



Resultater og dynamik mellem forurening i indeluft, drænsystem og det terrænnære grundvand

-undersøgt med ORSA, Beacon og Canisters

Ane Weitling Jantzen, Hanne Jørgensen, Kim Sørensen,
Anette Riishøj (Region Hovedstaden)

Mette Algreen, Kresten Andersen, Helene Draborg og
Katerina Tsitonaki (WSP Danmark)

Vingsted
2023/03/07



Baggrund

Tidligere dampvaskeri

Før:

Renseri

1920-1989



arkivdk



Nu:

Boligbyggeri

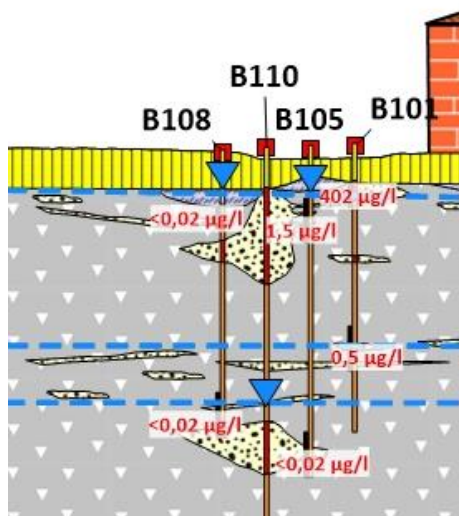
Opført 1991



Baggrund Forureningen

Det hele starter hos naboen - Tidl. skrotoplag

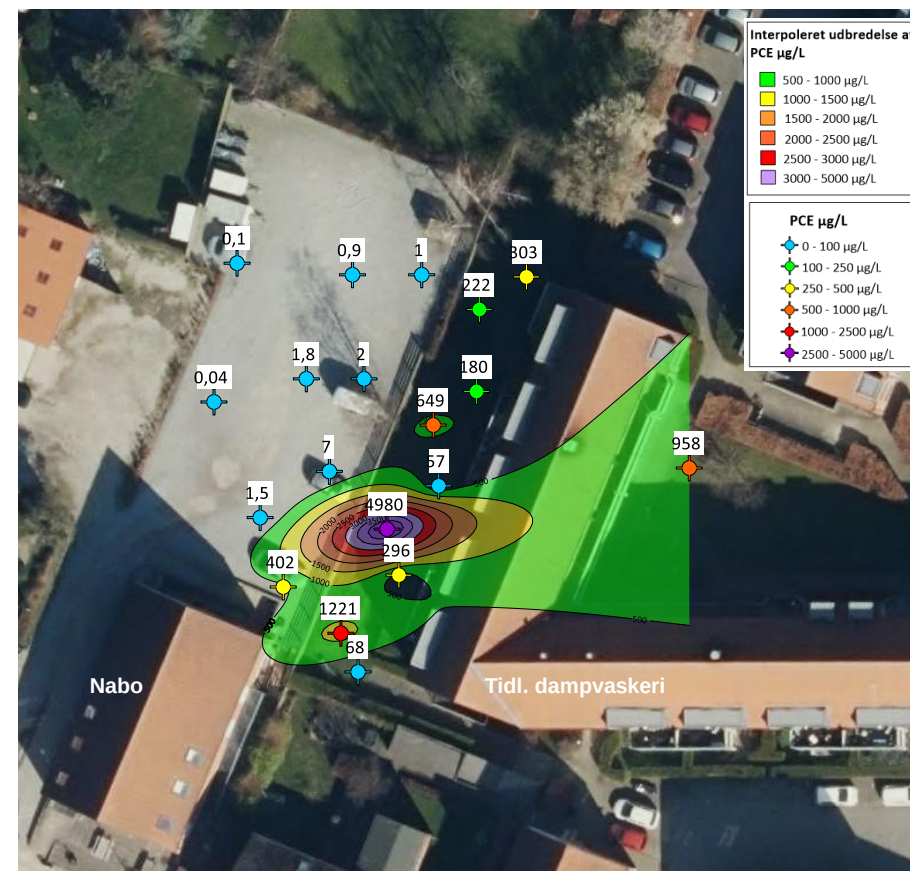
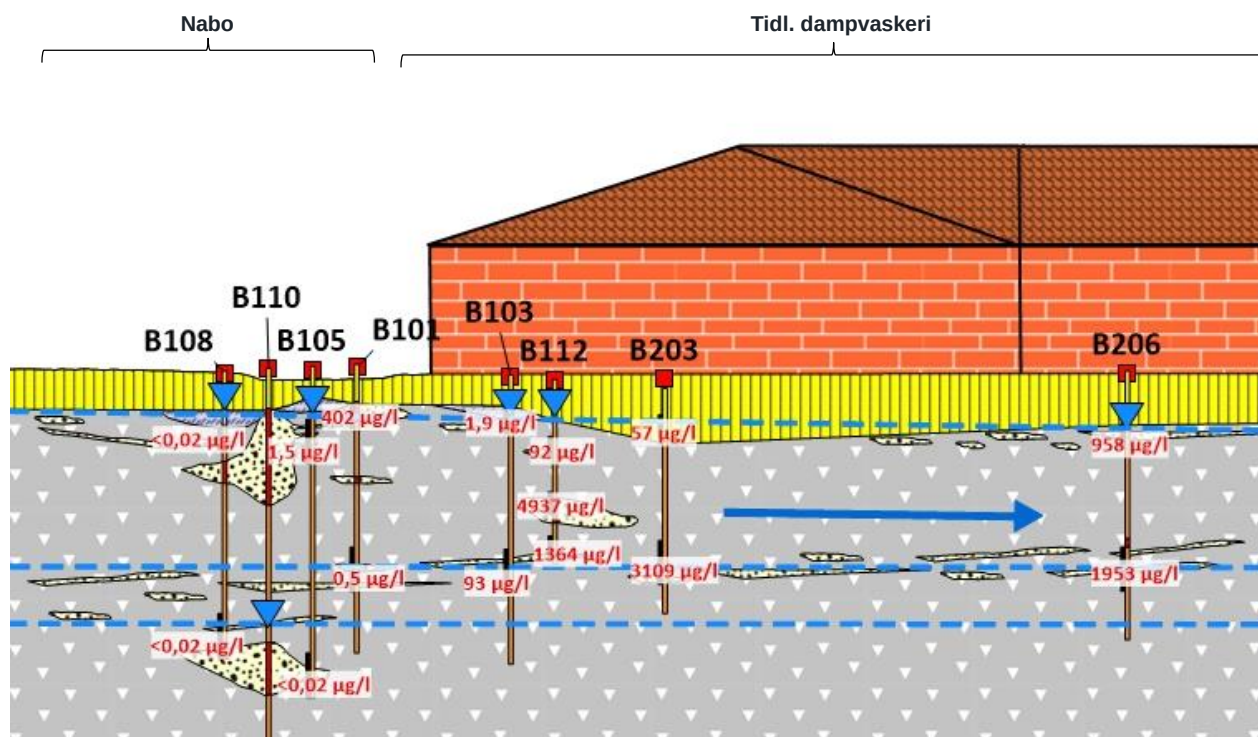
- Forurening i terrænnært grundvand
- Højeste indhold ved skel



Baggrund Forureningen

Det hele starter hos naboen - Tidl. skrotoplag

- Forurening i terrænnært grundvand og mod skel
- Potentiel risiko for arealanvendelsen på ejendommen ved siden af
- Udarbejdelse af historik for ejendommen ved siden af



Baggrund Forureningen

Undersøgelser 1988-1989 - Boringer og vandprøver

- Op til hhv. 43.000 og 28.000 µg/L TCE og PCE i det terrænnære grundvand

Afgravning af forurenede jord i 1989-1990

- Acceptabelt restniveau i jorden = 0,1 ppm chlorerede opl.
- Anvendt mellemdepot

Opførelse af boliger i 1991

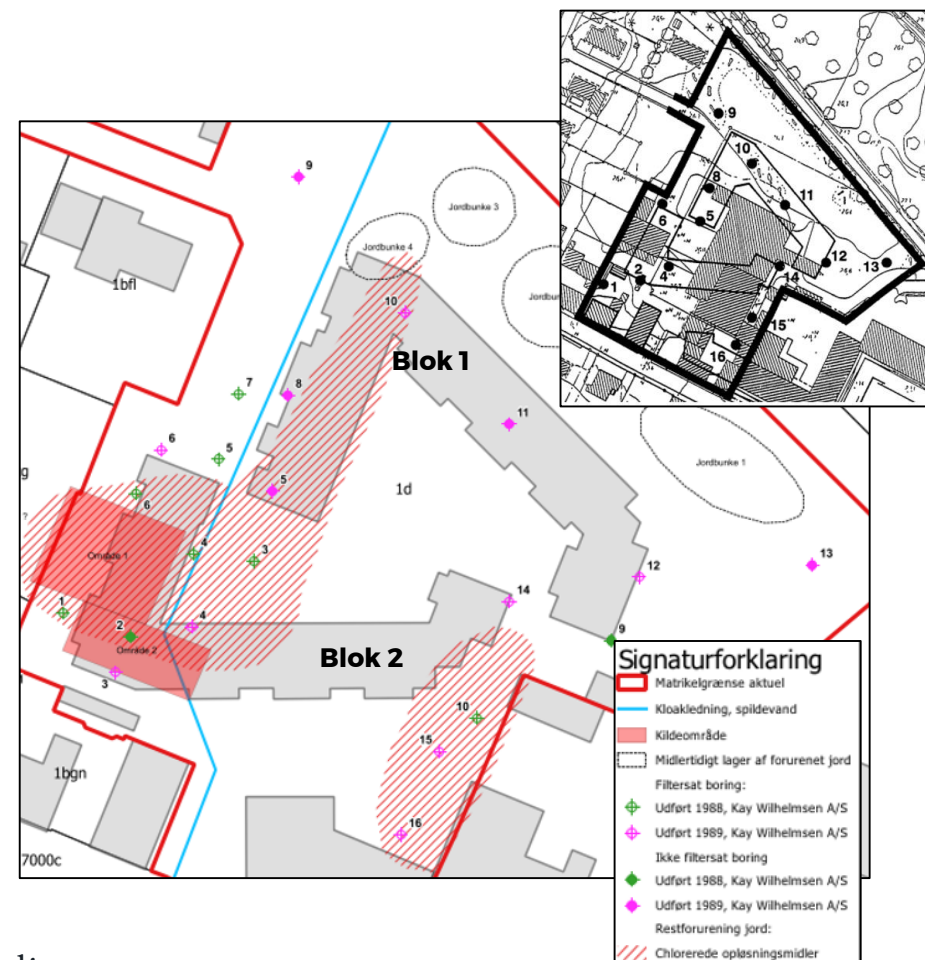
- Ikke fundet at der blev stillet særlige krav herfor

Opfølgende undersøgelser 1993-1997 - Luftprøver

- Op til 8,8 µg/m³ PCE → Vurderet til ikke at have en negativ indflydelse på boligerne

Undersøgelse 1996-1998 - Luftprøver og vandprøver fra drænbrønde

- Op til 17,1 µg/m³ PCE i krybekælder og 6,3 µg/m³ PCE i udeluften
- Grundet det høje indehold blev det vurderet at mekanisk ventilation af kælder ikke ville nedbringe til et acceptabelt niveau!

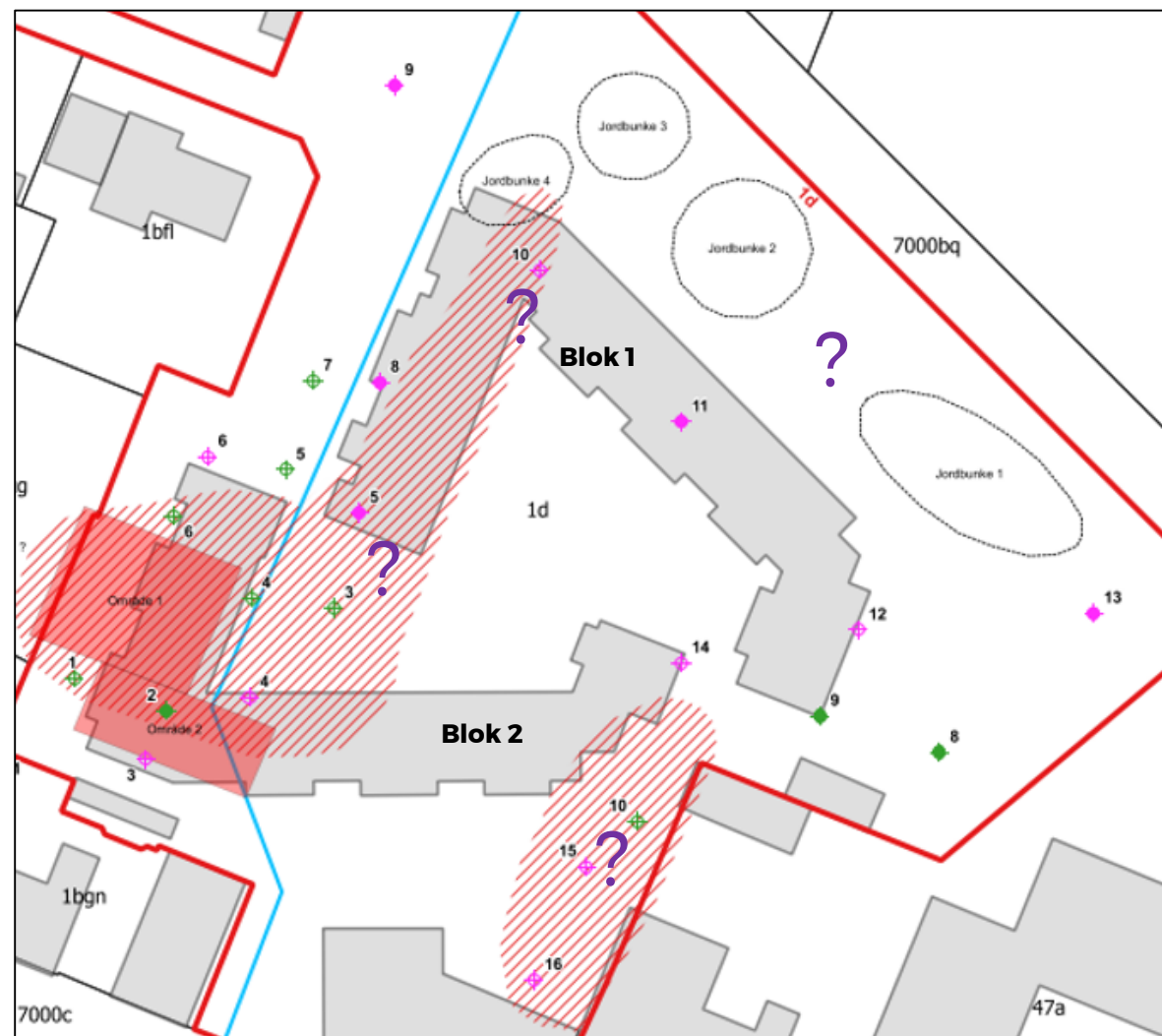
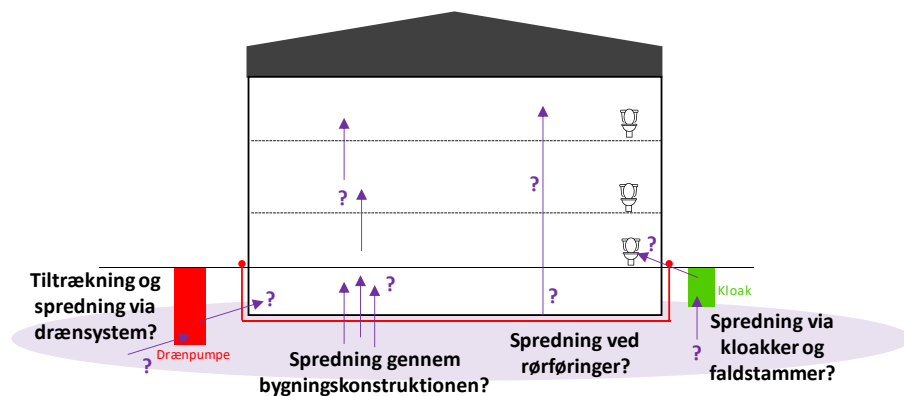


Undersøgelsen Videnshuller

- *Hvad er den nuværende forureningsudbredelsen?*

Indledende undersøgelser af indeluften
viste forhøjet indhold

- *Hvad er risikoen i indeluften?*
- *Spredningsveje til indeluften?*



Undersøgelsen

Undersøgelsesomfang

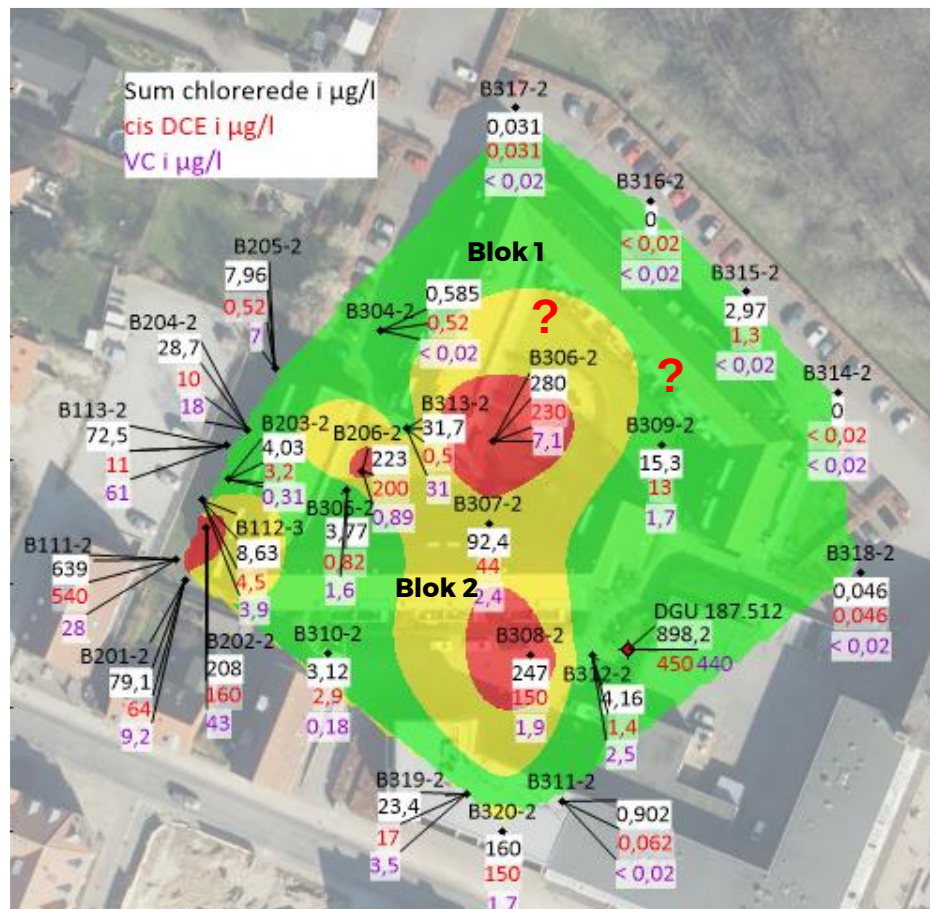
1. **Boringer** med jord- og vandprøver
2. Indeluftmålinger med **ORSA** og **Beacon** i kælderarealer og i alle lejligheder - alle rum
3. Indeluftmålinger med **Canister** i udvalgte områder
4. Gentagende indeluftmålinger
5. Aktive prøver i faldstammer i udvalgte lejligheder
6. Aktive og passive luftprøver i kloakkerne og i drænsystemet
7. **Vandprøver fra kloakkerne og i drænsystemet**
8. **Loggerdata** af vsp i boringer og drænsystem
9. Trykdifferens og indeluftparametre
10. **Poreluftundersøgelse** i udvalgt område

Udført i flere faser

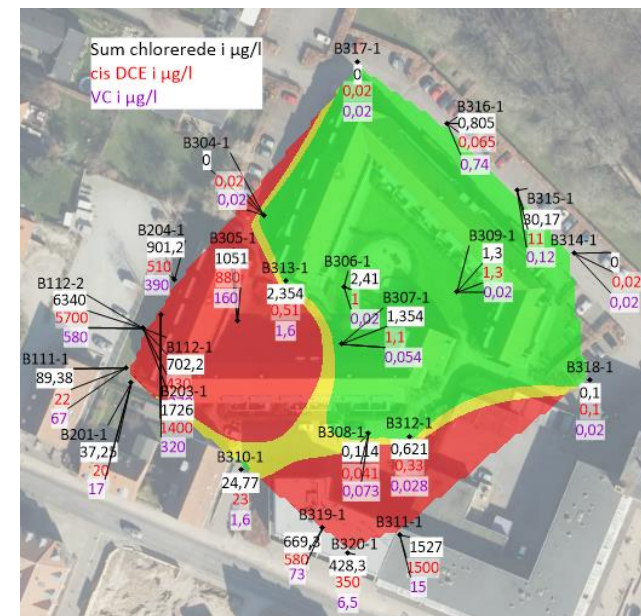


Resultaterne Grundvand

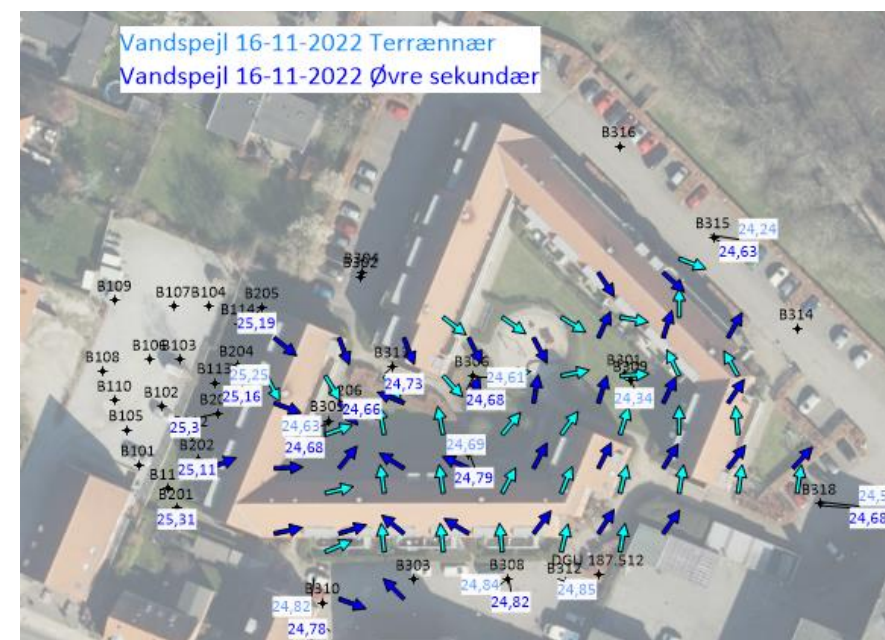
Udbredelsen i terrænnært grundvand ca. 2-4 m u.t.



- Flere hot spots
- Stadig videnshuller

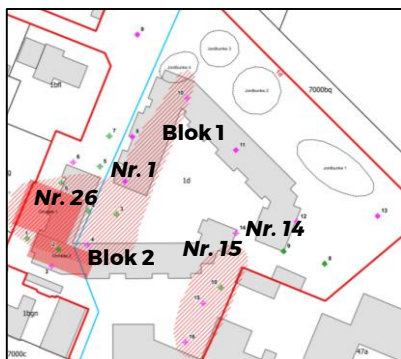


Udbredelsen i
dybere liggende
grundvand ca.
ca. 7-10 m u.t.



Potentialekort

Resultaterne Indeluft



<AK AK-10xAK >10xAK-50xAK >50xAK

- Væsentlig større indhold i Blok 1 end i Blok 2
- Forhøjet risiko mht. vinylchlorid
- Generelt ses faldende indhold opad i etagerne
- God overensstemmelse mellem målerunder
- God overensstemmelse mellem målemetoder

Blok 1

TCE																																						
	Lej. 1		Lej. 2		Lej. 3		Lej. 4		Lej. 5		Lej. 6		Opgang, nr 7		Lej. 7		Lej. 8		Lej. 9		Lej. 10		Lej. 11		Lej. 12		Opgang, nr 13		Lej. 13		Lej. 14							
2. sal	0,038	0,038	0,039	0,039	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,041		0,038	0,038	x	x		x	x		x	x		x	x		x	x		x	x				
1. sal	0,039	0,041	0,038	0,038	0,038	0,038		x	x	0,038	0,038	0,115	0,145	0,041		0,038	0,038	x	x		x	x		x	x		x	x		0,041	x		x	x		x	x	
Stue	1,90	2,31		1,75	2,00	0,554	0,589	0,733	0,860	0,707	1,05	0,092	0,193			0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,062	0,083	0,067	0,123			x	x		0,044	0,052	0,042	0,048		
Kælder	4,91	4,91			x	x	1,63	1,63		x	x	1,35	1,35			x	x		0,042	0,084	x	x		x	x	0,102	0,102		x	x	0,088	0,088		x	x		0,038	0,038

Vinylchlorid																																						
	Lej. 1		Lej. 2		Lej. 3		Lej. 4		Lej. 5		Lej. 6		Opgang, nr 7		Lej. 7		Lej. 8		Lej. 9		Lej. 10		Lej. 11		Lej. 12		Opgang, nr 13		Lej. 13		Lej. 14							
2. sal	0,044	0,044	0,045	0,045	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,048			0,740	2,99		x	x		x	x		x	x		x	x	0,048	x		x	x		x	x	
1. sal	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044		x	x	0,044	0,044	0,149	0,225	0,048			0,044	0,044		x	x		x	x		x	x		x	x	0,048	x		x	x		x	x
Stue	0,912	1,58	0,780	0,994	0,316	0,369	0,528	0,616	0,542	0,855	0,134	0,209				0,088	0,156	0,058	0,108	0,107	0,136	0,044	0,044	0,129	0,217	0,150	0,276		x	x		0,107	0,175	0,044	0,044			
Kælder	4,25	4,25		x	x	1,79	1,79		x	x	1,24	1,24		x	x	0,213	0,426		x	x		x	x	0,540	0,540		x	x	0,235	0,235		x	x		x	x	0,044	0,044

Blok 2

TCE																														
	Lej. 26		Lej. 25		Lej. 24		Lej. 23		Lej. 22		Opgang, nr. 21		Lej. 21		Lej. 20		Lej. 19		Lej. 18		Lej. 17		Lej. 16		Opgang, nr. 15			Lej. 15		
2. sal	0,038	0,038	0,036	0,036	0,038	0,038	0,038	0,038	0,036	0,036	0,084		0,036	0,036	x		0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,038	0,116		0,038	0,038
1. sal	x		0,180	0,267	0,313	0,605	0,565	0,882	0,102	0,235	0,041		0,185	0,307	0,038	0,038	0,038	0,038	0,129	0,156	0,236	0,472	0,038	0,038	0,096			0,038	0,038	
Stue	0,374	0,435	0,712	0,825	1,49	2,89	3,53	3,99	1,26	1,36	x		0,591	0,642	0,793	0,825	0,390	0,437	0,372	0,445	2,31	2,92	0,060	0,080	x			0,199	0,216	
Kælder	3,89	3,89	3,82	3,82	4,06	4,06	4,09	4,09	3,17	3,17	5,13	5,13	1,04	1,04			0,641	0,641			0,349	0,349			x			0,132	0,132	

Vinylchlorid																												
	Lej. 26		Lej. 25		Lej. 24		Lej. 23		Lej. 22		Opgang, nr. 21		Lej. 21		Lej. 20		Lej. 19		Lej. 18		Lej. 17		Lej. 16		Opgang, nr. 15		Lej. 15	
2. sal	0,044	0,044	0,041	0,041	0,044	0,044	0,044	0,044	0,042	0,042	0,048		0,041	0,041	x		0,044	0,046	0,063	0,137	0,044	0,044	0,044	0,044	0,048		0,044	0,044
1. sal	x		0,045	0,045	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,048		0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,045	0,045	0,044	0,044	0,044	0,044	0,048		0,044	0,044
Stue	0,052	0,070	0,049	0,052	0,050	0,073	0,224	0,344	0,043	0,049	x		0,044	0,044	0,123	0,154	0,044	0,044	0,061	0,077	0,044	0,044	0,044	0,044	x		0,041	0,041
Kælder	0,044	0,044	0,059	0,059	0,051	0,051	0,049	0,049	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044	0,044			0,044	0,044			0,044	0,044			x		0,044	0,044

Baggrund Boligblokkene

Ensartet lejligheder i ens stand

Blok 1

3 plan, 14 lejligheder i hver

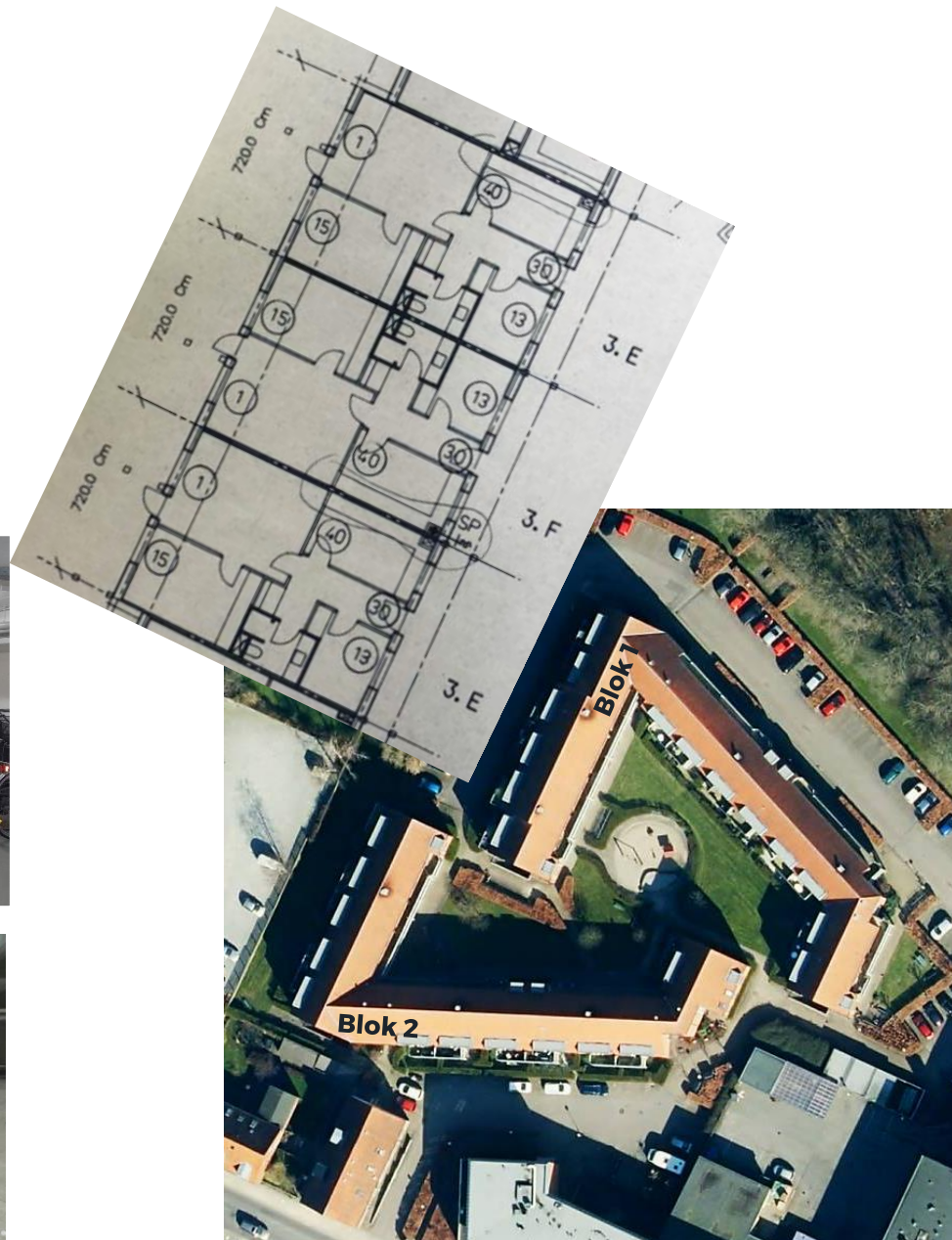
Fuld kælder med depot og cykler



Blok 2

3 plan, 12 lejligheder i hver

Krybekælder



Undersøgelsen Spredningsveje

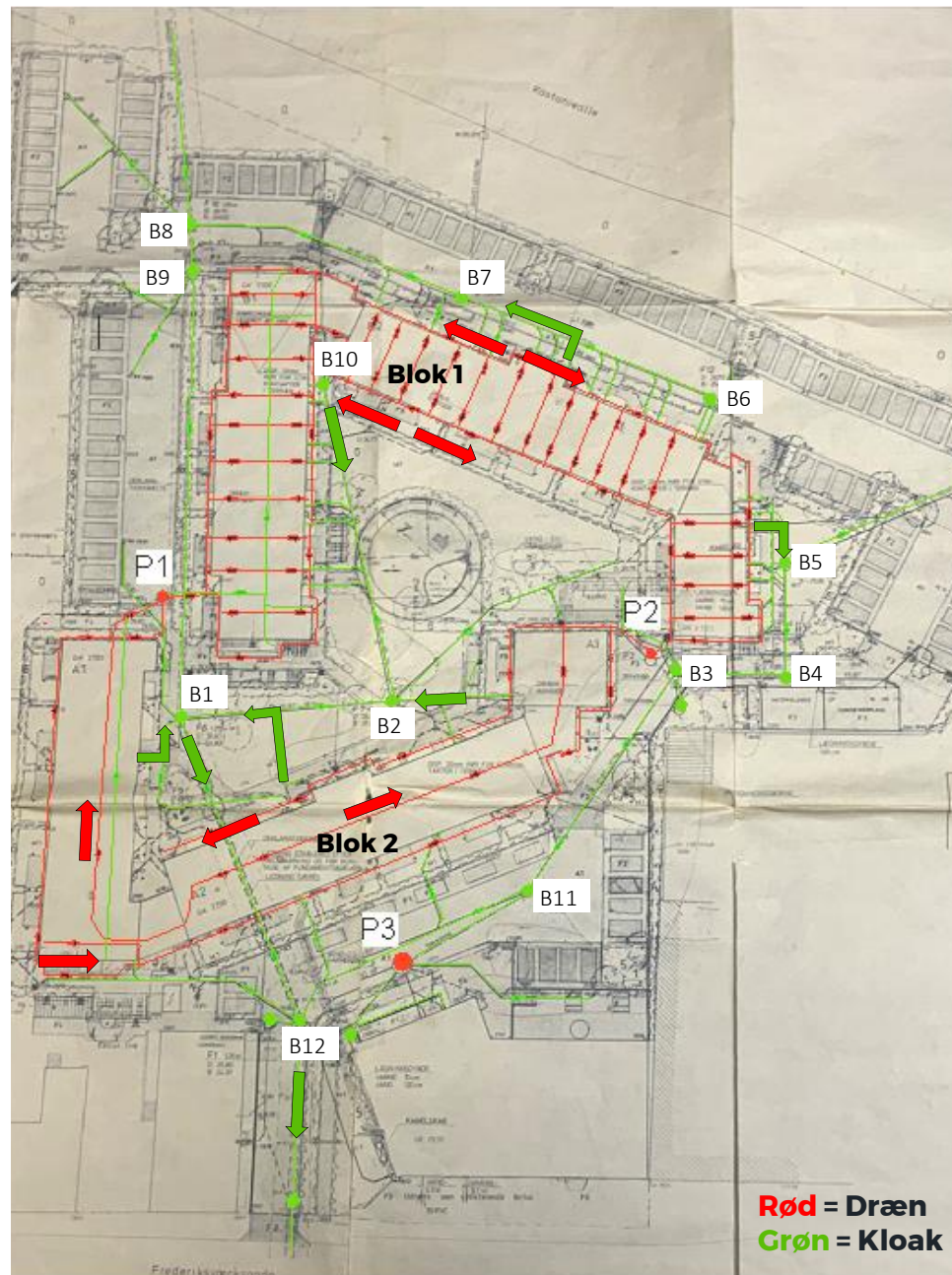
Overordnet

Komplekst

- Kloaksystem
- Drænsystem

I lejlighederne

- Installationsskabe
- Faldstammer
- Central styret ventilation via emhætter og toiletter



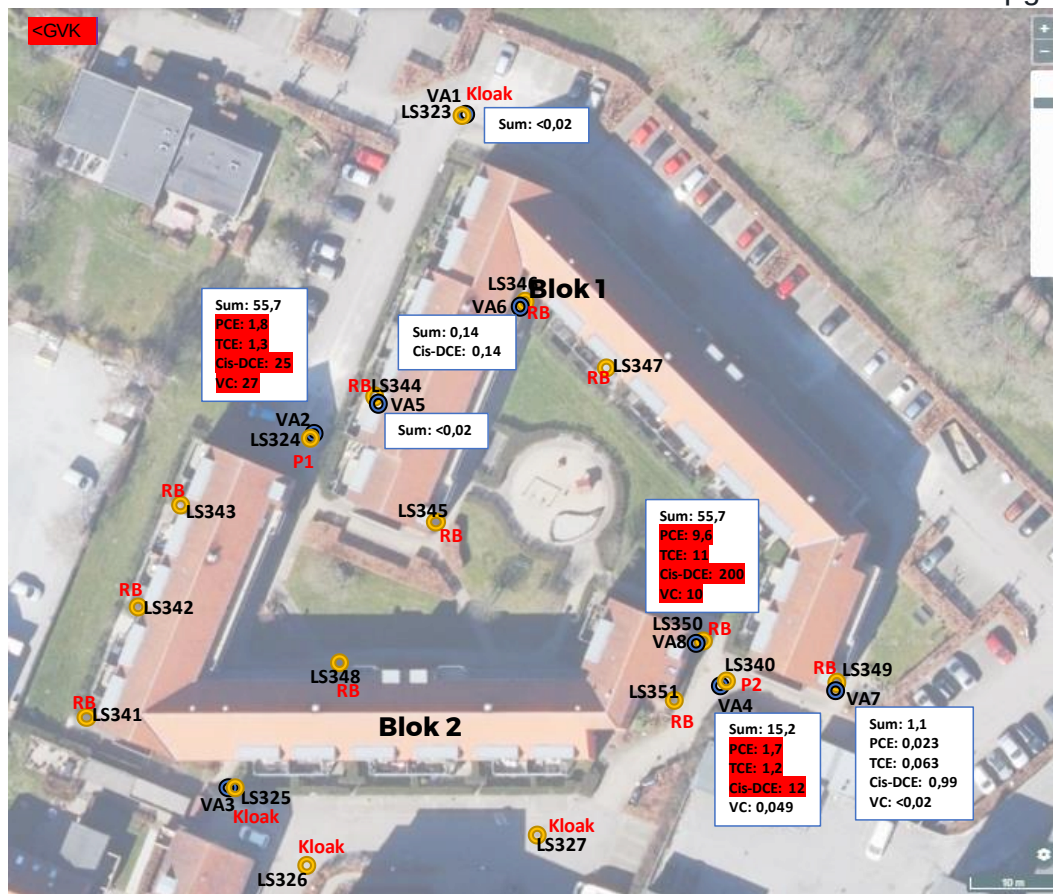
Installationsskab over toilet i skab



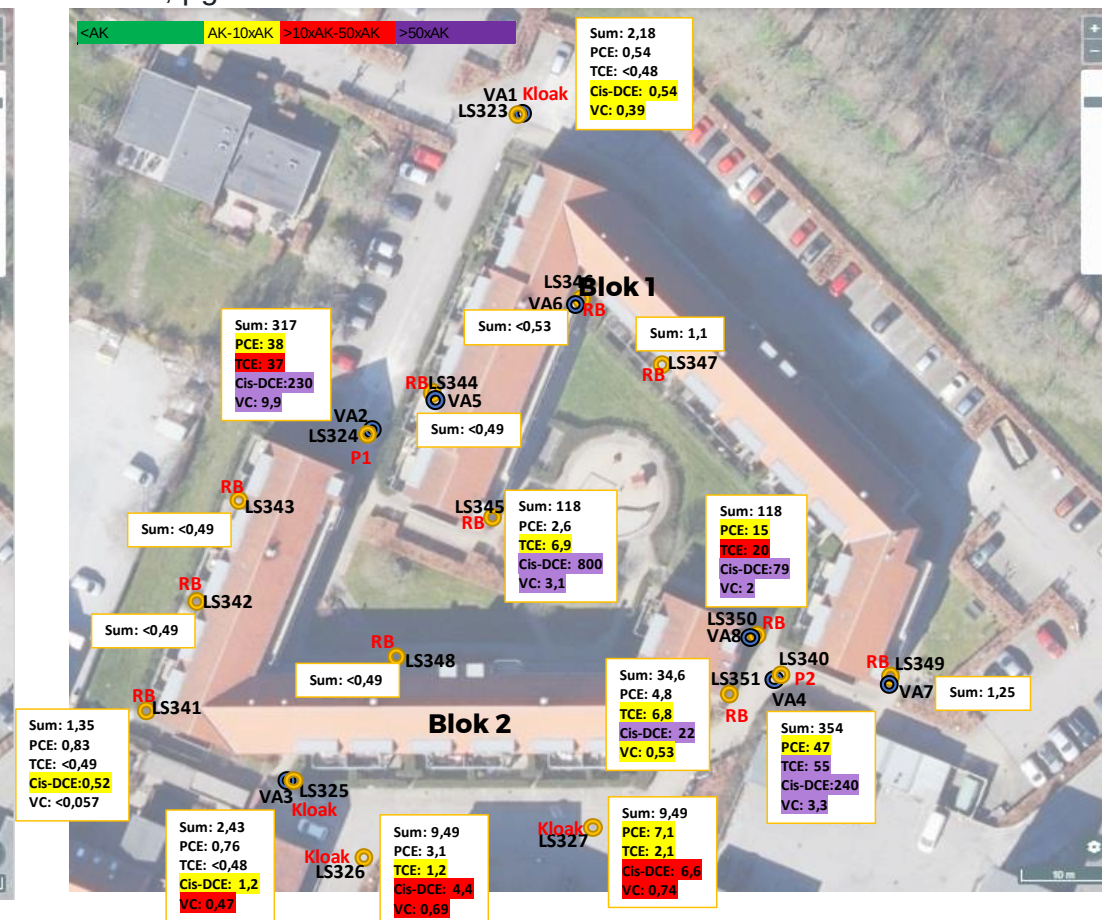
Resultaterne

Kloak- og drænsystem

Vandprøver
µg/L



Luftprøver
ORSA, µg/m3



- Forhøjet indhold i drænpumper, primært nedbrydningsprodukter

- Relativt god overensstemmelse med vand og luft
- Forhøjet indhold primært i kloakker og drænpumper, ikke rensebrønde

Resultaterne

Faldstammer

- Forhøjet indhold vinylchlorid

Prøve ID	Placering	Blok	Fløj	TCE	PCE	VC	cis-DCE	Sum
LS352	Nr. 1 (2 sal.)	1	A	<2,5	4,2	0,44	1,2	5,84
LS353	Nr. 2 (2 sal.)	1	A	<2,5	5,2	<0,40	1,3	6,5
LS354	Nr. 3 (2 sal.)	1	A	<2,5	4,7	<0,40	<1,0	4,7
LS355	Nr. 4 (2 sal.)	1	A	<2,5	4,2	<0,40	1,3	5,5
LS356	Nr. 5 (2 sal.)	1	A	<2,5	2,8	<0,47	<1,2	2,8
LS357	Nr. 6 (2 sal.)	1	A	<2,5	3,1	<0,40	<1,0	3,1
LS358	Nr. 7 (2 sal.)	1	B	<2,5	4,1	<0,40	<1,0	4,1
LS359	Nr. 8 (2 sal.)	1	B	<2,5	4,8	4,3	2,3	14,4
LS360	Nr. 10 (2 sal.)	1	B	<2,5	<2,5	4,3	1,7	6
LS361	Nr. 14 (2 sal.)	1	C	<2,5	3,7	0,88	3,4	7,98
LS362	Nr. 15 (2 sal.)	2	D	<2,5	3,7	6,8	2,6	13,1
LS363	Nr. 18 (2 sal.)	2	E	<2,5	2,7	5,3	2,7	10,7
LS364	Nr. 21 (2 sal.)	2	E	<2,5	<2,5	<0,40	<1,0	0
LS365	Nr. 23 (2 sal.)	2	F	<2,5	7,4	7,4	2,7	21,8
LS301	Nr. 25 (2 sal.)	2	F	<2,5	<2,5	3,2	1,7	4,9

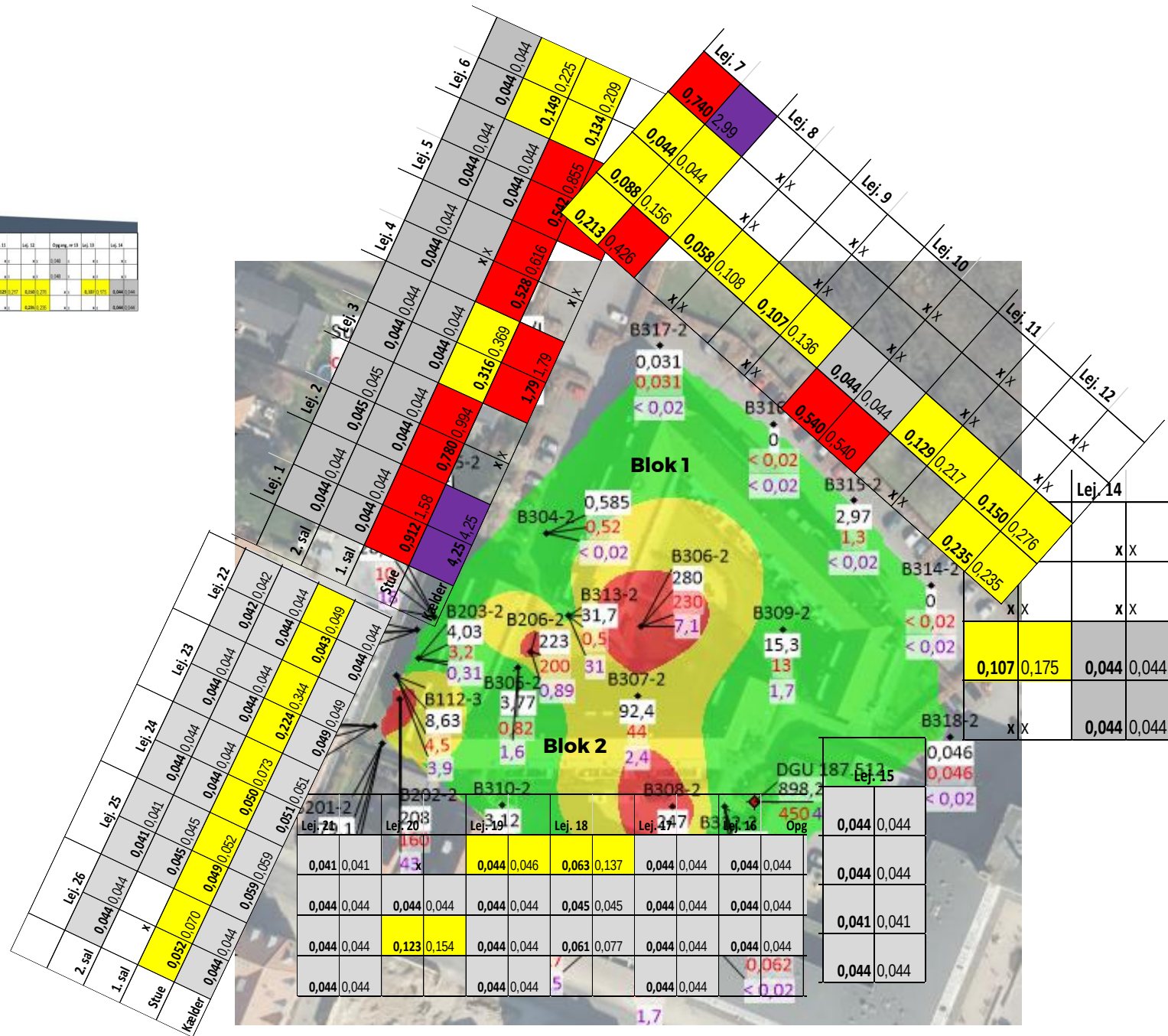
Prøver i faldstammer
ug/m³



[illegible]

Resultaterne Nedefra

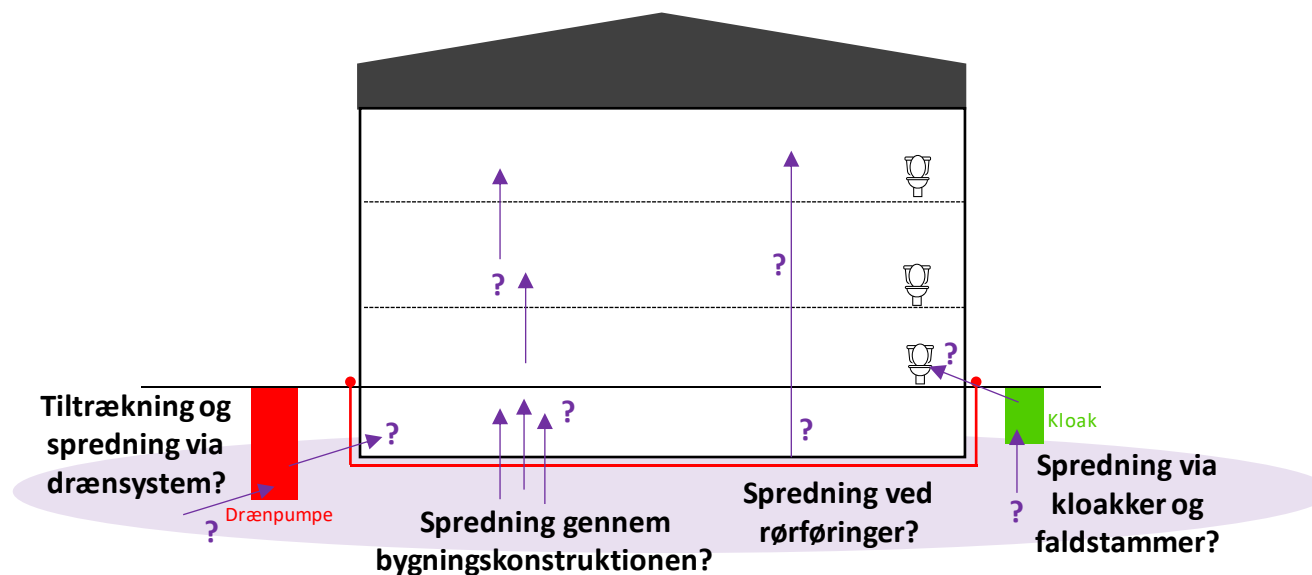
	Lej. 1	Lej. 2	Lej. 3	Lej. 4	Lej. 5	Lej. 6	Lej. 7	Lej. 8	Lej. 9	Lej. 10	Lej. 11	Lej. 12	Lej. 13	Lej. 14
2. sal	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044
1. sal	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044
Stue	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044
Kælder	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044	0,044/0,044



Resultaterne

Hvad påvirker så indeluften?

- Umiddelbart er drænet af mindre betydning
- Det kan ikke pt. afvises at kloakkerne har en betydning
- Udbredelsen af terrænnært grundvand og bygningskonstruktionen vurderes at være den styrende faktor



Målinger med forskellige medier

De forskellige medier

ORSA



Kul

Beacon



Chlorosorber

Canister



Undertryk

Målinger med forskellige medier

De forskellige medier

ORSA



Kul

Beacon



Chlorosorber

Canister



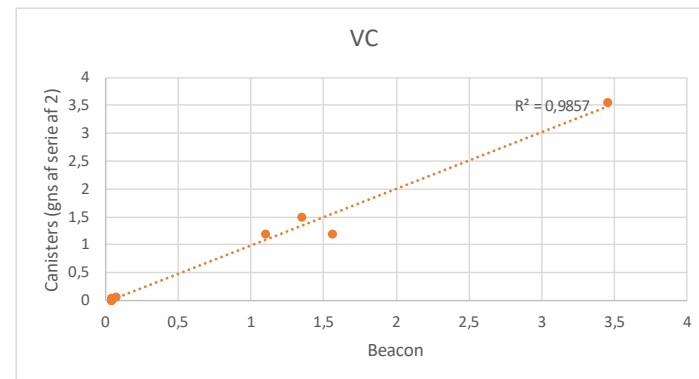
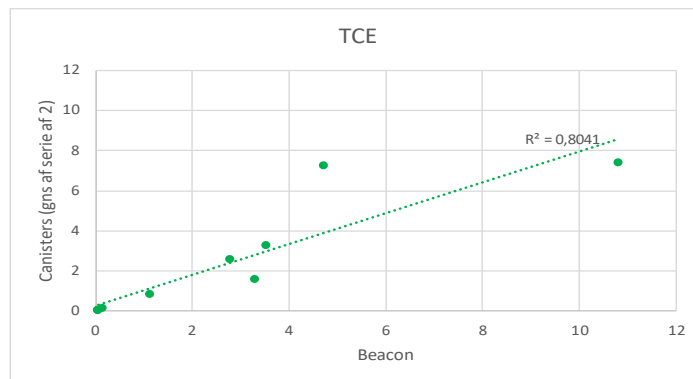
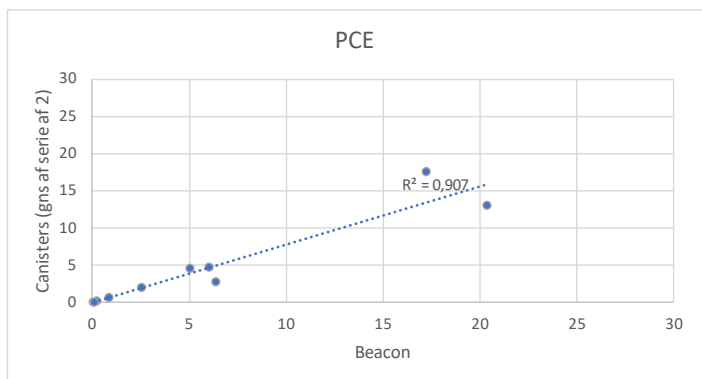
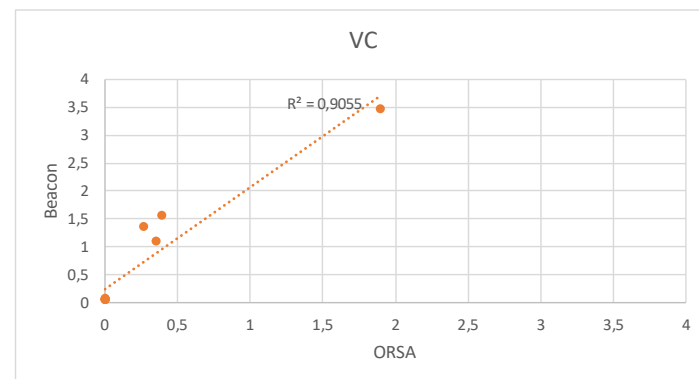
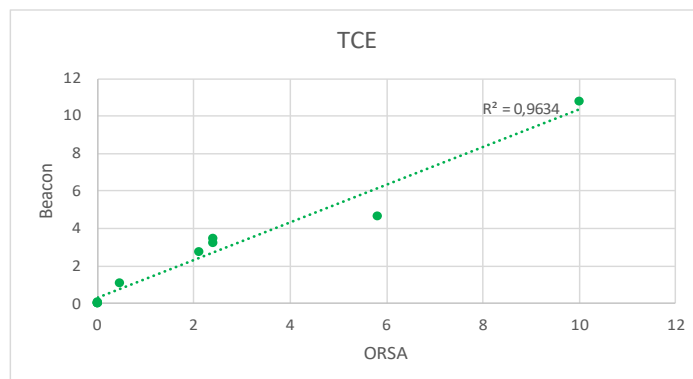
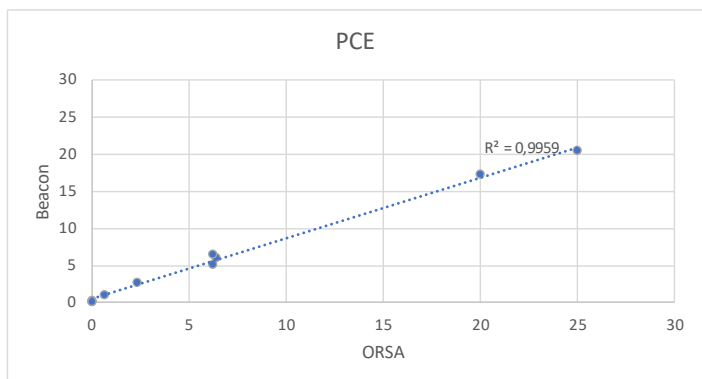
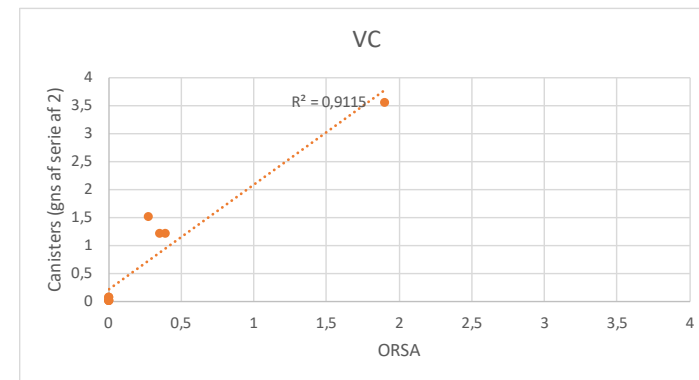
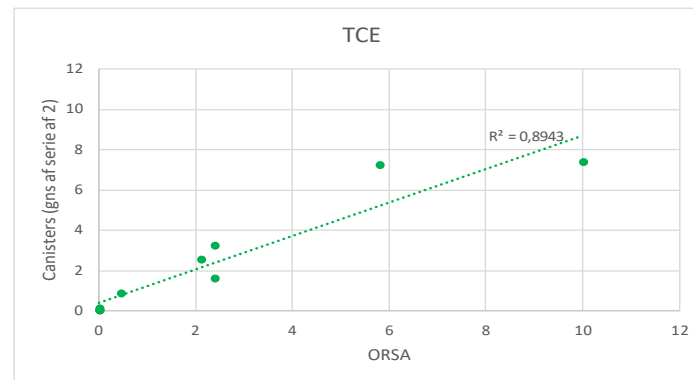
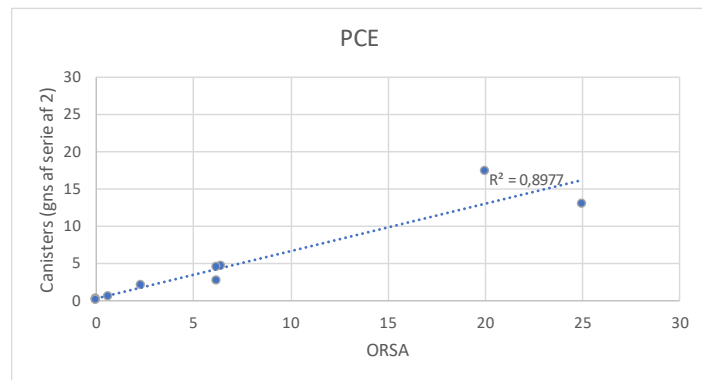
Undertryk

Målinger med forskellige medier

Alle mod alle

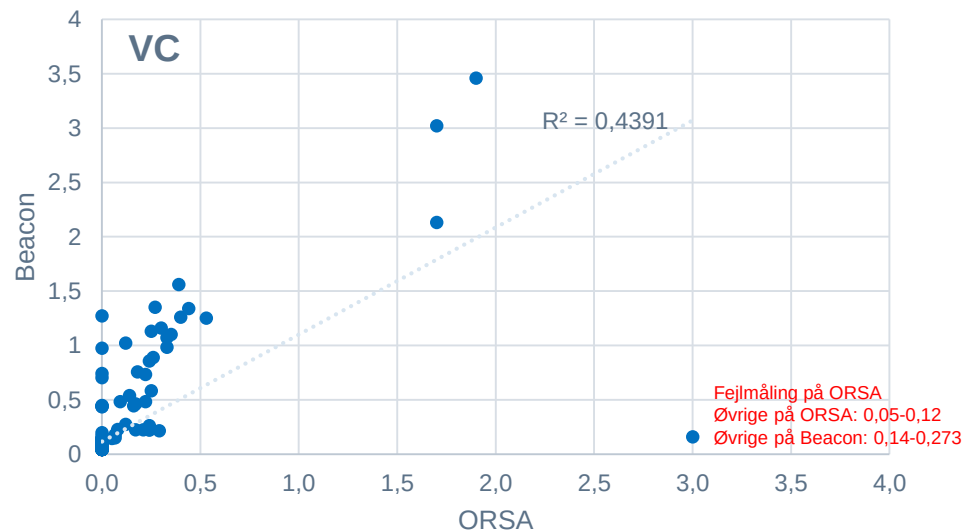
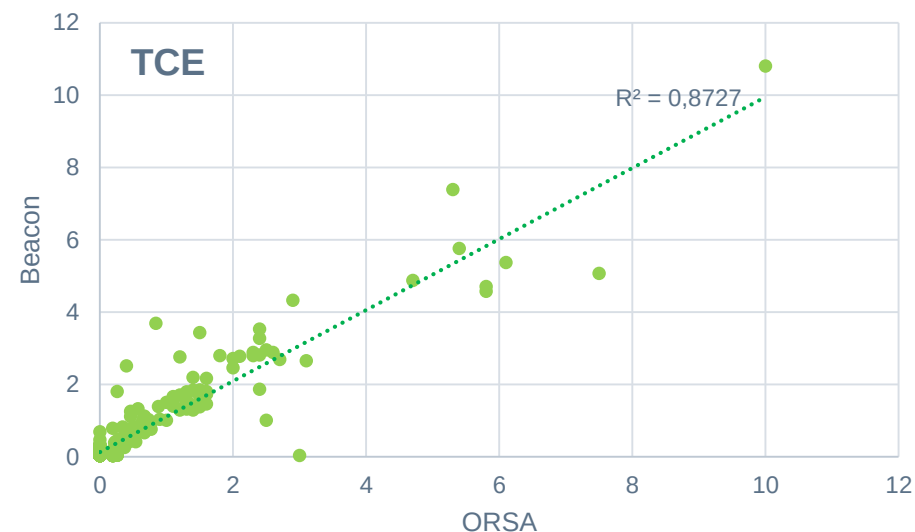
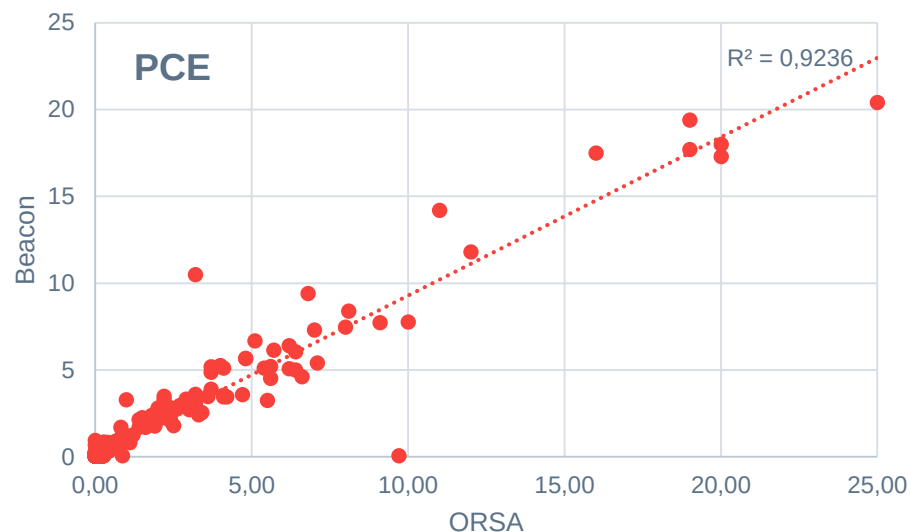
Observationer:

- Overordnet god overensstemmelse for PCE og TCE
- ORSA underestimerer VC (som forventet)



Målinger med forskellige medier

Flere målinger - Beacon vs. ORSA



Observationer:

- Overordnet god overensstemmelse for PCE og TCE
- Enkelte outlier
- ORSA underestimerer VC (som forventet)

Målinger med forskellige medier

Fordele og ulemper

	ORSA	Beacon	Canister
Pris	++	--	--
Bestilling	++	+	-
Mulige antal	++	++	--
Måle muligheder	++	++	-
Håndtering i felten	++	+	--
Hensyn til grundejer	++	++	-
Begrænset risiko for fejl	++	+	--
Målinger af moderstoffer	++	++	++
Måling af nedbrydningsstoffer	-	++	++
Samlet point	15	11	-7



Målinger med forskellige medier

Fordele og ulemper

	ORSA	Beacon	Canister
Pris	++	--	--
Bestilling	++	+	-
Mulige antal	++	++	--
Måle muligheder	++	++	-
Håndtering i felten	++	+	--
Hensyn til grundejer	++	++	-
Begrænset risiko for fejl	++	+	--
Målinger af moderstoffer	++	++	++
Måling af nedbrydningsstoffer	-	++	++
Samlet point	15	11	-7

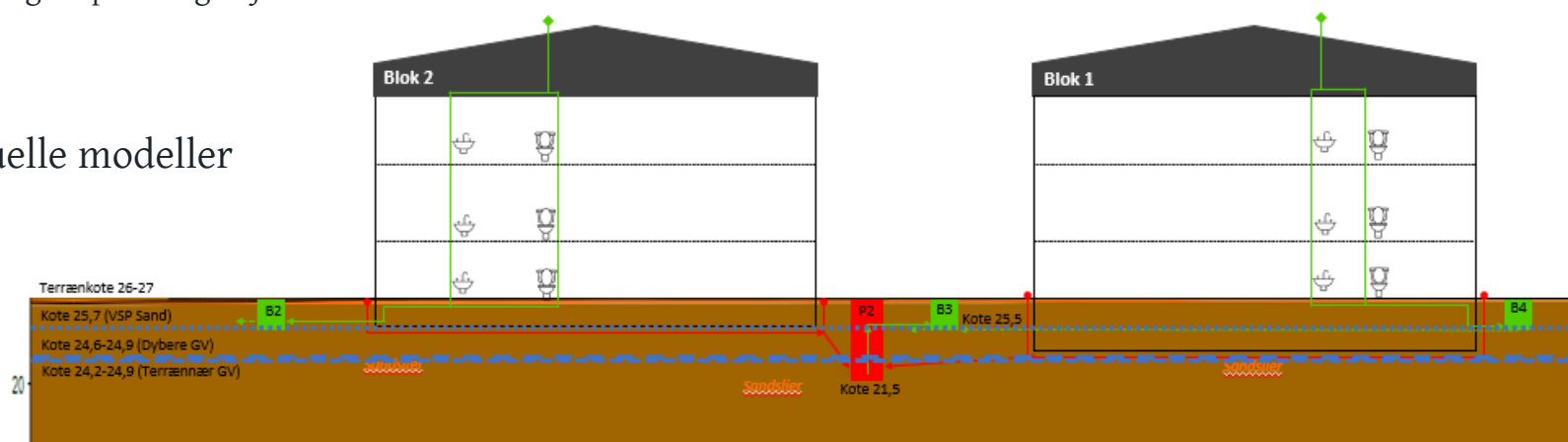
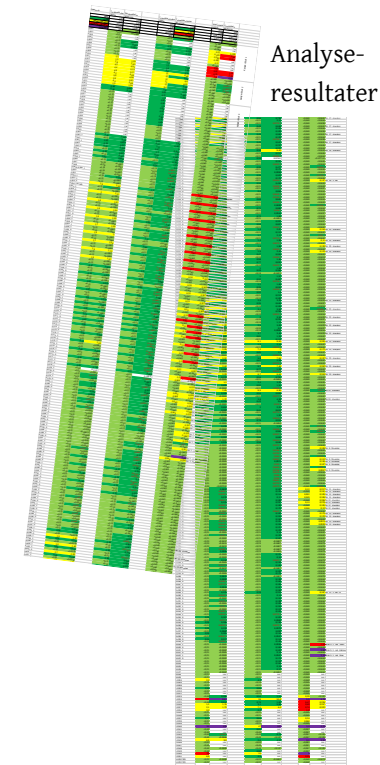
Korrekte målinger er afgørende!



Hvad så nu....

- Lukke videnshuller
 - Supplerende boringer
 - Supplerende undersøgelser ?
- Samle mere op på data
 - På de sidste måleresultater
- Mere granskning
 - Logger data
 - Påvist indhold vs. rum til vurdering af spredningsveje
- Videreudvikle på de konceptuelle modeller
- Afslutte undersøgelsen

Planer over bygninger og installationer
(flere mapper haves!)



Foreløbig konceptuel model

Tak til dig...

... men også særlig tak til beboerne,
Boligselskabet og en særlig stor tak til
viceværten



wsp.com

