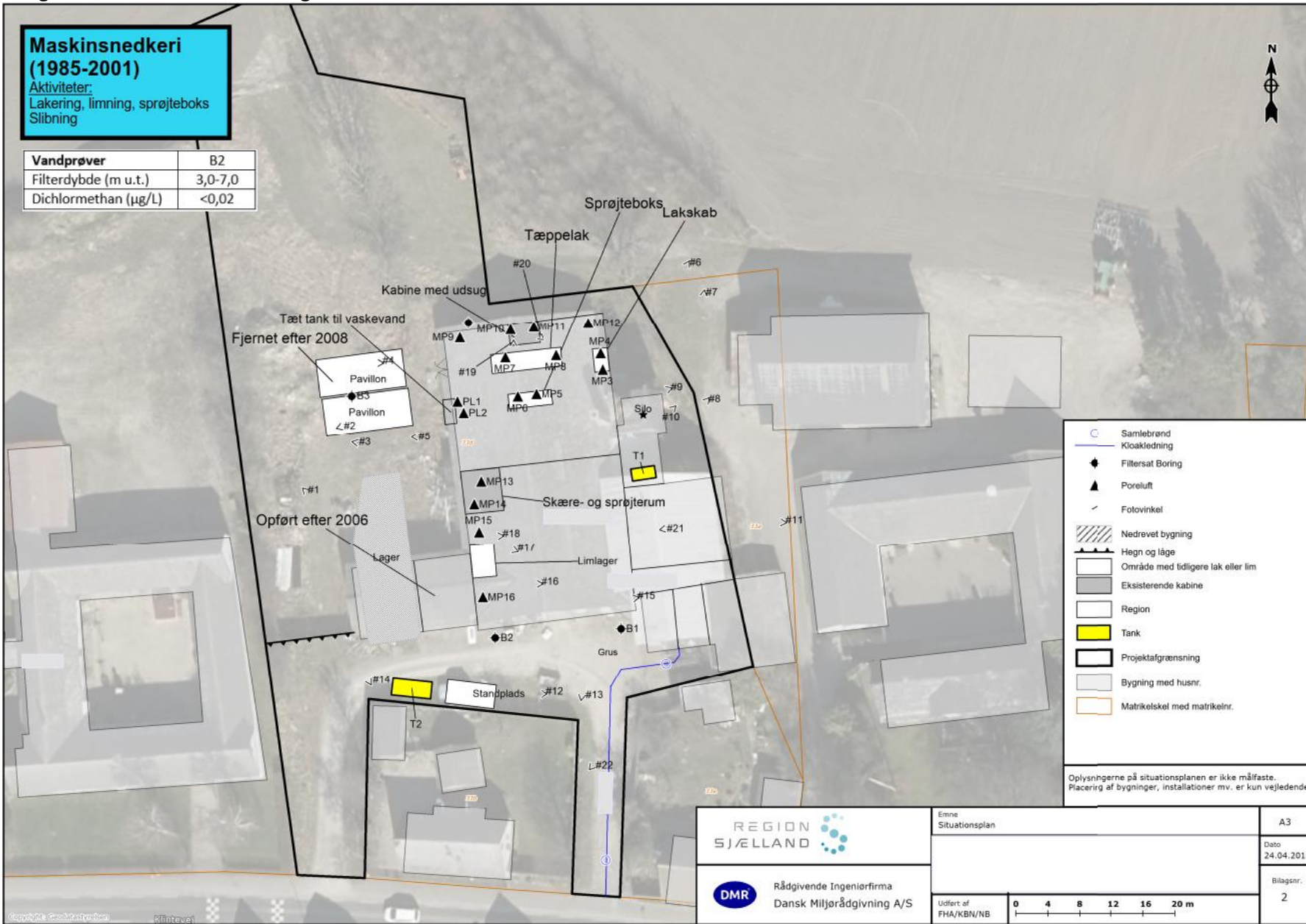
		A3
		Dato 14-09-16
Rådgivende Ingeniørfirma Dansk Miljørådgivning A/S		Bilagsnr.
Udført af NG Godkendt af PL	0 5 10 15 20 25 m	

Bilag 1.15 Indledende undersøgelse – lokalitet L



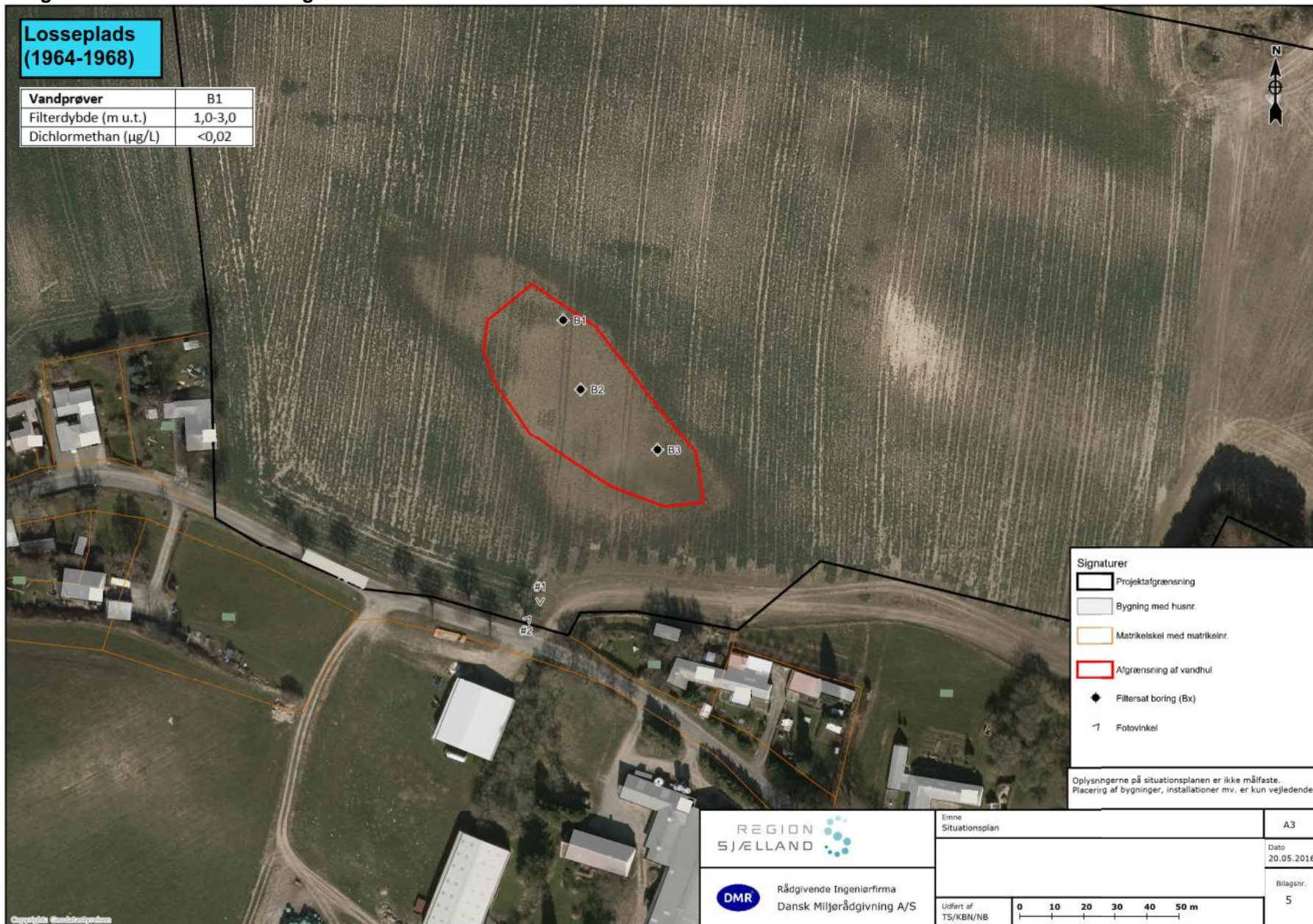


# Bilag 1.16 Indledende undersøgelse – lokalitet M

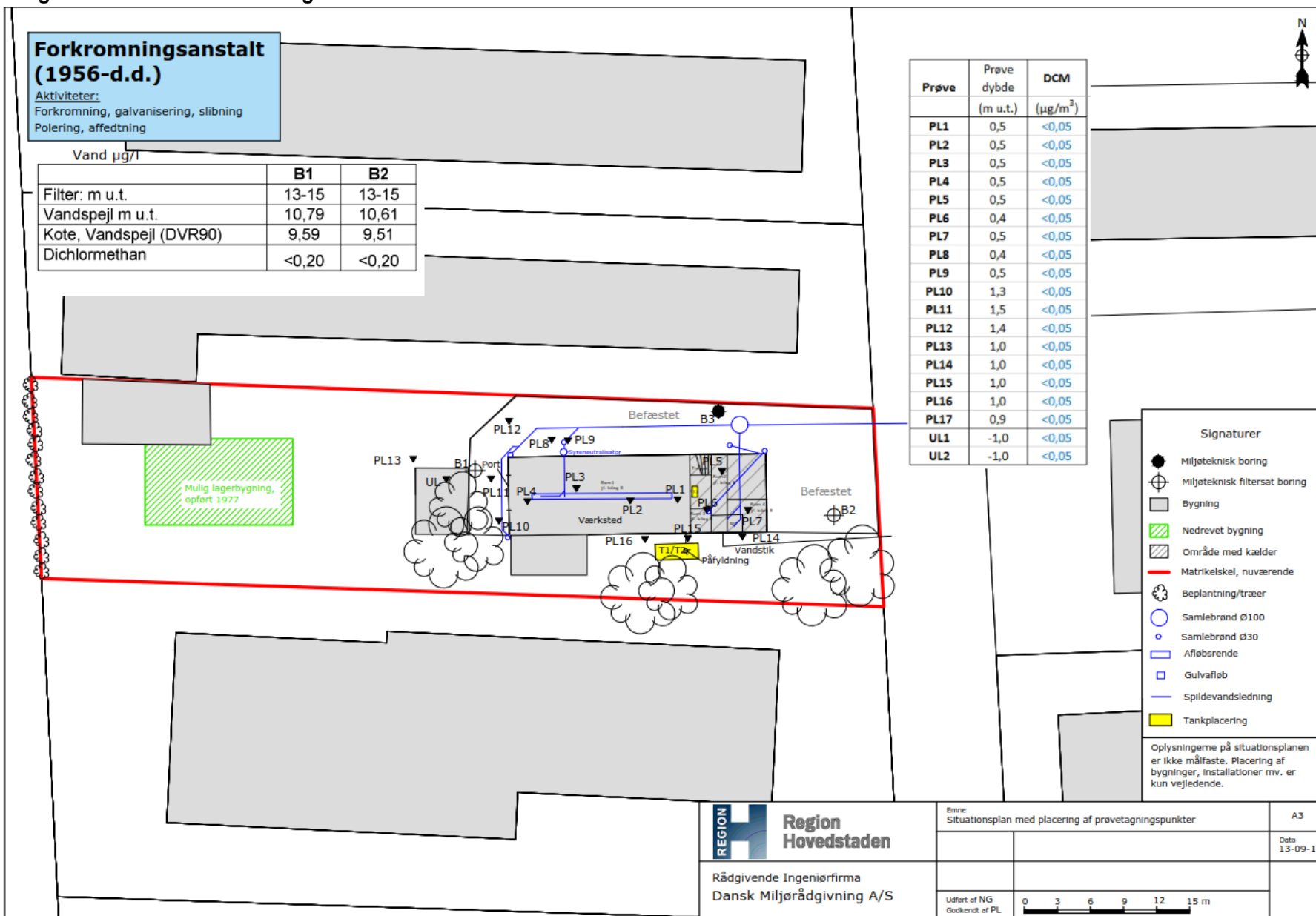




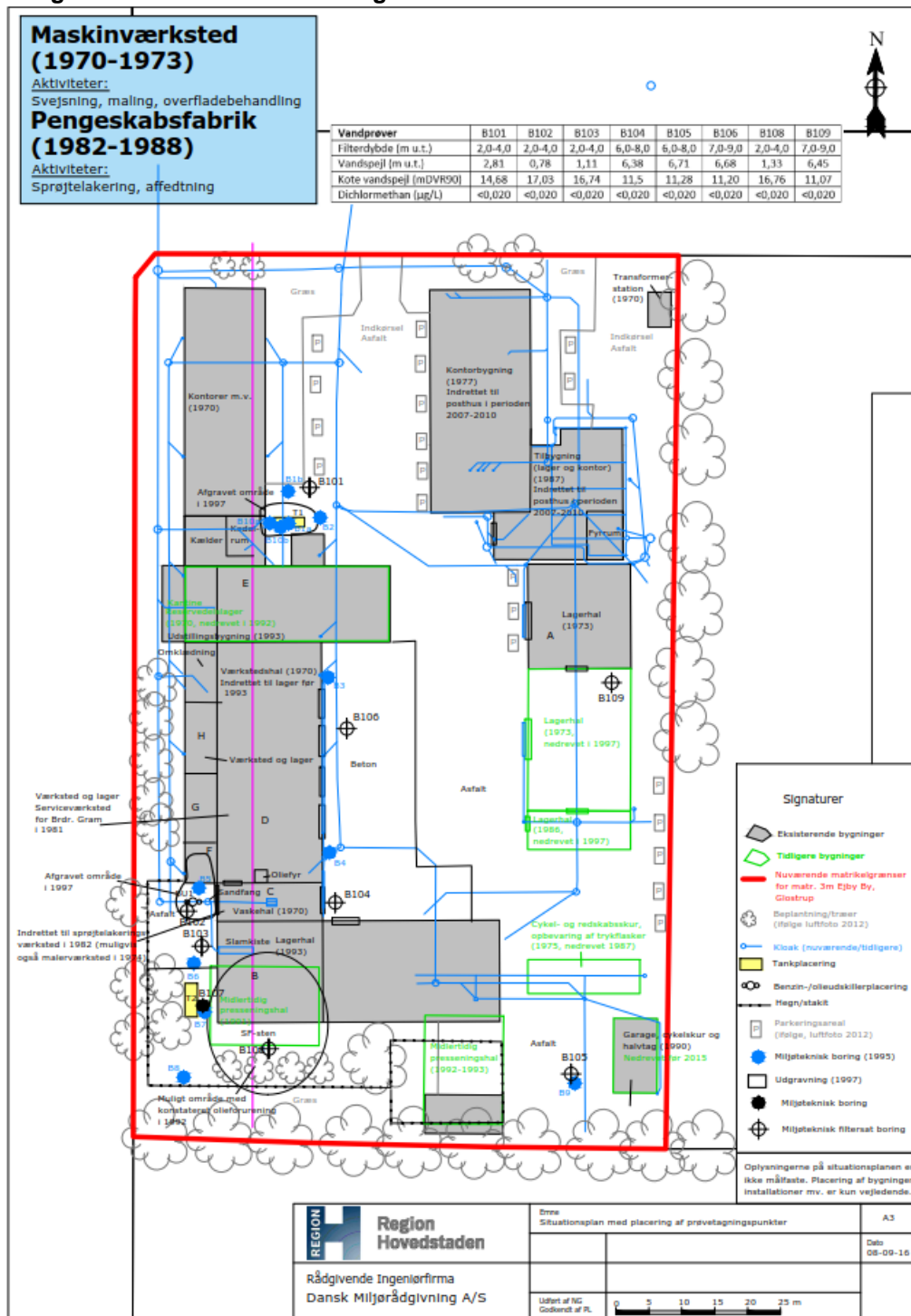
Bilag 1.17 Indledende undersøgelse – lokalitet N



# Bilag 1.18 Indledende undersøgelse – lokalitet O



# Bilag 1.19 Indledende undersøgelse – lokalitet P





# Bilag 1.20 Indledende undersøgelse – lokalitet Q



### Udredningsprojekt om dichlormethan (DCM)

Der har været rejst tvivl, om der overses forureninger med det klorerede opløsningsmiddel dichlormethan (DCM) ved forureningsundersøgelser på gamle industrigrunde. Dette skyldes for det første, at udtagningen af jordprøver til kemisk analyse typisk er baseret på indledende målinger foretaget med en photoionisationsdetektor (PID), som er følsom overfor klorerede opløsningsmidler generelt, men ikke overfor DCM. For det andet opdages DCM ikke ved de kemiske analysepakker, der typisk benyttes i forureningsundersøgelser på lokaliteter, som kan være forurenede med klorerede opløsningsmidler. Der er således risiko for helt at overse forureninger med DCM.

Denne problemstilling er blevet belyst ved, at der specifikt er blevet undersøgt for DCM ved 20 forureningsundersøgelser i Region Hovedstaden og Region Sjælland. Resultatet af disse undersøgelser tyder ikke umiddelbart på, at der er store oversete problemer med DCM.

Ved konkret kendskab til, eller mistanke om, brug af DCM på en industrigrund anbefales det at anvende en PID-måler med ekstra høj ioniseringsenergi (11,7 eV-lampe), samt at tilkøbe kemiske analysepakker indeholdende DCM.



Miljøstyrelsen  
Strandgade 29  
1401 København K

[www.mst.dk](http://www.mst.dk)