



# Geoprobe Sondering

05/2008

*Anders G. Christensen, Civilingeniør*

- Kort introduktion til metoden bag GeoProbe
- Anvendelsesområder, begrænsninger samt generelle forhold der skal være fokus på
- Specifikke undersökningsmetoder
  - Geologi/Hydrogeologi
  - Kortlægning af forurening
  - Kortlægning af fri fase DNAPL/LNAPL
- Eksempler fra konkrete sager
  - Dynamisk arbejdskoncept (TRIAD inspireret)
  - Dokumentation af In-Situ saneringer

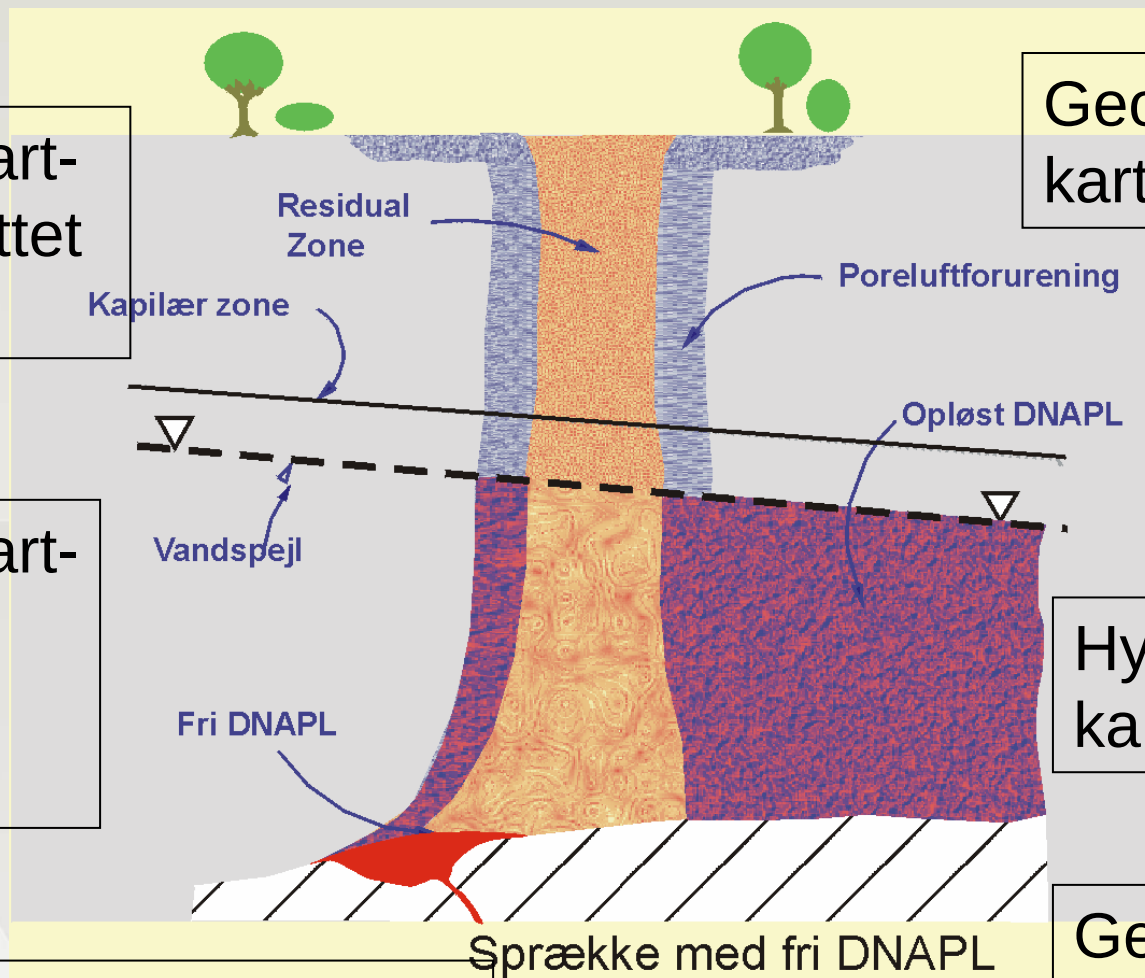


- Baseret på nedramning og vibration af stålrør i forskellige dimensioner (1,25"-3,25") - afhængig af formål
- Nedtrængningsdybden i sand/ler/silt op til 30 meter – kan ikke penetrere bjerg (granit/kalk)
- Selve udstyret er ofte monteret på et mindre terrængående køretøj
- Der findes andre leverandører end GeoProbe der anvender samme koncept (Powerprobe etc.)
- Metoden udviklet i USA og introduceret i Danmark i 1998 og siden 200x i Sverige

Forurenings kart-  
legning i umættet  
zone

Forurenings kart-  
legning i den  
mættede zone  
(grundvand)

Injektion af reagenser  
til In-Situ sanering



Geoteknisk  
kartlegning

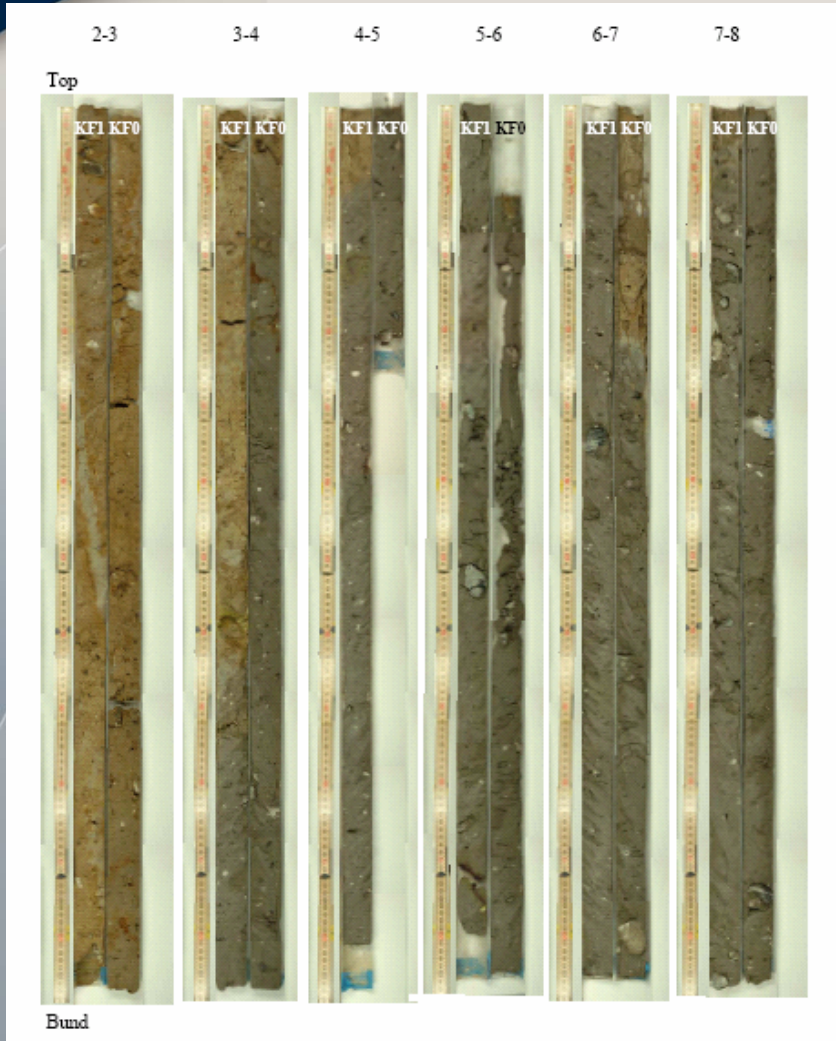
Hydraulisk  
kartlegning

Geologisk  
kartlegning

- Risiko for gennembrydning af lerlag og spredning af forurening til dybere magasiner
- Medrivning af forurening til større dybde ved fx gennempresning af horisonter med fri fase LNAPL/DNAPL
- Afpropning af etablerede borhuller enten under tilbagetrækning af rør eller efter borearbejdet
- Der opnås ikke direkte viden om geologi da der ikke normalt optages jordprøver
- Kan ofte være en mere effektiv metode til kortlægning af forurenede områder end ved traditionel skruvboring og prøvtagning
- Kræver et skifte i tankegang hos både rådgivere og bygherrer

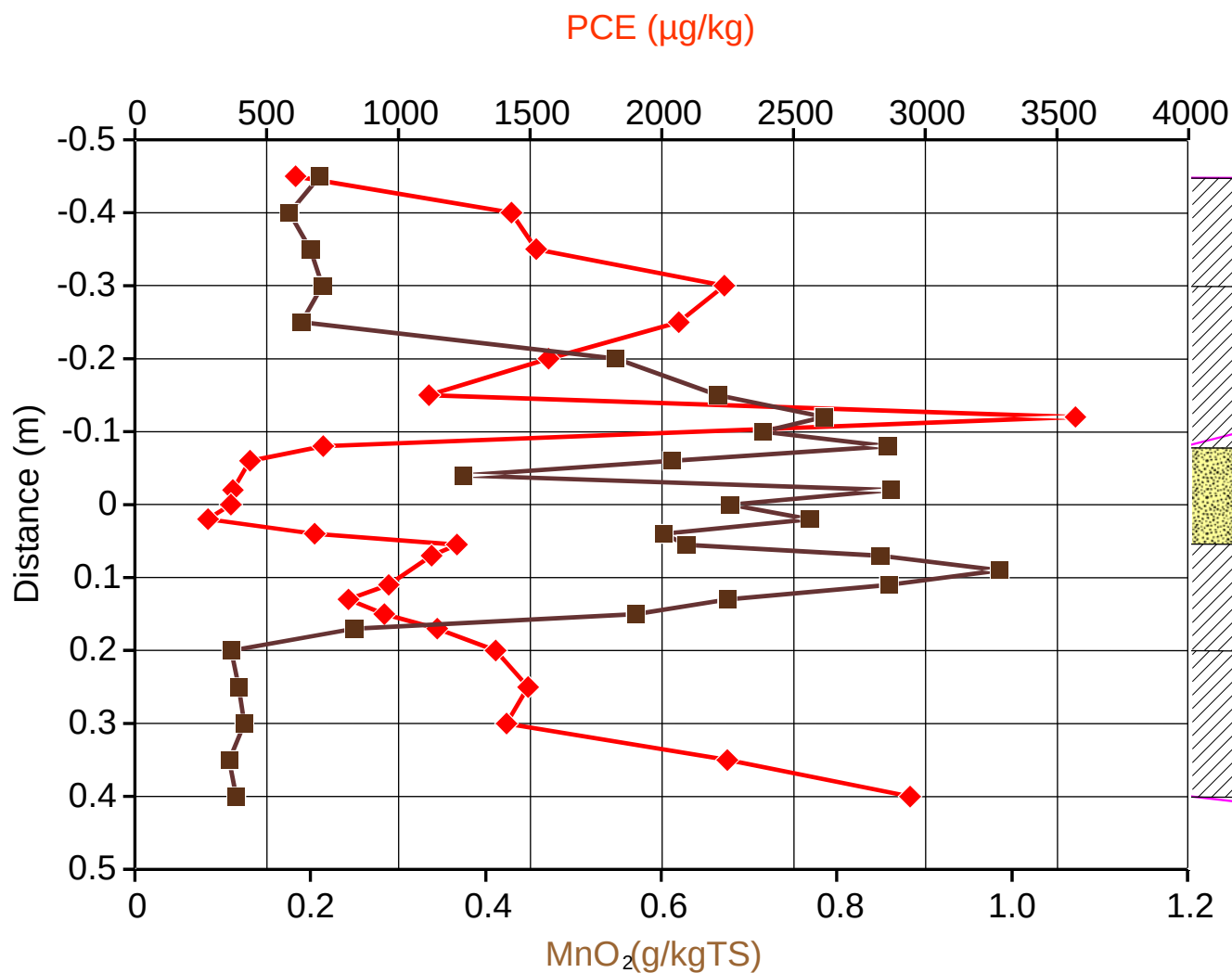
## Metoder – Geologisk og hydrogeologisk kartlegning

- Udtagning af jordprøver ved nedpresning af kerneprøvetager
- Ledningsevne- og gamma logs til vurdering af jordtyper og vandmætning
- Geotekniske logs til vurdering af jordens styrkeegenskaber
- Hydraulisk ledningsevne (mættet zone) og Pneumatiske ledningsevne (umættet zone) til vurdering af forureningstransport
- Installation af permanente filtre til monitorering af både poreluft og grundvand

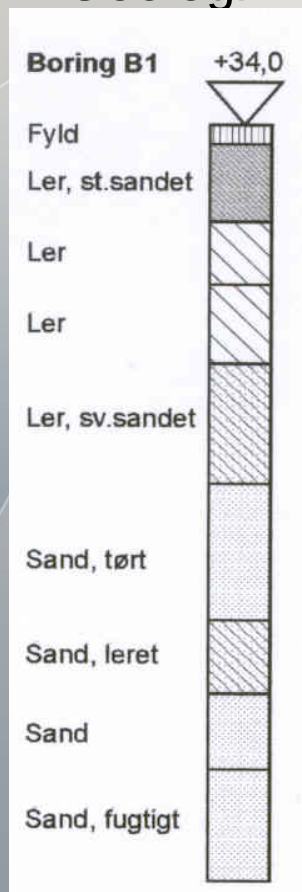


- Kerneprøvetagning vanskelig i stenet jord !

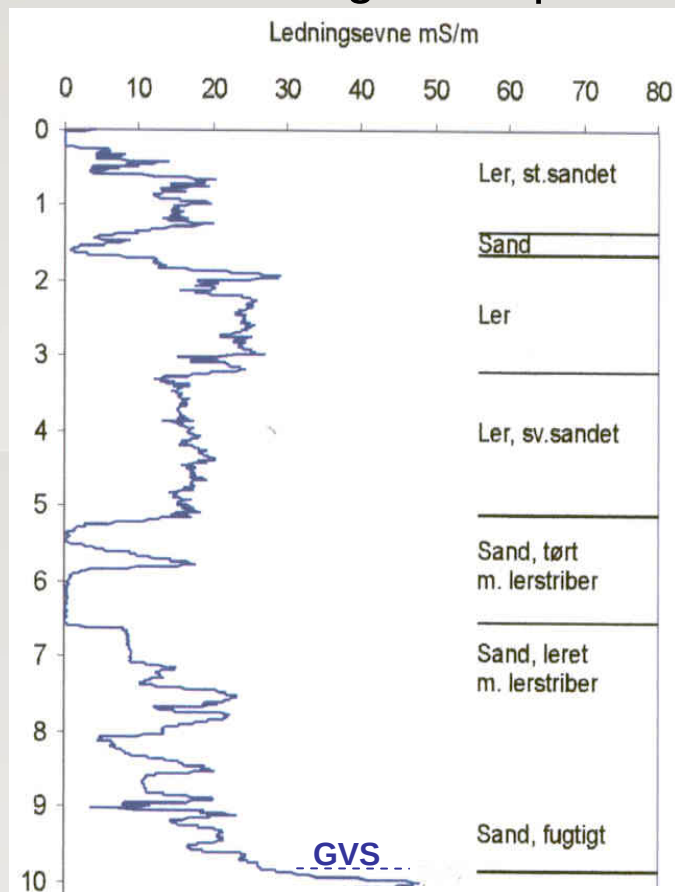
# Metode – Kerneprøvetagning og analyse for PCE og MnO<sub>2</sub> efter kemisk oxidation



## Geologi



## Tolket ledningsevne profil



## Udstyr



## Sonde



Forankring af Geoproben og CPT sonde klar til nedpresning



CPT-sonde fra ARA til måling af spidsmodstand, friktion og porevandstryk

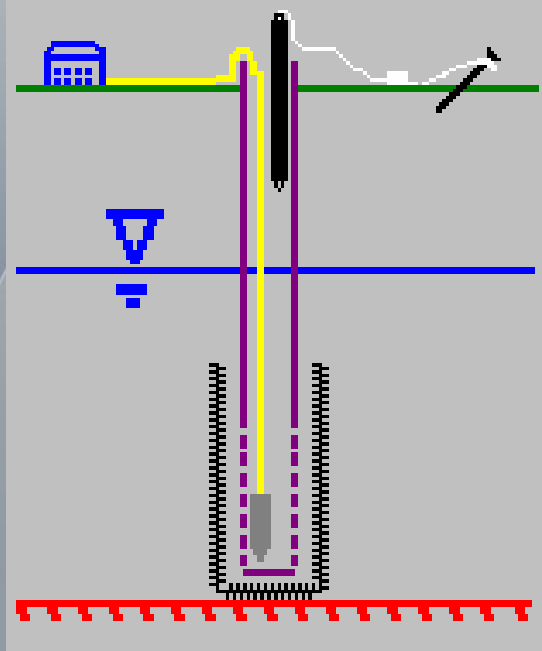


Dataopsamlingsudstyr



## Princip

© streamline 1998



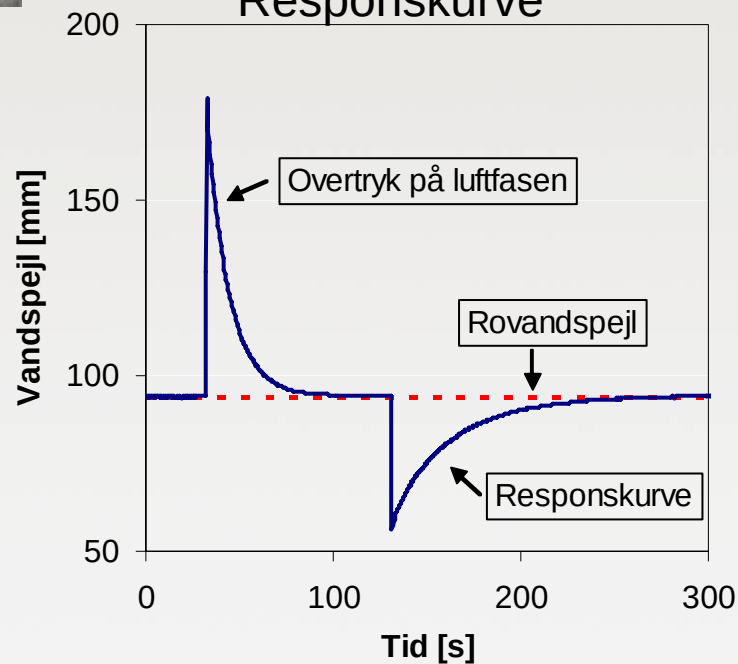
## Testudstyr



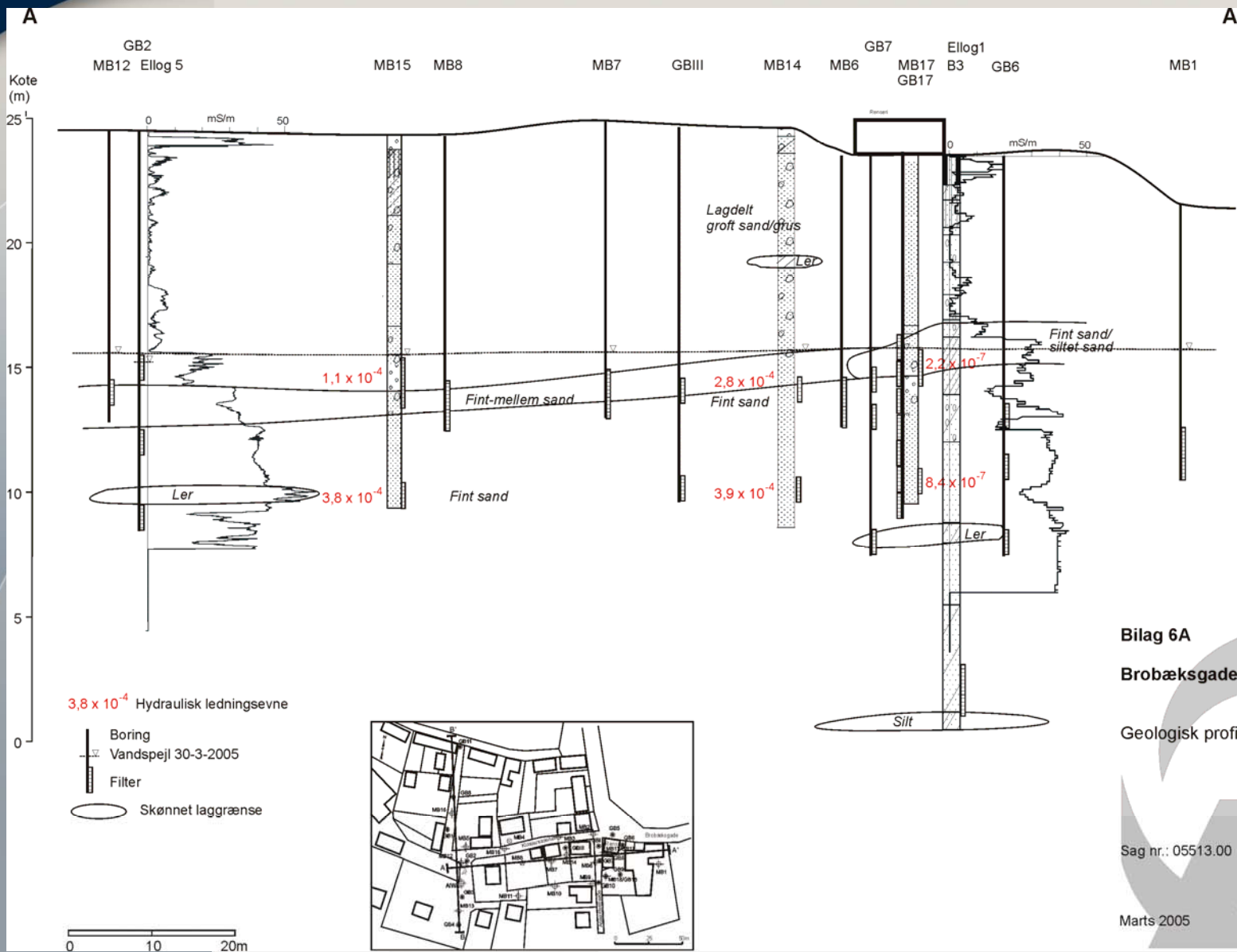
## Filter der måles i (SP-15)



## Responskurve



# Eksempel på kortlægning hydraulisk ledningsevne vha. slugtest kombineret med GeoProbe ledningsevnelog og skruvboringer



Bilag 6A

Brobæksgade 2, Slangerup

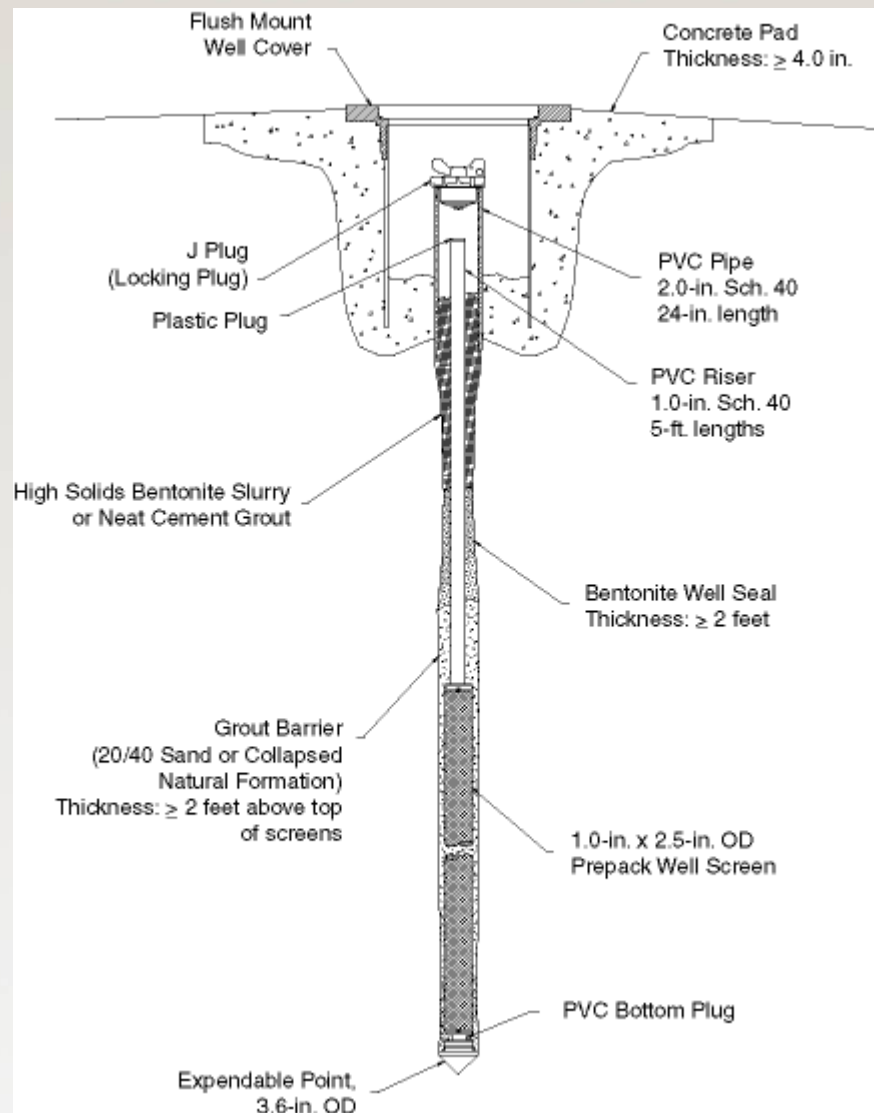
Geologisk profilsnit A - A'

Sag nr.: 05513.00

Marts 2005

## Metode – Installation af permanente Geoprobe filtre (prepacks)

- Forskellige diametre (1,25 til 5 cm)
- Forskellige måder til afpropning med bentonit
- Test i USA viser generelt sammenlignelige koncentration-niveauer sammenlignet med konventionelle monteringsboringer
- Hurtig metode
- Intet forurenet jord fra installationen
- Både til grundvand og poreluft



- Udtagning af niveauspecifikke vandprøver
- Udtagning af niveauspecifikke poreluftprøver
- Kortlægning af fri fase DNAPL med FLUTe liner
- Kontinuerte logs med FFD-sonde til kortlægning af LNAPL forureninger (olie/benzin)

## Metode - Niveauspecifik udtagning af vandprøver



**GeoProbe  
System**

**Filterenhed der  
nedpresses og åbnes i  
ønsket dybde**



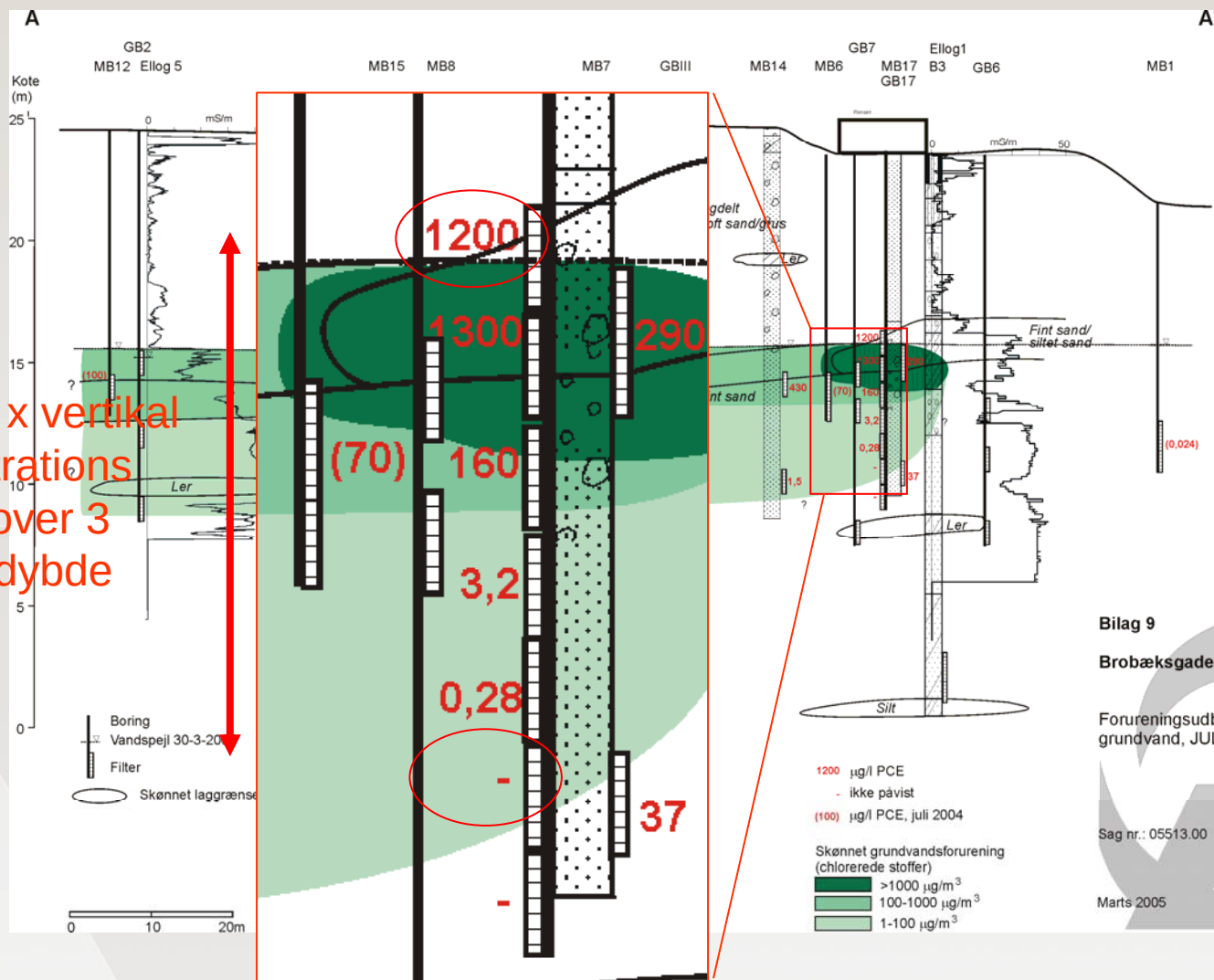
**Vippearms-  
pumpe**

**Flowcelle  
(ilt,temperatur,  
ledningsevne,  
redoxpotentiale)**



# Metode - Niveauspecifikke vandprøver udtaget med GeoProbe systemet og filtersatte skruvboringer. Vertikal kortlægning af PCE-fane.

>10000 x vertikal  
koncentrations  
forskell over 3  
meters dybde



Bilag 9

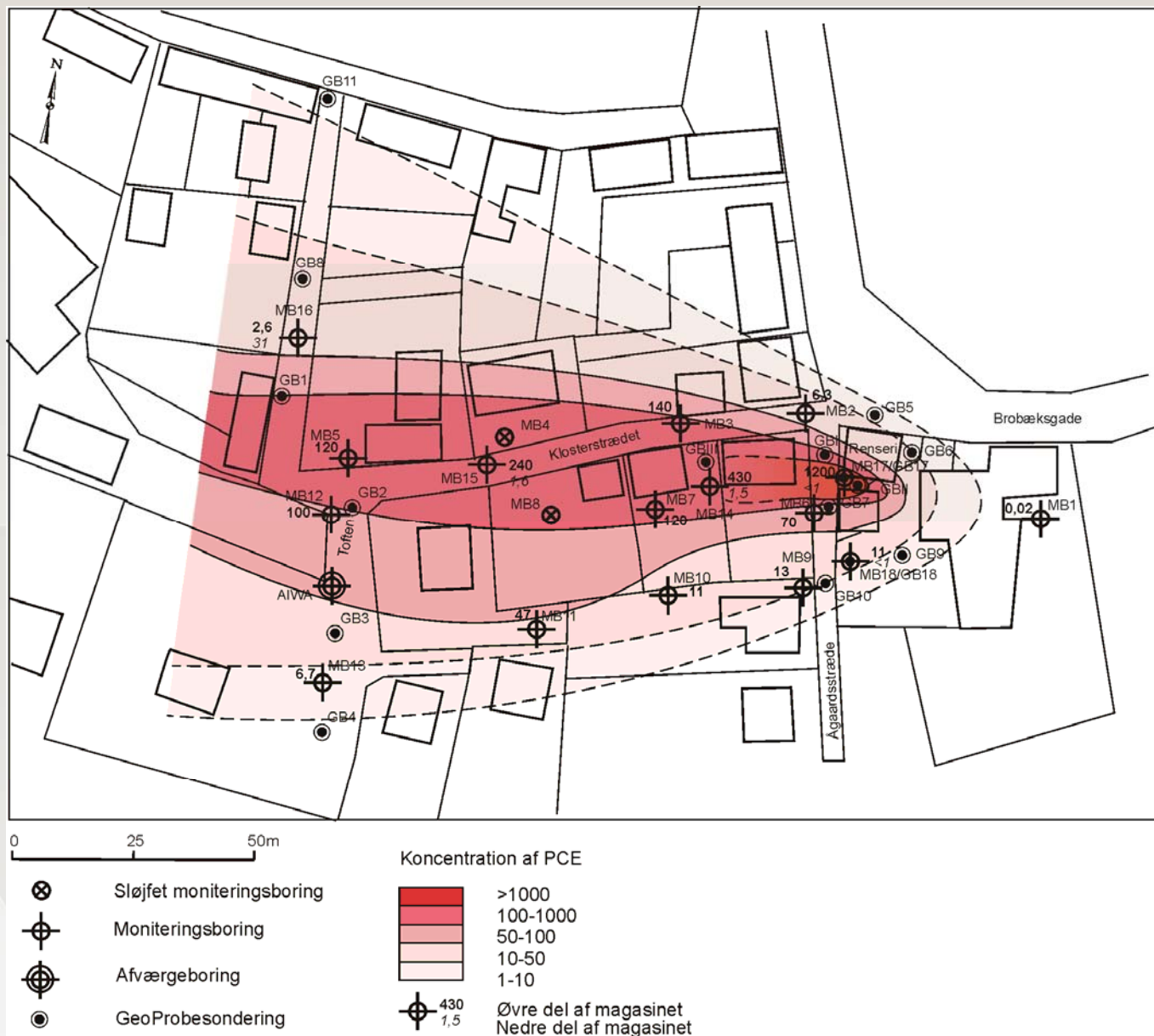
Brobækgade 2, Slangerup

Forureningsudbredelse i  
grundvand, JUL 2004 - JAN 2005

Sag nr.: 05513.00

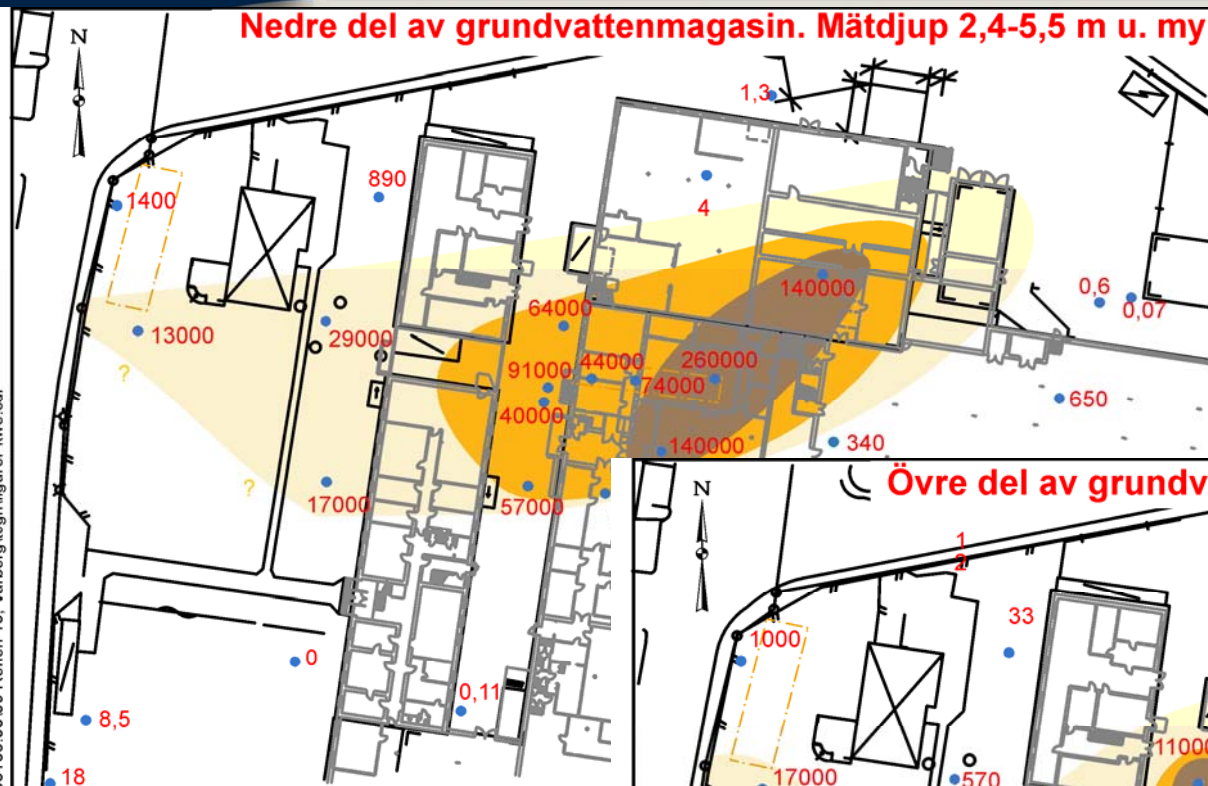
Marts 2005

# Metode - Niveauspecifikke vandprøver udtaget med GeoProbe systemet og filtersatte skruvboringer. Horizontal kortlægning af PCE-fane.



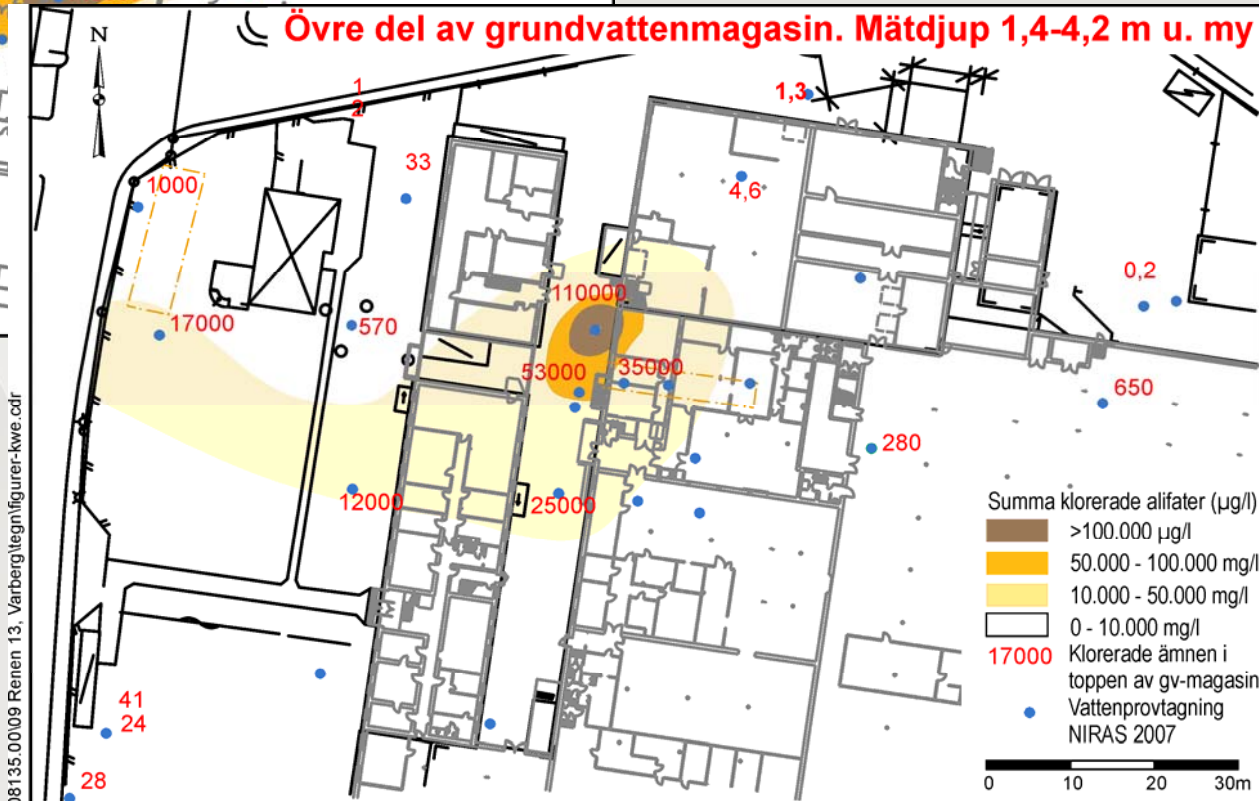
# Metode - Niveauspecifikke vandprøver udtaget på industritomt i Varberg til kortlægning af chlorerede alifater.

**Nedre del av grundvattenmagasin. Måtdjup 2,4-5,5 m u. my**



•Indikation på at fri fase TCE DNAPL findes i bunden af magasinet

**Övre del av grundvattenmagasin. Måtdjup 1,4-4,2 m u. my**



Summa klorerade alifater (µg/l)

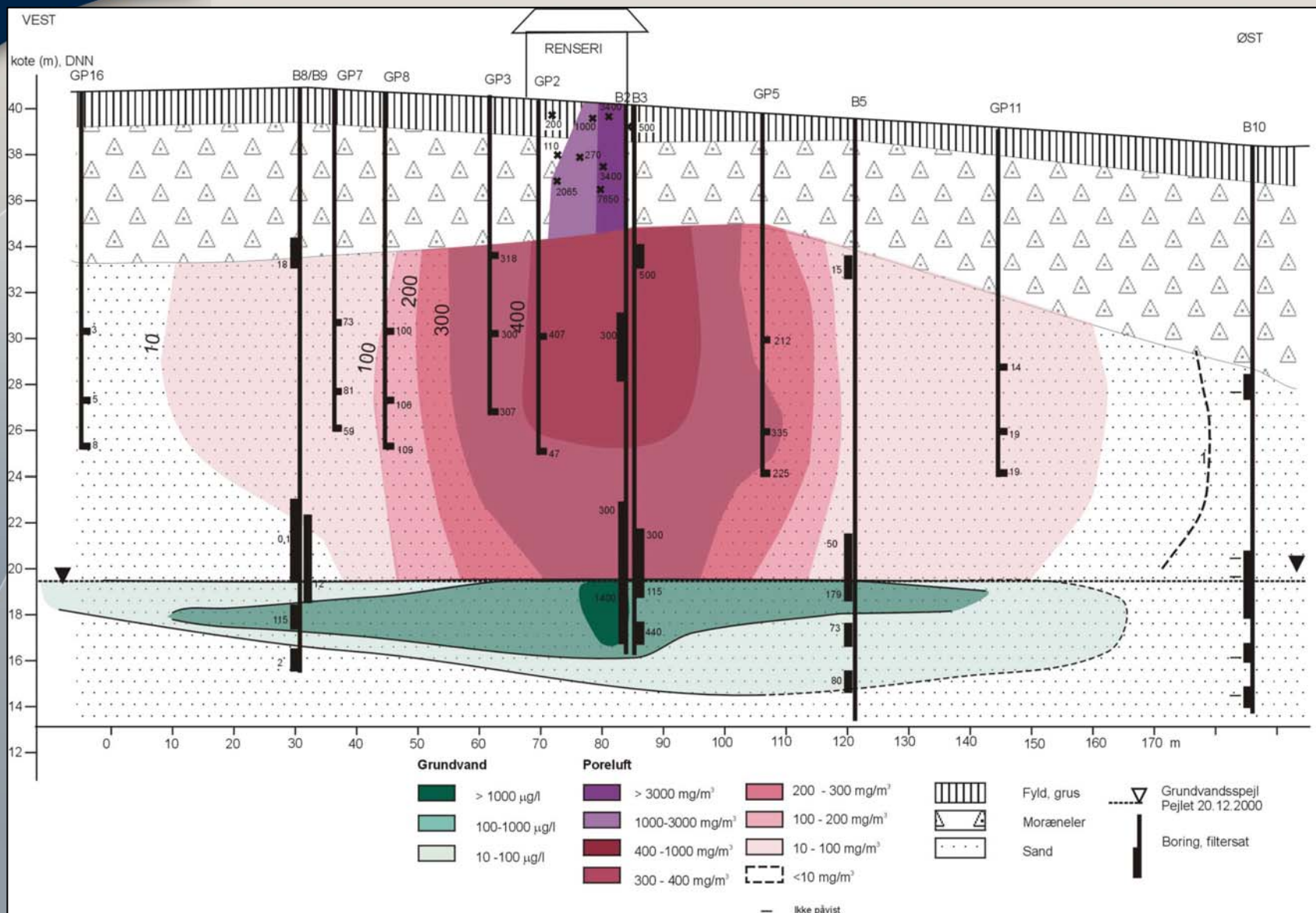
- >100.000 µg/l
- 50.000 - 100.000 mg/l
- 10.000 - 50.000 mg/l
- 0 - 10.000 mg/l

17000 Klorerade ämnen i toppen av gv-magasinet

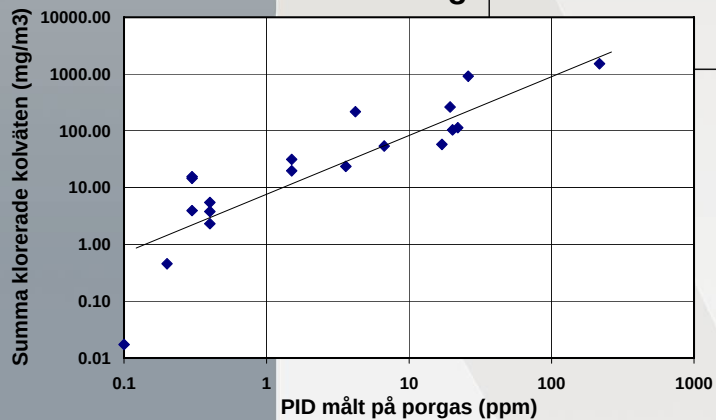
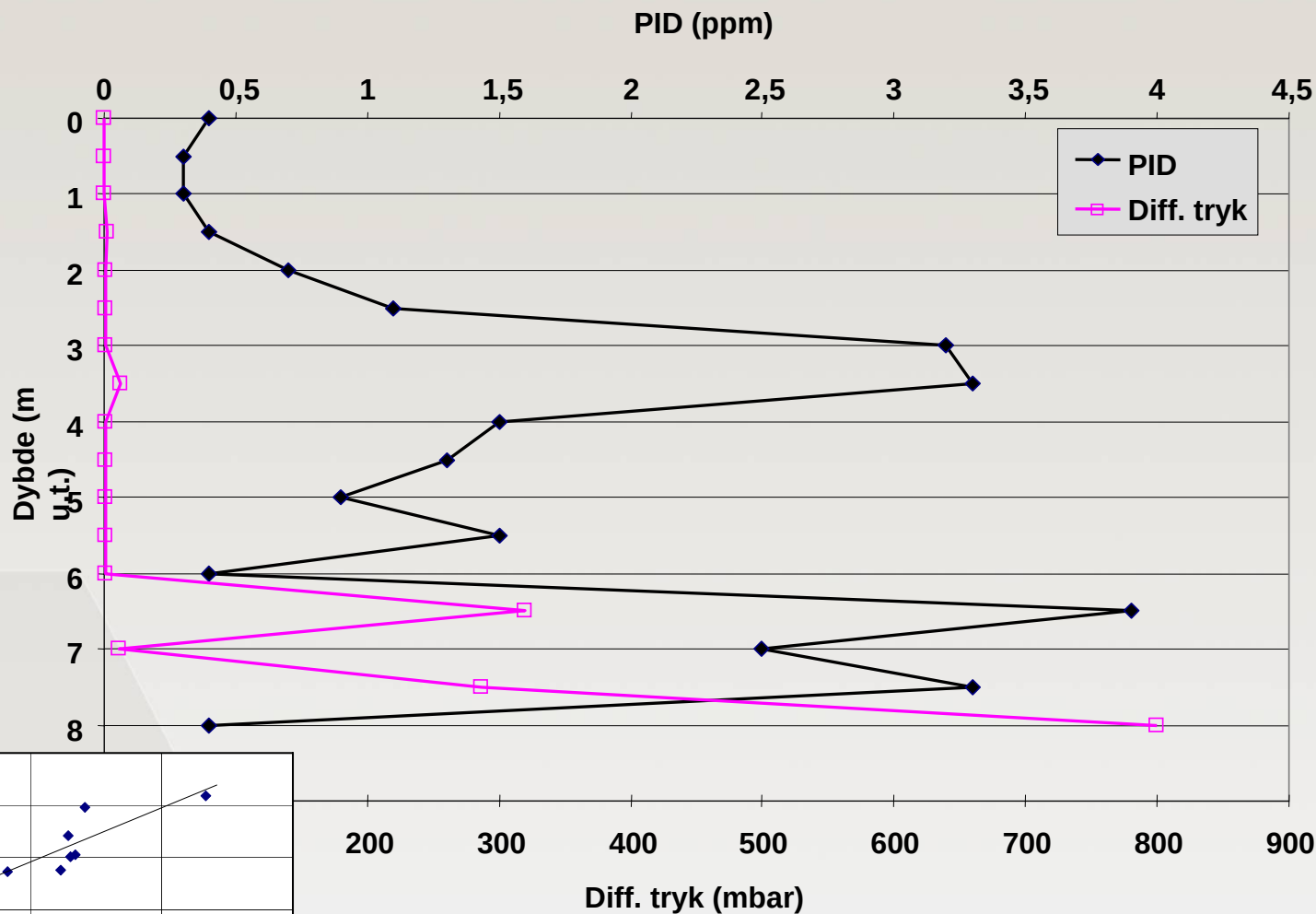
Vattenprovtagning NIRAS 2007

0 10 20 30m

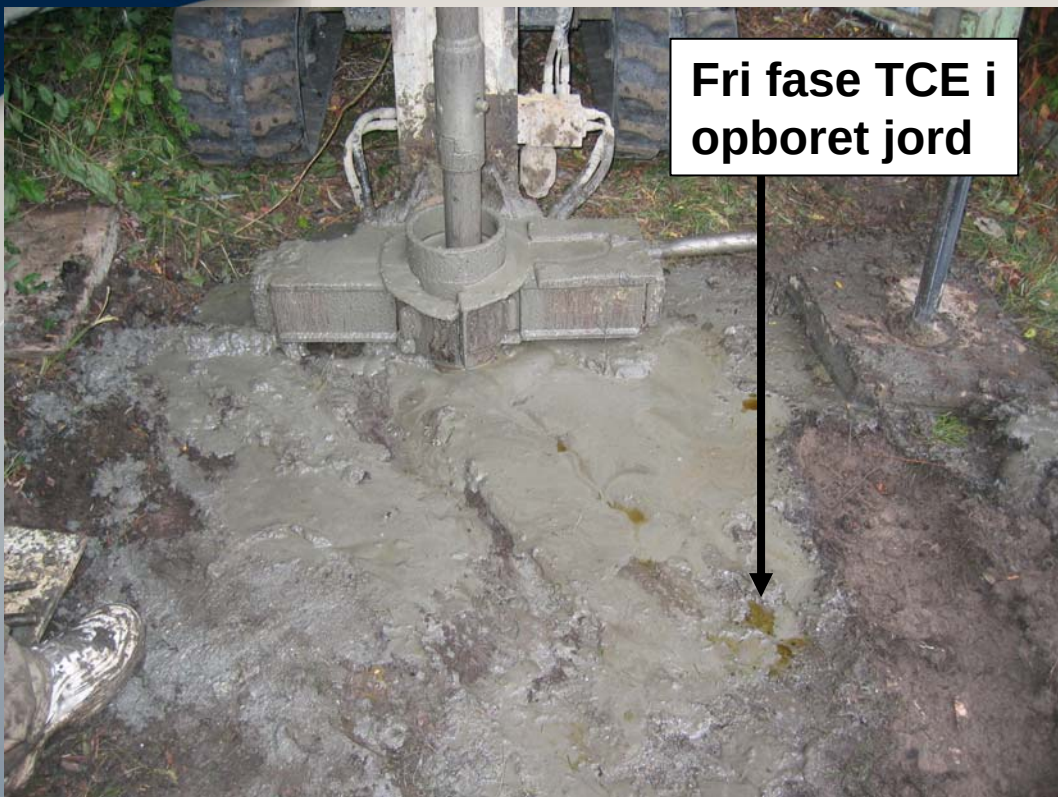
# Metode - Niveauspecifikke udtagning af porgas til kortlægning af PCE i den umættede zone



# Metode - Niveauspecifik udtagning af porgas och on-line analys for VOC ved hjælp af PID-detektor



## Metode – FLUTE liner til påvisning af fri fase TCE (DNAPL) påvist i jordprøver fra filtersatte skruvboringer på industritomt



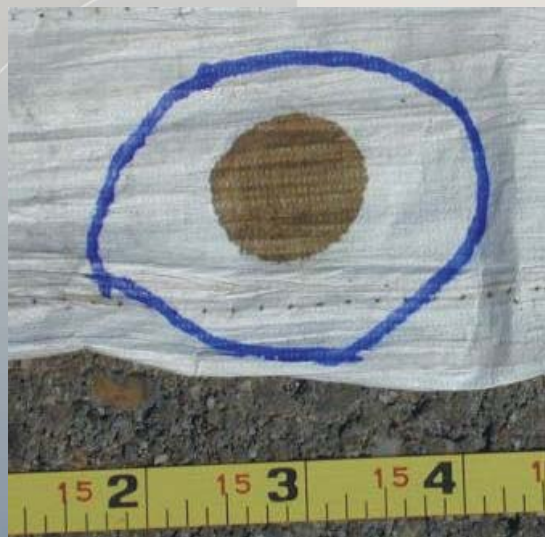
Fri fase TCE  
oppumpet fra  
monteringsboring



- Hvordan kortlægges fri fase DNAPL på den mest effektive måde ?

Fri fase TCE påvist  
i jordprøver med  
SudanIV farvestof  
på jordprøver

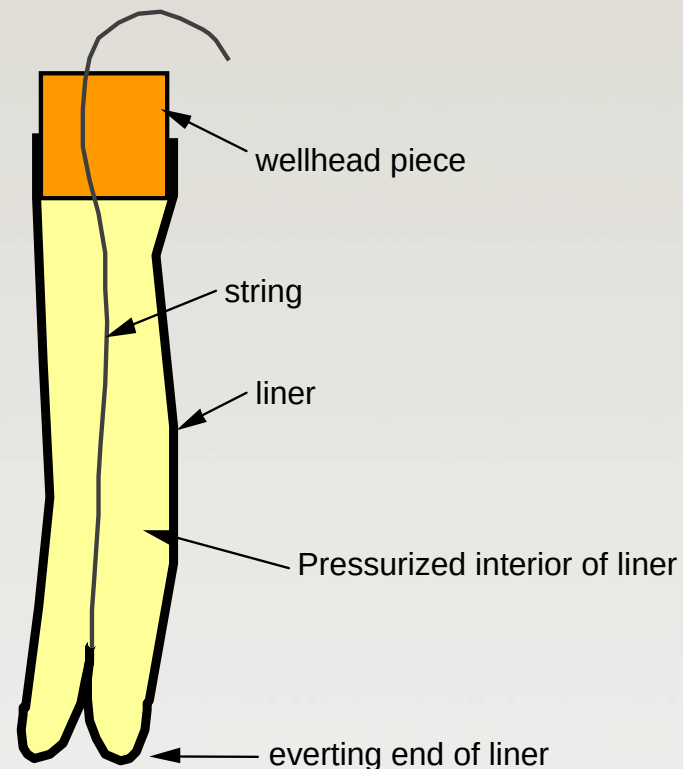




Farverektion  
mellem fri fase olie  
og den udvendige  
papirmembran

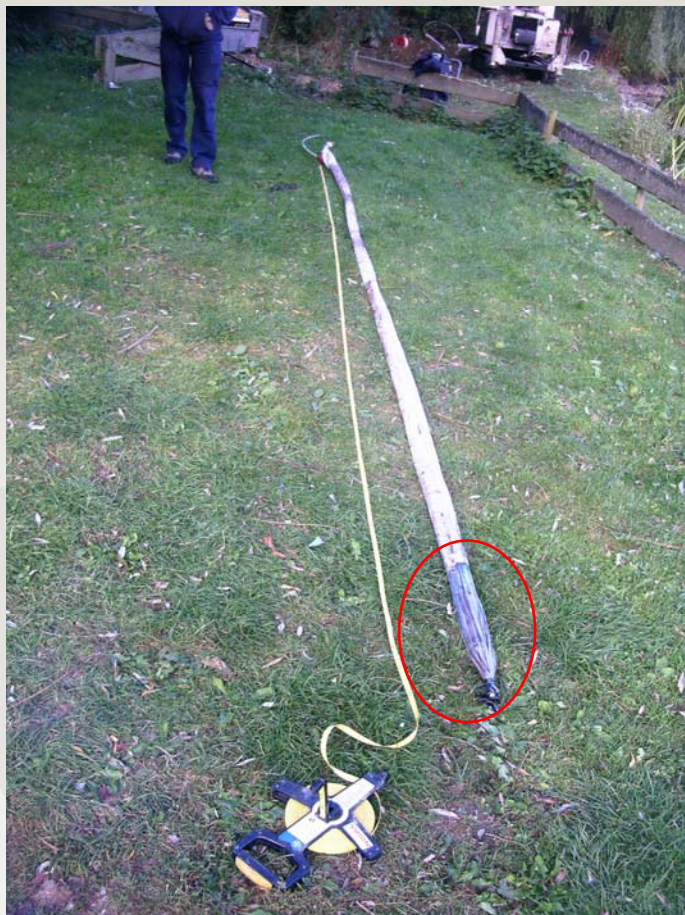


Farverektion  
mellem fri fase TCE  
og den udvendige  
papirmembran



Princip for  
installation af liner  
i et borehul

## Metode – FLUTe liner installeret vha. GeoProbe system og med tydelig reaktion fra fri fase TCE

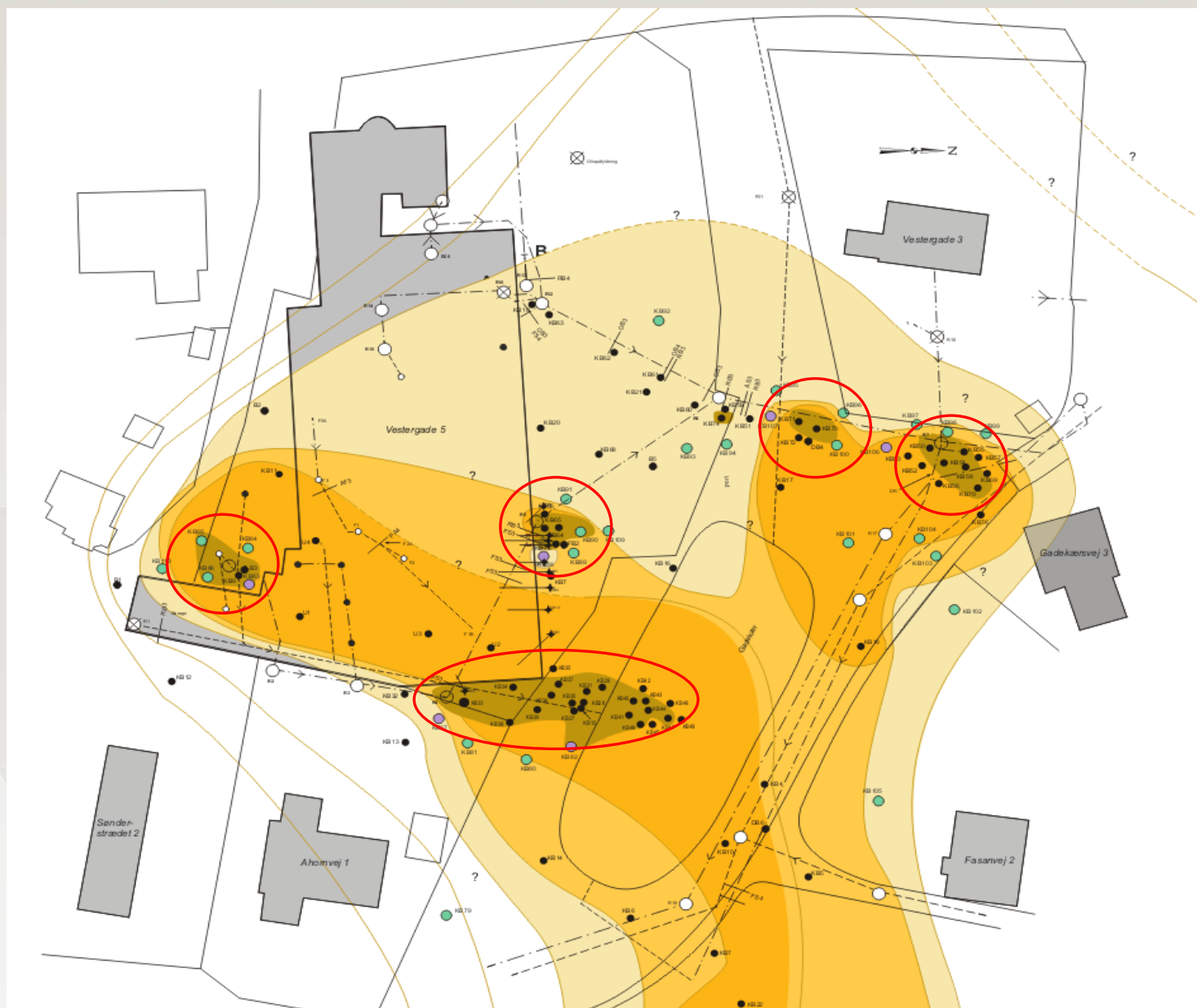


**Fri fase TCE fra 4.2 til 4.6 m**

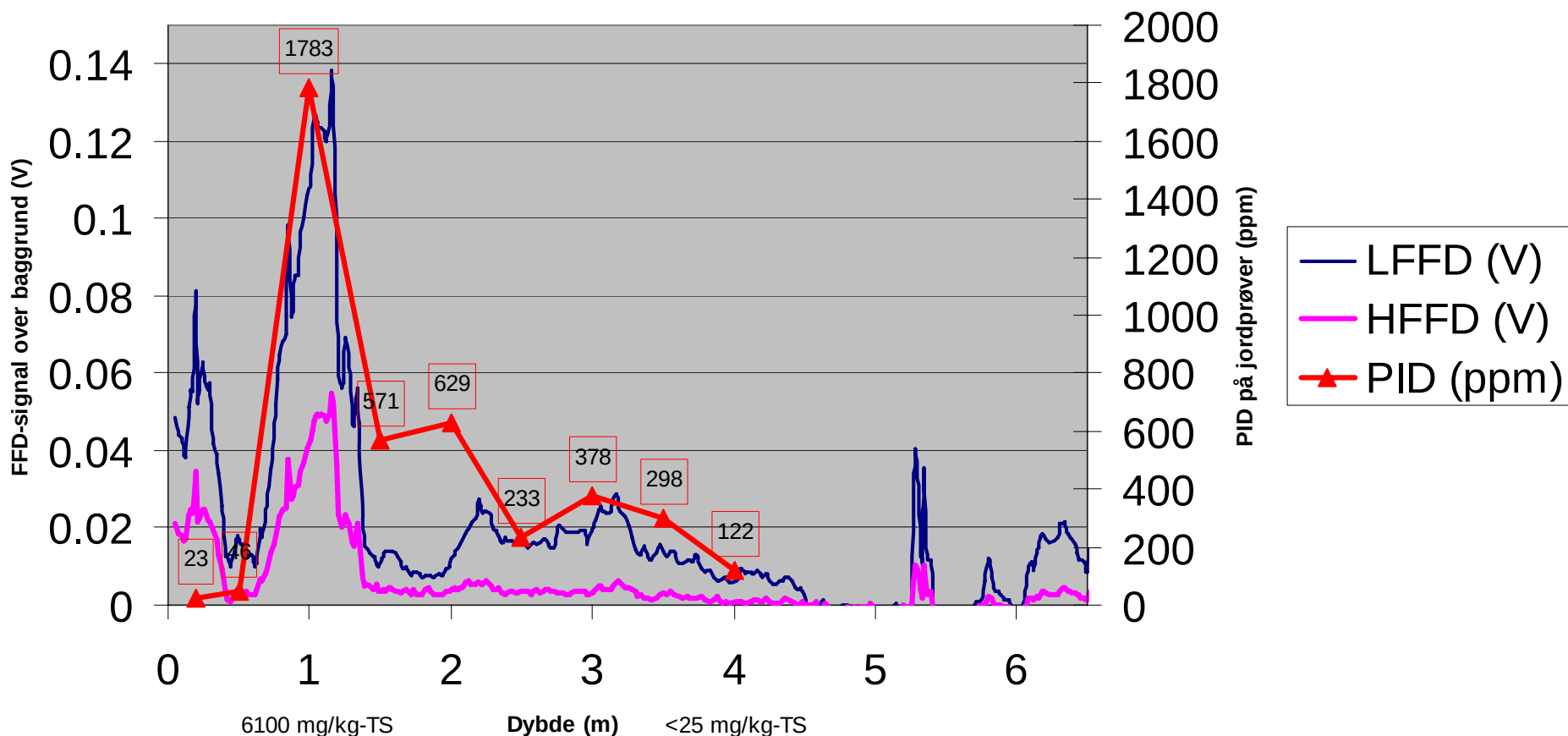


**Installation af FLUTe liner i  
1,25" GeoProbe rør**

# Metode – FLUTE liner kombineret med de øvrige Geoprobe metoder påviste 5 afgrænsede områder med fri fase TCE (>2000 l)



B12: Differens på ca. 0.13 V på LFFD-kanalen svarer til ca. 6500 mg/kg-TS eller 500 mg/kg-TS pr. 0.01 V



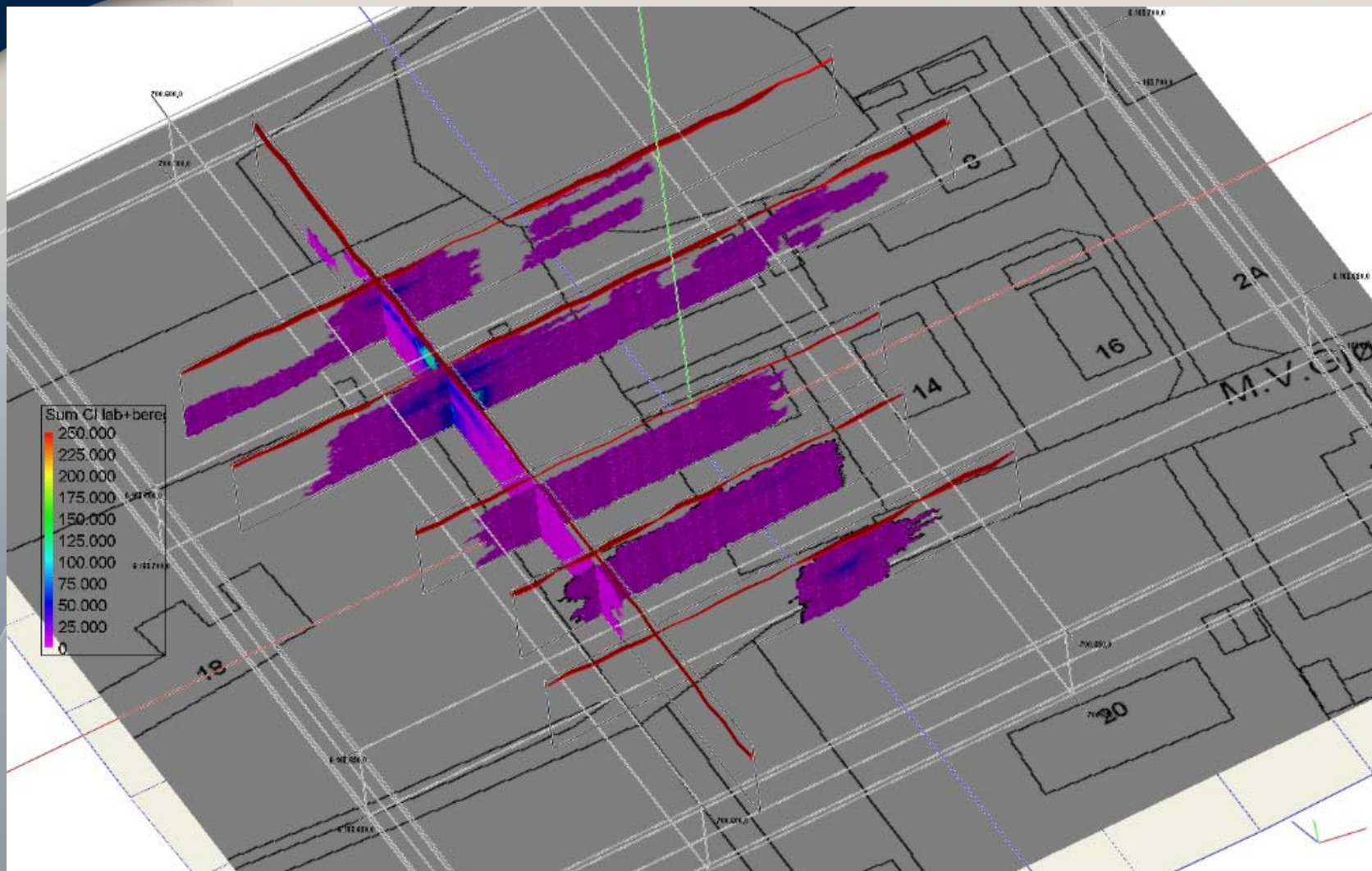
- God sammenhæng mellem traditionel headspace screening på jordprøver med PID-apparat i lab og in-situ måling med FFD-sondens to målekanaler (LFFD og HFFD)

- Dynamisk undersøgelseskoncept baseret på:
  - niveauspecifikke vandprøver
  - GC-feltanalyse
  - real-time data visualisering
  - optimal planlægning af prøvetagningspunkter
- Injektion af forskellige reagenser til in-situ sanering af olie/benzin og klorerede alifater

## Metode - Niveauspecifikke vandprøver udtaget på industritomt i Danmark til kortlægning af chlorerede alifater.



- 5 forskellige områder med fri fase PCE (DNAPL)
- Forureningsfane med PCE findes midt i et byområde
- Fanen kortlagt langs traceer med 50-250 m afstand
- Hvert trace har krævet mindst 5-8 målepunkter i 3 dybder (i alt 160 prøver)
- Feltanalyser for PCE i vandprøver giver mulighed for en dynamisk arbejdsproces
- Geoprobe kombineret med felt-GC koster ca. 50% af traditionelt koncept med traditionel skruvborning



**Injektion gennem 1,25" standard Geoprobe rør**



**Special pumpe til injektion af  
bl.a persulfat,  
kaliumpermanganat og  
substrat opløsninger til  
biologisk sanering af  
klorerede alifater**

# Metode – Ledningsevne log udført før og efter injektion af oxidationsmiddel (persulfat) til dokumentation af fordeling

