

Klorerte løsemidler er et stort inneklimateproblem i Danmark - så hvorfor ikke i Norge?

Poul Larsen, utviklingsleder, Ph.D
Claus Larsen, kvalitetssjef
Andreas Houlberg Kristensen, Sivilingeniør, Ph.D.



Industrier med klorerte løsningsmidler



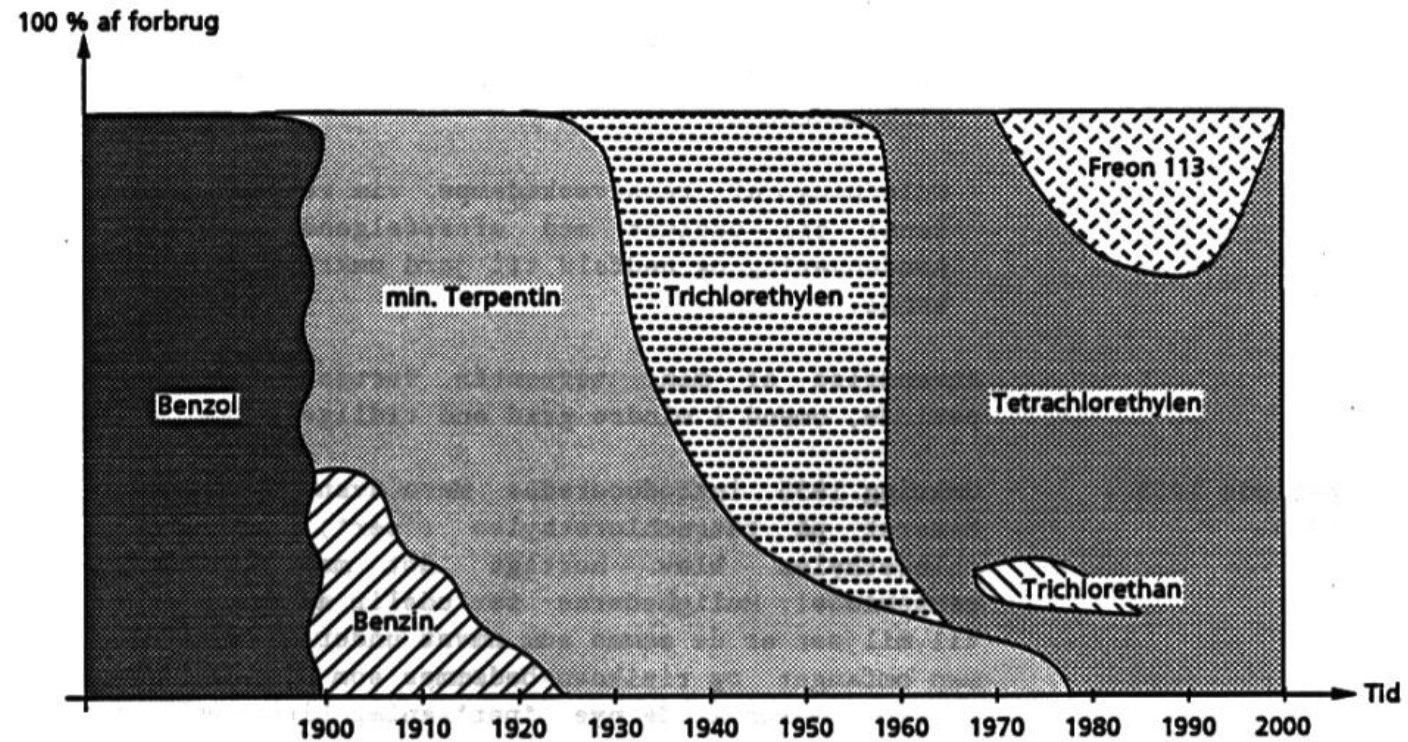
- Er typisk brukt til rengjøring av tøy eller avfetting, eks. av metallemmner.
- Industrier er derfor:
 - Tekstilrenserier og farging av tøy.
 - Metallindustri (maskinfabrikker, smie, metallstøperier osv.).
 - Garverier.
 - Møbelindustrier.
 - Industrilakkering og metalliseringsvirksomheter.
- Sannsynligvis brukt på flere industrier til avfetting, slik som slakterier og i trafostasjoner.
- Største forekomstene ved renserier og industri med metallbearbeiding.



Klorerte løsningsmidler og nedbrytingsprodukter



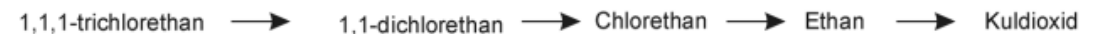
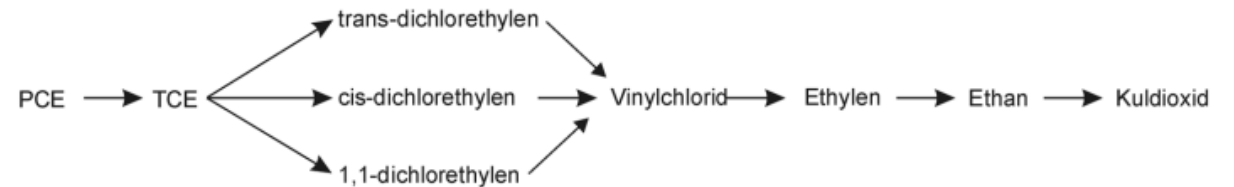
- Tetraklorethylen (PCE)
- Trichlorethylen (TCE)
- Kloroform (trikloromethan)
- 1,1,1-trichlorethan
- Tetraklormethan
- Nedbrytingsprodukter
 - Kloroethan
 - **Vinylklorid**
 - 1,1-diklorethan
 - 1,1-diklorethen
 - 1,2-diklorethan
 - cis- og trans-1,2-diklorethen



Teknikk og Admistrasjon nr. 5, 2001.



Reduktiv deklorering



Liten fokus på inneklimateproblemer fra jordforurensning

- Ingen faglige normer for klorerte løsningsmidler.
- Under flyktige VOC-er står det:
 - "Flere av stoffene over er mest sannsynlig lite aktuelle som forurensninger i norske innemiljøer. Dette gjelder særlig naftalen, kloroform, trikloroetylen, tetrakloroetylen og sannsynligvis paradiklorbenzen".
- Ikke vurdert med jordforurensning tatt i betraktning.
- Vurderingen underbygges av bakgrunnsnivåer målt i Danmark, hvor det i inneklimate i rom, som ikke vurderes å være berørt av forurensning, er funnet en mediankonsentrasjon på 0,51 µg/m³.

	Antal data	Min.	Fraktiler			Skønnet max. verdi	% under det.gr.	Max. det.gr. µg/m ³
			0,25	0,5	0,75			
Udeluft	59	0-0,05	0-0,13	0-0,2	0,3-0,36	1,0	54*	0,5
Indeklima	205	0-0,02	0,26	0,51	1,20	2,5	11	0,2
Kapillarbrydende lag	53	0-0,10	0-0,10	0-0,10	0-0,1	0,90	85*	0,18
Poreluft	52	0-0,10	0-0,26	0-0,5	0,23-0,5	1,0	63*	0,5

Teknik og Admistrasjon nr. 2, 2010.



Inneklima grenseverdi



- Relativt få norske grenseverdier for inneklima.

	Arbeidsmiljø kriterier (NO)	Faglige normer µg/m ³	WHO	Inneklimakriterier (DK)
Tetraklorethylen	40.000	250	250	6
Trikllorethylen	33.000		No safe level	1
Kloroform	10.000			20
1,1,1-triklorethan	270.000			500
Tetraklormethan	6.300			5
Kloroethan	270.000			
Vinylklorid	2.600		No safe level	0,04
1,1-diklorethan	200.000			
1,1-diklorethen	4.000			10
1,2 diklorethan	1.000		700	0,1
(C&T)-1,2-diklorethen	395.000			400

- Relativt høye kriterier for arbeidsmiljø (også i DK).
- Arbeidsmiljøkriterier settes ut fra at man ikke eksponeres konstant – maksimalt 8 timer daglig, fem dager i uken (og at stoffene brukes i produksjonen).
- Eksponeringen i hjemmet høyere pga. lengre opphold.

Generelle danske erfaringer

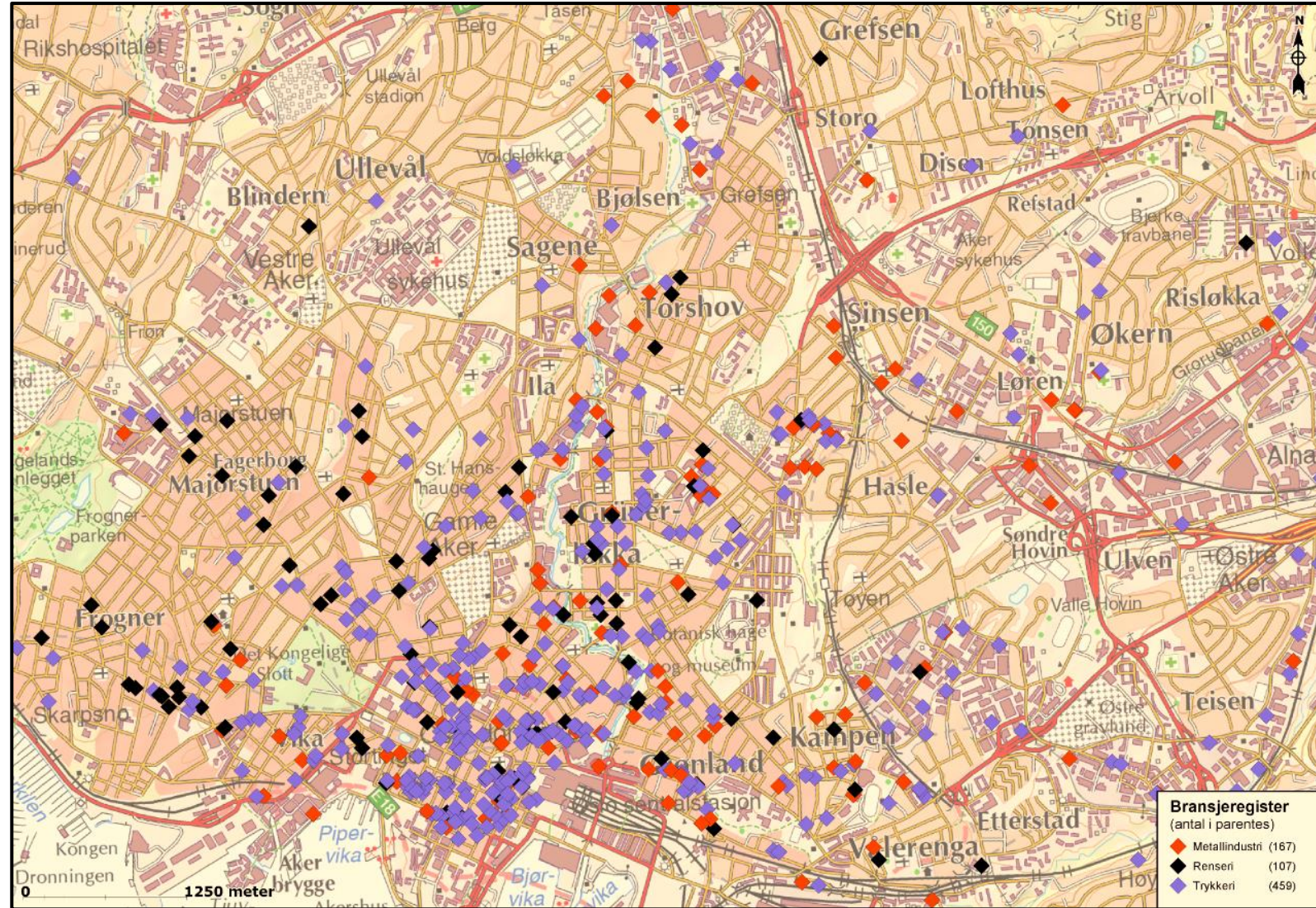


- Selv små utslipp på <math><10\text{ kg}</math> (produkt som PCE eller TCE) kan resultere i store inneklimateproblemer.
- Radonsikring vil på kort sikt redusere transport av klorerte løsningsmidler til inneklimate.
- Diffusion vil alltid forekomme – også gjennom plastmembraner som er mest fokusert på den konvektive transporten.
- Radonsikring, ved tetting, vil ofte ikke være tilstrekkelig på lang sikt.
- Radonsikring ved etablering av undertrykk under bygninger vil ha en stor suksessrate.
- På tidligere renserier konstateres jordforurensning ved 65% av kilder under bygg.
- Erfaringsmessig konstateres risiko for inneklimate på 50-60% av undersøkte bygninger, hvor det har været renseri (ca. 1930 - idag).
- Inneklimateisiko fra klorerte løsningsmidler er noe av det som det brukes mest ressurser på i DK.



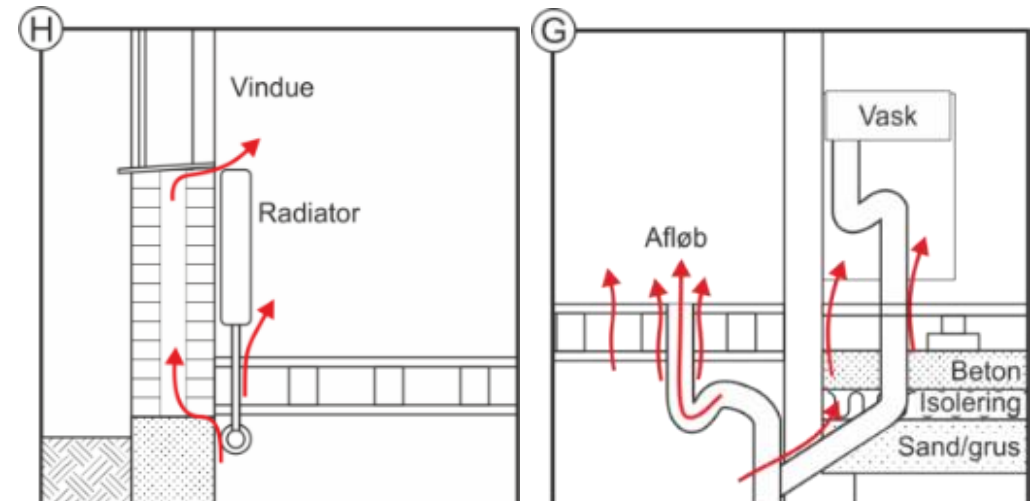
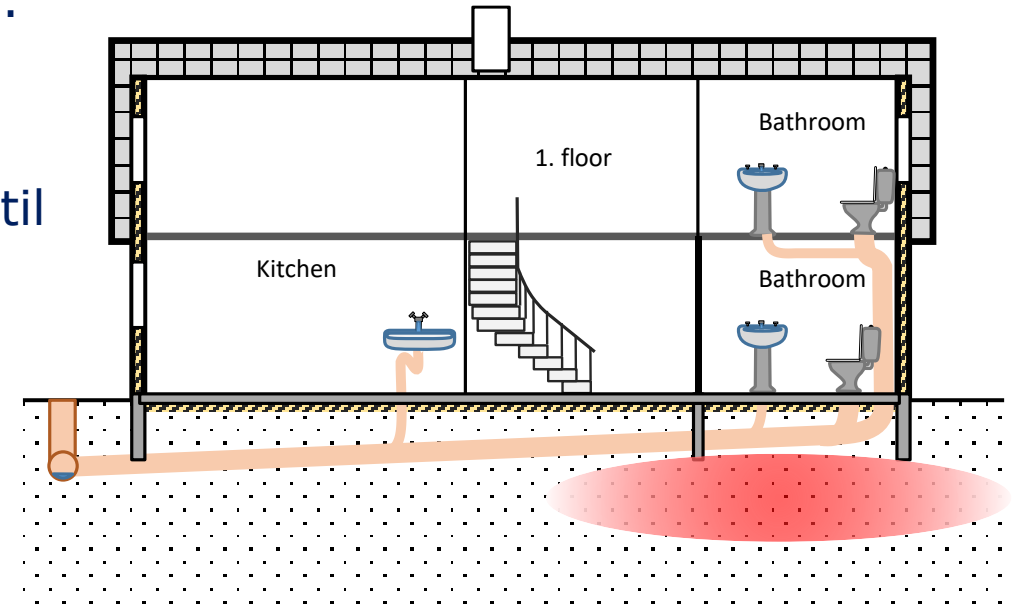
Renseri, metallindustri og trykkerier i Oslo

- Flere virksomheter aktive omkring 1940-1950.
- Potensiell inneklimasisiko hvis det ikke er undersøkt tidligere.
- Fastsettelse av grenseverdier for klorerte løsningsmidler i inneluft vil være avgjørende for å definere hvor det er risiko.
- Normverdier for jordforurensning og jordprøvetaking er ikke nødvendigvis hensiktsmessig til vurdering av risiko for inneklimate.



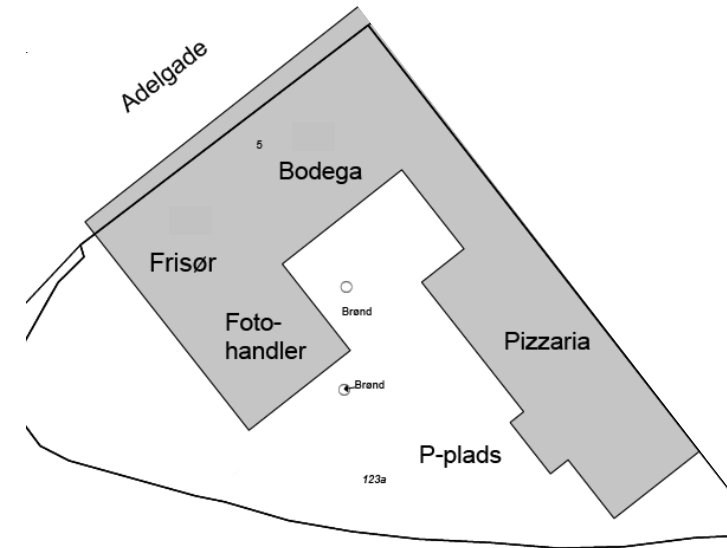
Typiske spredningsveier (fra jord til inneklima)

- Kartlegging av mulige gjennomtrengingsveier eks.:
 - Poreluft til inneklima via gulvkonstruksjon.
 - Poreluft til inneklima via kloakk/avløp.
 - Forurenset grunnvann til kloakk, til luft i kloakk til inneklima.
- Oppbygging av gulvkonstruksjon eks.:
 - Betonggulv (armert vs. Ikke-armert)
 - Sprekker.
 - Kryp Kjellere.
 - Tregulv.
- Interne spredningsveier i bygning eks.:
 - Hulrom.
 - Skorstein.
 - Etasjeskillere.
- Luftskifte med uteluft og eks. mellom etasjer.

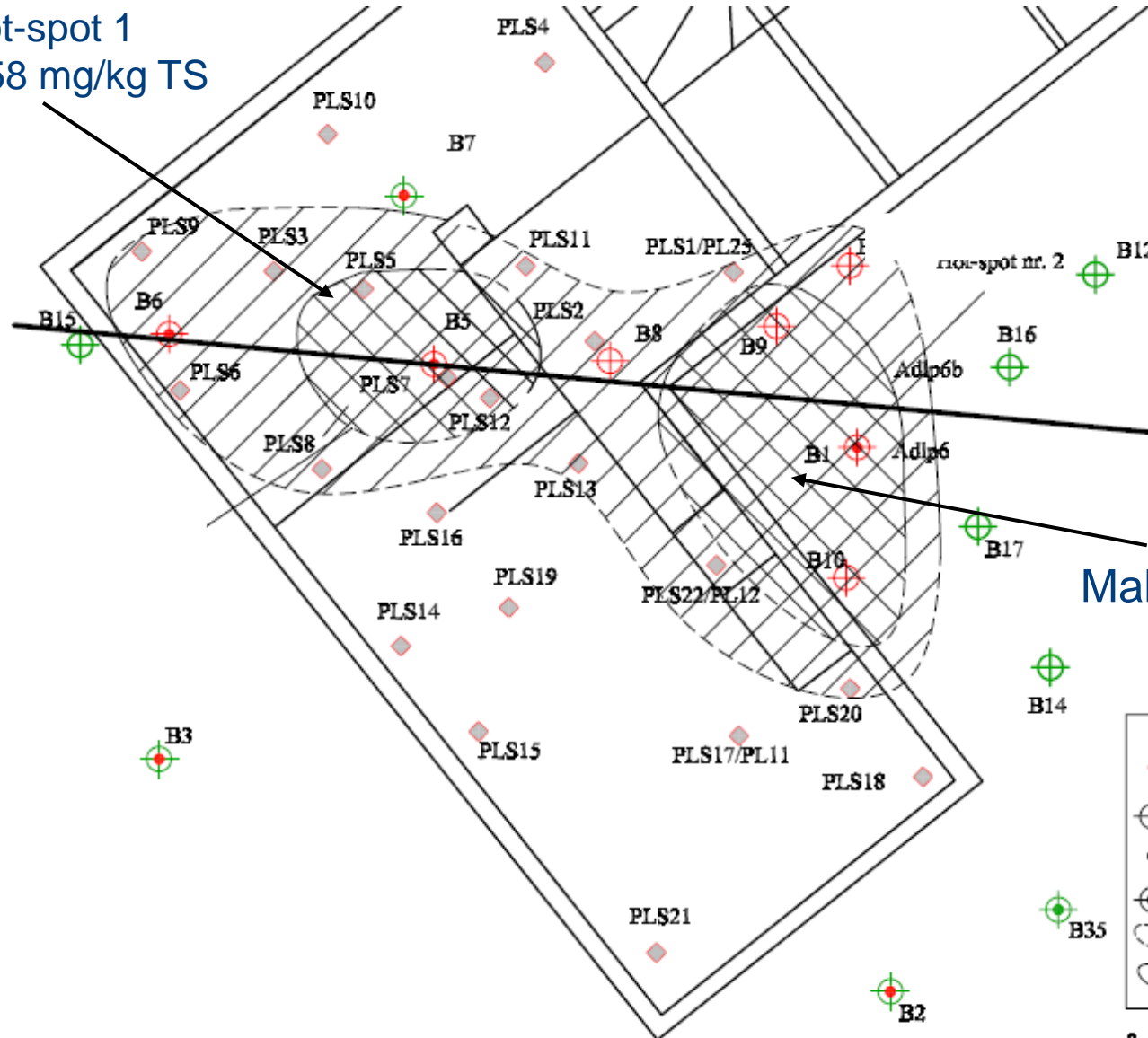


Eksempel: Tidligere renseri

- Et tidligere renseri (1968-1982).
- Fotohandler, frisør og bodega i stueplanet.
- Leieboliger på 1. sal.
- Avbøtende tiltak gjennomført vinter 2009-2010.



Hot-spot 1
Maks 58 mg/kg TS



- Samlet utslipp (vurdering):
- Hot-spot 1 ca. 0,8 kg PCE
 - Hot-spot 2 ca. 2,6 kg PCE
 - 1-5 gange krit. ca. 2,6 kg PCE
 - Samlet ca. 6 kg PCE

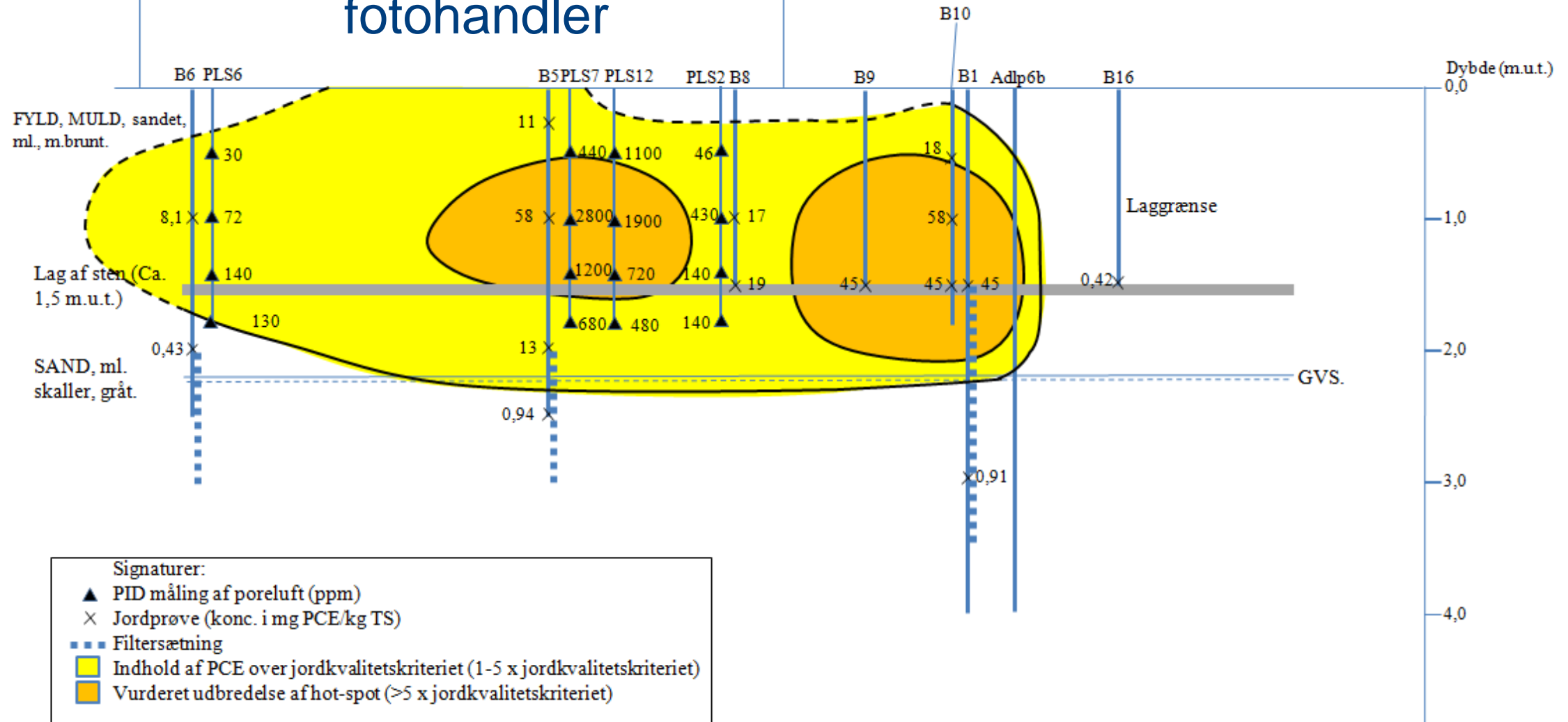
Profillinje

Hot-spot 2
Maks 58 mg/kg TS

SIGNATURER	FARVEKODER
◆ MID-IR-måling	■ Under kvalitetskriteriene
⊕ Miljøteknisk boring (jordprøve)	■ Over kvalitetskriteriene
● Filterør (grunnvandsprøve)	▨ 1-5 Gange kvalitetskriteriene
⊕ Miljøteknisk filterør boring	▩ 5-12 Gange kvalitetskriteriene
○ Afgrenset ved hot-spot etterforskning	
○ Afgrenset ved kemisk analyse af jordprøver	



Frisør og fotohandler




- Samlet utslipp: Ca. 6 kg PCE under bygg.

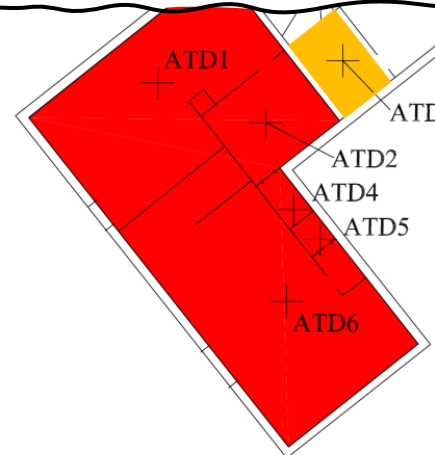


- Maks overskridelse av inneklimakriterie:
 - Faktor ca. 165 i beboelse på 1. sal.
 - Faktor ca. 230 i erhverv i stueplan.

Under gulv:
3.300.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

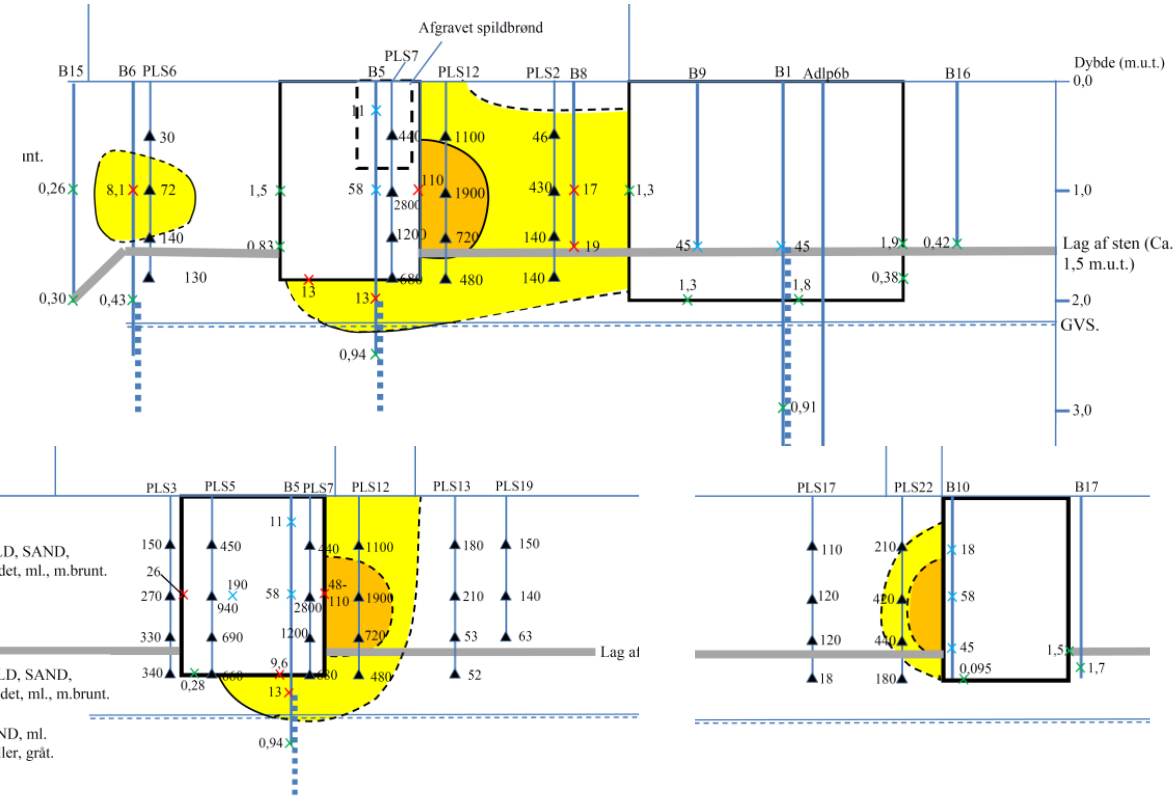
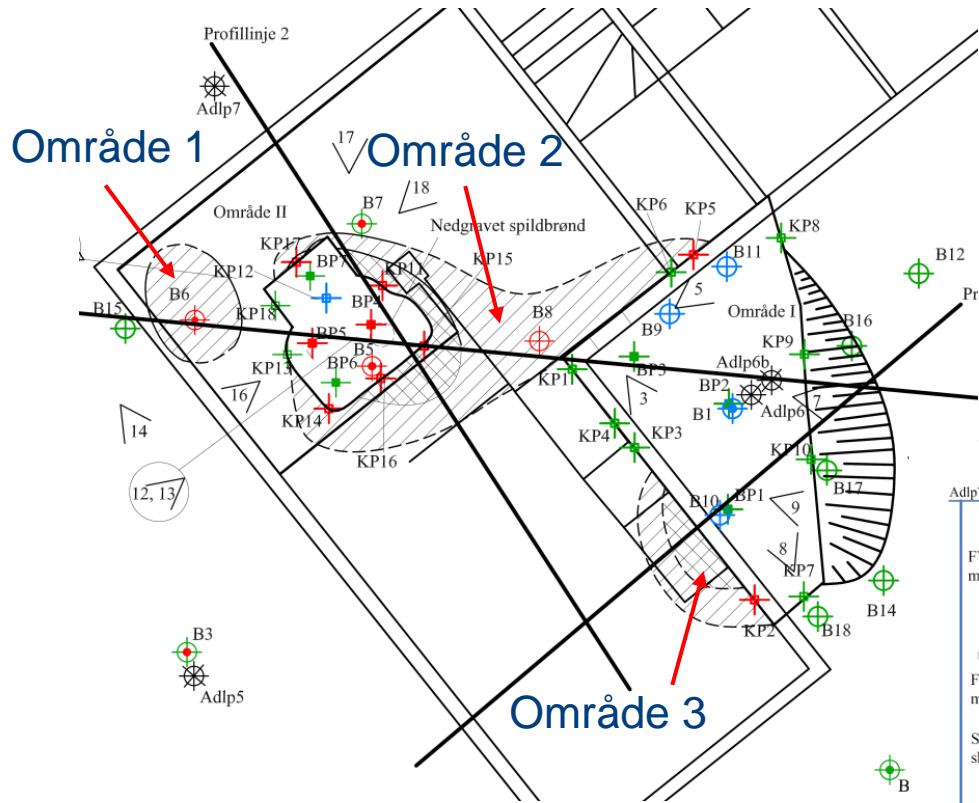
Utenfor:
470.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

 > 60



Bakkeplan (maks):
1.400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (frisør)
1.300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (fotohandler)

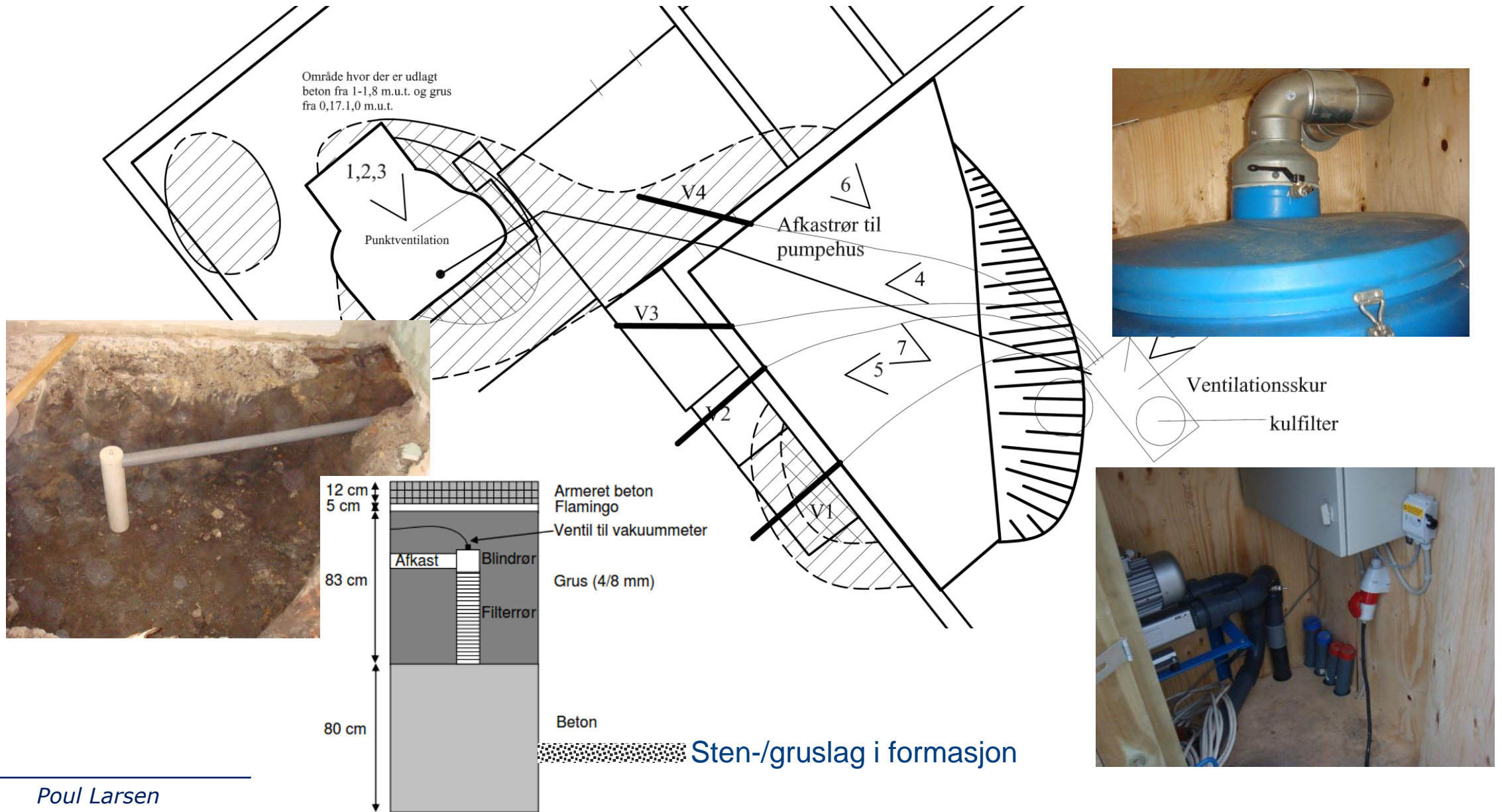
Tiltak: Avgravning av hot-spots



Restforurensing:
 Område 1: ca. 0,03 kg PCE
 Område 2: ca. 1,0 kg PCE
 Område 3: ca. 0,3 kg PCE
 Samlet over krit.: ca. 1,4 kg PCE
 Masse under krit. 50 % (antaget)
 Samlet 2,1 kg PCE.



Avbøtende tiltak: Etablering av punktsug

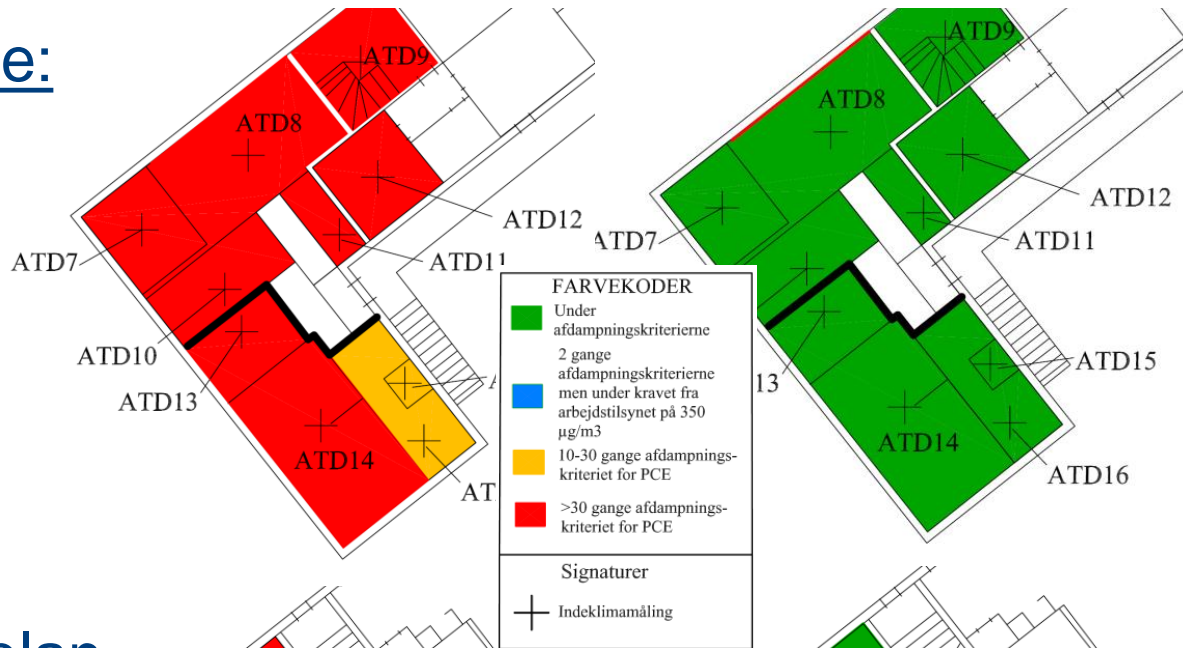


Eksempel: Effekt av avbøtende tiltak - Inneklima

Før:

Etter 3,5 mdr:

1. etasje:

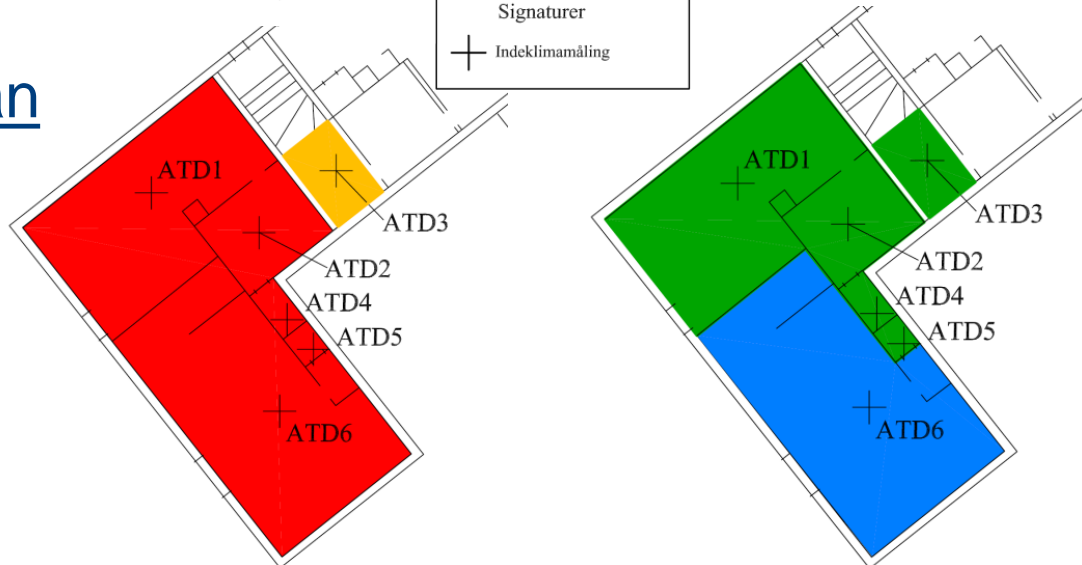


I vegg (maks):
49.000 -> 1,1 µg/m³

1. etasje (maks):
1.000 -> 0,44 µg/m³ (1. th)
260 -> 0,84 µg/m³ (1. tv)

Bakkeplan

⋮



Poreluft (maks):
3.300.000 -> 1.500 µg/m³

Bakkeplan (maks):
1.400 -> 0,45 µg/m³ (frisør)
1.300 -> 13 µg/m³ (fotohandler)

- Lovgivning og grenseverdier for inneklima som sikrer undersøkelser hvor det erfaringsmessig kan være risiko.
- Behov for inneklimakriterier for klorerte løsningsmidler.
- Hvor grenseverdiene settes vil være avgjørende for hvor stort problemet er – skal man akseptere at det er et innhold av klorerte løsningsmidler i inneklimaet over bakgrunnsnivået?
- Mange tidligere lokaliteter, hvor det potensielt er risiko for inneklima ut ifra kjennskap til tidligere virksomheter, basert på andre undersøkelser.