



VC I KLOAKKER

Overser vi et problem?

Er der styr på rollefordelingen, når forurening
spredes i kloaksystemer?



Region Syddanmark



Indhold

- Velkomst og baggrund for workshoppen
- Præsentation af case
- Hvorfor af vinyl chlorid (VC) problematisk?
- Præsentation af cases, der illustrerer nogen af problematikkerne med VC
- VC i kloakker
 - præsentation af litteraturstudie
 - generelt baggrundsniveau i kloakker
- Diskussion
 - Hvad er praksis og er det håndterbart for alle partner
- Opsamling og afrunding

Hvorfor denne workshop?

- Vi har ikke forventning om at sætte to streger under
- Vi ønsker fokus på udfordringerne, problematikkerne og grænsefladerne i forhold til kloakspredt forurening
- Vi ønsker at få igangsat en dialog mellem partnerne (regioner, kommuner, forsyninger?, miljøstyrelsen)
- Håbet om, at der på sigt kunne udarbejdes en målrettet vejledning på området

Hvad siger juraen?

- Der er ikke specifikt taget stilling til kloakspedt forurening i jordforureningsloven
- Jordforureningsloven omfatter alene forurenede jord
- Kloaksystemer opfattes ikke som en del af jordmediet
- Undersøgelse af kloakspedt forurening er derfor ikke omfattet af jordforureningsloven og regionen kan endvidere ikke kortlægge arealer, hvor der kun er kloakspedt forurening
- Regionerne vurderes ikke forpligtet til at forfølge risikoen for spredning af forurening inden i kloaksystemet
- Regionerne har alene hjemmel til at lave indsats på de kortlagte arealer

Hvis ikke regionerne, hvem så?

- Kommunerne og bygningsejer
 - Byfornyelsesloven
 - Alle beboelses- og opholdsrum skal have et tilfredsstillende indeklima
 - Kommunerne kan påbyde bygningsejer at udbedre de problematiske forhold
 - Byggeloven
 - Bygningsejer er forpligtet til at sikre, at indeklimaet ikke udgør en fare for beboerne

5





VC i kloakker – hvor og hvordan dannes det?

Jette Karstoft, NIRAS

Hvad ved vi?

8. MARTS 2022

Vinylchlorid i kloak

I de senere år hvor vi er begyndt at måle i kloaksystemer måles ofte vinylchlorid i kloakken.

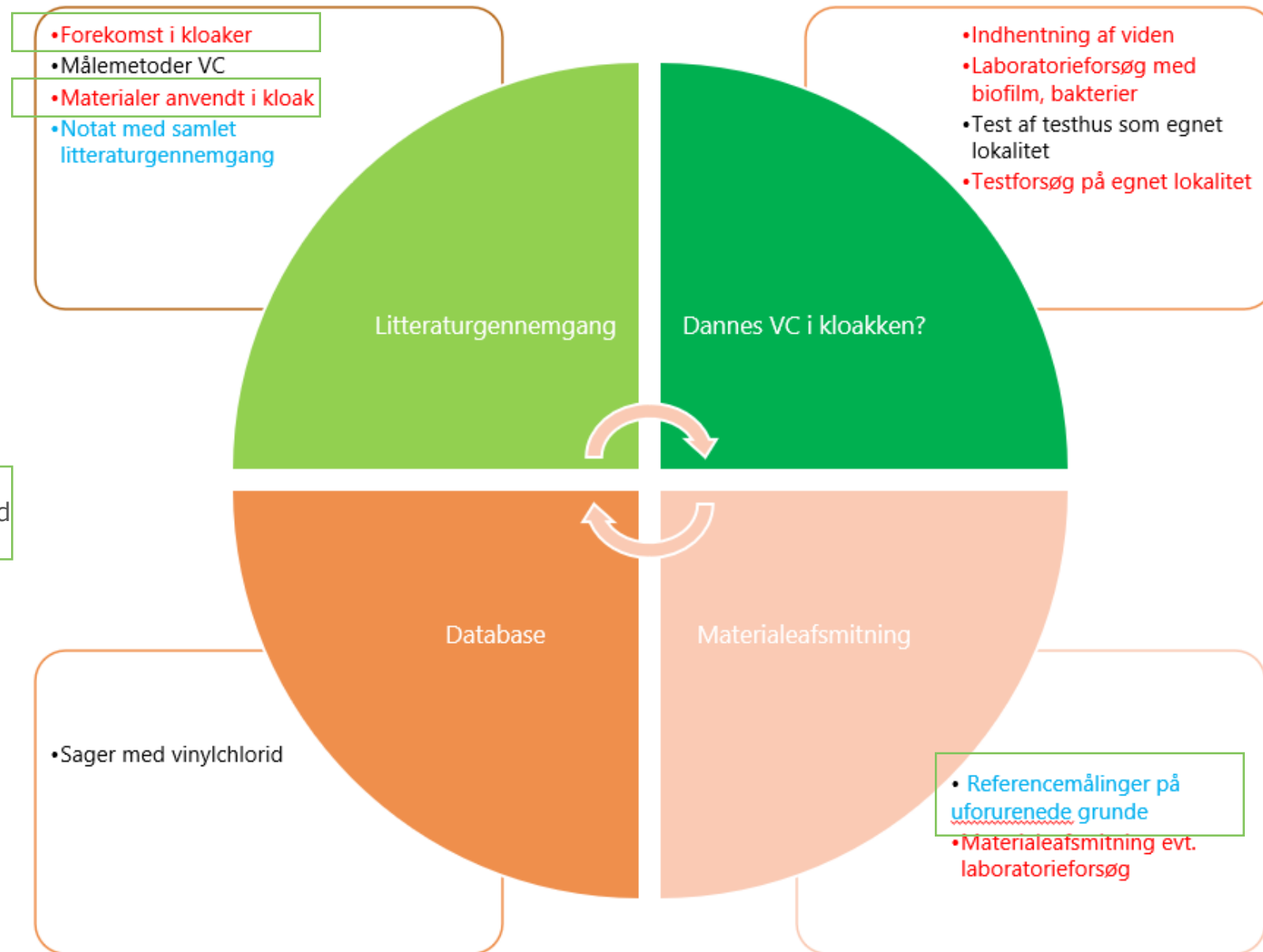
De højeste koncentrationer måles oftest bag vandlåse – højere end i samlebrønde, hvorfor gør vi det?

Er det forholdene i stikledninger, faldstammer, biologien eller målemetoder der er årsagen? Eller skyldes det materialeafsmitning?

Sort tekst: RM

Rød tekst: RS

Blå tekst: RS og RM



Vil sige noget om i dag og fortælle lidt om hvad næste skridt er

Projektet omhandler ikke detaljeret viden om dynamikker i kloak da der er et igangværende TUP projekt omkring dette

Litteraturgennemgang



Kloaksystem

Hovedkloak - materialer



Kloakrør i stål i korrosionsbeskyttende belægning

- Hovedkloakken udføres i plast PP/PE (polypropylen/polyethylen) eller betonrør
- Stikledninger udføres i dag oftest i PP/PE (polypropylen/polyethylen) eller PVC rør.
- Hvis rør skal lægges i et aggressivt miljø anvendes glaseret rør eller rustfri stål.

Kloaksystem

Materialer anvendt i kloak på ejendommen

I dag:



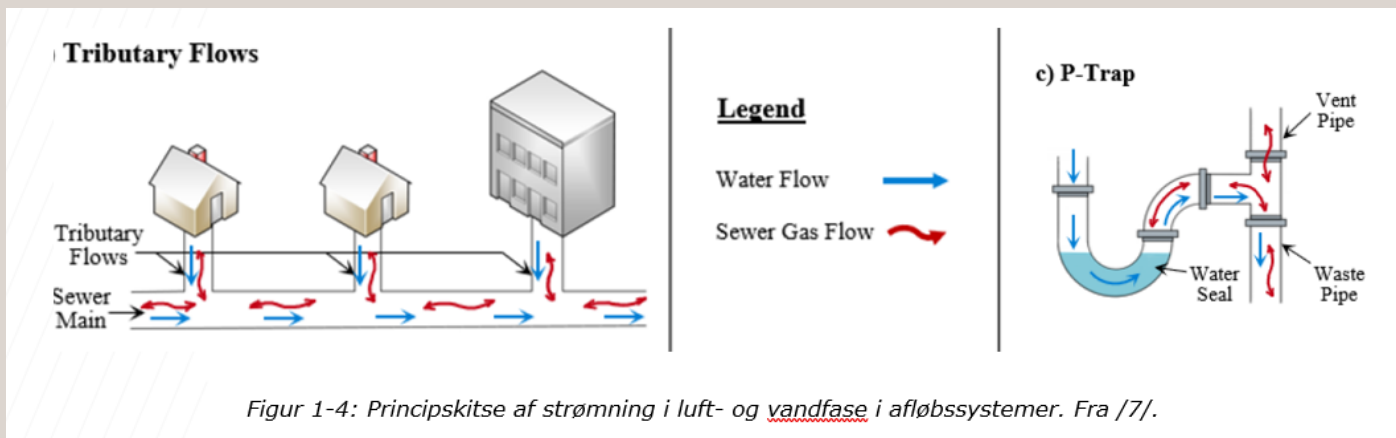
- Afløbsrør på ejendom udføres i dag oftest i PP/PE og PVC rør.
- Tidligere anvendt ler, glaseret ler, beton og støbejern
- Der anvendes gummipakninger og silikonetætninger, silikone glidemiddel, silikone olie til samling af rør

Tidligere:



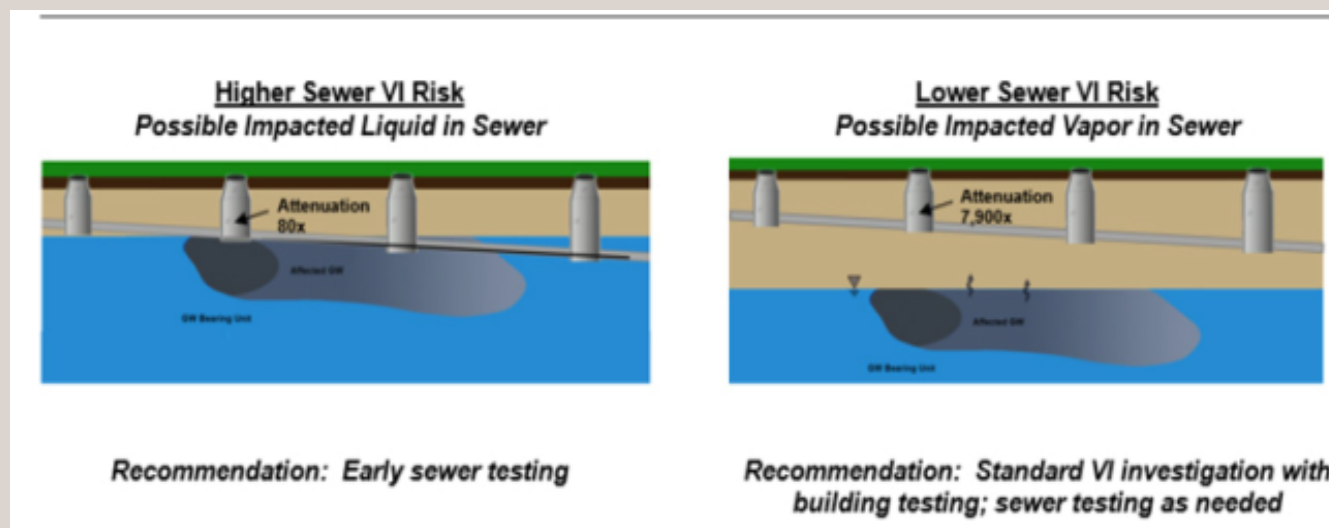
Kloaksystem

Strømning af flygtige stoffer



- Luften i spildevandssystemer er varmere og mere fugtig og har mindre densitet end atmosfærisk luft, som så fortrænger luftfasen i spildevandssystemer når de ikke er vandfyldte.
- Omvendt når rørene fyldes med vand presse luften i de retninger den kan. Luft kan derfor godt strømme modsat vandretningen
- Når vandet så falder igen trækkes luft ind igen.

Indtrængning



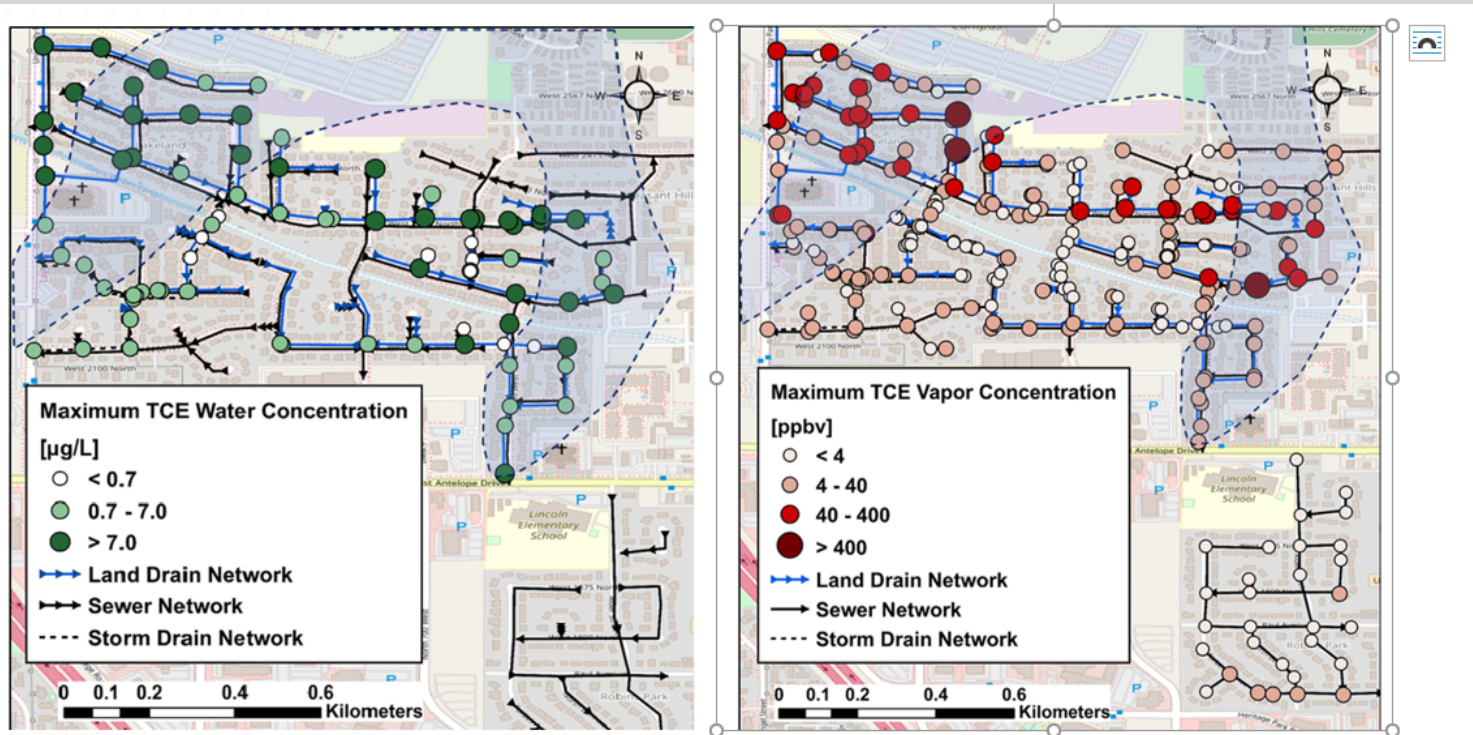
Kan vi se om det er tilfældet hvis vi laver en sammenstilling af analysedata? Er det måske sådan i 80% af tilfældene?

Ved sammenligning af data fra målinger i spildevandssystemer og boliger på mere end 50 lokaliteter er forureningsindtrængning til spildevandsledninger fra poreluft og grundvand vurderet.

Studiet viste, at højeste risiko for indtrængning af flygtige stoffer til boliger er på lokaliteter, hvor der er interaktion mellem forurennet grundvand og spildevandsledning.

Laveste risiko er, når spildevandsledningen er i umættet zone, over grundvandsspejlet.

Variation i koncentrationer og sted



Figur 1-6: Illustration af resultater fra måling i vand- og gasfase i samlebrønde på spildevandssystem sammenholdt med opløst forureningsfaners beliggenhed (blåt, gennemsigtigt område). Bemærk, at højeste koncentrationer i vandfasen i spildevandsbrøndene er uden for den opløste forureningsfaners afgrænsning. Fra /20/.

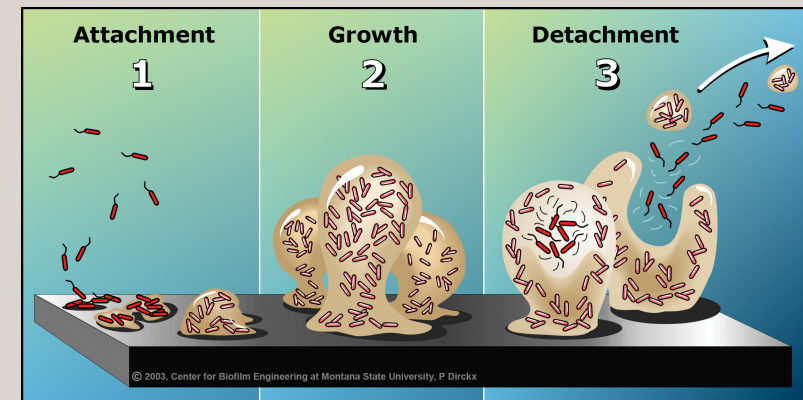
I over halvdelen af de mere end 200 prøvetagningsbrønde er de højeste koncentrationer lokaliseret udenfor den opløste forureningsfane

Koncentrationer af flygtige stoffer på gasform i spildevandsbrønde varierede med en faktor 10 indenfor dage og en faktor 100 over måneder

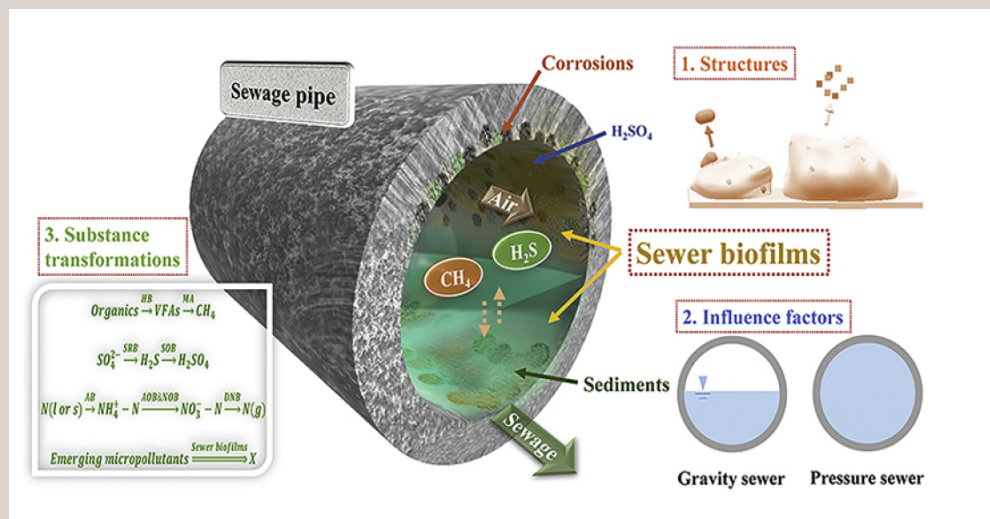
Fundet flygtige stoffer over 100 meter væk fra grundvandsfane

Regnhændelser reducerede koncentrationerne af flygtige stoffer på gasform

Biofilm



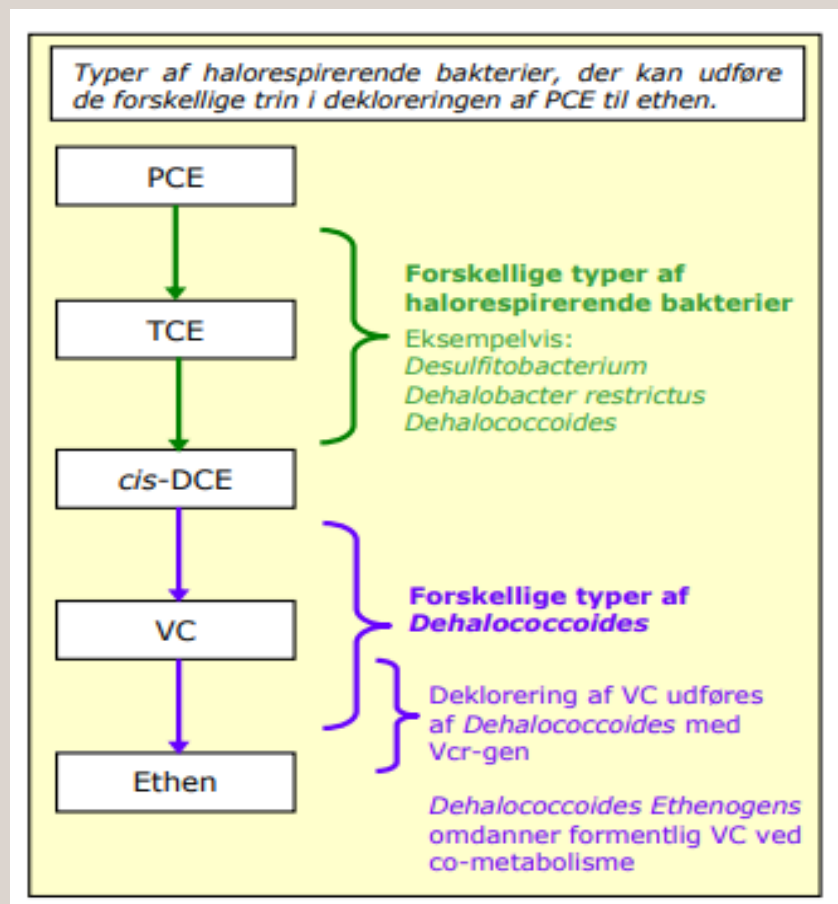
- Biofilm i spildevandssystemer er typisk 1 mm til 3 mm tykt.
- Der ses en tykkere biofilm i betonledninger end i plast
- Typen af ledning (trykledning, gravitationsledning) har betydning for mikrobiologisk vækst i ledningssystemet.
- Vandgennemstrømningen, fald på ledningen og brugen af afløbet har betydning for vækst af biofilm



Generelt er gravitationsledninger kun delvis vandfyldte = flere aerobe bakterier sammenlignet med forekomst i trykledning hvor ledninger er fuldstændige vandfyldte.

Nedbrydning

2 kilder



- Sediment fra afløbssystemer ved område forurenede med PCE viste sig at kunne nedbryde PCE til VC.
- Prøver fra spildevandssystemet viste indhold af bakterier der kan nedbryde PCE ved en dekloreringsproces til VC

Vinylchlorid fra materialer

2 kilder



- VC kan smitte af fra PVC-materialer til vandet i installationerne. Der nævnes eksempler med frigivelse af VC fra mademballage og fra PVC-rør med drikkevand.
- VC er påvist i drikkevand i Tyskland i 1980'erne (op til $1,7 \mu\text{g/l}$). Indholdet tilskrives PVC rørene i drikkevandssystemet.

Referencemålinger på uforurenede grunde



Referencemålinger på uforurenede grunde

Tabel 1: Udvalgte resultater fra spørgeskemaundersøgelse samt analyseresultater fra kemisk analyse på ejendomme hvor der er påvist chlorerede opløsningsmidler og/eller nedbrydningsprodukter i kloakluften.

Måle ID	Resultater fra spørgeskema					Resultater fra kemisk analyse (µg/m ³)				
	Placering	Ejendommens alder	Type af kloakering	Materiale	Samme ejendom som	Chloroform	Tetra-chlor-methan	Trichlor-ethylen	Vinyl-chlorid	1,2-dichlor-ethan
LS6	Toilet, stueplan	1999	Separat	PVC	LS5	-	-	3,2	-	-
LS9	Toilet, kælder	1931	Separat	Vides ikke	LS10	10	-	-	-	-
LS12	HV, stueplan	1877	Separat	Delvis PVC	LS11	-	-	-	-	2,9
LS15	HV, køkken	1974	Separat	PVC/beton	LS16	-	-	-	1,2	-
LS18	Toilet, 1. sal	1974	Separat	PVC/beton	LS17	-	-	-	1,1	-
LS23	Toilet, 2. sal	1993	Vides ikke	Vides ikke		6,2	-	-	-	-
LS26	Toilet, stueplan	1980	Fælles	Vides ikke	LS25	5,6		-	-	-
LS31	Toilet, stueplan	2000	Separat	PVC	LS32	6,7	140	-	-	-
LS37	Toilet, kælder	2016	Separat	PVC	LS38	14	-	-	-	-
LS49	Toilet	1973	Fælles	PVC	LS50	2,8	-	-	1,5	-

- Ikke påvist over detektionsgrænsen
Fed Overskridelse af afdampningskriteriet

- Målt på 29 uforurenede ejendomme, hvor der er udtaget prøver bag vandlåse, 2 på hver ejendom
- Der er målt på 16 etplanshuse, 12 etageejendomme og et lejlighedskompleks
- 9 ejendomme har fælles kloak, 15 separat kloak og 5 ukendt
- Primært PVC rør, en enkelt ejendom kun beton rør, én ejendom jern og PVC, 5 ejendomme PVC og beton
- De 3 ejendomme med VC er fra 1973-1974, men der er andre ejendomme hvor der ikke påvises VC
- Skyldes det materialeafsmitning fra PVC eller forurening? Det er kun i et afløb på de 3 ejendomme, der andre påvises ikke indhold.
- Er pt. i gang med at gentage målingerne (3 målinger pr. målepunkt)

Fremtidig forsøg/afklaringer

- Indsamling af biofilm fra udvalgte lokaliteter (fra stikledning, faldstamme, vandlås). Både fra beton og PVC rør. Gerne både fra lokalitet med fælles og separat kloakering.
- Undersøge biofilmen for tilstedeværelsen af de rette bakterier for omdannelse af PCE/TCE til vinylchlorid ved DNA sekventering.
- Efterfølgende kan der laves forsøg ved at tilsætte PCE til biofilmen for at følge hastigheden af omdannelsen og omfanget af dehalogeneringsprocessen. Efter eksperimentet vil der blive taget DNA analyse og PCR analyse for at undersøge hvilke gener der er ansvarlig for dehalogeneringsprocessen.
- Forsøg med materialeafsmitning.
- Træk af data fra laboratorierne – kan der ses nogle tendenser mellem koncentrationer.

Perspektivering

- Vi skal til at være opmærksom på andre forhold når der skal vurderes i kloak (typer af kloak, placering af kloak, materialer, vejrforhold, tilkoblinger på kloak fx virksomheder). Vurder om det er det rigtige tidspunkt at tage prøver på. Sammenlign forholdene ved de enkelte målerunder.
- Luften strømmer ikke altid samme retning som vandet, kan ikke kunne se på ejendomme nedstrøms
- Stor variation i indhold på korttidsmålinger (op til faktor 100) – ikke optimalt at måle så kort tid når skal anvendes til risikovurdering. Skal der så flere aktive målinger til? Eller skal vi lave en risikovurdering ud fra en faktor 100 højere indhold?
- Hvordan måler vi bedst i kloakken? Hvad er de bedste metoder?
- Skal vi lave canistermålinger i kloak? Risiko for fugtpåvirkning? Hvordan kan vi tage målingen uden for meget indgreb på rørsystemet (bag vandlås på toilet er ikke optimalt).
- Skal vi til at se på risiko for nedbrydning, biofilm prøver, materialeprøver?
- Hvad stiller vi op med Regioners indsats ved kloakspredning?



SPREDNING AF FORURENING I KLOAKKER

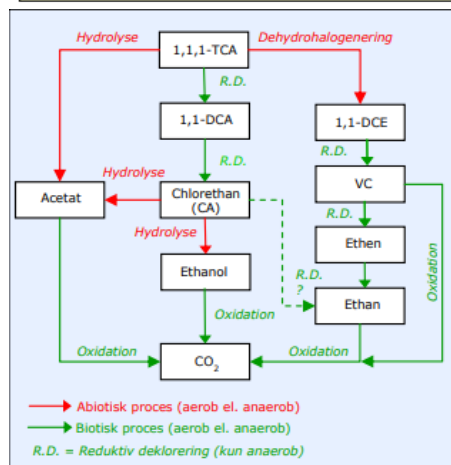
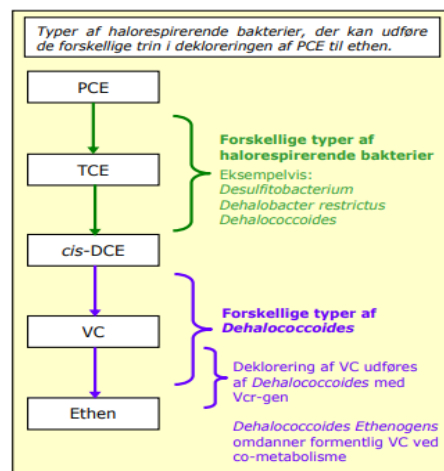
Cases der illustrerer problemstillinger



Region Syddanmark



Hvorfor er VC en udfordring...



- Giftigt og kræftfremkaldende.
- Afdampningskriteriet for VC er på 0,04 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
 - PCE: 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - TCE: 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - TCA: 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- Vinylchlorid er et nedbrydningsprodukt fra PCE og TCE og TCA
- Eller et stof der anvendes til fremstilling af PVC (polyvinylchloride).
- Hvis der sker nedbrydning, så bliver VC ofte det risikobærende stof

Omdannelse til VC

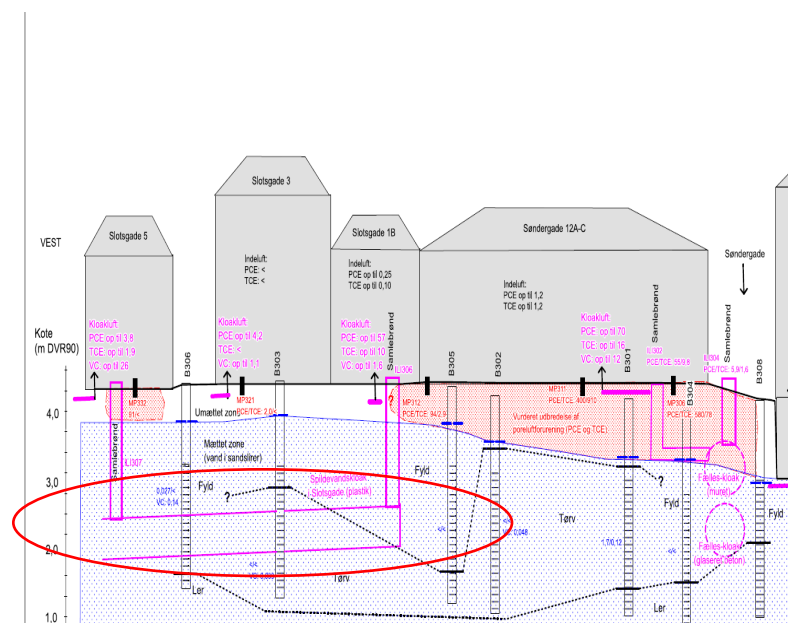
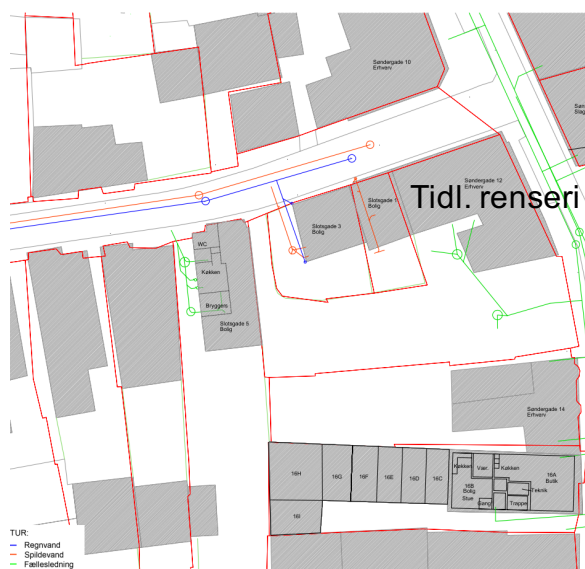
Moderstof	TCA			PCE			TCE		
Afdampningskriterie (µg/m³)	500			6			1		
	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)	Konc. (µg/m³)
Moderstof, poreluftskonc.	100	10	1	100	10	1	100	10	1
Faktor, overskridelse af afdampningskriterie	-	-	-	16	1,6	-	100	10	1
Kortlægningsgrundlag	nej	nej	Nej	Ja/nej	Nej	Nej	Ja	Ja/nej	nej
Konc. VC (µg/m³), ved fuld omsætning	38	3,8	0,38	38	3,8	0,38	48	4,8	0,48
Faktor, overskridelse af VC's afdampningskriterie på 0,04 µg/m³	950	95	9,5	950	95	9,5	1.200	120	12

- Så selvom moderstofferne ikke er tilstede i problematiske koncentrationer, så kan det blive problematisk, hvis der foregår nedbrydning

Målemetoder for VC i indeluft

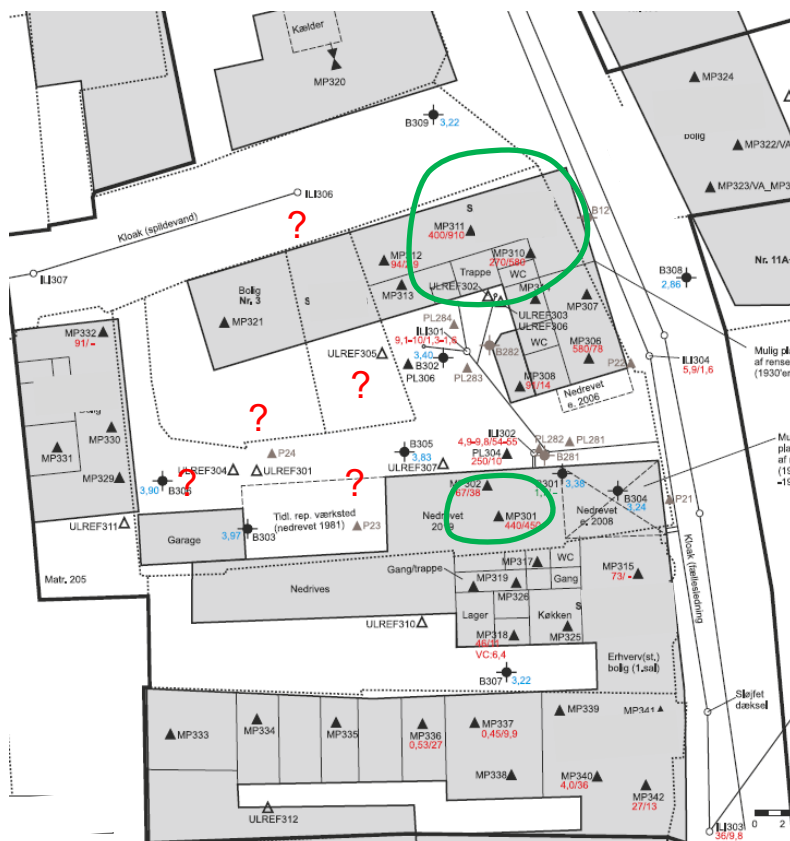
- ORSArør kan underestimere indholdet af VC
- Canisters
- Beacon
- Vi har noget mindre erfaring med disse
- Forholdsvise dyre undersøgelsesmetoder
- Canisters ligeledes noget omstændige at benytte
- Detektionsgrænser tæt på afdampningskriterie

Case no. 1 – kloaksystemet mv.



- To kloaksystemer
- Separat kloakeret i 2000
- PVC/PE rør
- Kloak beliggende i mættet zone

Resultater af poreluftsundersøgelse

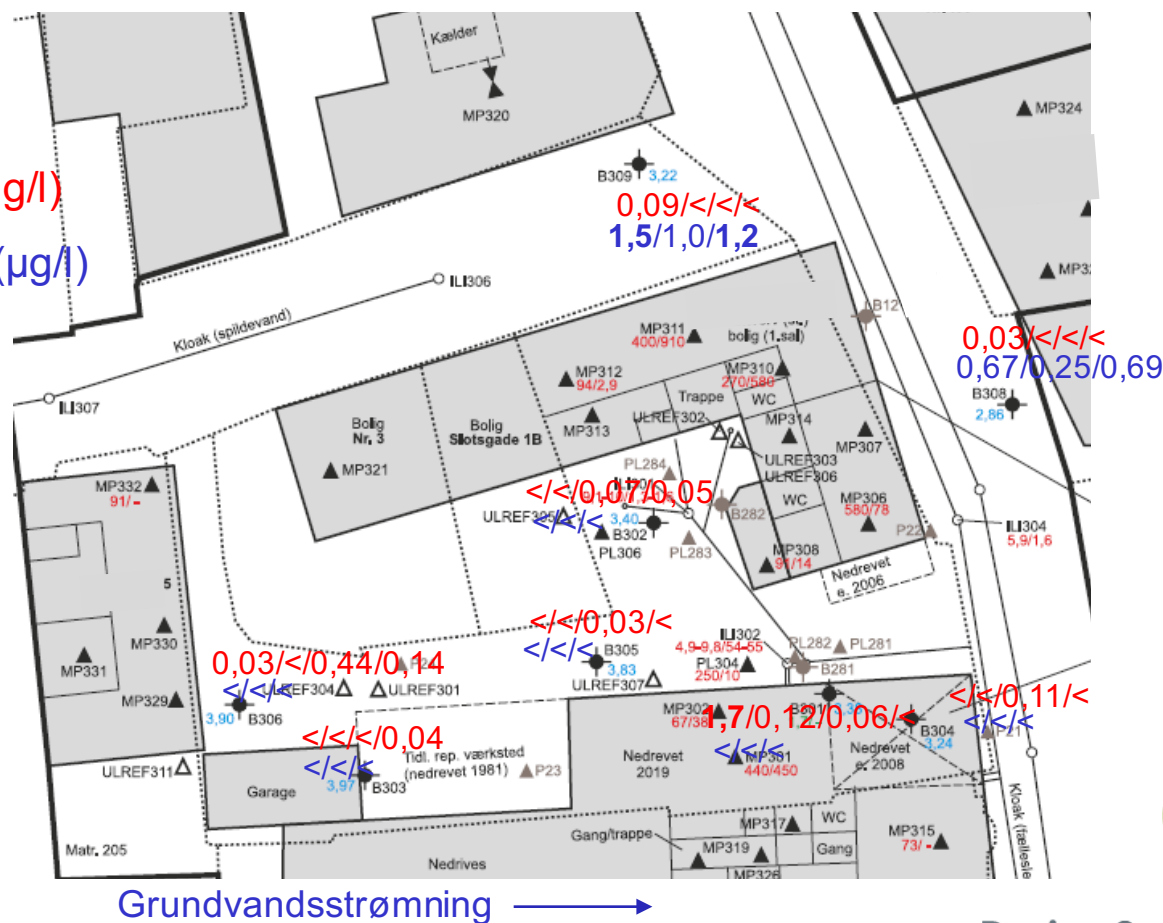


- Kun mindre områder med konc. > 100 x K.K:
 - Poreluft, PCE > 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Poreluft, TCE > 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 - Poreluft, TCA > 50.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- NB! Meget svært at udtage poreluftprøver
- Prøver er taget under gulv

Resultater af grundvandsanalyser

PCE/TCE/cDCE/VC (µg/l)

TCA/1,1DCA/1,1DCE (µg/l)



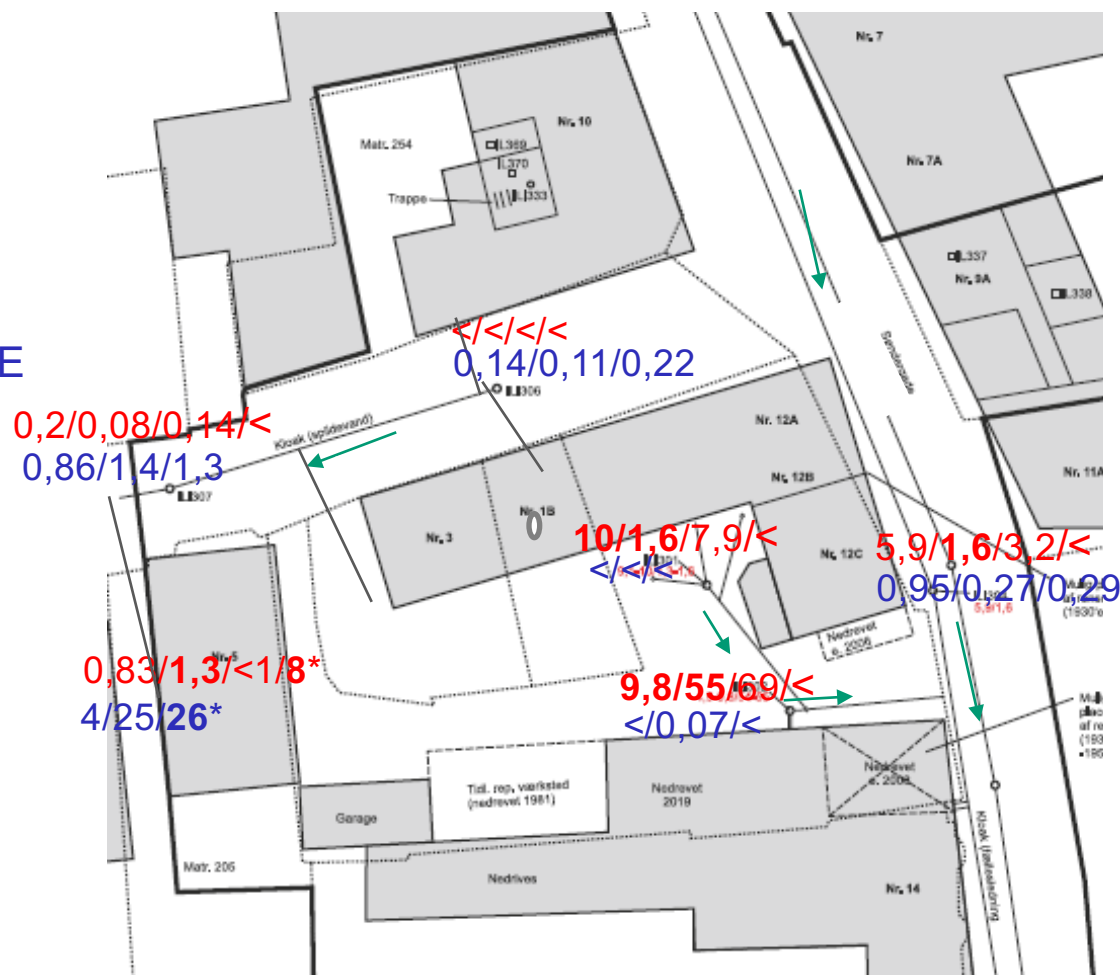
Forurening i kloakker/brønde

ORSArør

PCE/TCE/cDCE/VC

TCA/1,1DCA/1,1DCE

*Aktiv måling

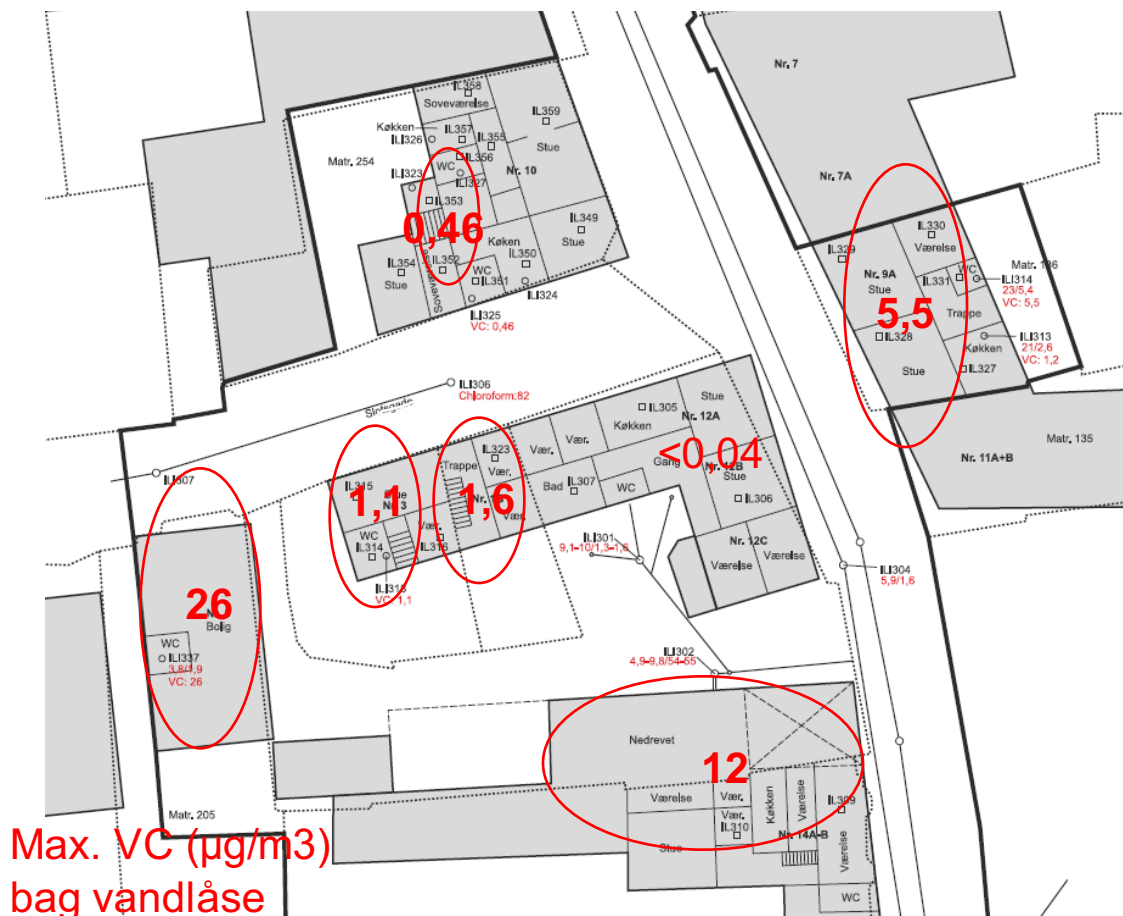


→ Strømningsretning



Region Syddanmark

På hvilke ejendomme har vi forhøjet indhold af VC bag vandlåse?



- Påvises ikke på kildegrund (dog kun enkelt måling)
- Ejendomme ikke koblet på samme kloakstreng
- Koncentrationer op til 26 µg/m³ svarende til en overskridelse på 650 gange afdampningskriteriet
- Højeste indhold på 1. sal

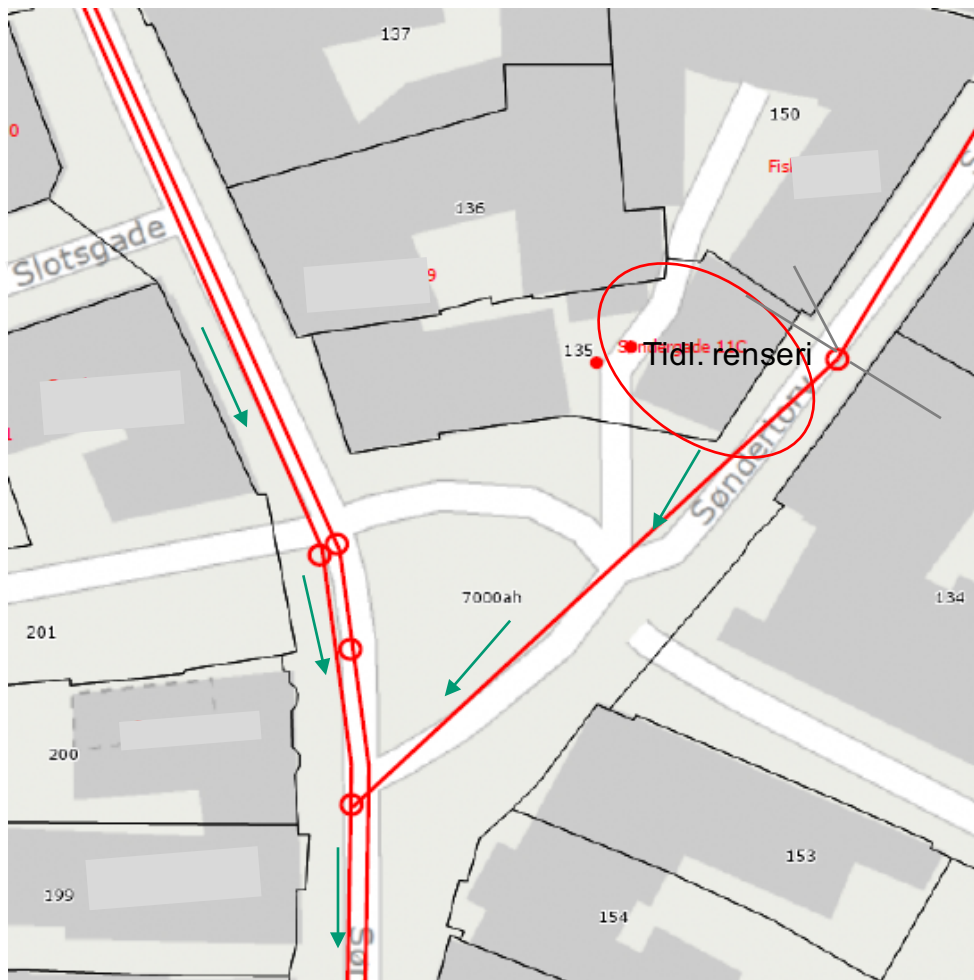
Konklusion

Selvom der ikke påvises høje indhold i hovedkloak, poreluft eller grundvand, så kan der godt være høje indhold af VC bag vandlåse

Selv mindre konc. af eks. PCE, TCE, TCA kan potentielt give problemer med VC

(eks. 57 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ PCE kan omdannes til 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ VC)

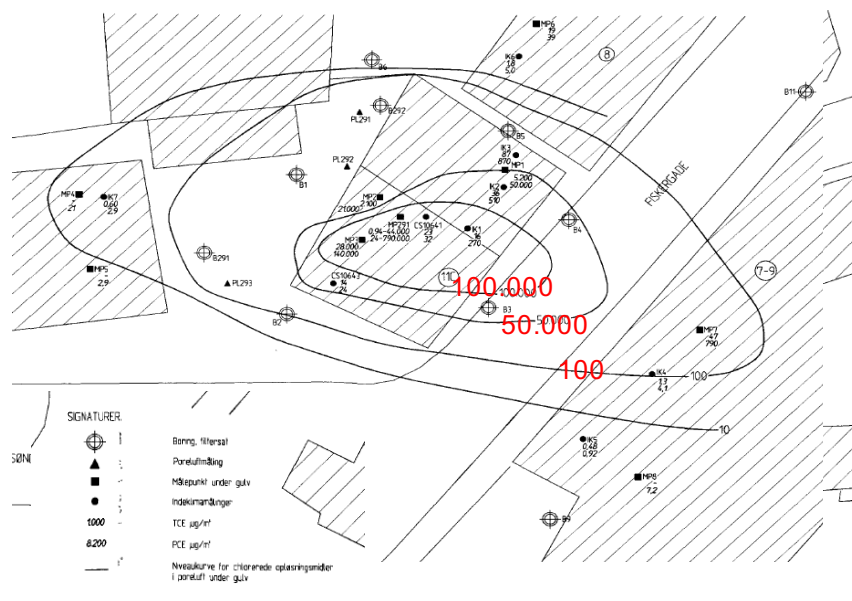
Case no. 2 – kloaksystemer mv



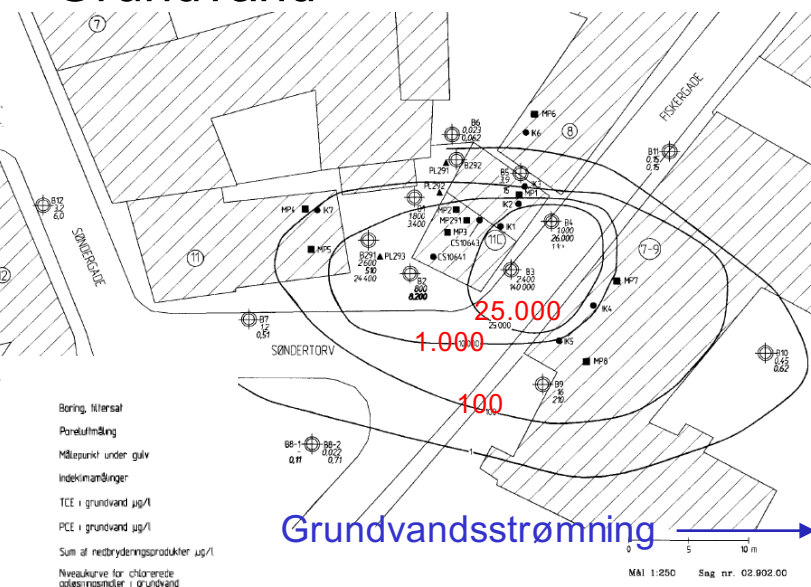
- Fælles ledning (beton)
- Strømpeforet 2016 inkl. stikledninger

Resultater fra 2003

- Poreluft



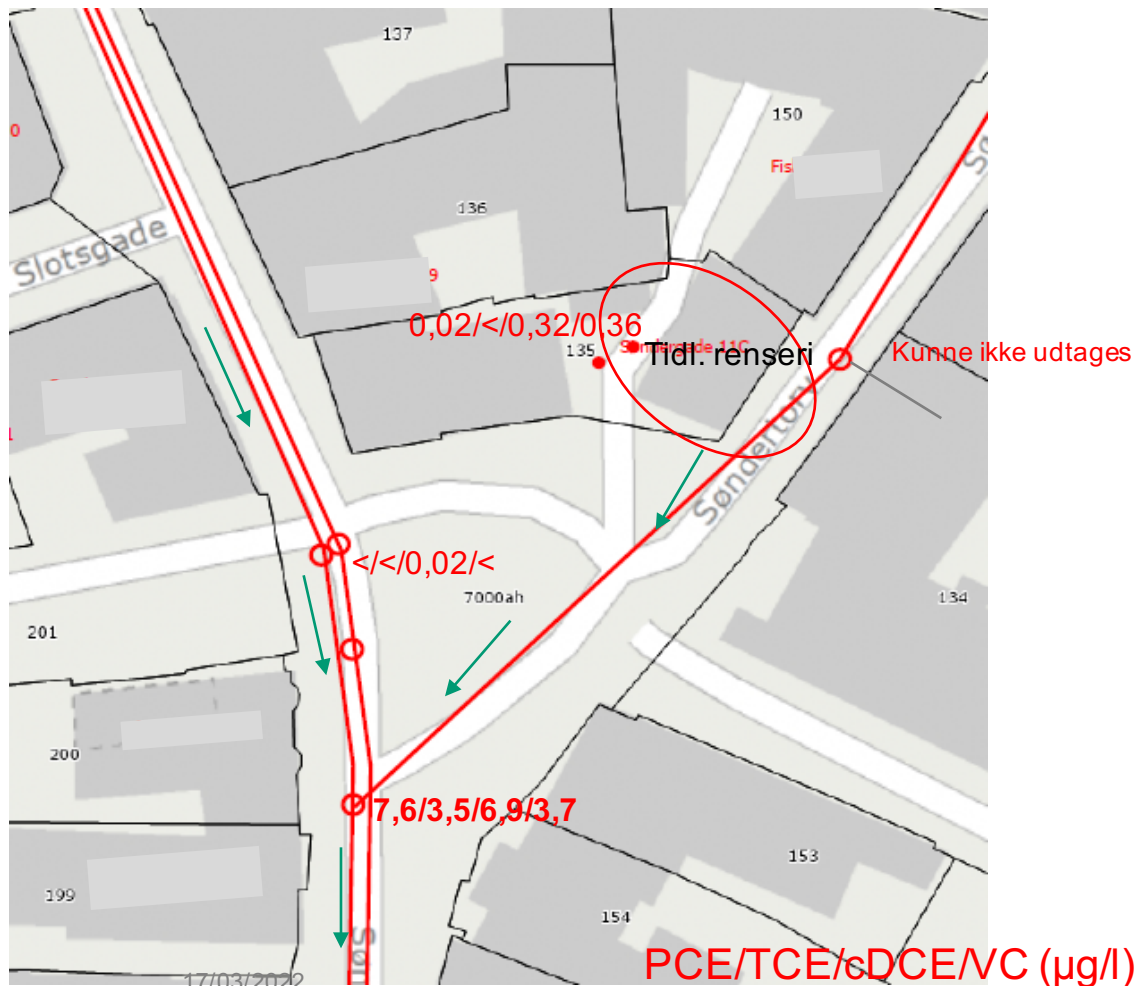
- Grundvand



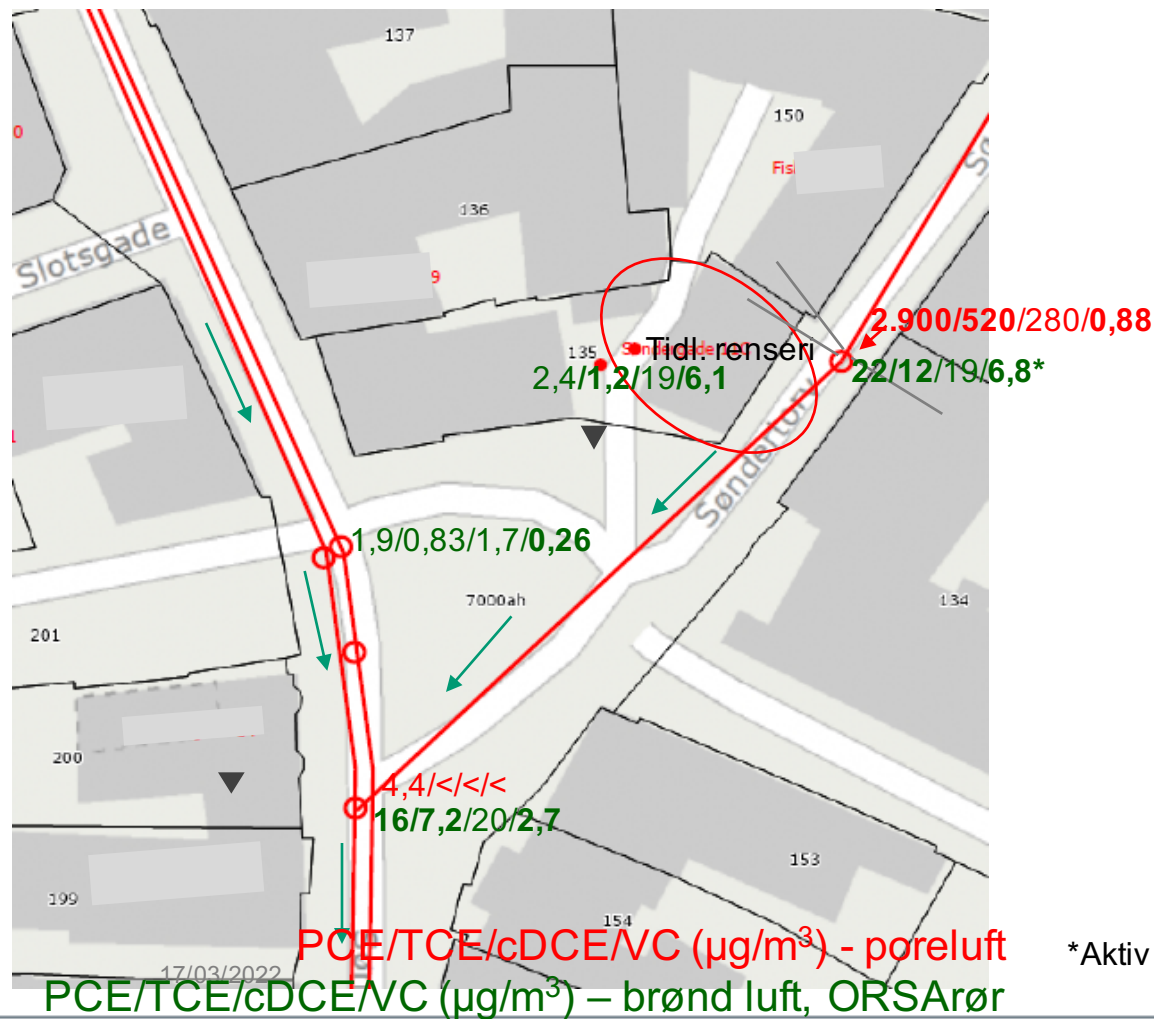
- Der er i 2004 lavet afværge med afskæringsløsning og mindre opgravning under kældergulv
- Vi kender ikke forureningsniveauet i dag

17/03/2022

Forurening i kloakker/brønde 2021 - vand



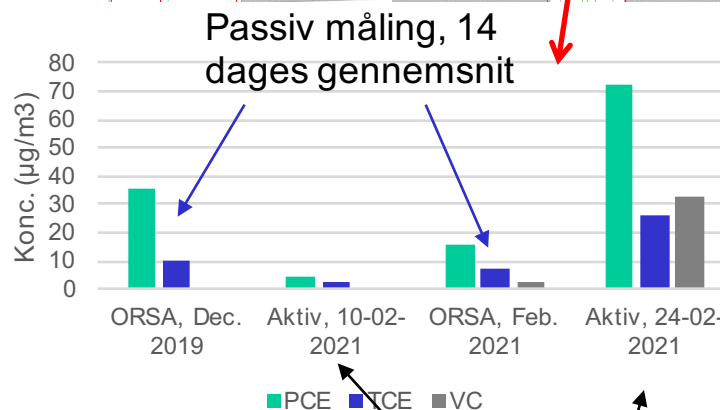
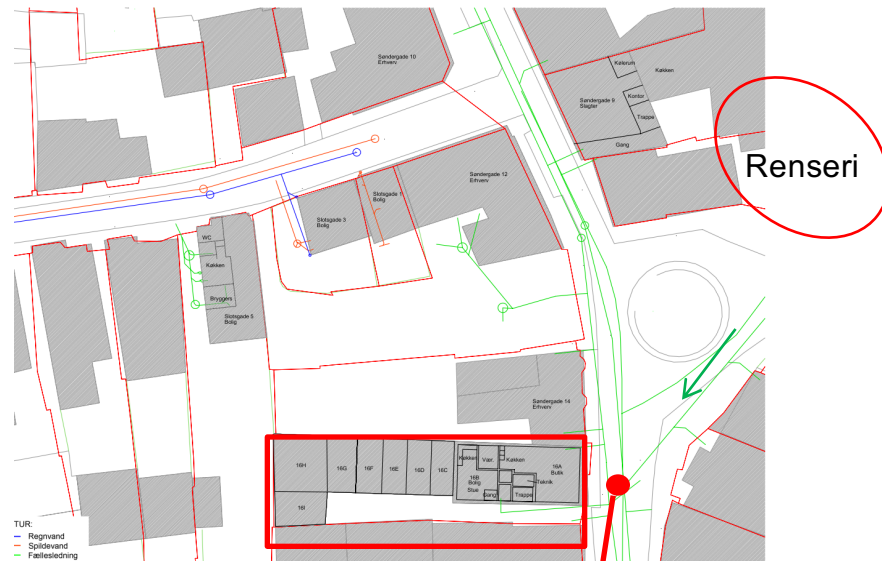
Forurening i kloakker/brønde 2021 - luft



*Aktiv måling

Naboejendom

- Poreluftforurening under gulv
 - PCE og TCE i lave koncentrationer, kortlægges IKKE
- Bag vandlås:
 - VC op til 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (faktor 550)
- VC potentielt problem i indeluft



Aktiv måling,
øjebliksbillede



Region Syddanmark

Konklusion

Selvom kloak er strømpeforet, så kan der godt trænge forurening ind, som kan spredes til omkringliggende naboer

Hvis en grundvandsforurening ikke udgør en indeluftrisiko (over gulv) kortlægges fanen ikke

