

Prøvetaking av porevann - ny metode for undersøkelse av vertikal spredning

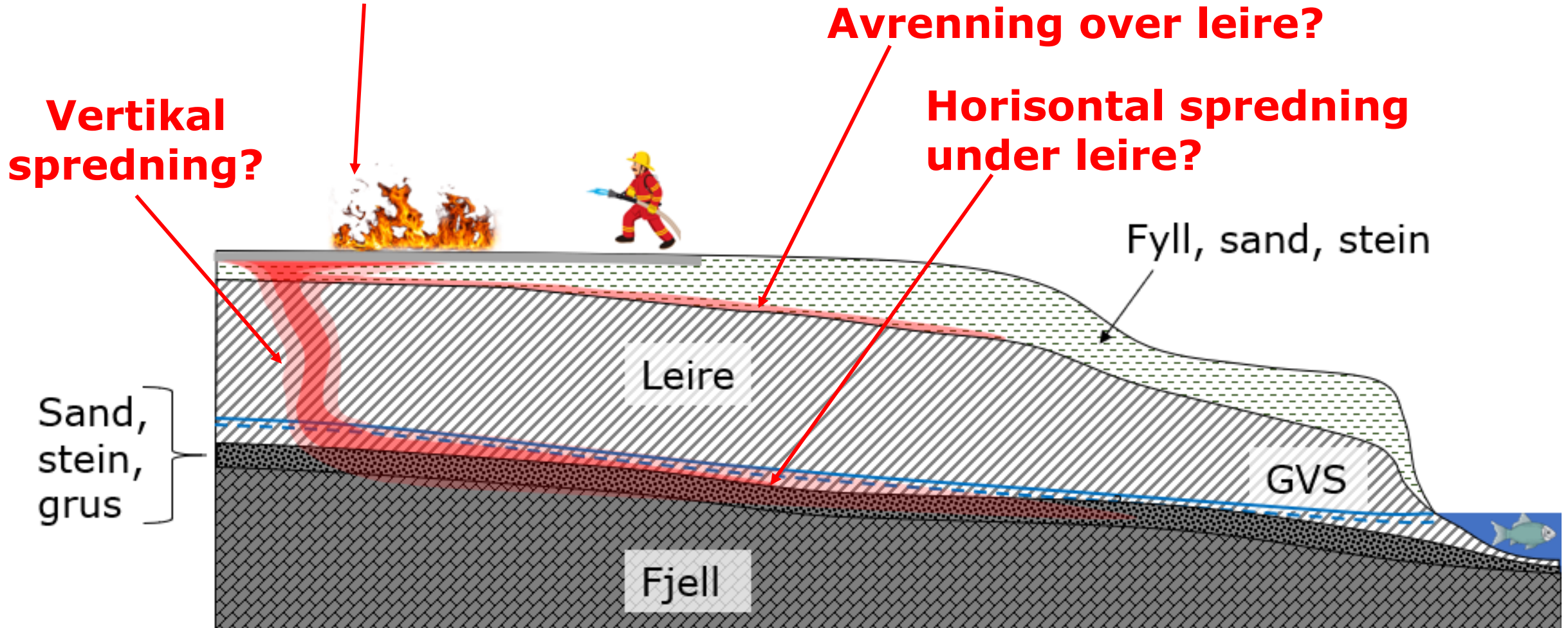
Poul Larsen
Utviklingsleder

Hvor er lokale hotspots?

**Vertikal
spredning?**

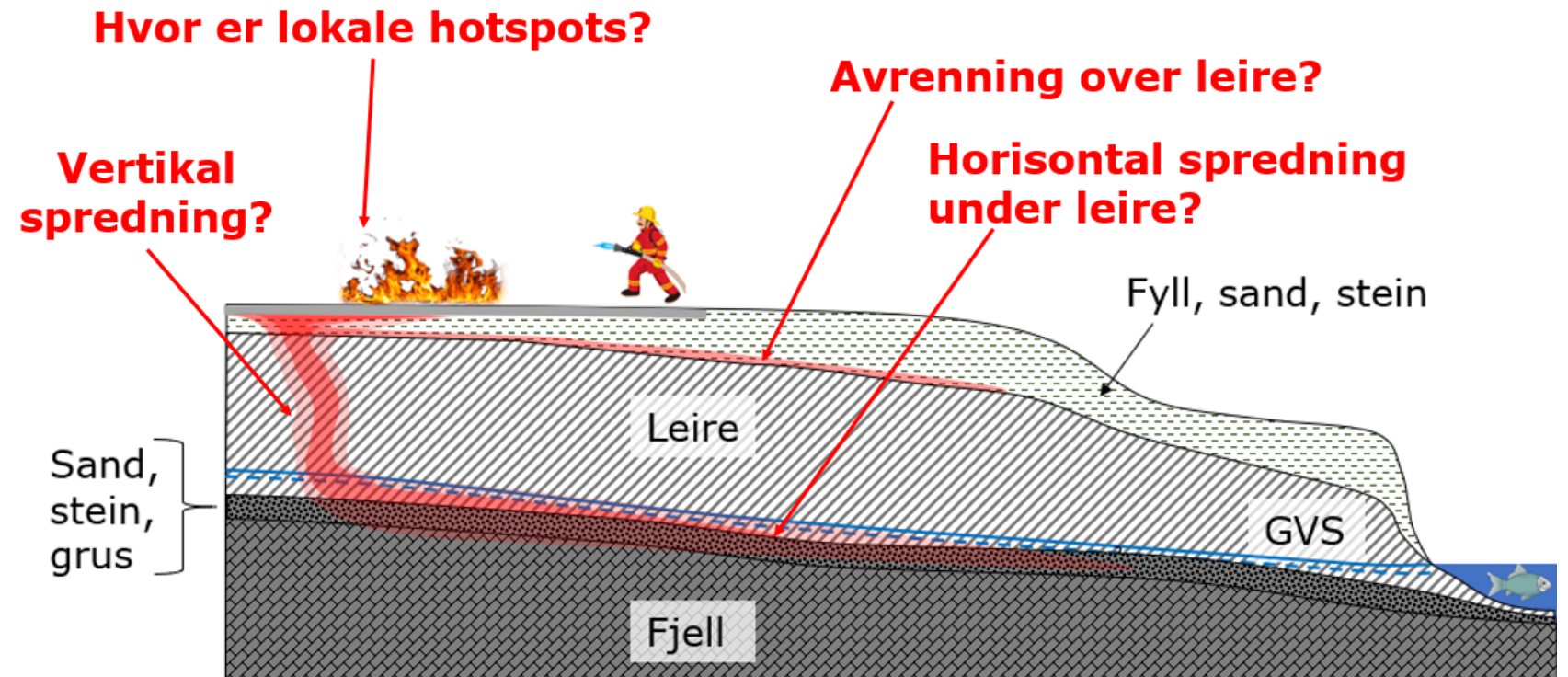
Avrenning over leire?

**Horizontal spredning
under leire?**



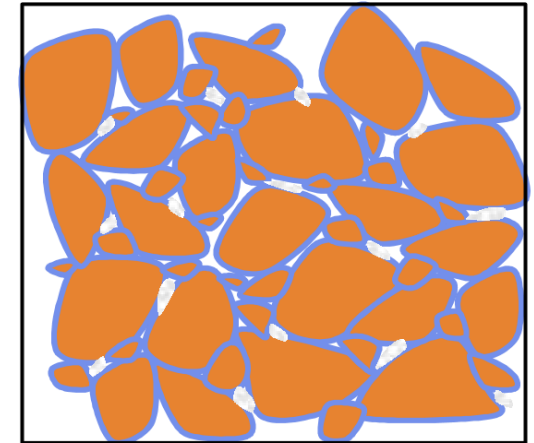
Eksempel: Spredning av PFAS fra brannøvingsfelt

- Utfordringer:
 - Stoffet bindes ikke til jord = jordprøver ikke relevant.
 - Stoffet er ikke flyktig = jordgassmålinger ikke relevant.
 - Avgrensning og karakterisering av hotspots er vanskelig.
 - Ofte ikke grunnvann nok til prøvetaking.
- Porevannsprøver kan være nyttige iht disse utfordringene



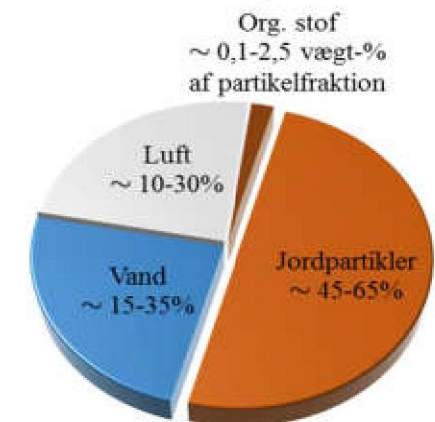
Fasefordeling og porevann

- Jord består overordnet av 4 faser:
 - Jordpartikler: 45-65 %
 - Organisk stoff: 0,1-2,5 %
 - Poreluft: 10-30 %
 - Porevann: 15 – 35 %
- Mangeårig praksis for prøvetaking av jord og poreluft
- Porevannsprøvetaking er ikke alminnelig metode for undersøkelse av forurensning
- 150-350 L porevann pr. m³ jord



Jord med forskjellige pore-størrelser

Fasefordeling vol. %



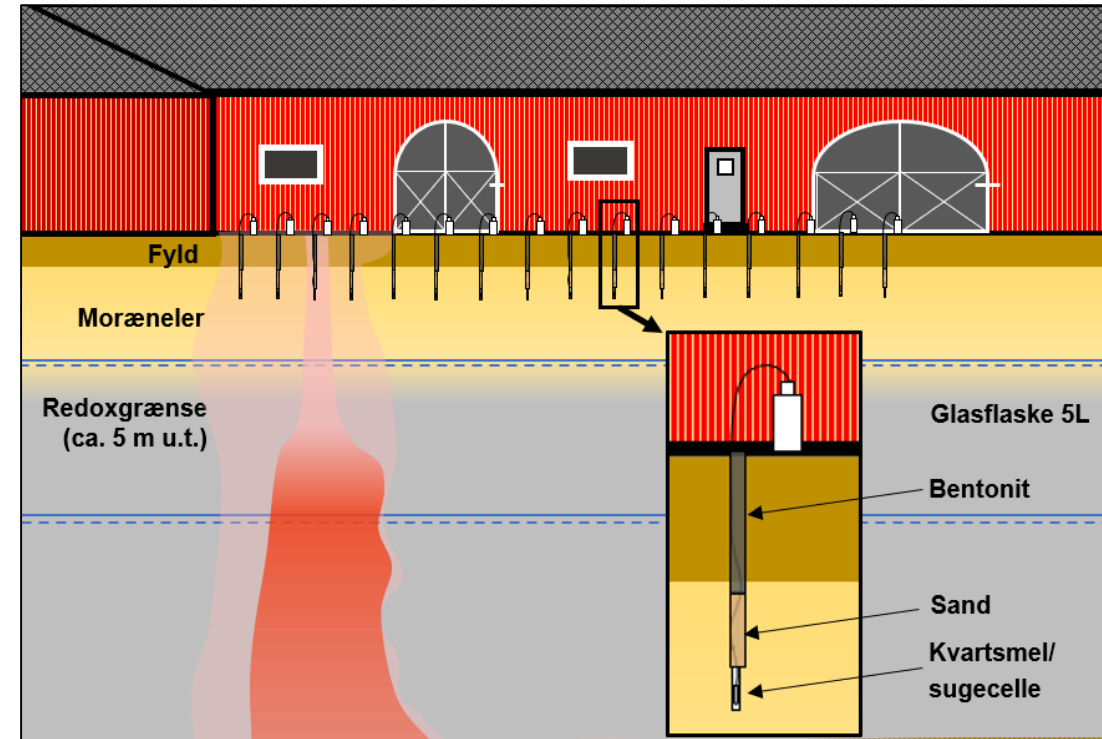
Porevannsprøvetaking

- Installasjon av stålsugecelle i jorden
- Pakkes med oppslemmet kvartsmel
- FEP-slange (lav adsorption) forbinder sugecelle og glassflaske
- Vakuum påføres med håndpumpe
- Evt. forpumping
- Sorbicelle ved flyktige hydrokarboner
- Terrengnær screening og dyp prøvetaking



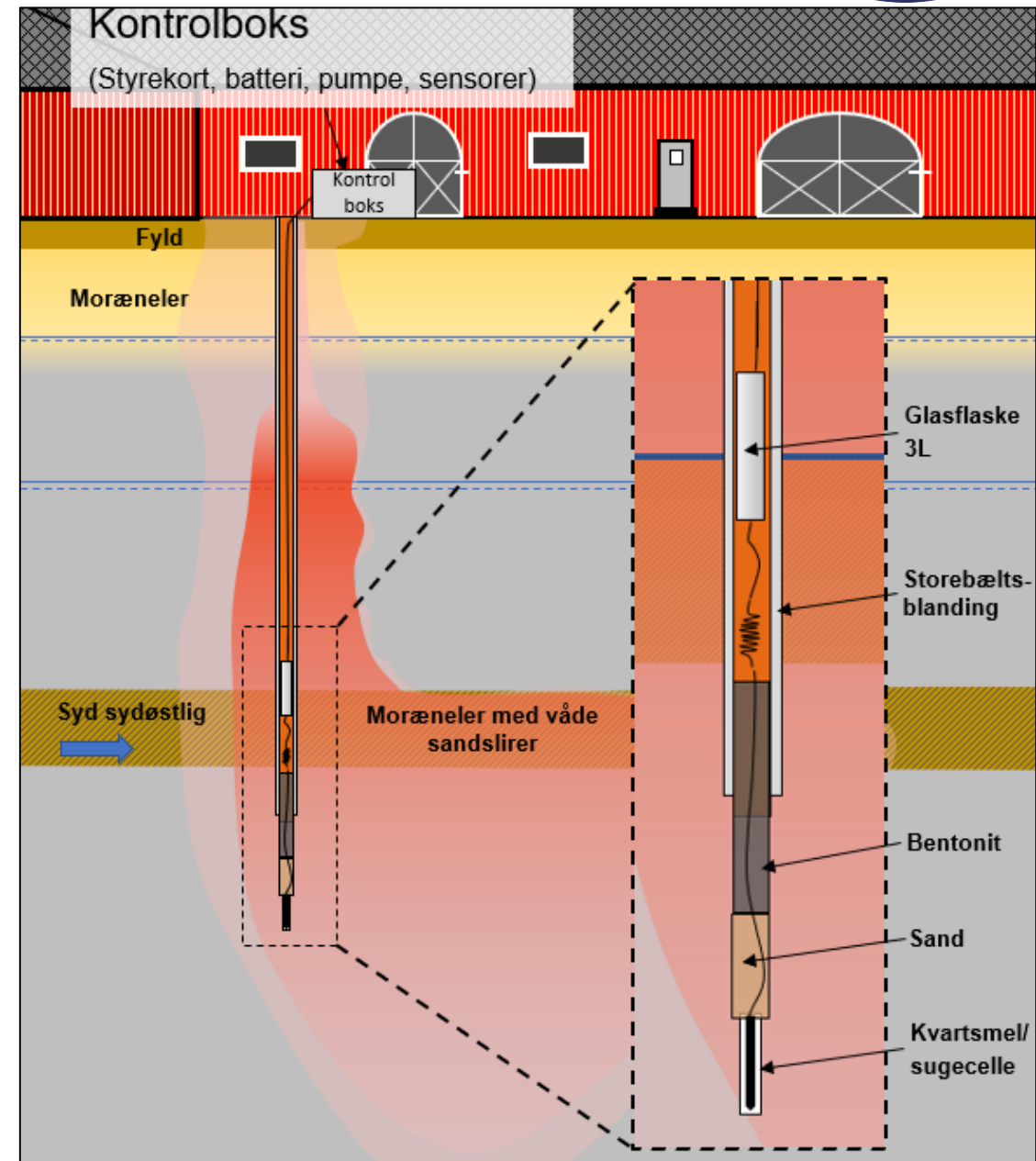
Terrengnær screening

- Spesielt velegnet til ikke-flyktige stoffer, meget vannoppløselige stoffer.
- Prøver tas ned til ca. 2 m u.t.
- Utviklet med fokus på screening = flest prøver for lite penger
- Utprøvd på pesticid-punktkilder.



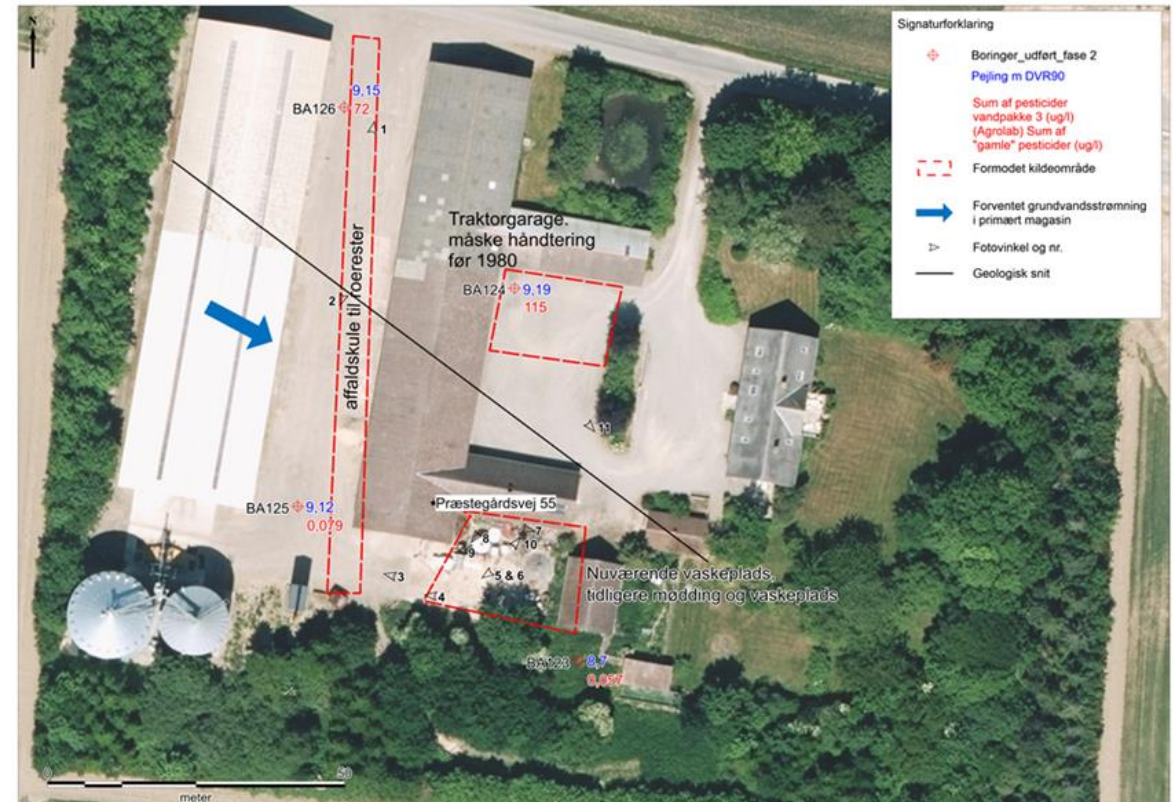
Dyp porevannsprøvetaking

- Uavhengig av dybde
- Styring sikrer mot overload på sorbiceller
- Minimal forstyrning av formasjonen
- Installasjon:
 - Foret 6" boring
 - 4" boring i bunnen
 - Plugging med bentonitt/sement (94/6 %).
 - Installasjon av permanent foring
 - Installasjon av sugecelle
 - Plugging
 - Prøvetaking med nyutviklet utstyr

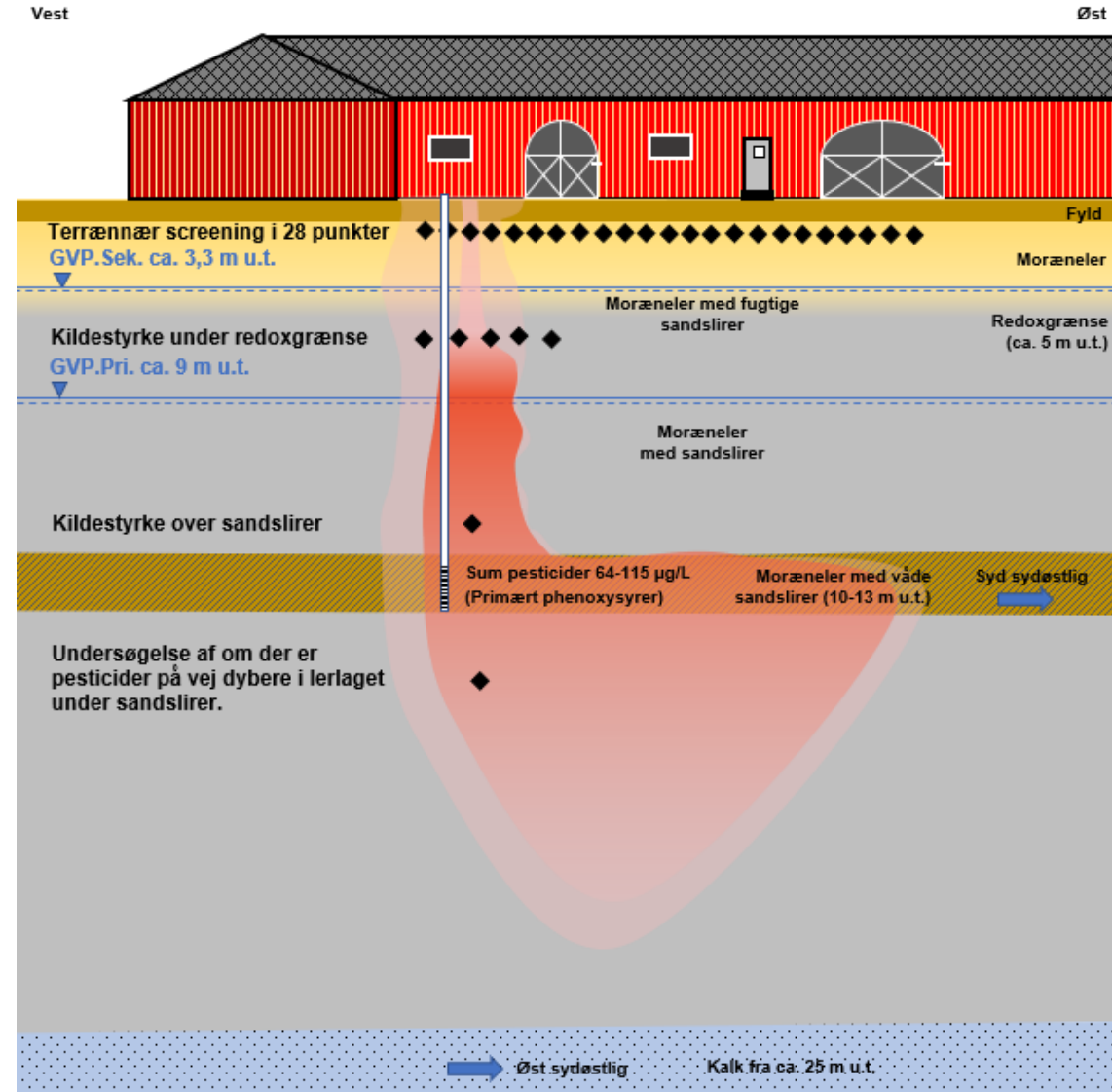
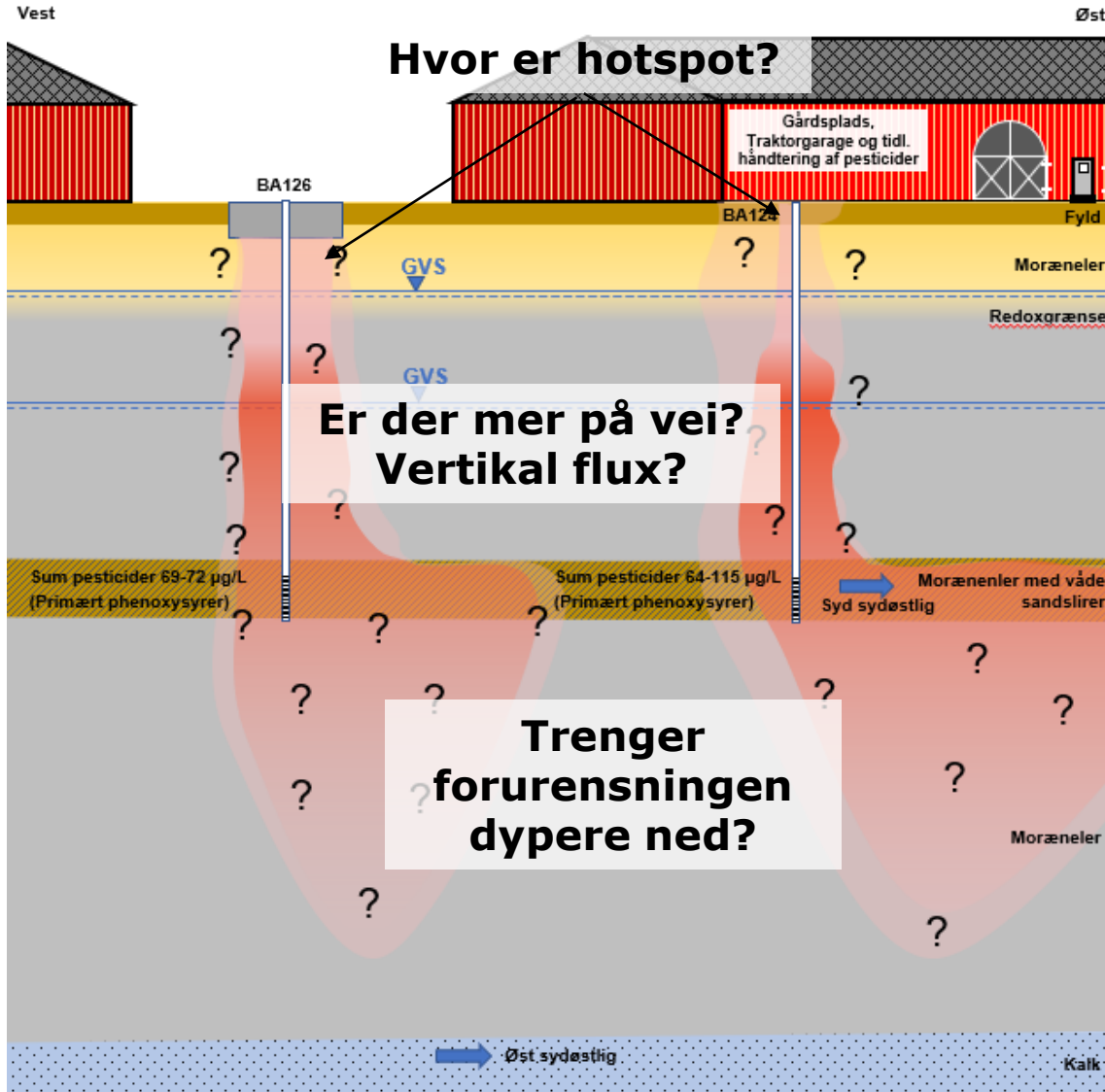


Case: Pesticid-punktkilder i jordbruk

- Det er påvist pesticider i grunnvannet:
 - På gårdsplassen.
 - I den nordlige enden av avfall
- Sum av pesticider i grunnvannet er opp til 120 µg/L
- Primært phenoxysyrer og desphenyl chloridazon
- Ved den tidligere møkkadyngen og vaskeplassen er det ikke påvist grunnvannsforurensning
- Prosjektet er et samarbeid mellom Region Sjælland, Orbicon og DMR.

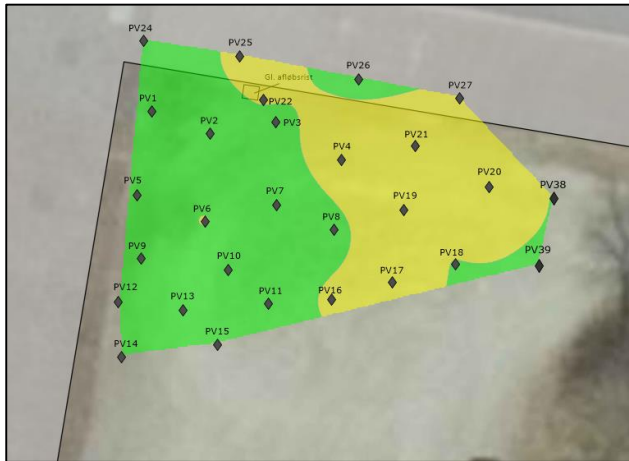


Case: Det vi gjerne vil vite:

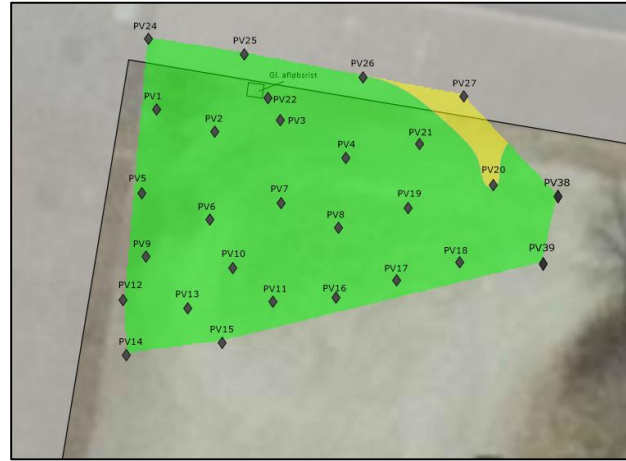


Case: Resultater fra terrengnær screening (2 m u.t.)

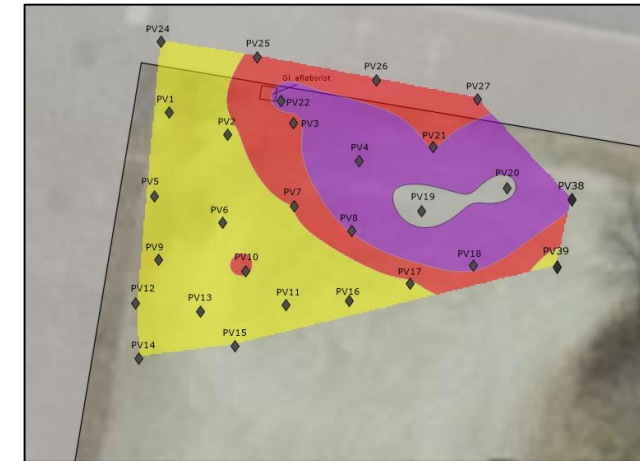
Bentazon
($<0,1-1,9 \mu\text{g/L}$)



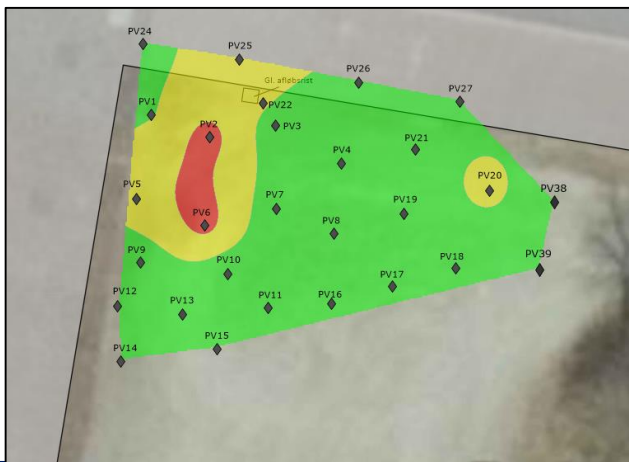
Dichlorprop
($<0,1-0,26 \mu\text{g/L}$)



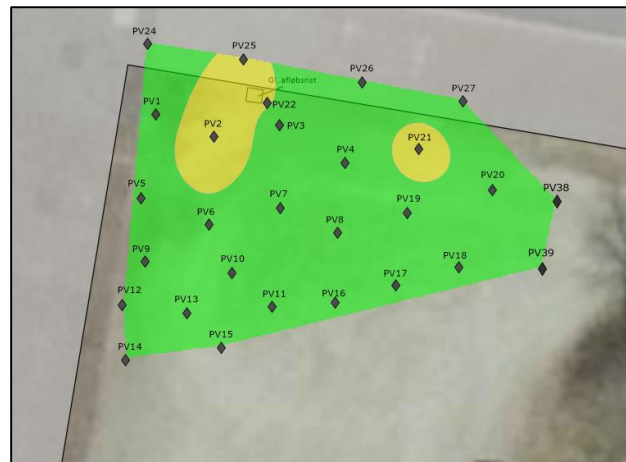
Desphenyl Chloridazon
($0,12-280 \mu\text{g/L}$)



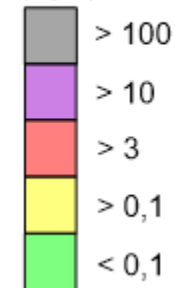
MCPP
($<0,1-12 \mu\text{g/L}$)



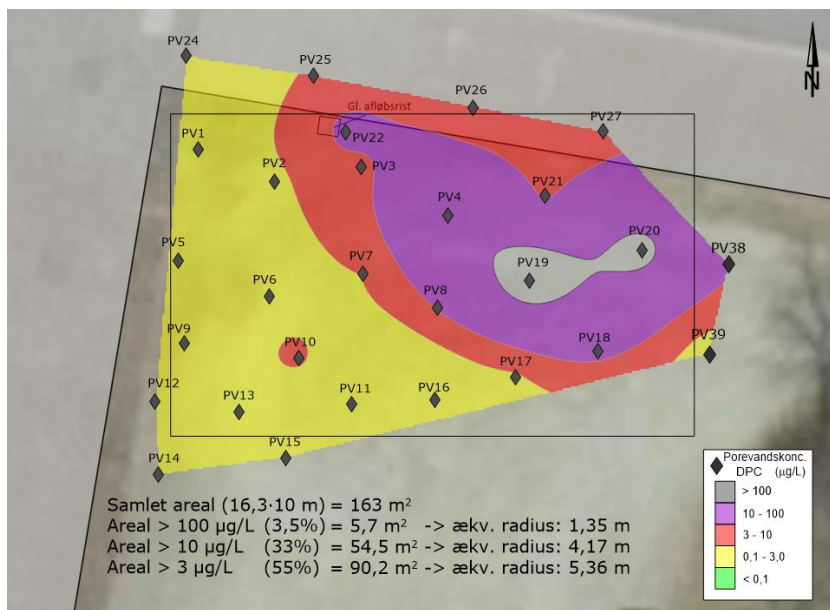
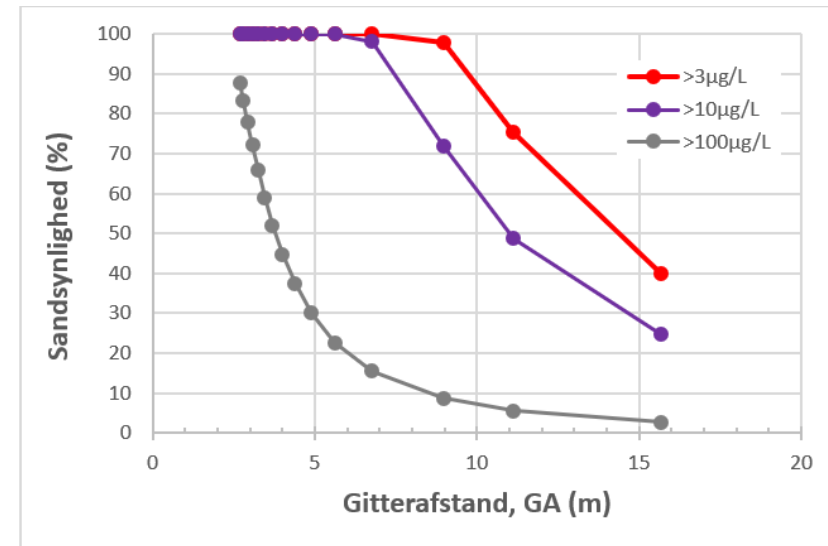
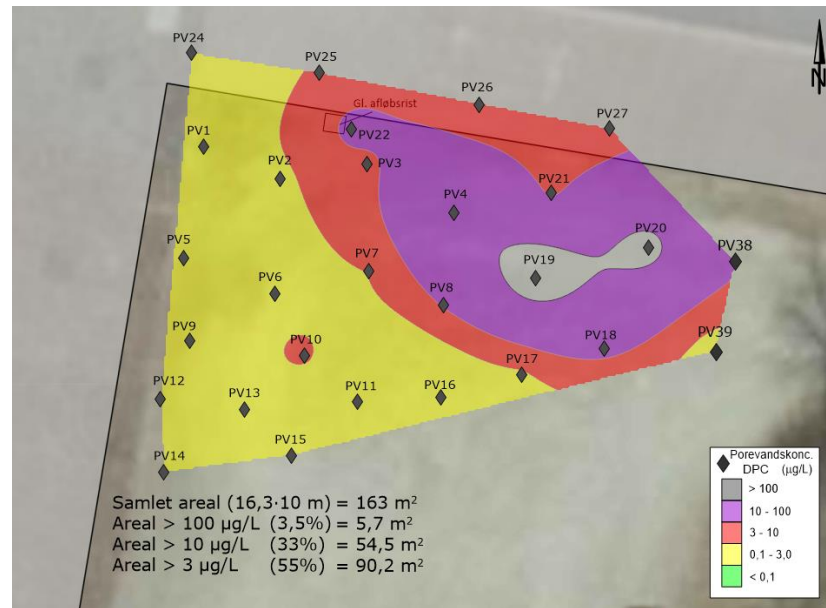
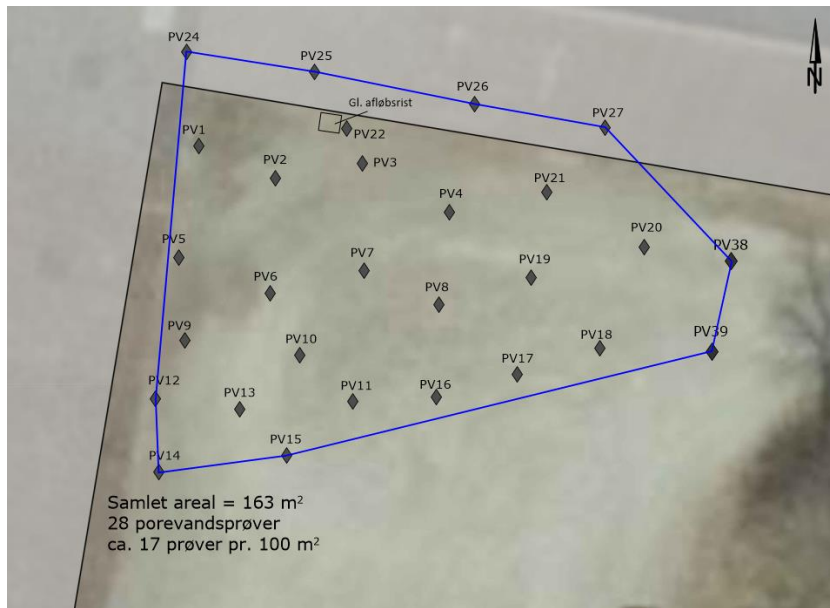
4-chlor-2-methylphenol
($<0,1-0,49 \mu\text{g/L}$)



Porevandskonc.
($\mu\text{g/L}$)



Case: Nødvendig antal screeningpunkter - Desphenyl-chloridazon



DMR[®] Porevandscreening og sandsynlighed

Oplysninger om lokaliteten	
Areal antages rektangulært	
Pris pr. PV-punkt	6500 kr./PV
Længde	16,3 m
Bredde	10 m
Areal	163 m ²

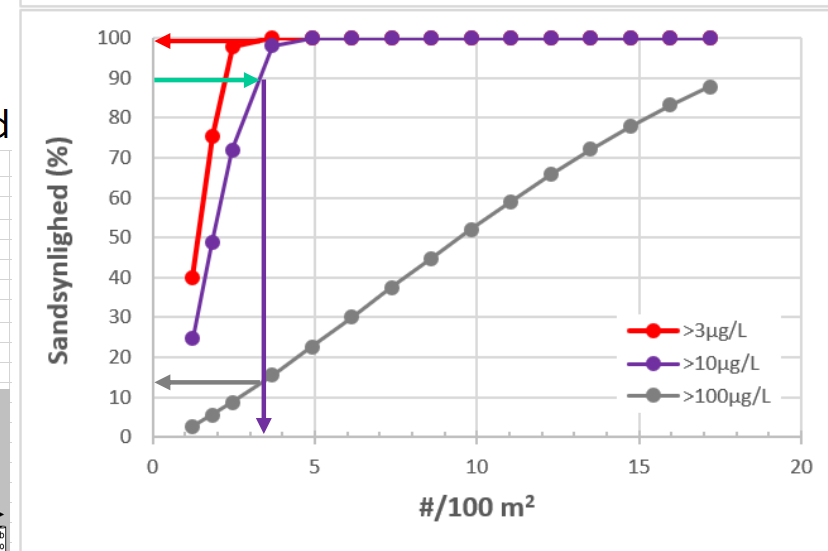
Oplysninger om forureningen	
Forureningsstof	Pesticid
Forureningsradius (R)	1,35 m
Forureningsareal (A)	5,7 m ²
R ₁ (porevandsky)	0,00 m
R ₁ (PV-prøve)	0,13 m
R ₁ (porevand)	0,01 m
R ₁ (PV-sky+PV-prøve)	0,13 m

Ønsket sandsynlighed	
Ønsket sandsynlighed	65,8 %
Resultater	
Nødvendig gitterafstand	3,24 m
Gns. antal PV-punkter	20 stk.
	12,3 PV/100 m ²
Pris	130.000 kr.
Marginale omkostninger	4.186 kr./%
Risiko	34,2 %

Sandsynlighedsberegning	
Der antages kvadratiske boremanstre.	
Gitterafstanden er afstanden mellem de nærmeste boringer i gitterets krydspunkter.	
Det antages at del forurensede område er cylinderformet.	
Der udtages prøver i boringerne med kortere afstand end cylinderens antagne højde.	
Radius af forurenede område	1,65 m
Jordtype	Ler
Poreluftvolumen V _p	0,00 - 0,25
Vandindhold V _v	0,20 - 0,40
Egen liste	
Porevandsvolumen	2,5 L
Radius, lerjord	0,13 m

Lag	Lagtykkelse (m)	Gitterlængde (m)	Sandsynlighed (%)
lag 1	3,8	60,538	0 %
lag 2			0 %
lag 3			0 %
lag 4			0 %

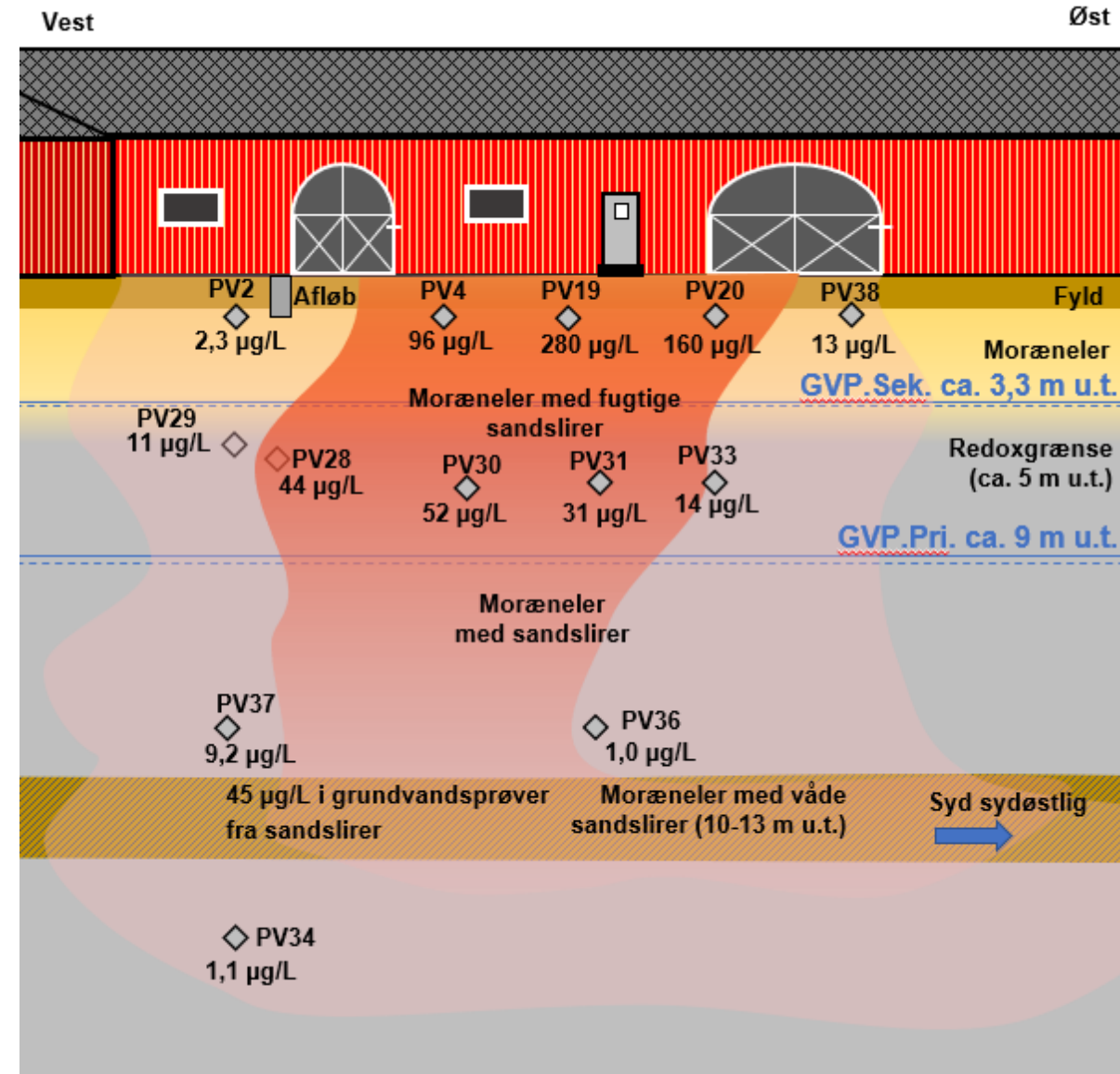
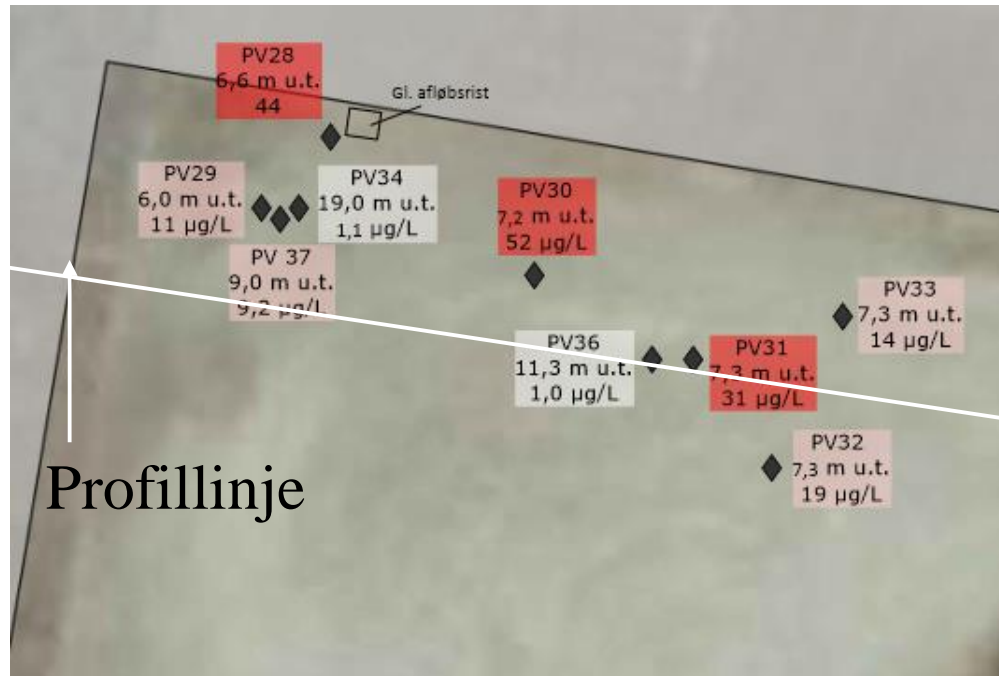
Samlet tykkelse: 0 m
Samlet sandsynlighed: 0 %



~4/100 m²

Desphenyl chloridazon i dype porevannsprøver

- Overraskende terrengnær hotspot
- Innledende 1D - modellering viser at det ikke er en urealistisk fordeling
- Tegn på begrenset fortykning av porevann i grunnvannsprøver
- Tegn på terrengnær fortykning



Eksempel: Spredning av PFAS fra brannøvingsfelt



Hvor er lokale hotspots?

Terrengnær screening

Avrenning over leire?

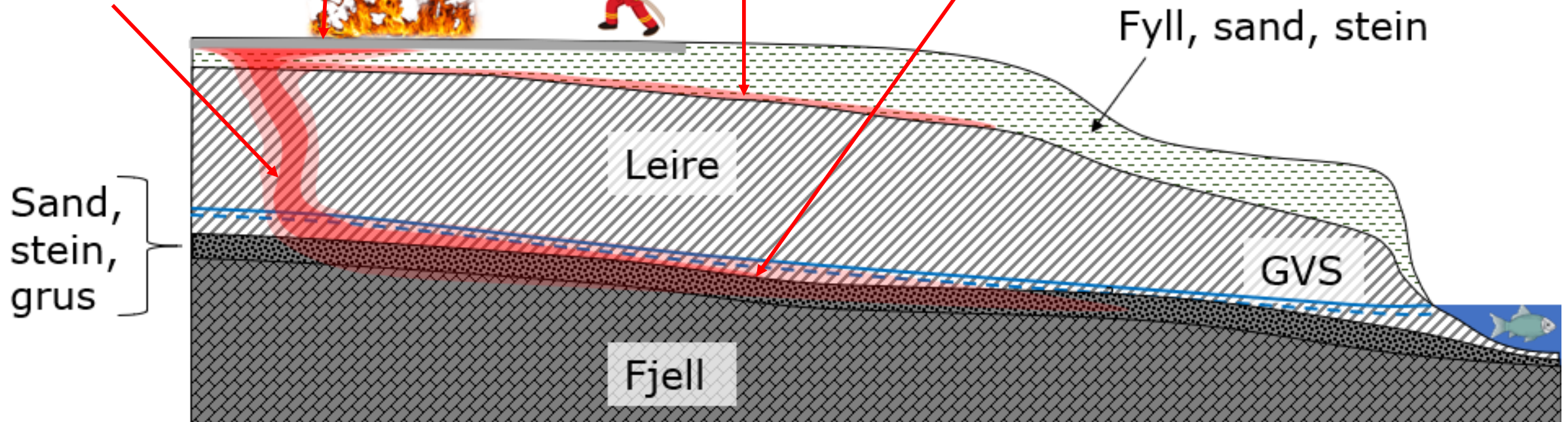
Sugeceller i toppen av leire

Vertikal spredning?

Dype sugeceller

Horisontal spredning under leire?

Dyp installasjon av sugeceller



- Porevannsprøver kan benyttes til terrengnær screening
- 4-7 prøver pr. 100 m³ er nok til å lokalisere hotspots
- Porevannsprøver kan tas ut i stort sett alle dybder
- Velegnet hvor det ikke er vann nok til å ta ut grunnvannsprøver
- Velegnet når det ikke gir mening å ta ut jord- og poreluftprøver
- Eksempler på porevannssonder som har fungert til løpende overvåking i mer enn 30 år etter installasjon
- Screening kan utføres med håndholdt utstyr og er derfor velegnet/prisbevisst i områder hvor borerigg ikke kan komme frem
- Konsentrasjoner i porevann måles direkte i stedet for konservative likevektsberegninger (eks. i stedet for utvaskingstest av tungmetaller).