

Afværgeprogram for Grindsted Å

- fra screening til valg af metode

ATV Vintermøde 4. marts 2025

Morten Birch Larsen
Britt Boye Thrane
Dorte Harrekilde
Majken Frederiksen

RAMBOLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Historien

1924

Grindstedværket grundlægges

- produktion af organiske kemikalier, senere lægemidler m.m.
- Udledning af urensset spildevand til Grindsted Å

1934

Deponering af restprodukter i Banegravsdepotet

1956

Deponering af spildevand i Kærgård Klitplantage

1962

Deponering af affald på losseplads

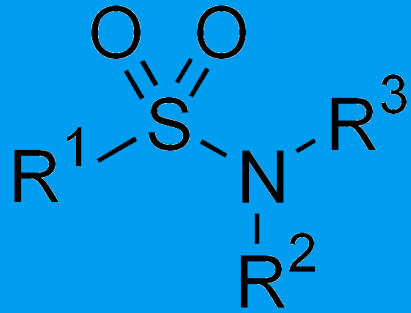


- <https://www.grindstedforurening.dk/>

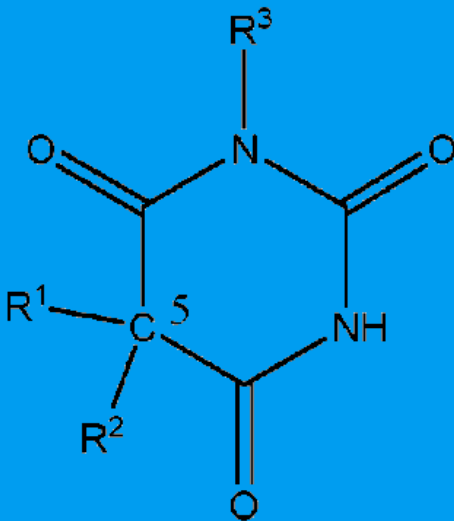
Overblikket



• Sulfonamid



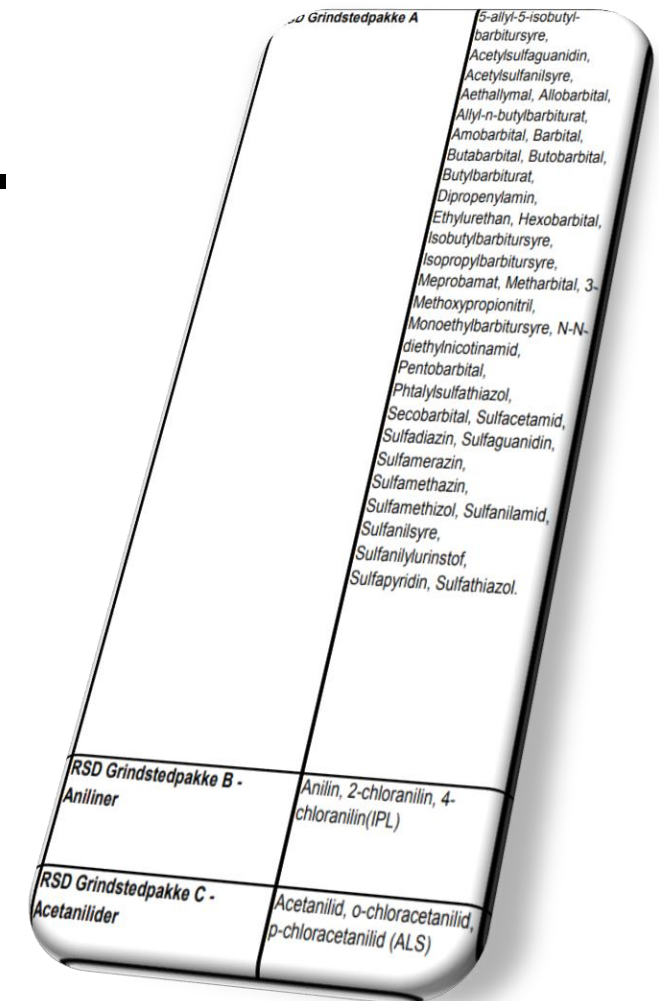
• Barbiturat



Stofferne

Listen er alen lang....

- Sulfonamider
- Sulfanilsyre
- Barbiturater
- Chlorerede opløsningsmidler
- Chlorerede nedbrydningsprodukter
- BTEX
- Meprobamat
- Ethylcarbamate
- Ethyl urethane
- N-N-diethylnicotinamid
- Acetanilid
- 4-chloranilin



Undersøgelsen



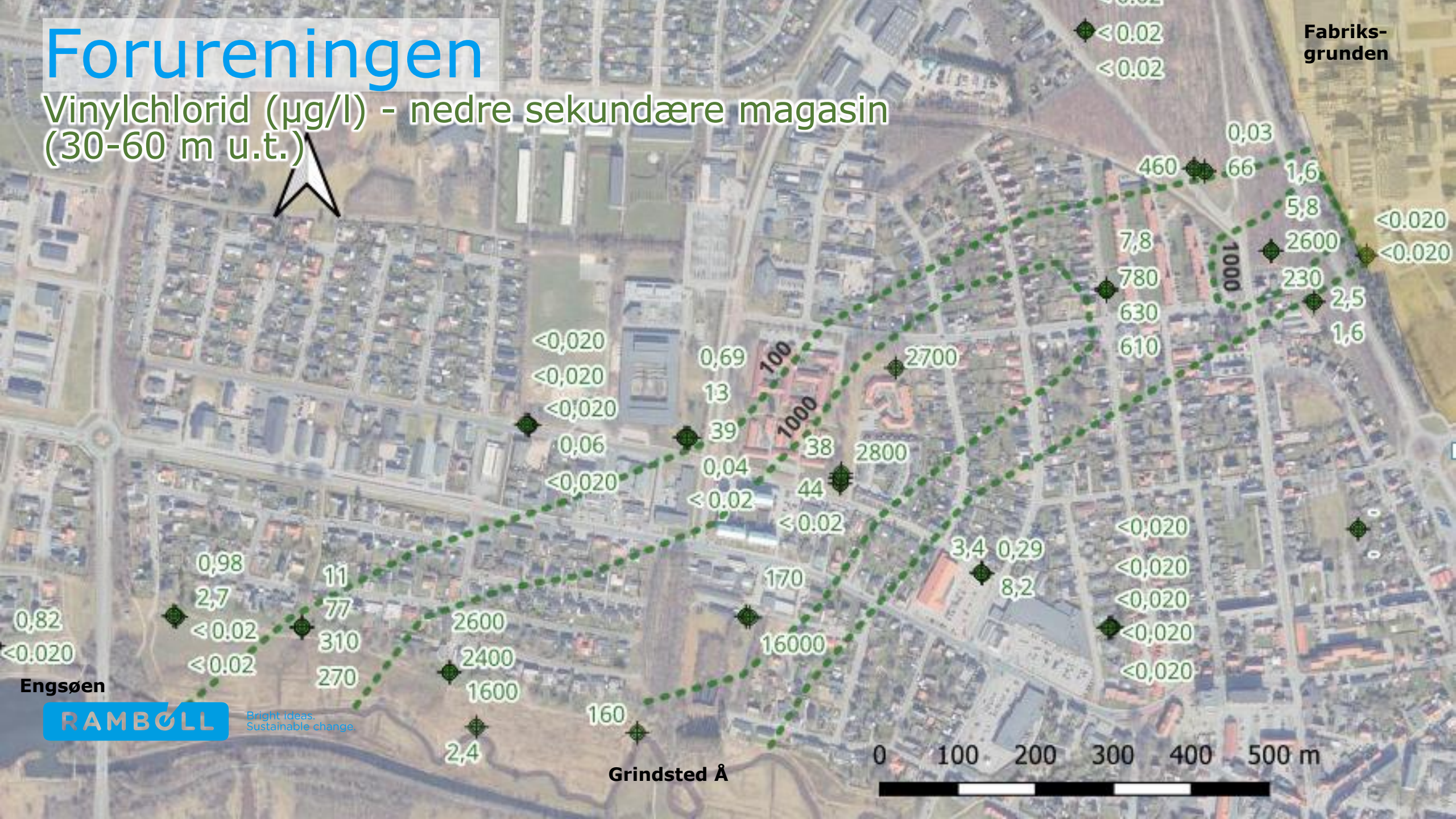
- Fase I: Screening ved åen
 - Direct Push sonderinger
- Fase II: Transektboringer
 - boringer ved åen
- Fase III: Strømlinjeboringer
 - Boringer mellem fabriksgrund og å
- Fase IV: Screening
 - Screening af mulige afværgeprojekter
- Fase V: Afværgeprogram
 - Beskrivelse og prissætning af afværgeløsninger

Forureningen

Vinylchlorid ($\mu\text{g/l}$) - nedre sekundære magasin (30-60 m u.t.)



Fabriks-
grunden



Engsøen



Bright Ideas.
Sustainable change.

Grindsted Å

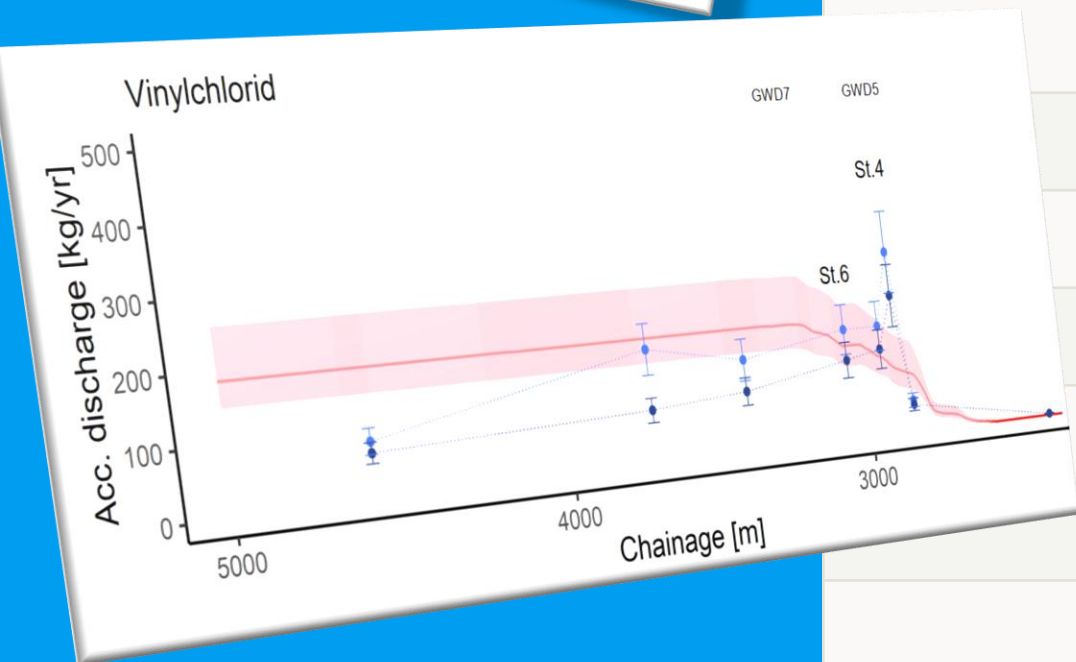
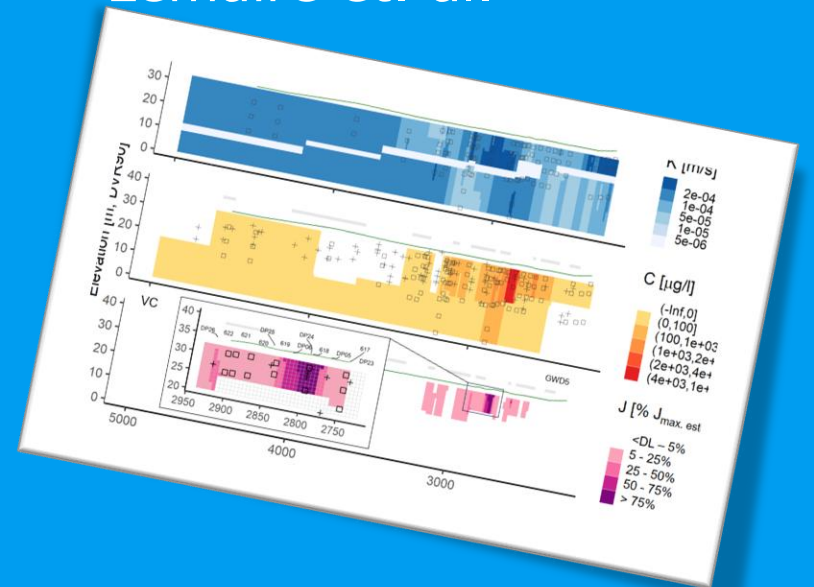
0 100 200 300 400 500 m

Screeningen

	Tilsætning/brug af	PCE/TCE	DCE/VC	Benzen	Farma-stoffer	Redox kompatibel
Kemisk reduktion	ZVI	Ja	Ja	Nej	?	Ja
Biologisk nedbrydning (Anaerob)	Kulstof substrat	Ja	Ja	Nej	?	Ja
Biologisk nedbrydning (Anaerob)	Sulfat	Nej	Nej	Ja	?	Ja
Sorption	Aktivt kul	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja
Phytoremediering	Planeter/Træer	Ja	Ja	Ja	?	Ja
Impermeabel barriere	Ler/membran	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Biologisk nedbrydning (Aerob)	Ilt	Nej	Ja	Ja	?	Nej
Airsparging	Luft	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej
Kemisk oxidation	Ozon	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Kemisk oxidation	Katalyseret peroxid	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Kemisk oxidation	Permanganat	Ja	Ja	?	?	Nej
Kemisk oxidation	Aktiveret persulfat	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Termisk behandling	Varme	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Elektrokemisk/elektrokinetisk nedbrydning	Strøm	(Ja)	(Ja)	?	?	Ja

• Lemaire et. al.

Fluxen



Stof	Flux (kg/år)
Cis-DCE	51 [40-73]
Vinylchlorid	187 [149-261]
Sulfonamider	84 [69-114]
Sulfanilsyre	1966 [1516-2853]
Barbiturater	239 [194-338]
Benzen	13 [10-17]

Kriterierne



Miljøkvalitetskrav/ *forslag til miljøkvalitetskriterier

	<u>Generelt</u>	<u>Max</u>
	µg/l	µg/l
Barbiturater, sum	7*	
Sulfonamider, sum	3,9*	
Meprobumat	150*	
Sulfanilsyre + acetylsulfanilsyre (sum)	280*	
Anilin	0,4*	
Ethylurethan	500*	
Tetrachlorethylen	10	
Trichlorethylen	10	
Cis-dichlorethylen	6,8	68
Vinylchlorid	0,05	0,5
Benzen	10	50
Toluen	74	380

Risikoen

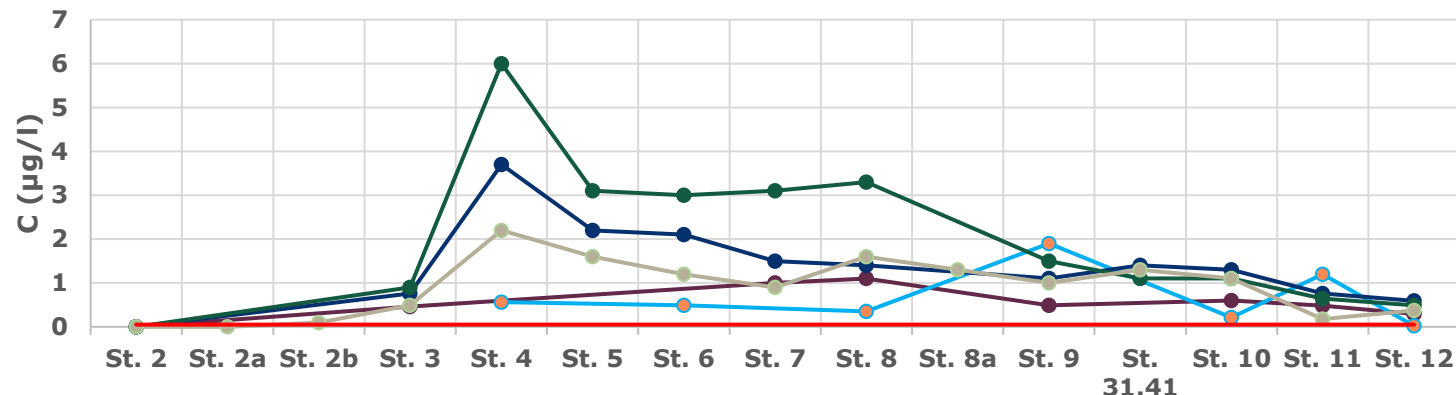
- **Baseret på målinger i Grindsted Å**

- Vinylchlorid
- Barbiturater
- Sulfonamider

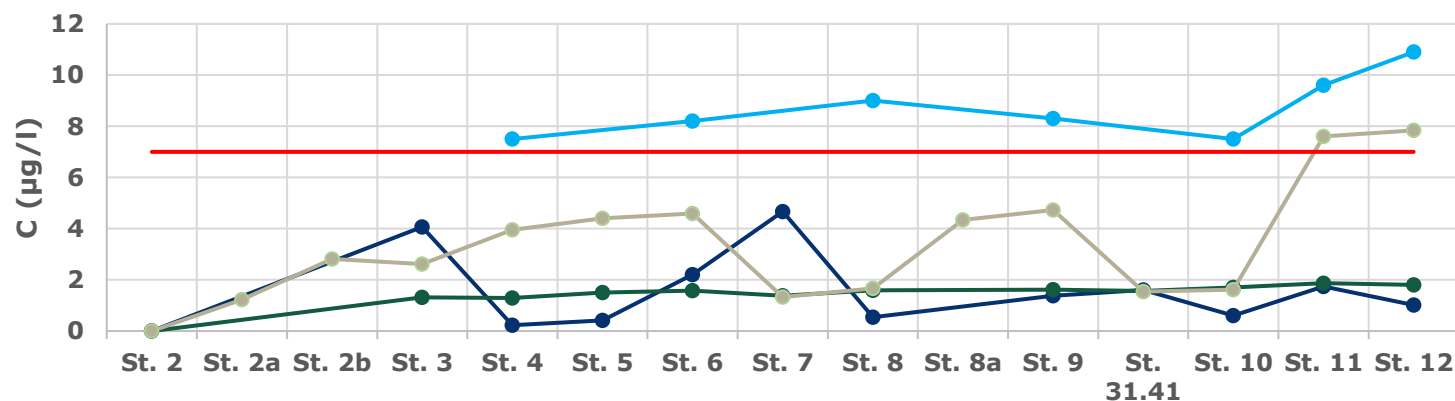
- **Fluxreduktion**

- Vinylchlorid: 99%
- Barbiturater: 38%
- Sulfonamider: 63%

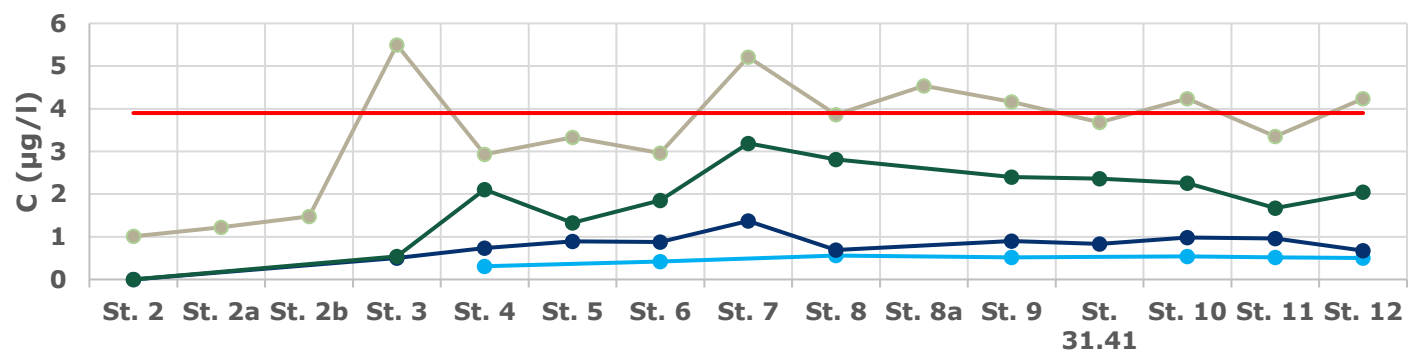
VC



Sum barbiturater



Sum sulfonamider



—●— 2020 —●— 2021 —●— 2022 —●— 2023 — Forslag til miljøkvalitetskrav

Grundlaget

- Reducere påvirkningen af Grindsted Å fra forureningsfanen fra fabriksgrunden
- Hurtig effekt på vandkvaliteten i Grindsted Å
- God økologisk tilstand i 2027
- In-situ løsninger etableret tæt på åen.

Indsatsområderne

Signaturforklaring

--- Afgrænsning (100 og 1000 $\mu\text{g/l}$) af vinylchloridfane i nedre sekundære magasin

■ Fabriksgrund

▨ Mulig etablering af afværg

— Sektioner



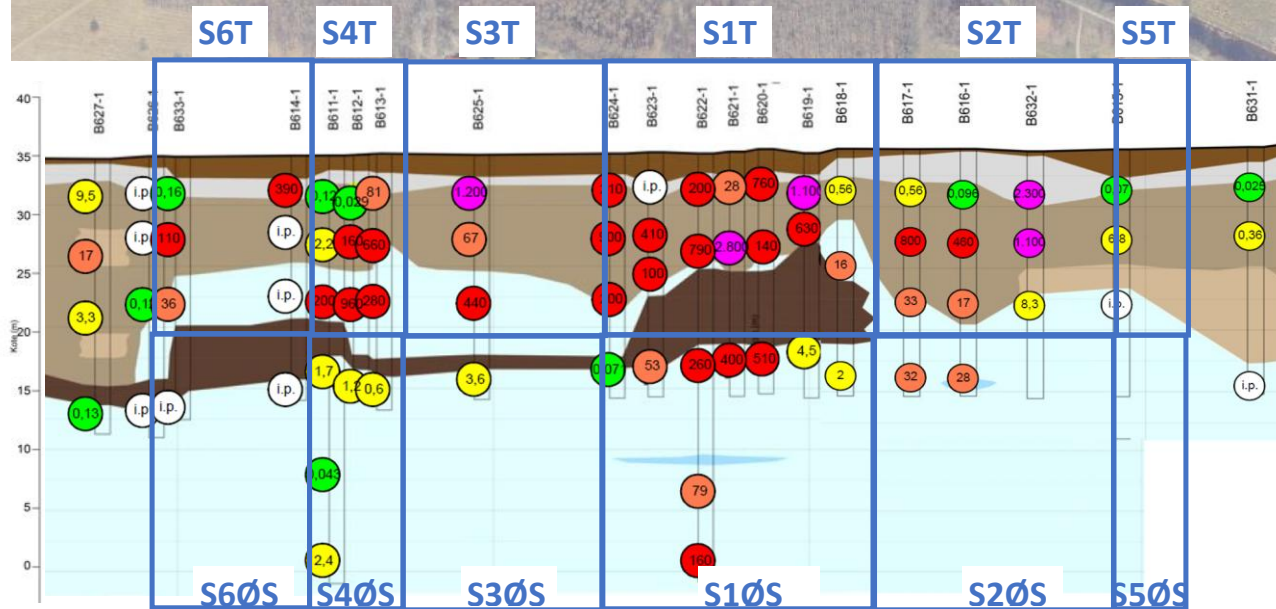
Screeningen

	Tilsætning/brug af	PCE/TCE	DCE/VC	Benzen	Farma-stoffer	Redox kompatibel
Kemisk reduktion	ZVI	Ja	Ja	Nej	?	Ja
Biologisk nedbrydning (Anaerob)	Kulstof substrat	Ja	Ja	Nej	?	Ja
Biologisk nedbrydning (Anaerob)	Sulfat	Nej	Nej	Ja	?	Ja
Sorption	Aktivt kul	Ja	Ja	Ja	Nej	Ja
Phytoremediering	Planeter/Træer	Ja	Ja	Ja	?	Ja
Impermeabel barriere	Ler/membran	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Biologisk nedbrydning (Aerob)	Ilt	Nej	Ja	Ja	?	Nej
Airsparging	Luft	Ja	Ja	Ja	Nej	Nej
Kemisk oxidation	Ozon	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Kemisk oxidation	Katalyseret peroxid	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Kemisk oxidation	Permanganat	Ja	Ja	?	?	Nej
Kemisk oxidation	Aktiveret persulfat	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Termisk behandling	Varme	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Elektrokemisk/elektrokinetisk nedbrydning	Strøm	(Ja)	(Ja)	?	?	Ja

+ on site behandling med ozon (treatment train)

Fluxreduktionen

- Opdeling i 6 sektioner
- Terrænnær/øvre sekundær
- Vurdering af flux
- Vurdering af indsats



Terrænnære
(0-15 m u.t.)

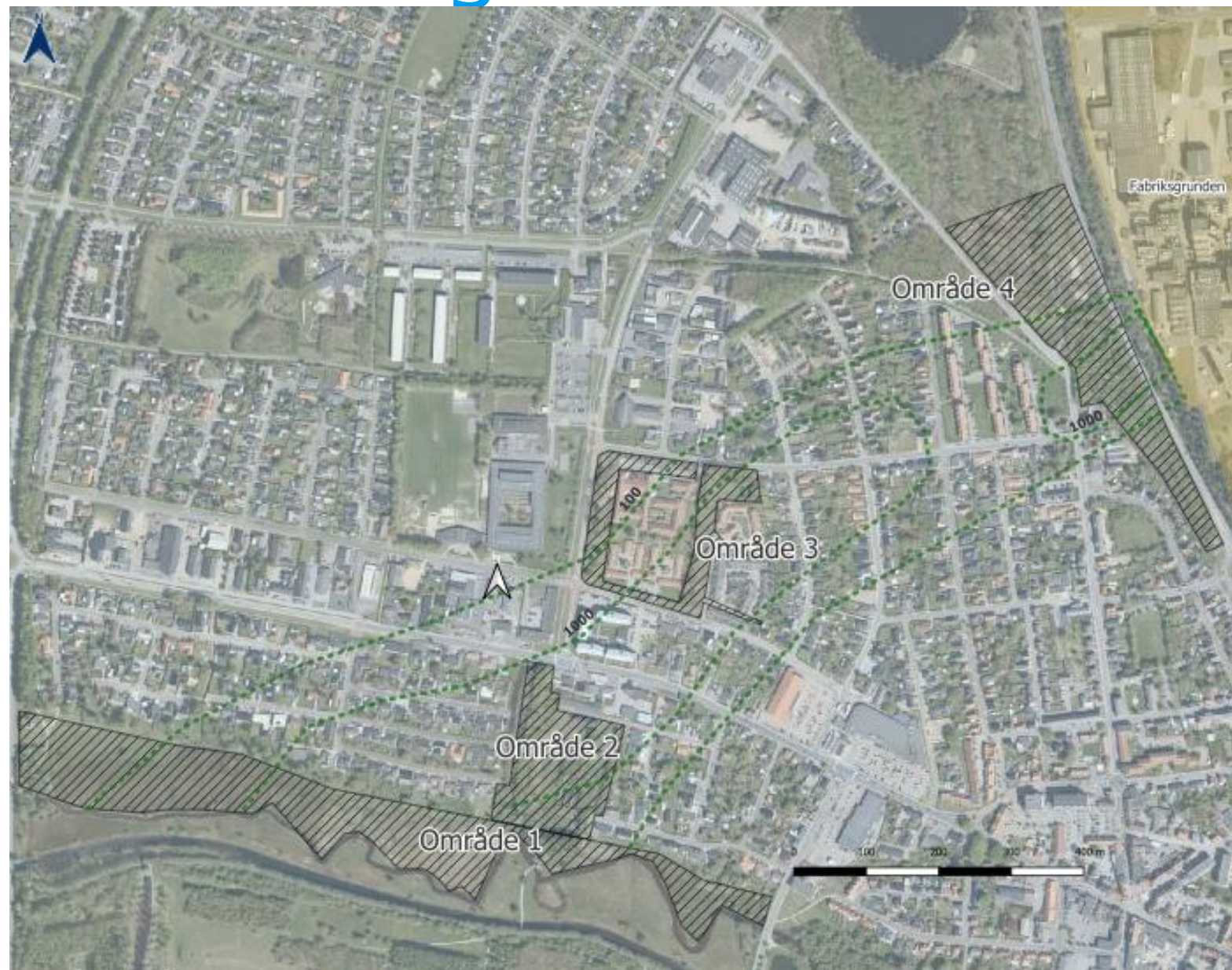
Øvre sekundære
(15-30 m u.t.)

Prioriteringen

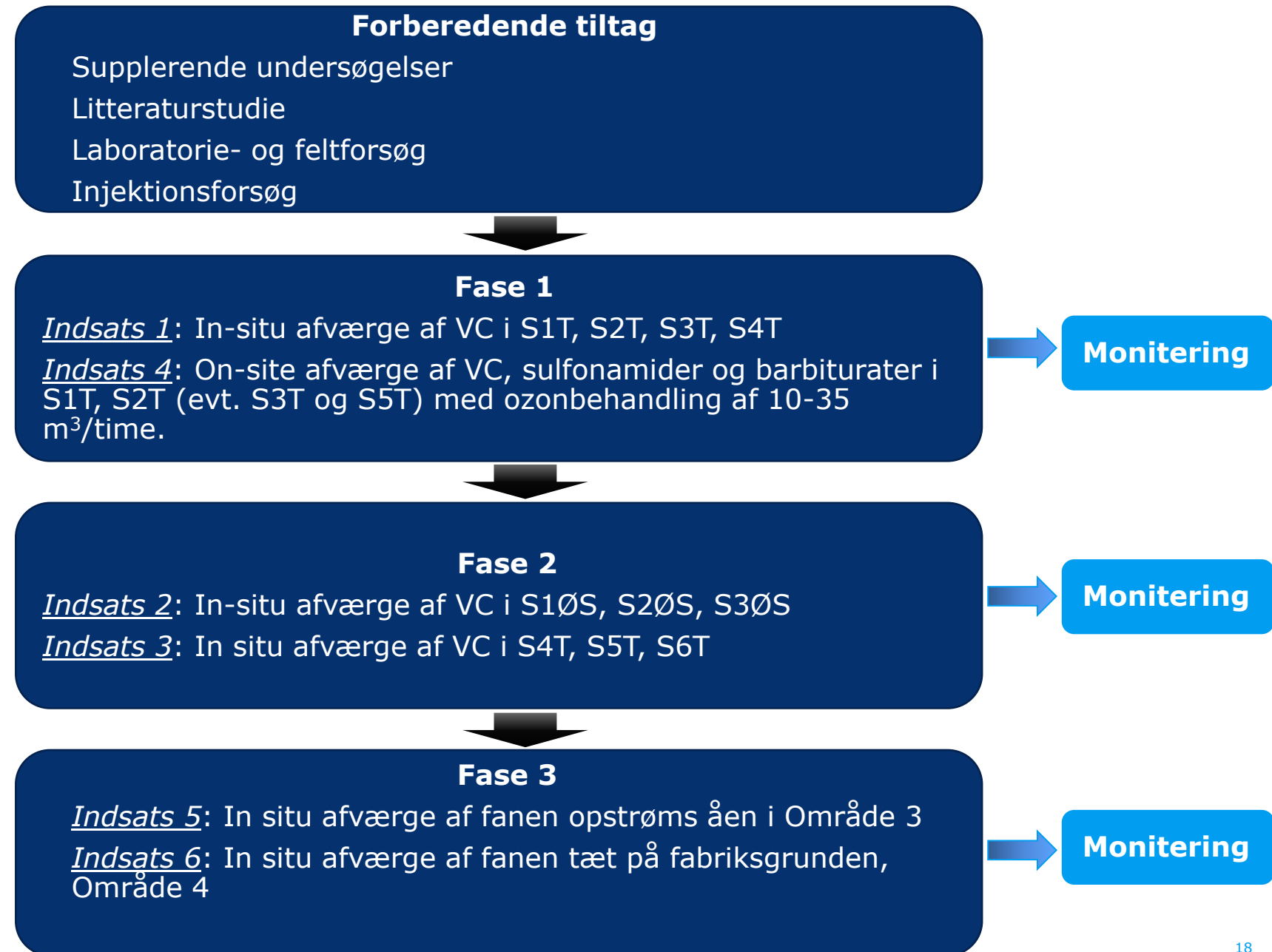
Sektion	Chainage	Magasin	Flux (kg/år)				Flow 1000 m ³ /år	Anbefalet prioriteret rækkefølge
			Vinyl- chlorid	cis-DCE	Sum barbiturater	Sum sulfonamider		
	<i>m</i>	<i>T: terrænnært ØS: Øvre Sekundært</i>						
Hele transektet	2300-5600	T+ØS	170	47	172	70		
S1	2790-2970	T	63	22	15	19	80	1
		ØS	4	1	8	4	56	5
S2	2640-2800	T	38	14	44	10	61	2
		ØS	4	2	11	1	44	6
S3	2970-3150	T	34	3	14	12	156	3
		ØS	1	0	6	1	142	7
S4	3150-3230	T	21	3	6	8	76	4
		ØS	0	0	1	0	73	
S5	2550-2640	T	3	0	11	5	12	8
		ØS	0	0	1	0	8	
S6	3230-3350	T	2	1	1	2	37	9
		ØS	0	0	1	0	3	
% -del af den samlede flux i sektion 1-6			100	100	69	89		

Udfordringen

- *Kan vi opnå tilstrækkelig fluxreduktion til at overholde kriterierne i åen ved in situ metoder tæt på åen?*
- **Løsninger**
 - On site indsats
 - Opskalering af indsats
 - Indsats i flere områder
 - Indsats i områder længere væk fra åen



Strategien



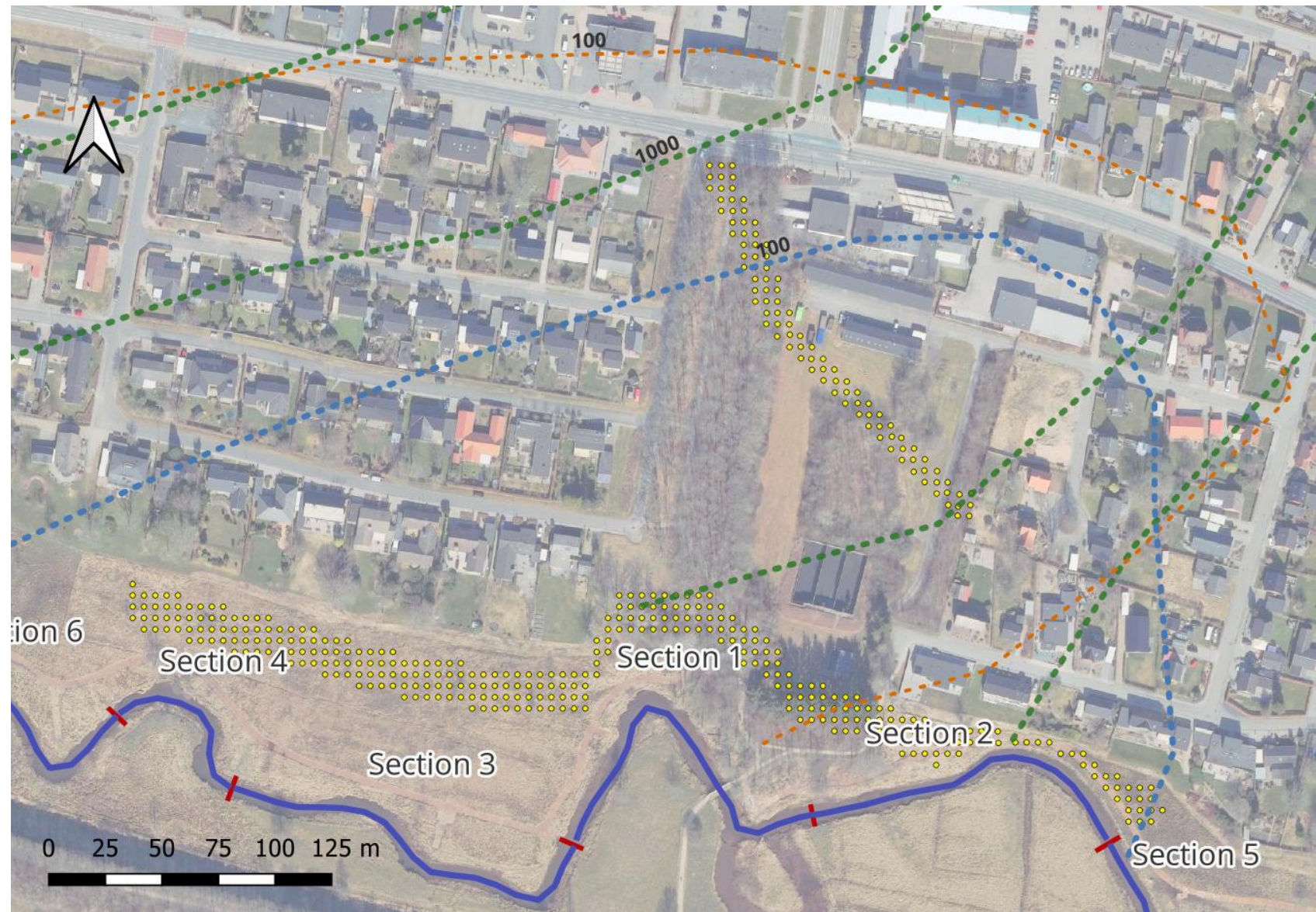
Fase 1 - Indsats 1

- In-situ afværgelse i det terrænnære magasin i Sektion 1-4

- SRD
- Sorption
- Kemisk reduktion

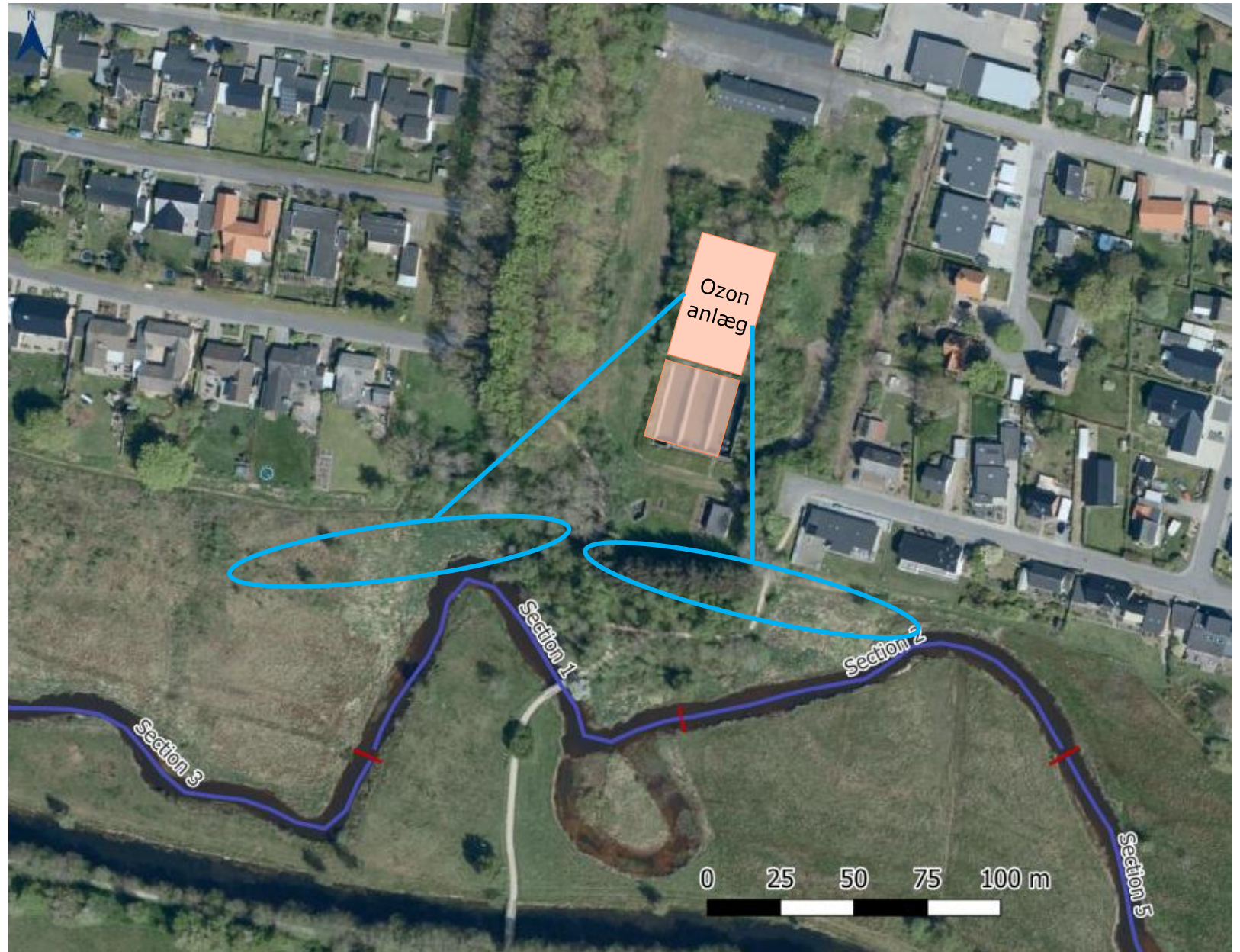
Signaturforklaring

- Afgrænsning (100 µg/l) af vinylchloridfane i terrænnære magasin
- Afgrænsning (100 µg/l) af vinylchloridfane i øvre sekundære magasin
- Afgrænsning (100 og 1.000 µg/l) af vinylchloridfane i nedre sekundære magasin
- Fluxområder
- Fluxområder - afgrænsning
- Injektionspunkter



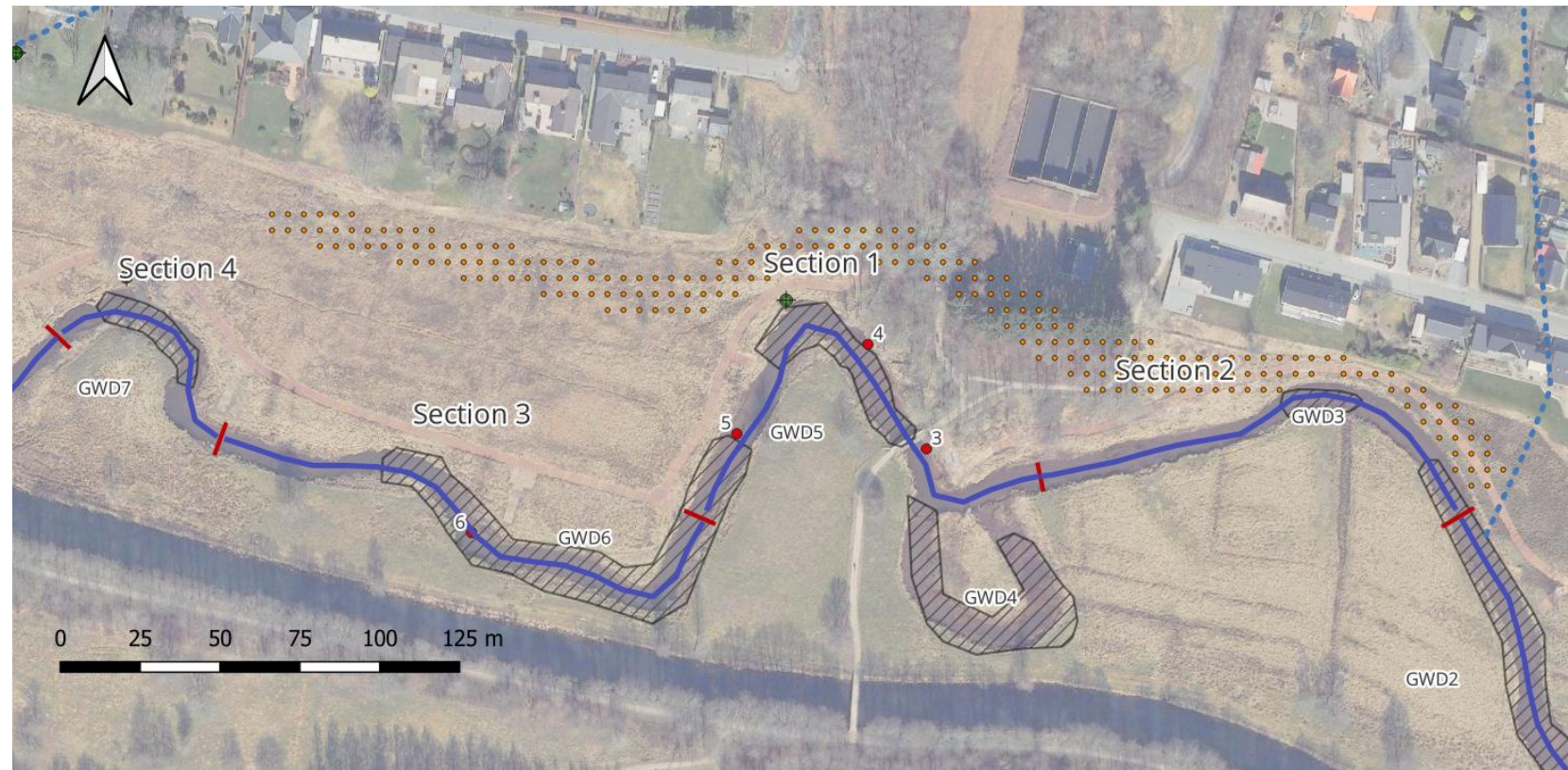
Fase 1 - Indsats 4

- Afværge-pumpning i terrænnære magasin
- on site ozon behandling
- Chlorerede ethener, sulfonamider og barbiturater
- Lavere strømningshastighed



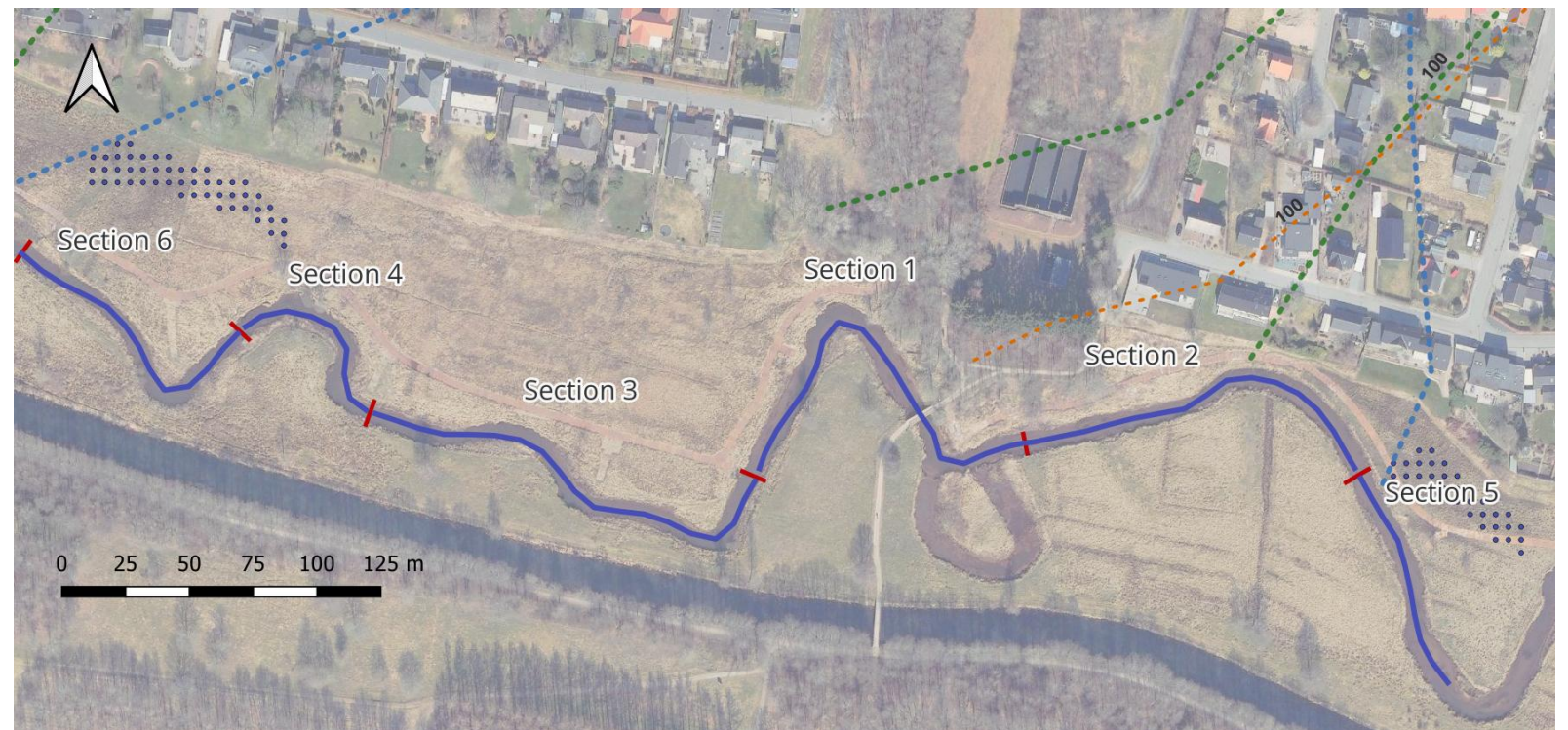
Fase 2 - Indsats 2

- In-situ afværgelse i det øvre sekundære magasin i Sektion 1-3
- SRD
- Sorption
- Kemisk reduktion



Fase 2- Indsats 3

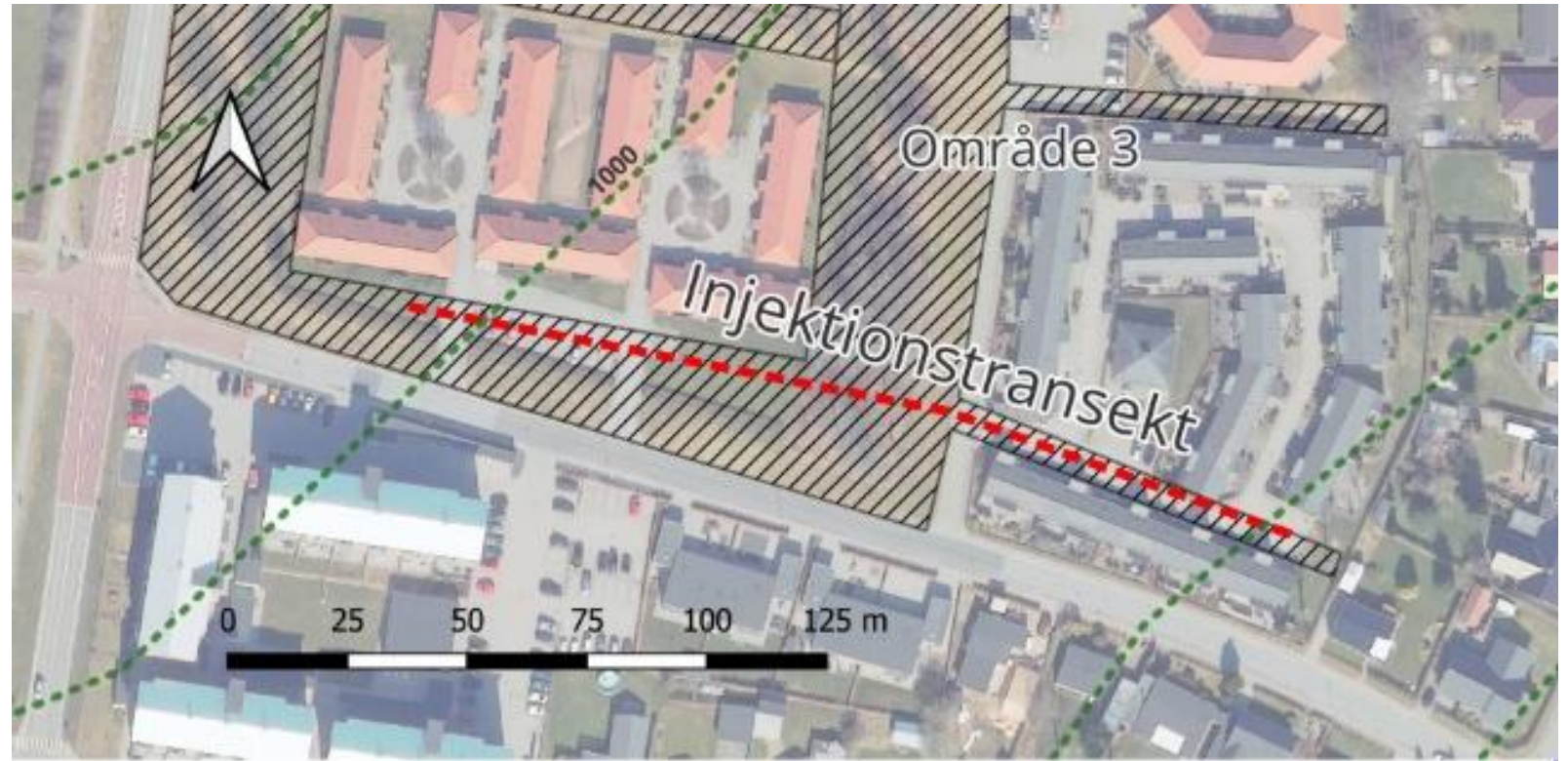
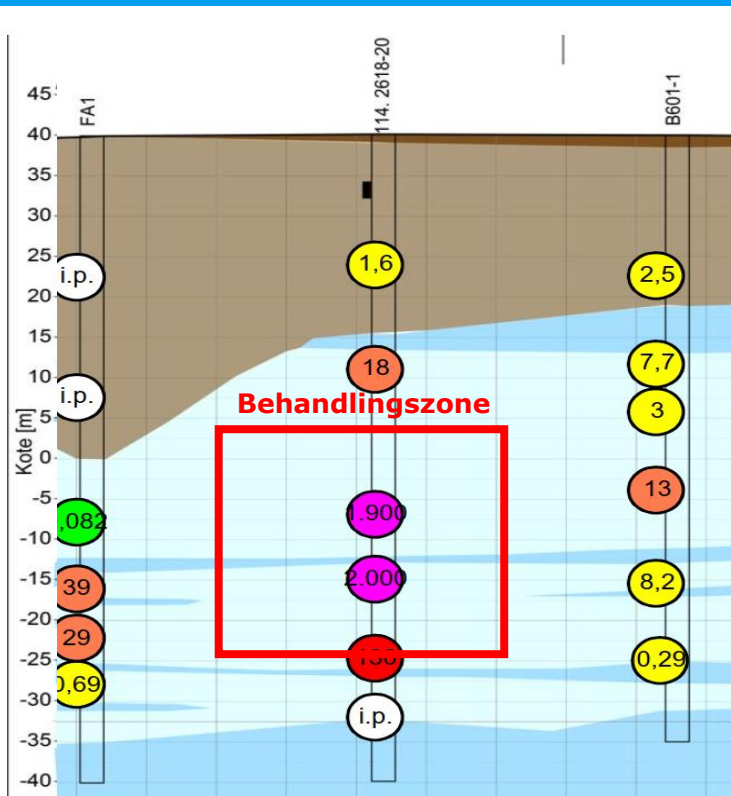
- In situ afværge i det terrænnære magasin i Sektion 5 og 6
- SRD
- Sorption
- Kemisk reduktion



- In situ afværgelse af vinylchlorid i fanen opstrøms åen

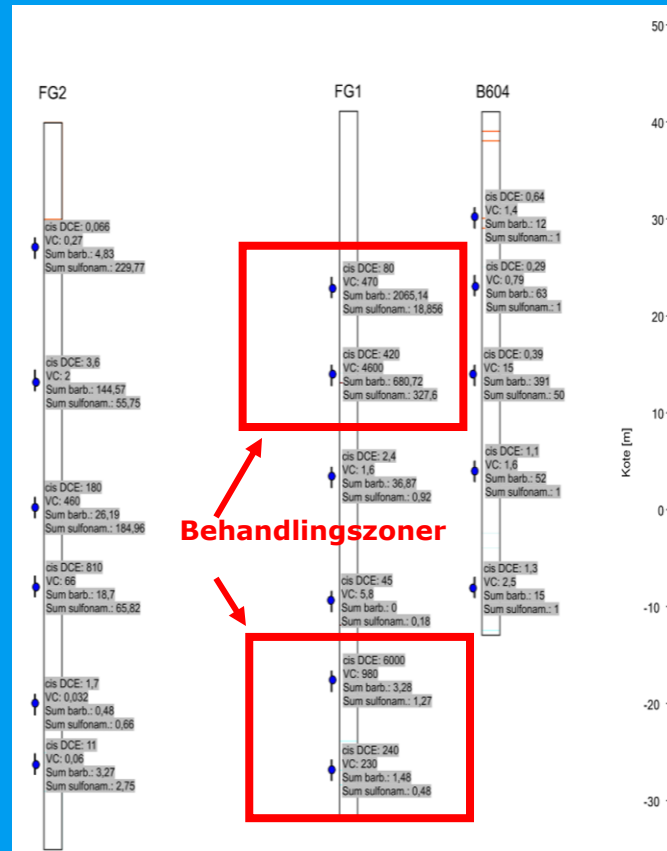
- SRD
- Sorption
- Kemisk reduktion

Fase 3 - Indsats 5

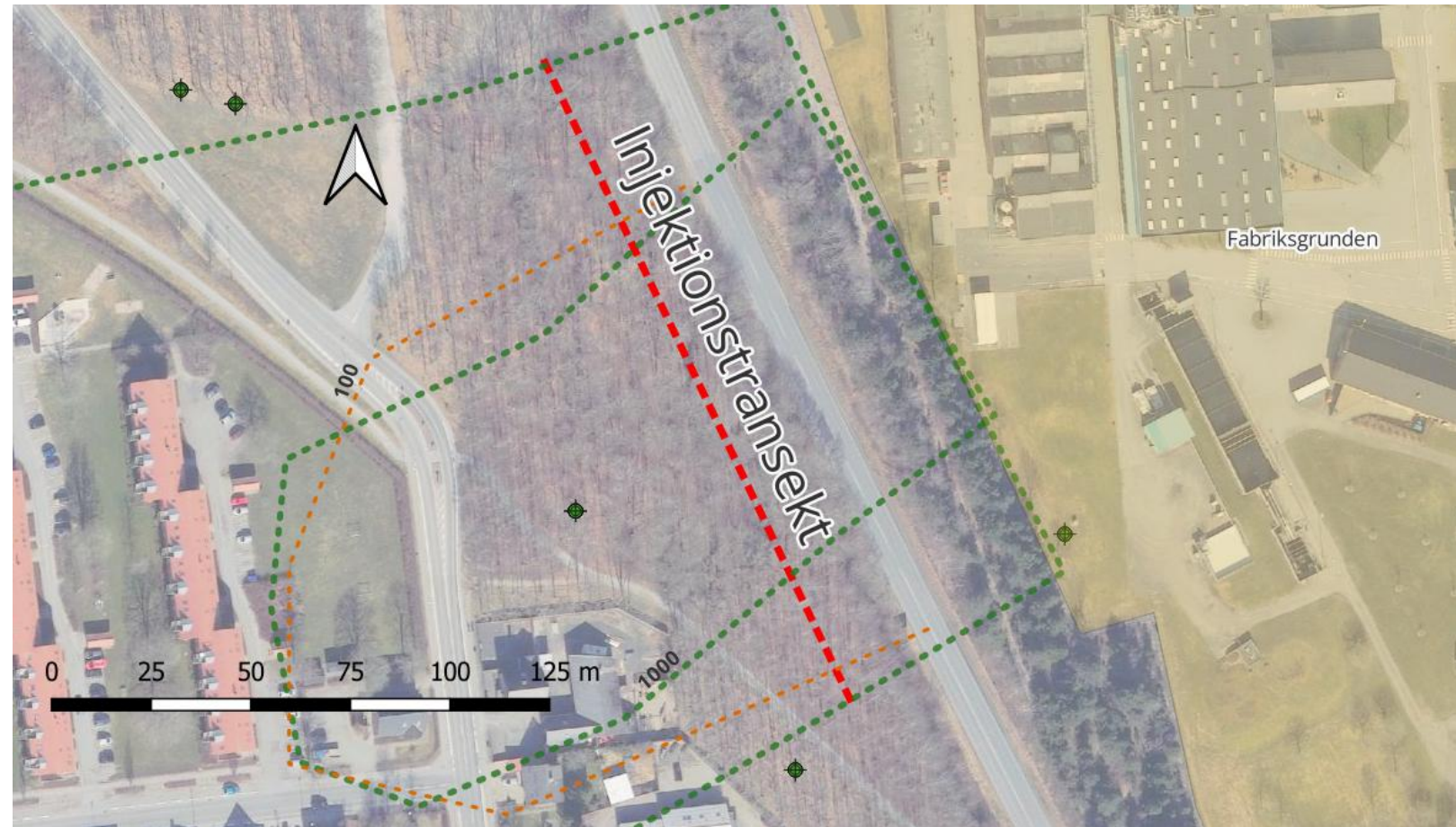


- In situ afværge af fanen tæt på fabriksgrunden

- SRD
- Sorption
- Kemisk reduktion



Indsats 6



Økonomien

	Etablering og 5 års drift	Etablering og 40 års drift
	mio kr.	mio kr.
Monitering og suppl. undersøgelser	10	10
Indsats 1	75	217
Indsats 2	50	116
Indsats 3	12	35
Indsats 4a	19	84
Indsats 4b	44	206
Indsats 5	20	38
Indsats 6	26	51
Sum	256	757

