

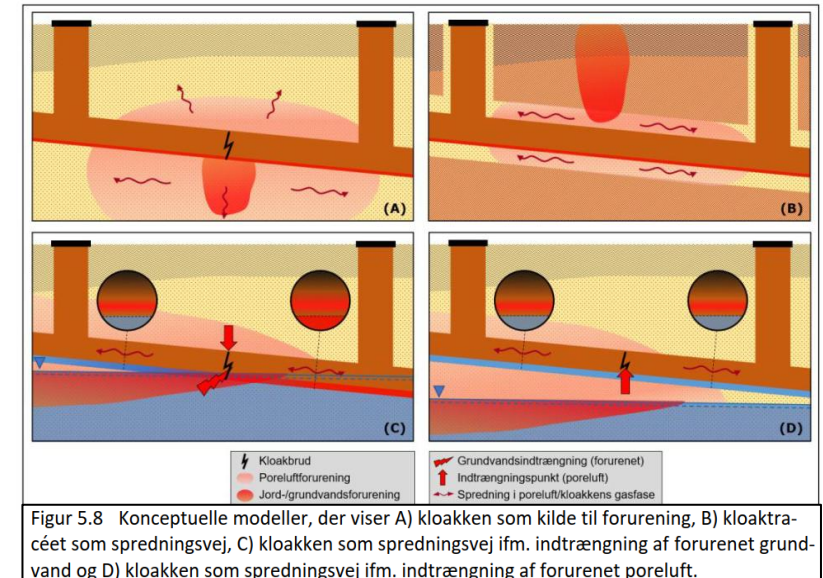
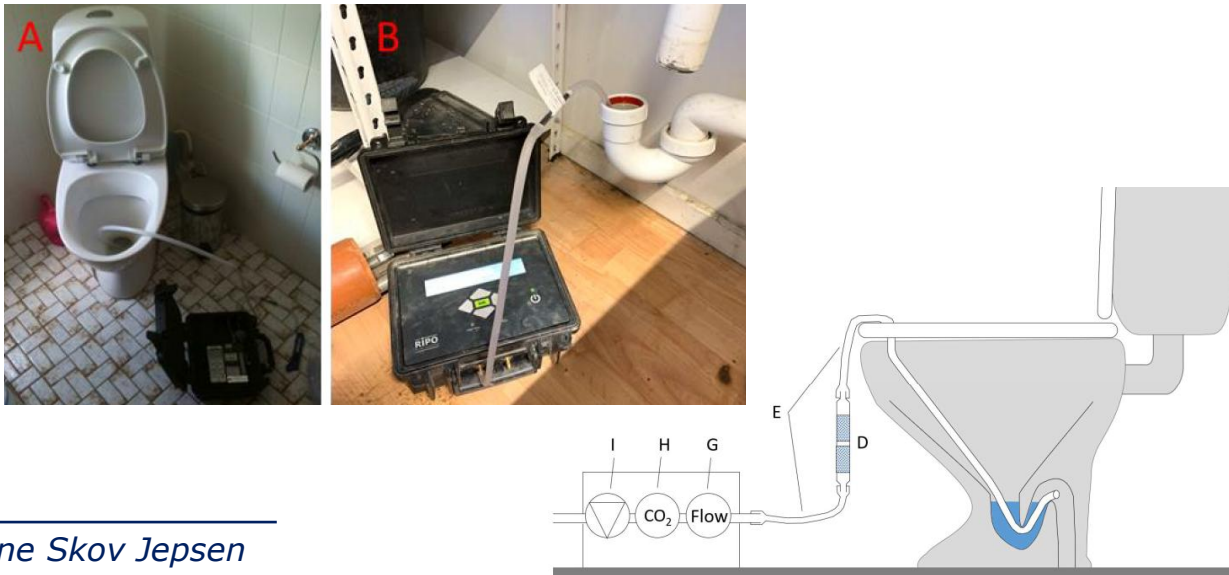
Kloak til indeluft - Hvornår er bidraget betydende?

Trine Skov Jepsen – DMR
Per Loll - DMR

Kloakken som spredningsvej til indeluften



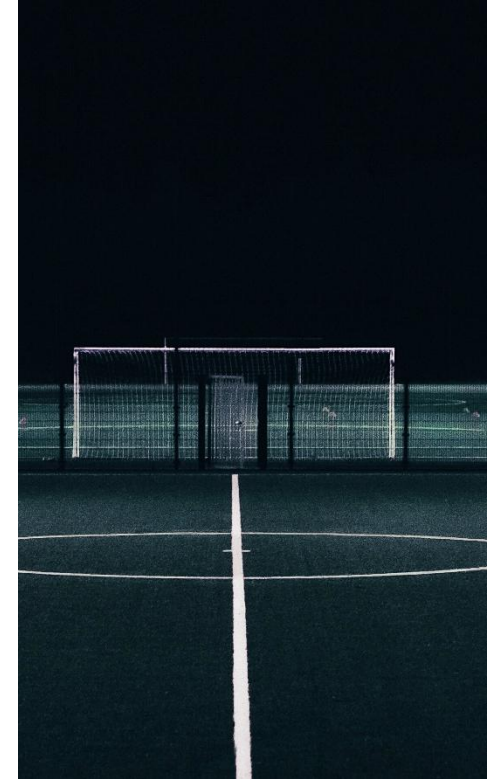
- Undersøgelser af kloakken har været en integreret del af vores strategi siden 2010 /1/.
- Branchen har udviklet en god forståelse af de konceptuelle dynamikker der ligger til grund for indtrængning af forurening fra poreluft/grundvand til kloak /2/.
- Dynamikkerne for transport i kloaksystemer er blevet grundigt undersøgt i både Danmark og USA /3/, 76/, /10/ og /11/.
- Der er udviklet en bredt accepteret metode til korttidsmålinger i faldstammer /2/.



Så har vi vel styr på det...

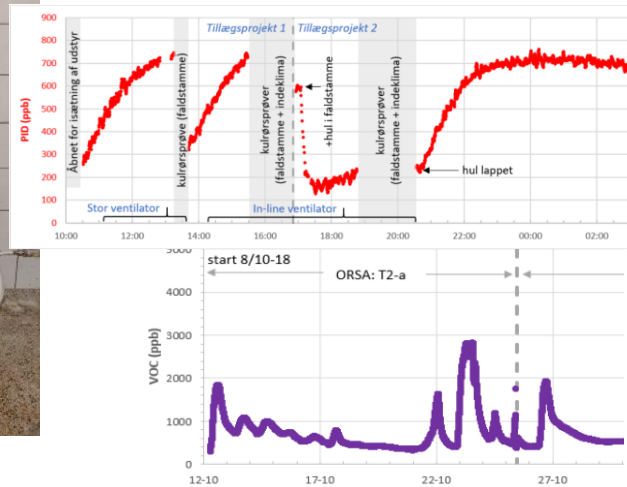
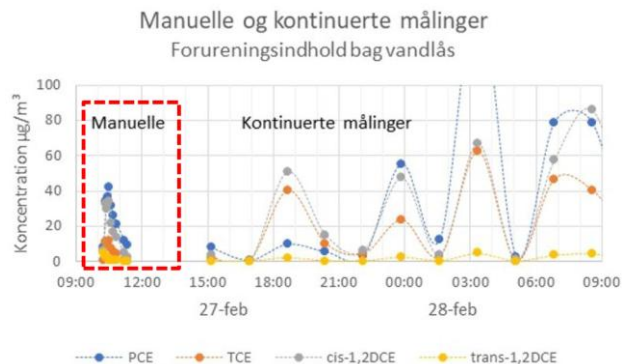


- Stor usikkerhed på koncentrationsmålinger i faldstammer – hvilken koncentration er repræsentativ/konservativ?

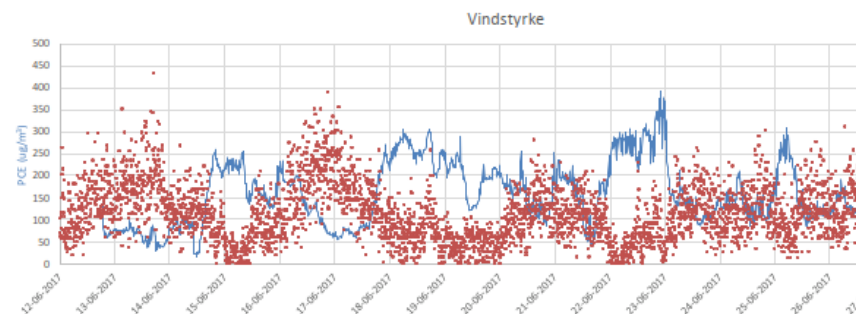
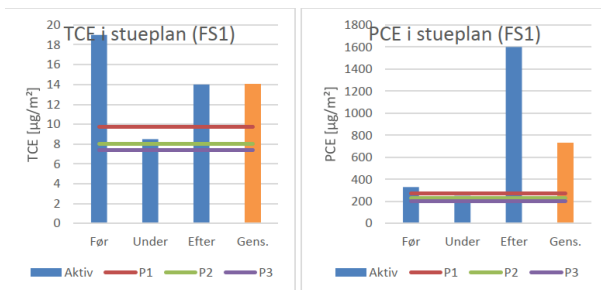


Hvad er den "rigtige" koncentration i faldstammen?

- Flere forsøg på at sige noget om den tidslige variation ved korttidsmålinger - hvornår skal vi måle for at påvise den "rigtige" eller den mest konservative koncentration.

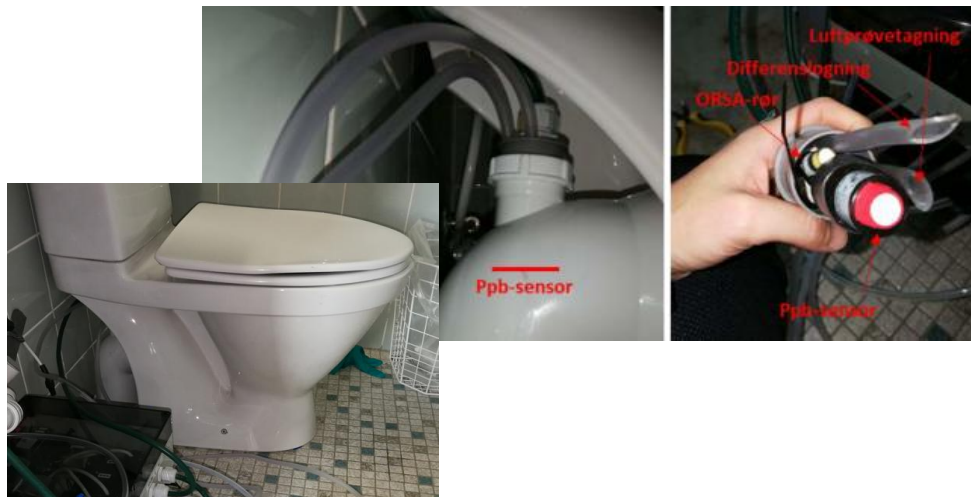


- VaporSafe /8/.
- Prøvetagningstoilet /6/.
- Kulrørsmålinger /5/.
- FROG4000 /13/.



Hvad er den "rigtige" koncentration i faldstammen?

- Der er forsøgt udviklet metoder til langtidsmålinger
 - Flowkammer, "Regnfrakke" og Måling i renselem /5/.
 - Prøvetagningstoilet inkl. flowkammer og PID-sensor /6/ og /7/.



Har ikke fundet bred anvendelse i branchen -> stadig korttidsmålinger

Nærvæd umuligt at udtage én repræsentativ prøve af kloakluften

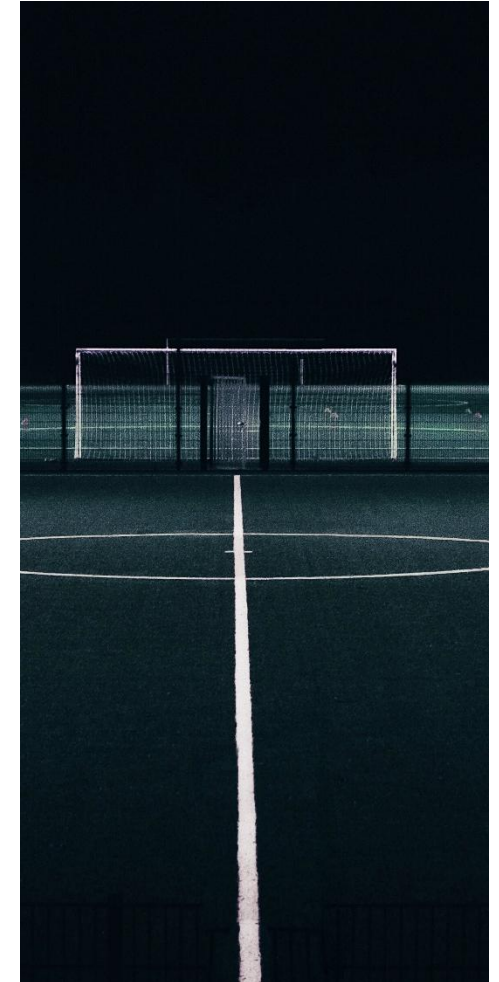
Så har vi vel styr på det...



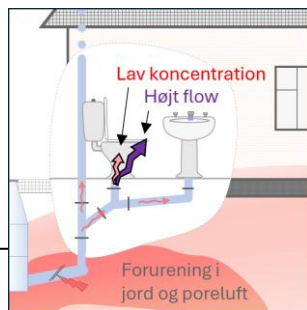
- Stor usikkerhed på koncentrationsmålinger i faldstammer – hvilken koncentration er repræsentativ/konservativ?



- Hvordan kommer vi fra "koncentration i faldstamme" til "påvirkning af indeluft" (risikovurdering)?

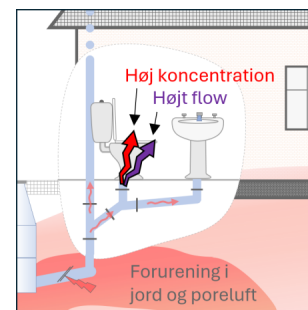
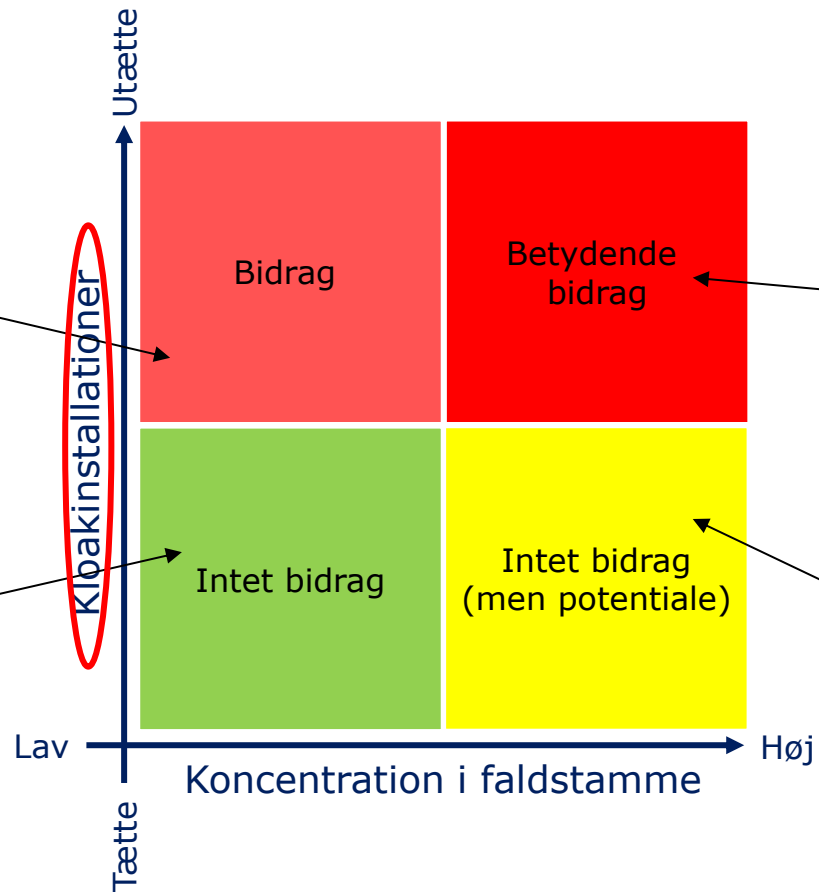


Sammenhæng mellem konc. i faldstamme og bidrag (påvirkning af indeluften)



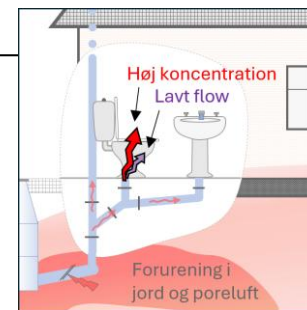
Forholdsvis lave koncentrationer, men større utætheder = evt. væsentligt bidrag (stort masseflow).

Lave koncentrationer og tætte installationer = intet bidrag.



Høje koncentrationer og utætte installationer = betydeligt bidrag.

Høje koncentrationer kan skyldes tæt installation (ophobning bag vandlås) = intet/lavt bidrag (lavt masseflow) - men selvfølgelig et potentiale.



Metoder til bestemmelse af bidrag

- PFT sporgasser /9/ og /12/.

Afhængig af repræsentativ koncentration.



- Den omvendte bevisbyrde
 - Hvor meget luft (bidrag) fra faldstamme, hvis der skal være risiko?
 - Er det realistisk?

Afhængig af subjektiv vurdering.

Afhængig af repræsentativ koncentration.

$q \cdot C_{kilde} = C_{ik} \cdot A \cdot L_h \cdot L_s$

hvor $q =$ luftflux ind i bygning (m^3/t)
 $C_{kilde} =$ koncentration i kilden ($\mu g/m^3$)
 $C_{ik} =$ resulterende indekvalitet ($\mu g/m^3$)
 $A =$ Areal (m^2) = $10 \times 12 m$ eller $3 \times 4 m$
 $L_h =$ Loftshøjde (m) = 2,3 m
 $L_s =$ Luftskifte (t^{-1}) = 0,3 t^{-1}

hvis $C_{kilde} = 13 \mu g \text{ benzen}/m^3$
 $C_{ik} = 0,13 \mu g \text{ benzen}/m^3$

$q = \frac{C_{ik} \cdot A \cdot L_h \cdot L_s}{C_{kilde}}$

$q = 0,83 m^3/t$ hele boligen
 $q = 0,083 m^3/t$ badeværelset



Billede fra Lekolar

- Udelukkelsesmetoden
 - Det kommer ikke andre steder fra og der er indhold i kloak.
 - Risiko fjernes ikke ved afskæring af andre bidrag (f.eks. bidrag over betondæk).

*Meget sent i processen.
Måske er forkerte afværgetiltag etableret.*

Nuværende vurdering af forureningspåvirkning fra kloakker til indeluften

- Pt. findes der ikke en anerkendt metode, eller et værktøj, til vurdering af kloakker og faldstammers kvantitative bidrag til indeluften – eller blot deres relative betydning blandt flere spredningsveje fra jordforurening til indeluft.
- Nuværende vurdering bygger på en (rådgivers) overordnede konceptuelle forståelse af samspillet imellem forureningen og indeluften (erfaring?).
 - På nogle sager er det tydeligt at kloakken bidrager (eller ikke bidrager) i betydende grad til indeluften.
 - På mange sager ender man i en "gråzone", hvor det kan være svært at afgøre om der er en betydende påvirkning fra faldstammer.
 - Problemstillingen er særligt relevant for stoffer med lave afdampningskriterier som TCE og VC.

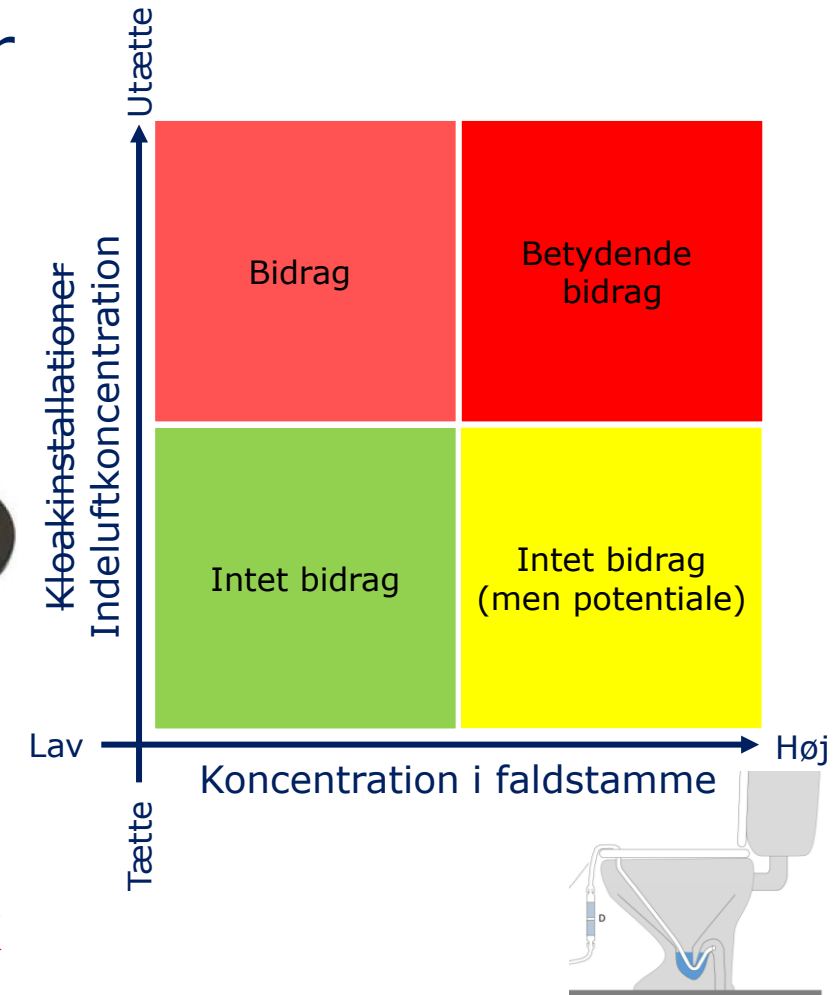
Vi må da kunne gøre det bedre...

- Vi har så meget data opsamlet igennem mere end 10 år.
 - Men vi kan ikke lave en reduktionsfaktor pga. dynamikken i systemet



Fokus på bidrag - ikke koncentration

- Ny metodik/tilgang der i højere grad fokuserer på bidraget og i mindre grad på selve koncentrationsmålingen.
 - Forholdet imellem indeluftkonc. og konc. i faldstammen.
- Udgangspunkt i nuværende prøvetagningspraksis
 - Konc. i indeluften måles på ORSA-rør*
 - Konc. i faldstamme måles på kulrør*



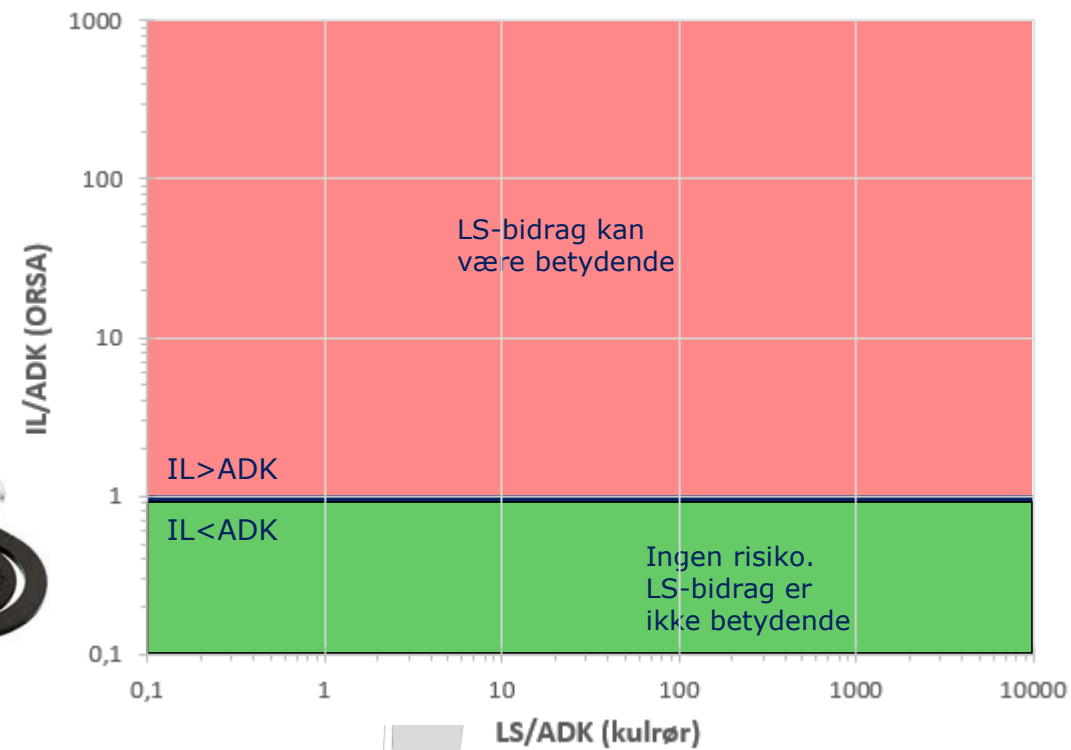
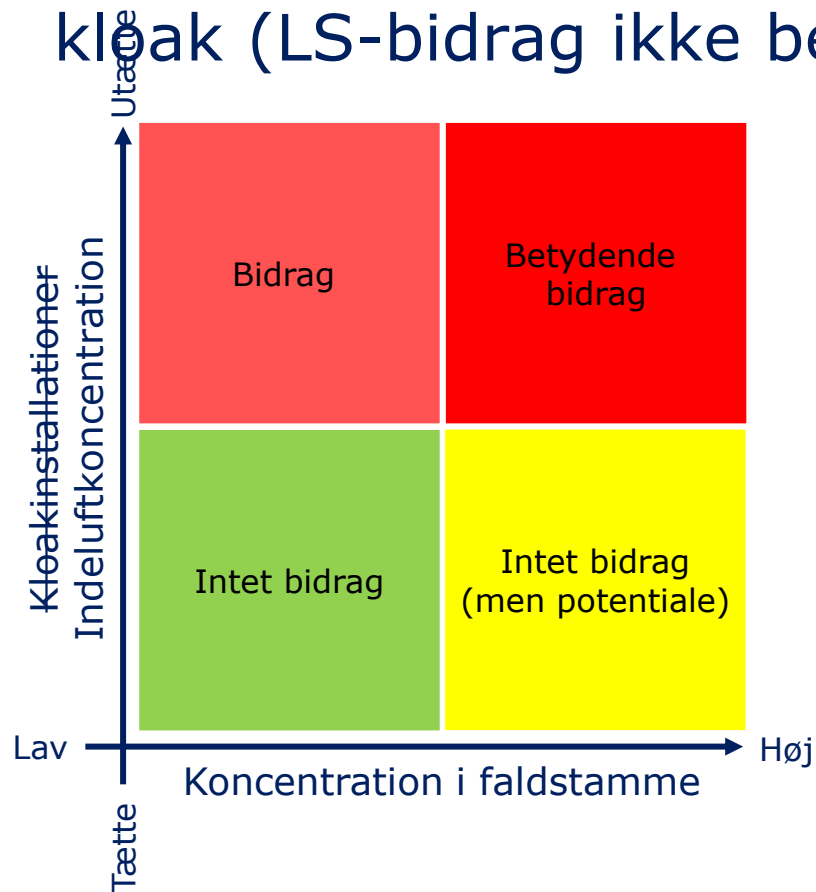
Det er vores tese, at bidraget vil være tidsligt robust og vil muliggøre en mere ensartet metodik til vurdering af kloakkers påvirkning af indeluften.

Tanker omkring figur til tolkning af bidrag -

Foreløbig skitse

- Ingen indeluftrisiko ($IL < ADK$) = Ikke noget betydende bidrag fra kloak (LS-bidrag ikke betydende)

Antagelse: Vores målinger er repræsentative!
Vi vender tilbage til den tidlige robusthed.

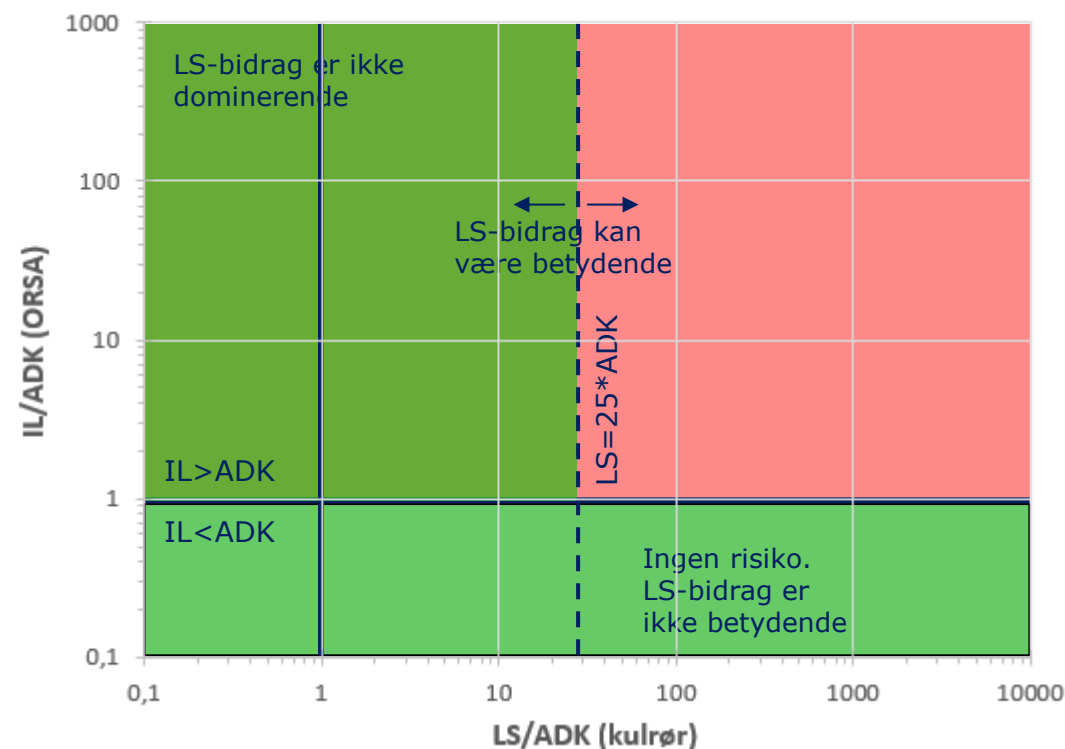


Tanker omkring figur til tolkning af bidrag -



Foreløbig skitse

- Men der sker jo også en opblanding i indeluften.
 - Hvis $LS=ADK$ bør bidraget fra kloakken ikke udgøre en risiko
 - Kun hvis al luft i rummet stammer fra faldstammen = ingen opblanding -> Ikke realistisk.
 - Hvis $LS=25*ADK$ (4% af indeluften stammer fra faldstammen efter opblanding) -> måske realistisk?

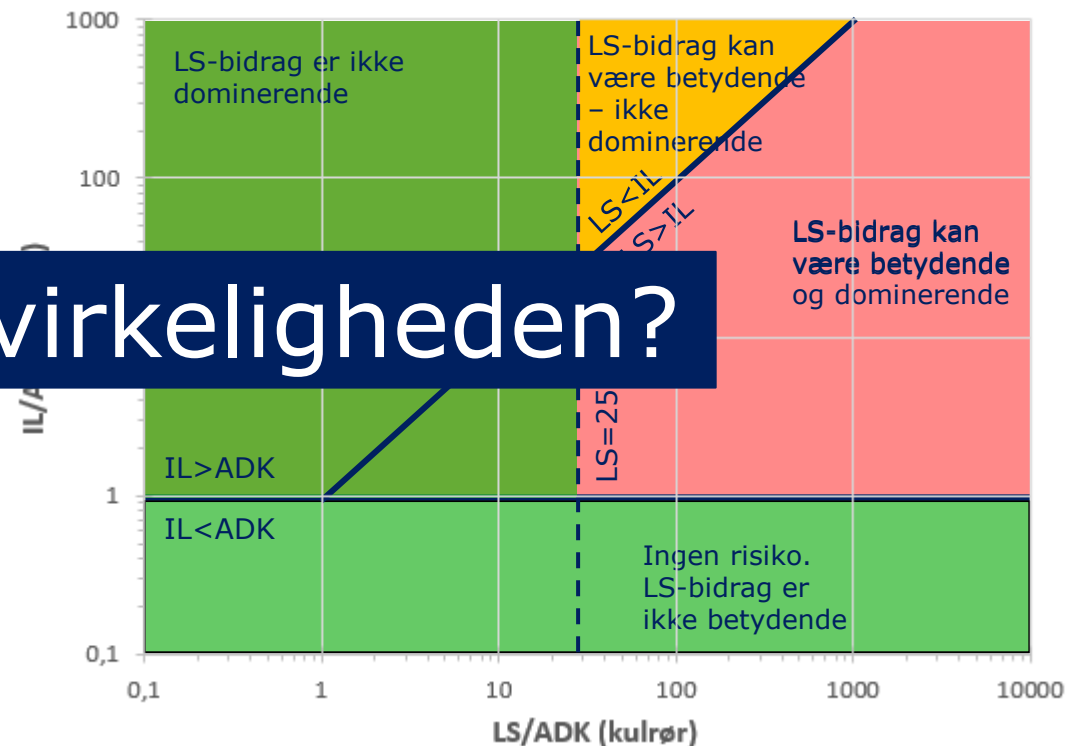


Tanker omkring figur til tolkning af bidrag – Foreløbig skitse

- Hvis $LS < IL$ kan hele bidraget ikke stamme fra kloakken -> kloakbidraget er ikke det dominerende.
- LS kan dog stadig godt være betydende for risiko (en afværgе kommer måske ikke helt i mål uden håndtering af dette bidrag).
- I det røde felt er kloakbidraget **BÅDE** betydende og dominerende.

Men passer det med virkeligheden?

- 3 cases med rigtig god konceptuel forståelse -> vi ved hvor de skal ligge i figuren.



Case 1

- En ældre ejendom med kælder og 1. sal.
- Kældergulv med revner og huller.
- Opstigende forurenset grundvand.

1. målerunde

– før mindre afværgetiltag

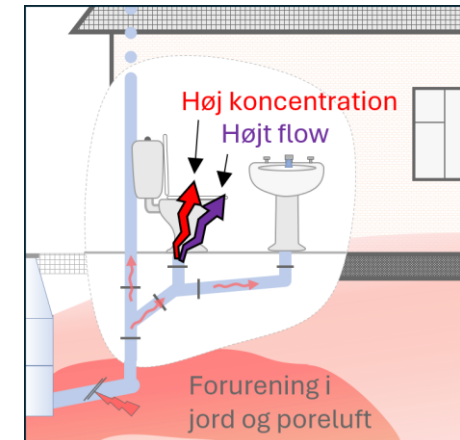
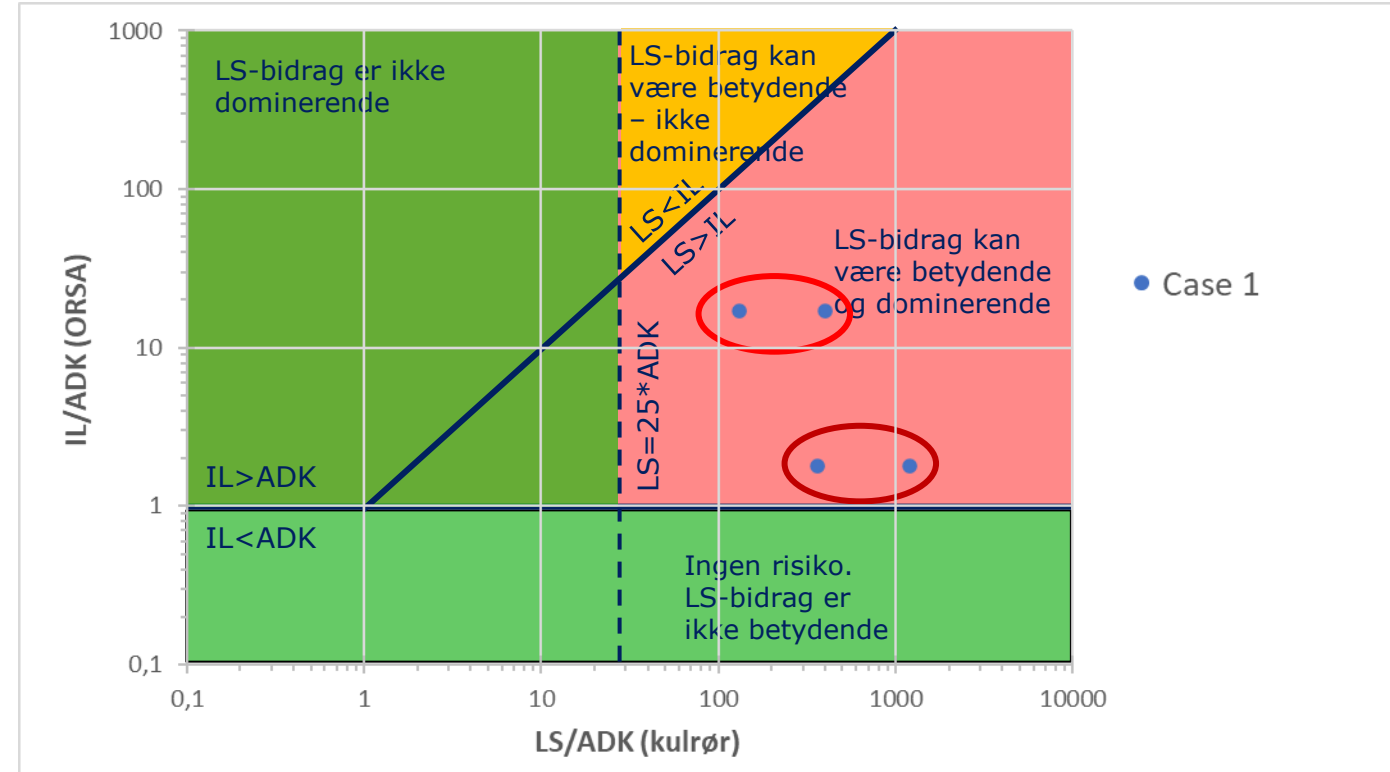
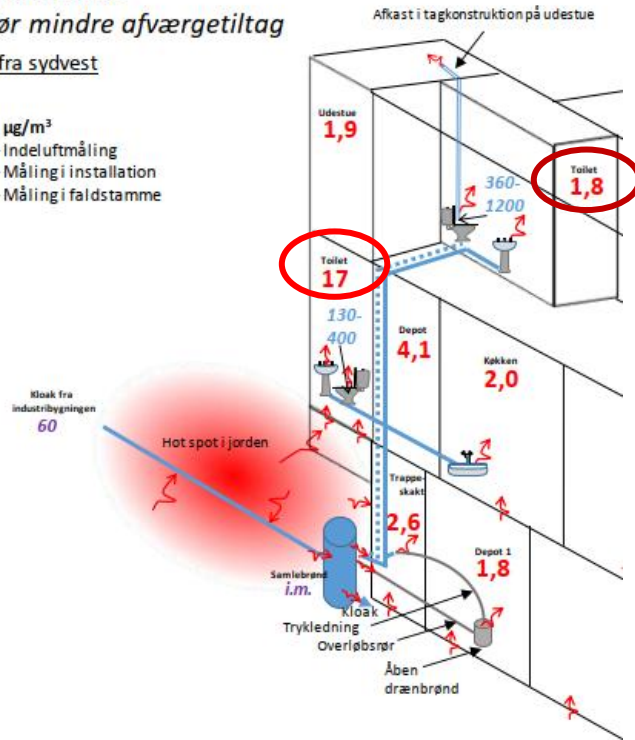
Set fra sydvest

TCE, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

XX – Indeluftmåling

XX – Måling i installation

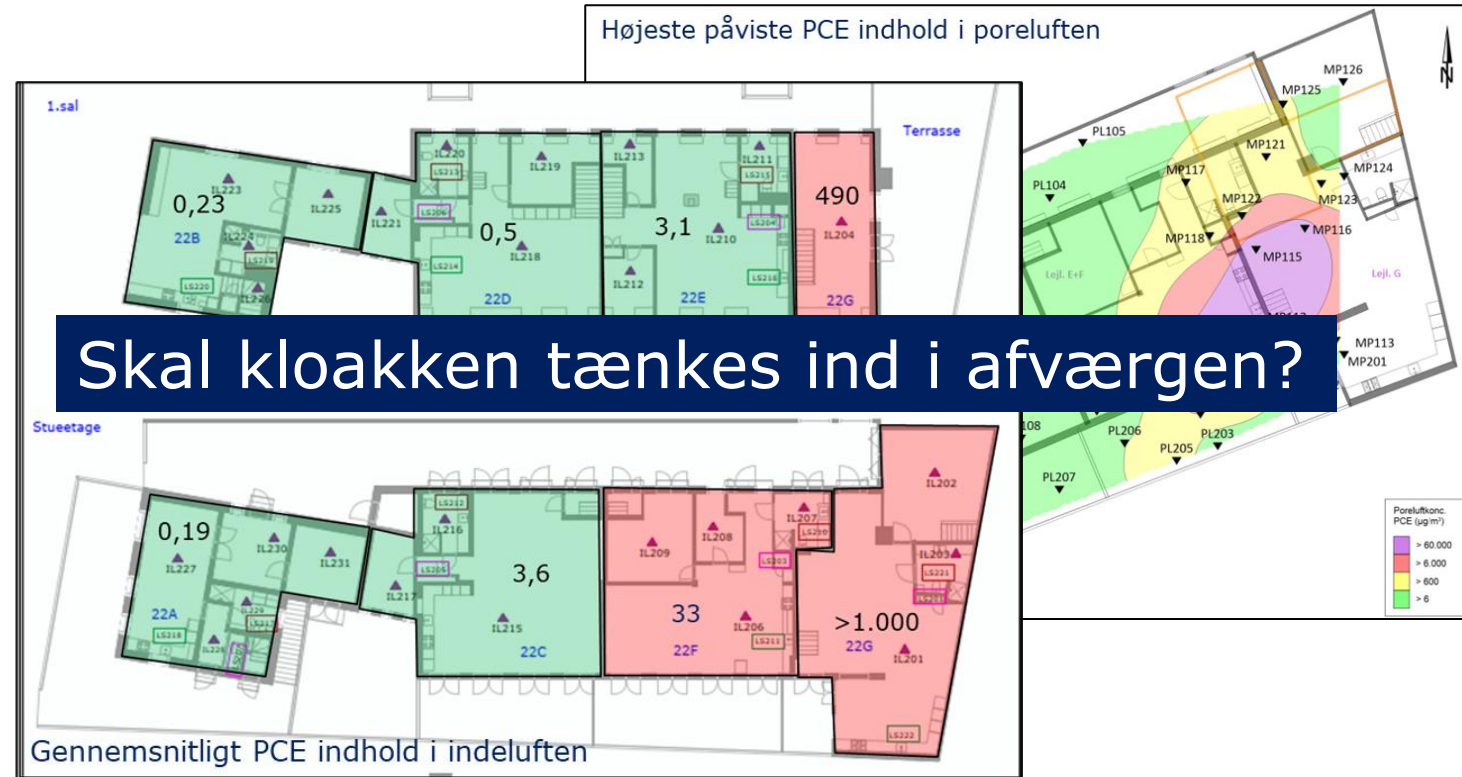
XX – Måling i faldstamme



Case 2

- En tidligere fabrik der er bygget om til boliger.
- Der er en væsentlig poreluftforurening og en væsentlig overskridelse af PCE i indeluften i den østlige del af bygningen.

Lejl.	Fase 1		Fase 2		
	Faldstamme	Indeluft	Faldstamme	Indeluft	
Stueetage	A	13	0,18	77	0,18
	A	42	0,18	98	0,18
	C	63	3,4	34	6,6
	F	150	73	140	90
	F	130	28	130	42
	G	340	660	330	370
	G	240	610	i.m.	i.m.
1. sal	B	51	0,21	330	0,2
	B	51	0,2	i.m.	i.m.
	D	58	0,4	31	1
	D	45	0,57	140	1,3
	E	110	7,1	77	13
	E	78	2,2	80	5

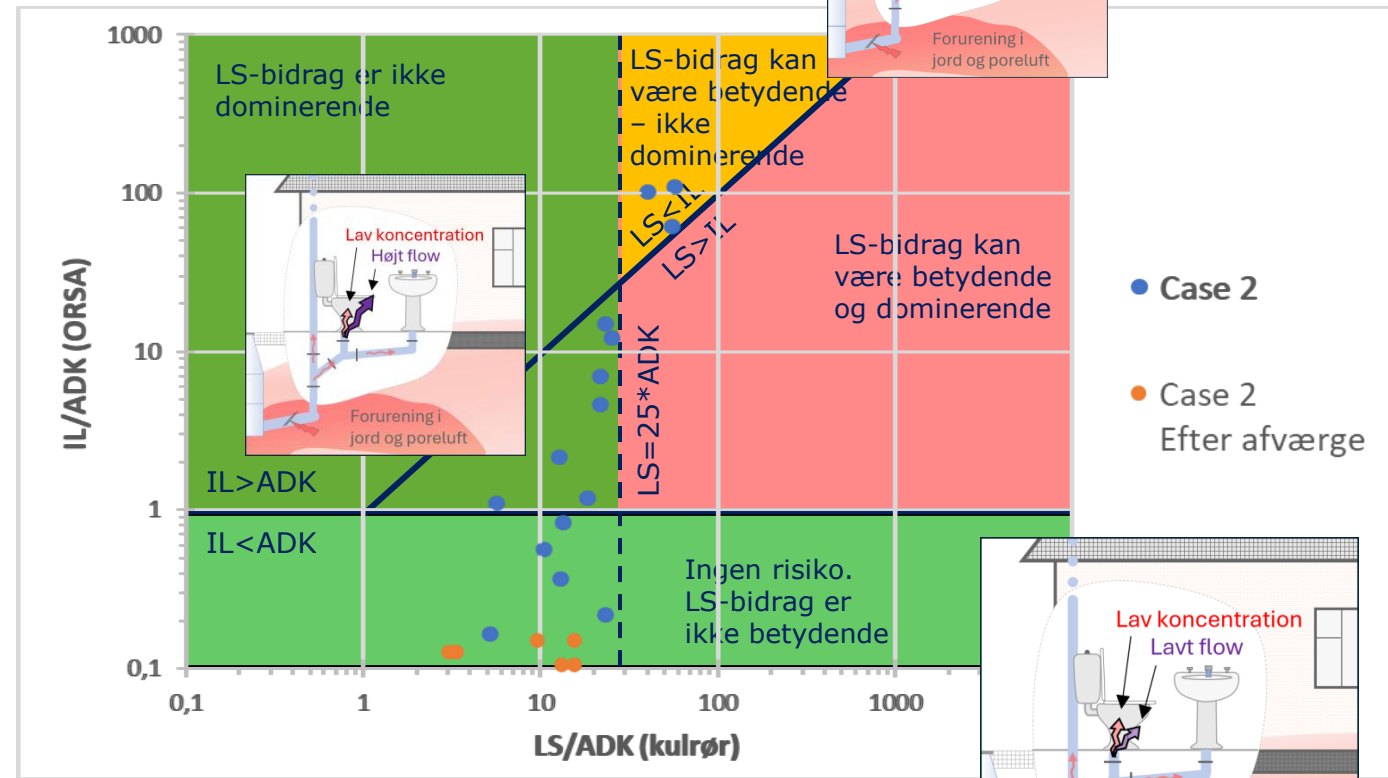


- Svært at sige noget entydigt om sammenhængen mellem faldstammer og indeluft.

Case 2

- Lad os prøve det nye værktøj.
- Kloakken vurderes ikke at være dominerende.
- Afværge med fokus på at fjerne poreluftbidrag igennem gulvfladen.

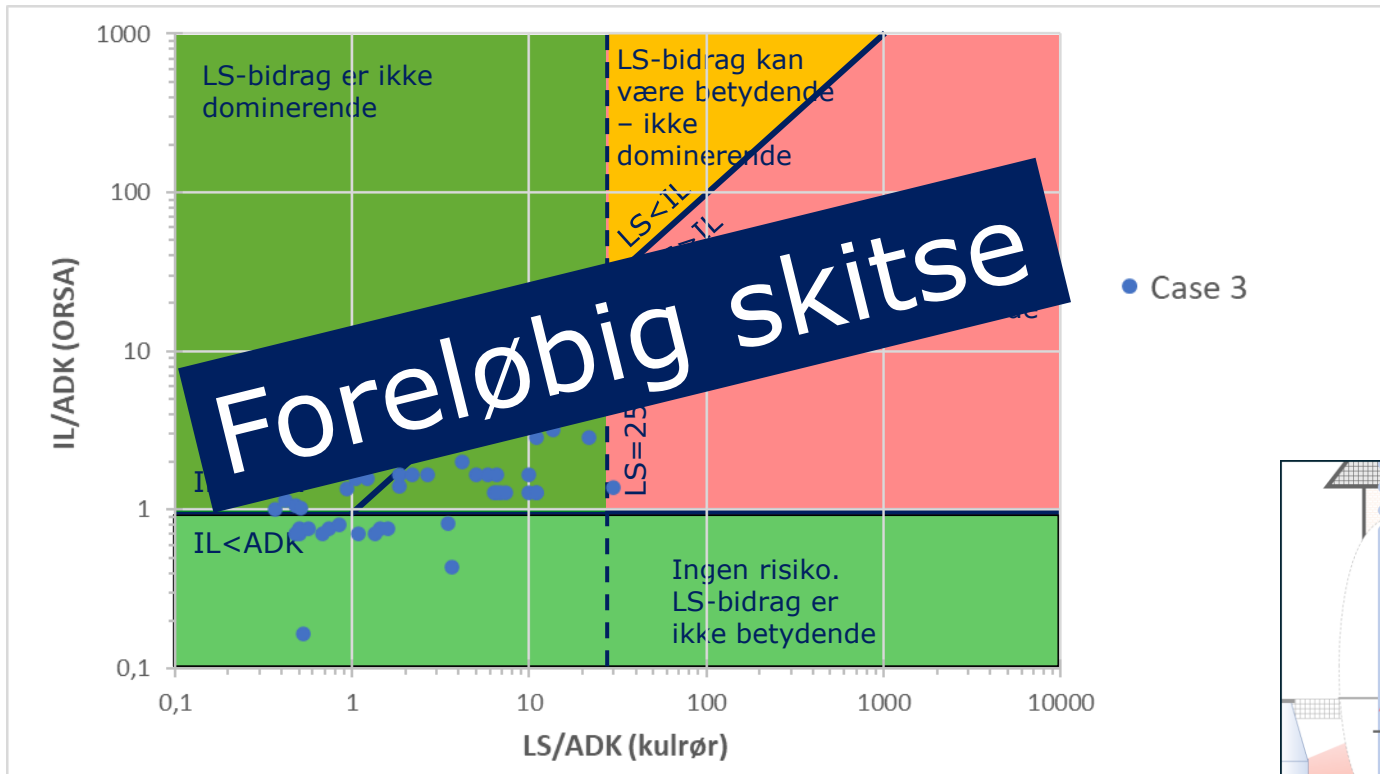
Lejl.	Fase 1		Fase 2		
	Faldstamme	Indeluft	Faldstamme	Indeluft	
Stueetage	A	13	0,18	77	0,18
	A	42	0,18	98	0,18
	C	63	3,4	34	6,6
	F	150	73	140	90
	F	130	28	130	42
	G	340	660	330	370
	G	240	610	i.m.	i.m.
1. sal	B	51	0,21	330	0,2
	B	51	0,2	i.m.	i.m.
	D	58	0,4	31	1
	D	45	0,57	140	1,3
	E	110	7,1	77	13
	E	78	2,2	80	5



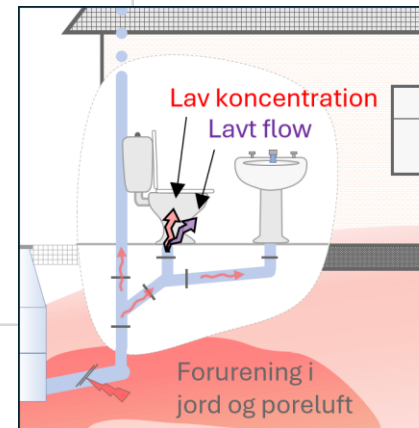
- Målsætning er opfyldt.

Kloakbidrag er ikke dominerende

Case 3: Region Midtjyllands testthus



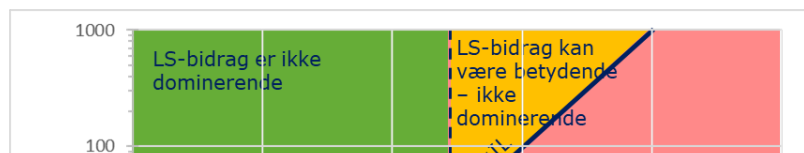
- Tidligere renseri – indeluft påvirket af chlorerede opløsningsmidler.
- Indeluftmålinger (ORSA-rør) og tilhørerne målinger i faldstammer i køkkenvask og toilet (kulrør) hver 14. dag over ca. 2 år – efter tætning af vandlås.



- Kloakken bidrager ikke – meget robust resultat.
- Forholdet mellem koncentrationen i indeluften og koncentrationen i faldstammen er **tidsligt robust**, til trods for koncentrationsmålinger i kloakken der svinger med op til en faktor 20 (fra 9 til 180 $\mu\text{g PCE}/\text{m}^3$).

TUP-projekt: Vurdering af bidrag fra faldstammer/kloak til indeluft

1. Udvikling og formalisering af et værktøj/en metodik til vurdering af om der på en konkret sag er betydende bidrag fra faldstammerne til indeluften (kvantitativ vurdering).



Tidslig robusthed – Undersøges ved flere længere måleserier (dataserier udføres i Region Nord, Midt og Syd).



Hvor skal grænserne ligge – Kalibreres ift. et stort antal kendte sager (input fra alle regioner).

2. Undersøgelse af den tidslige robusthed af en vurdering (vha. værktøjet/metodikken)
 - Hvor mange målerunder skal der til?
 - Skal der indlægges en faktor/et udfaldsrum omkring målingen?

- /1/ Afløbsinstallationer som indtrængningsvej for flygtige stoffer. M.H. Hansen, C. Riis, H. Husum, A.G. Christensen og M. Therkelsen. ATV Vintermøde Bind II, s. 39-50, marts 2010.
- /2/ Retningslinjer for udtagning af luftprøver ved forureningsundersøgelser. Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer. Teknik og Administration nr. 1, 2020.
- /3/ Spredning af flygtige forureningsstoffer i kloaksystemer. Godkendt udkast til Miljøprojekt. Indsendt til Miljøstyrelsen, februar 2024.
- /4/ Målinger i afløbs- og kloaksystemet ved indeklimaundersøgelser på forurenede grunde. Miljøprojekt nr. 1954, 2017.
- /5/ Ørstedsgade 26, Rudkøbing. Projektnummer 30.6665.44. Rapport udarbejdet af SWECO for Region Syddanmark (Obduktionsprojektet). Revideret marts 2018.
- /6/ Dynamiske bidrag fra kloak til indeklimaet – Obduktionsprojektet. Rapport udarbejdet af DMR A/S for Region Syddanmark, maj 2018.
- /7/ Direkte spredningsveje i ældre erhvervsbygninger - Konceptuel forståelse ift. §8 sagsbehandling. Per Loll. Præsentation på ATV-Vintermøde 2019.
- /8/ Danske erfaringer med VaporSafe. Bjarke Hoffmark. Præsentation på ATV-Vintermøde 2023.
- /9/ Nye anvendelser af passiv sporgasteknik (PFT) på indeklimasager. Per Loll. Præsentation på ATV-Vintermøde, 2015.
- /10/ Guidance for Documenting the Investigation of Human-made Preferential Pathways Including Utility Corridors, Wisconsin DNR – Environmental Contamination, June 2021.
- /11/ Sewers and Utility Tunnels as Preferential Pathways For Volatile Organic Compound Migration Into Buildings: Risk Factors And Investigation Protocol, ESTCP Project ER-201505, November 2018.
- /12/ Masseflowtest "in disguise" – En game changer til kvantificering af bidrag fra kloakker. Poul Larsen. Præsentation på ATV-Vintermøde 2019.
- /13/ Kontinuerlig måling af PCE i indeklima - Obduktionsprojektet. Rapport udarbejdet af Rambøll for Region Syddanmark, februar 2018.