



Erfaringsopsamling på udbredelsen af forureningsfaner i grundvand på villatanksager

Udført for: Miljøstyrelsen & Oliebranchens Miljøpulje

Udført af: **Poul Larsen**, Per Loll Claus Larsen og Maria Grøn fra
Dansk Miljørådgivning A/S.
Jesper B. Nielsen, Laura Heron, Katrine Moes og Anders
G. Christensen fra NIRAS.



Program

- Baggrund
- Formål
- Del I – Fanelængde af opløst forurening
 - Datagrundlag
 - Metoder
 - Fanelængde på alle sager
 - Sagsspecifikke parametre med betydning for fanelængden
 - Fanelængder for BTEX'er
 - Redoxforhold
 - Beregnet vs. opmålt fanelængde
 - Opsamling på opløste forureningsfaner
- Del II – Fanelængde af fri fase
 - Datagrundlag
 - Fanelængder af fri fase
 - Sammenhæng mellem spildstørrelse og fanelængde for fri fase
 - Sammenfatning af fri fase udbredelse
- Spørgsmål



Baggrund og empiriske erfaringer

- Siden vedtagelsen af Jordforureningsloven i 1999 er der via villatankforsikringen finansieret en lang række undersøgelser og oprensninger af spild fra villatanke.
- Der var inden projektets start erfaring for, at grundvandsforureningens udbredelse var begrænset og muligvis kunne tilskrives biologisk omsætning.



Fanelængde af opløste forureningsfaner i grundvand



Formål

- Primært formål:
 - At undersøge fanelængden på villatanksager.
- Sekundære formål:
 - At undersøge om fanens udbredelse stabiliseres/-reduceres over tid.
 - At undersøge om fanelængden kan relateres til relevante oplysninger i sagerne.



Datagrundlag for opløste forureningsfaner

- Den samlede database på 1.436 villatanksager er screenet i forhold til følgende kriterier:
 - Mindst 4 filtersatte boringer.
 - Varighed af sagen, der muliggør grundvandsmonitoring i mindst 1 år.
-
- Dette ledte til 83 afsluttede sager og 217 uafsluttede sager – i alt 300 sager.

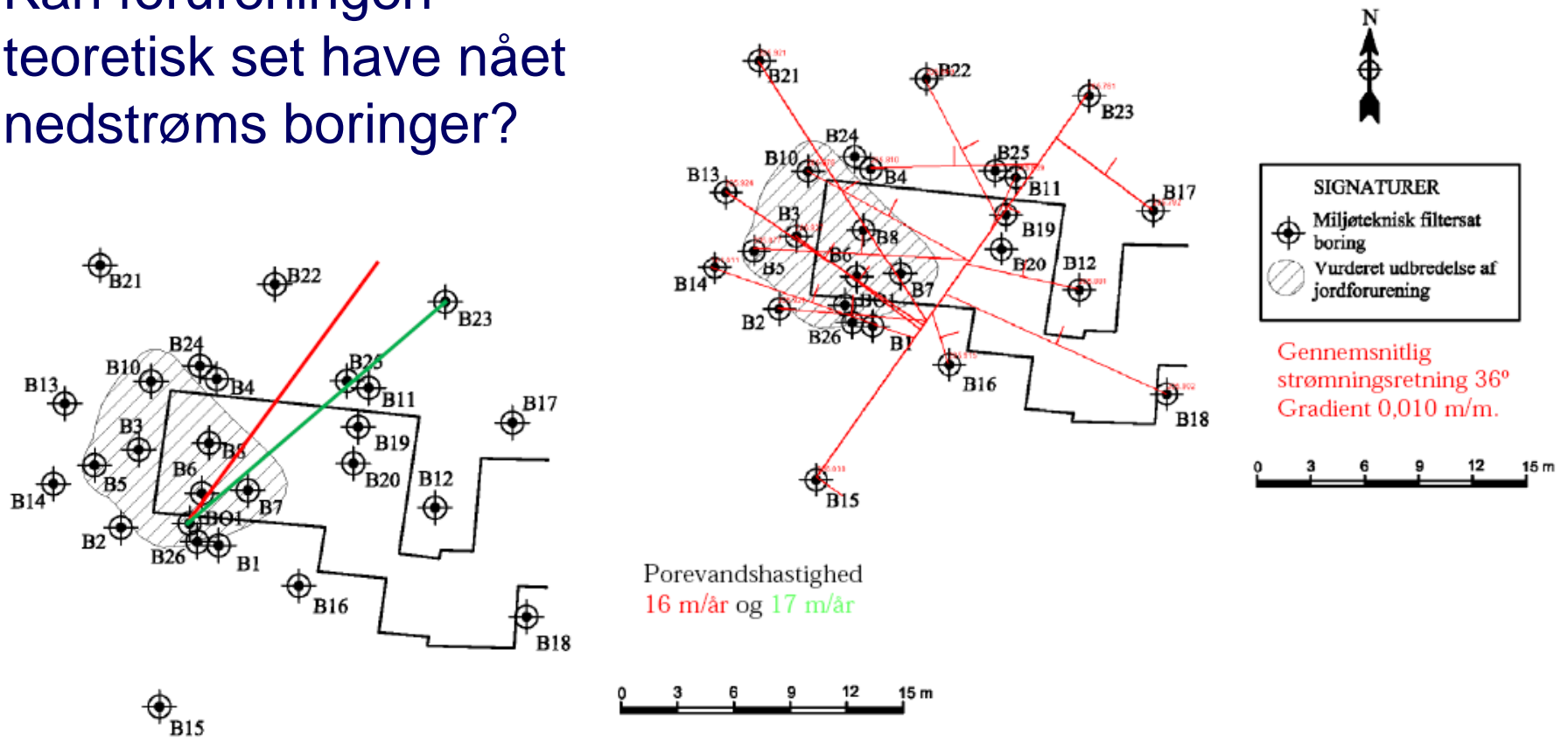


Datagrundlag for opløste forureningsfaner

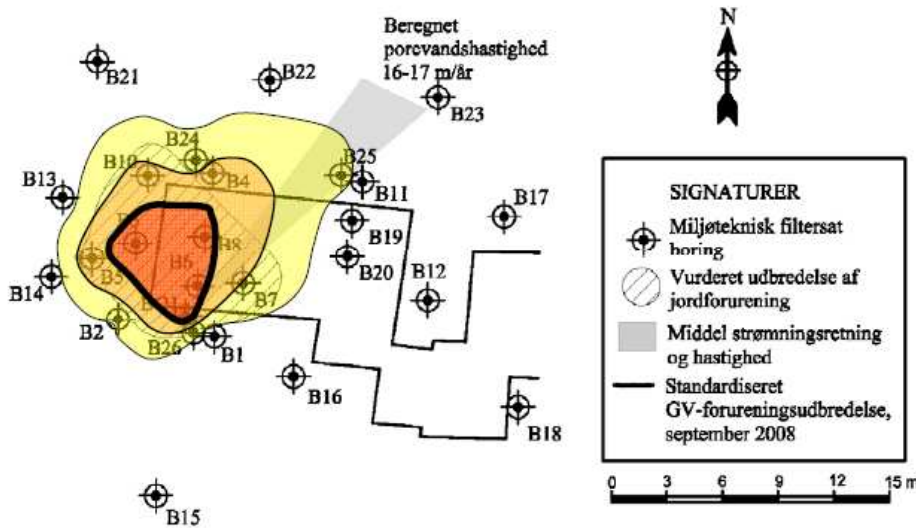
- De 300 sager er efterfølgende screenet mht. følgende kriterier:
 - Mindst 4 filtersatte boringer i samme magasin der ikke er periodevist tørre.
 - Mindst to sammenstemmende pejlerunder, som viser sammenhængende magasin med nogenlunde entydig strømningsretning.
 - Mindst to monitoringsrunder.
 - Grundvandsmonitoring i mere end 1 år.
 - Ikke grundvandssænkning eller gravearbejde i monitoringsperioden.
 - Målte koncentrationer i kildeområde > 100 µg/L.
 - Grundvandsforurening er helt eller delvist afgrænset nedstrøms.
- 39 sager blev udvalgt til detaljeret gennemgang i erfaringsopsamlingen.
- Af disse, er 14 sager vurderet at opfylde ovenstående screeningskriterier tilstrækkeligt; dvs. 25 sager er frasorteret.
- **Udvælgelsesproceduren er dermed med til at sikre at de udvalgte sager er blandt de største og mest veldokumenterede sager i databasen.**

Datatjek – strømningsretning og porevandshastighed

Kan forureningen teoretisk set have nået nedstrøms boringer?

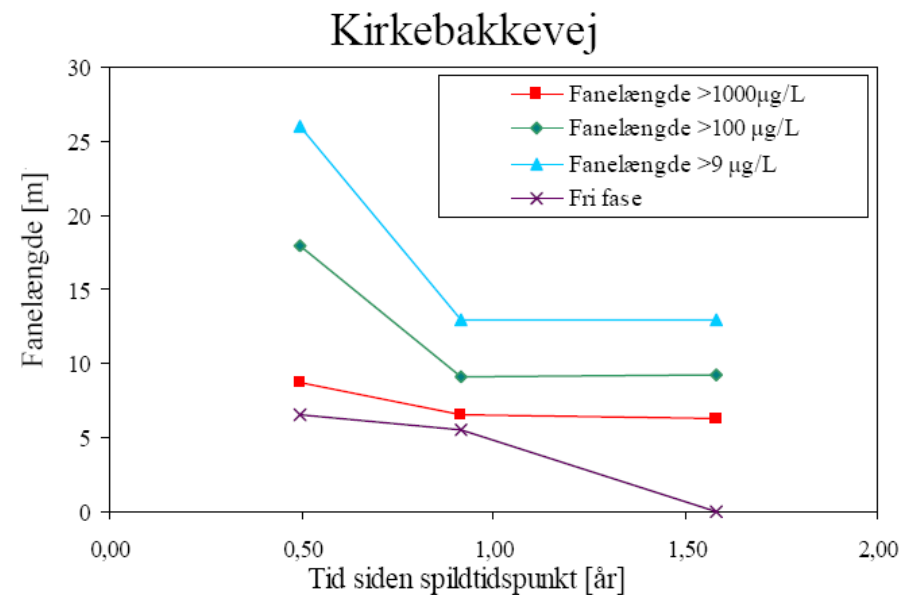


Databehandling – opmåling af fanelængde

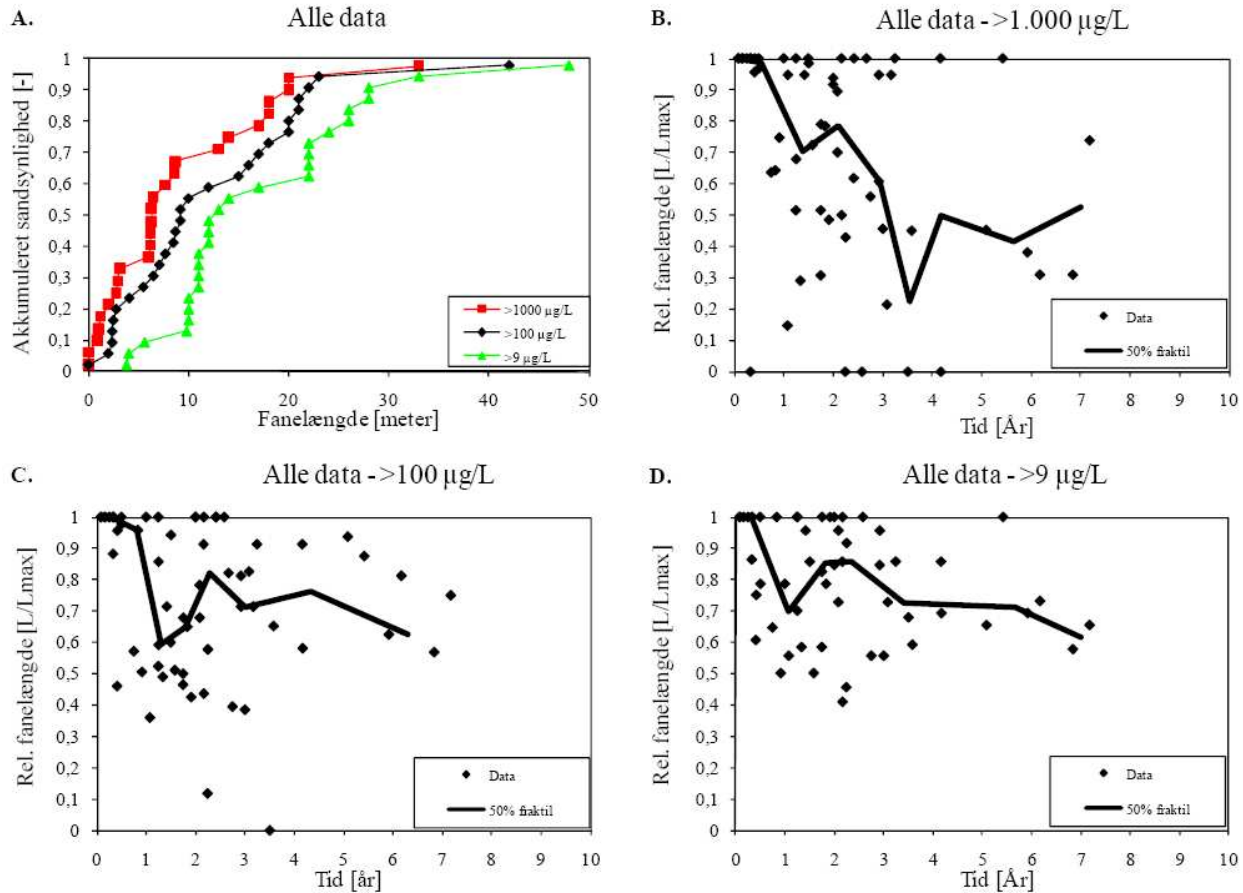


Kan medføre mindre afvigelser fra det der er beskrevet i sagerne.

Men betyder, at der anvendt en ensartet metode hvorved trends i dataene sikres mest muligt.



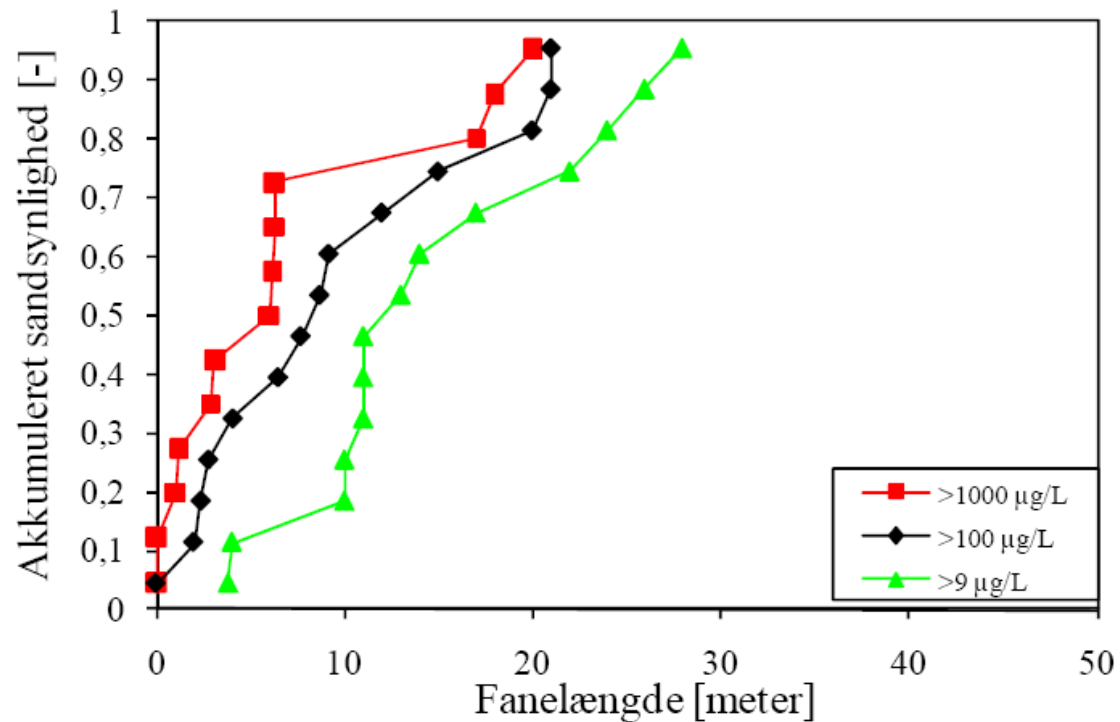
Alle sager



Fraktil/maks.	50 % [m]	90 % [m]	Maks. [m]
>9 µg/L	13	28	48
> 100 µg/L	9,2	21	42
> 1.000 µg/L	6,3	19	33

Sidste monitoringsrunde

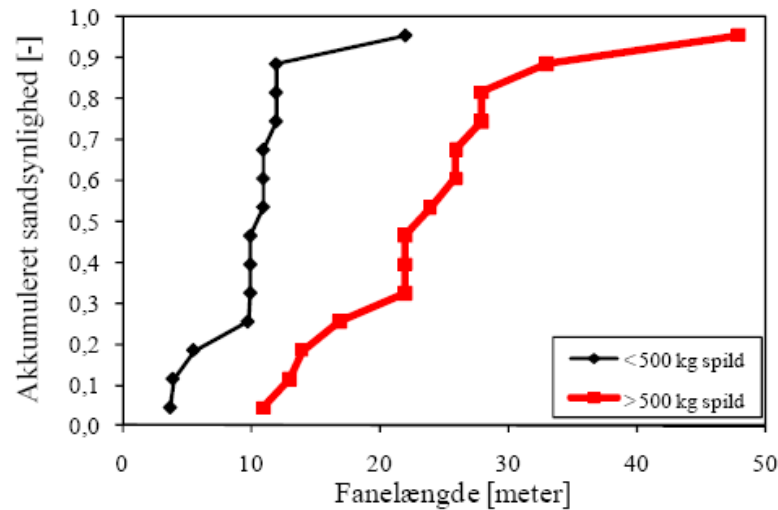
Alle data - sidste monitoringsrunde



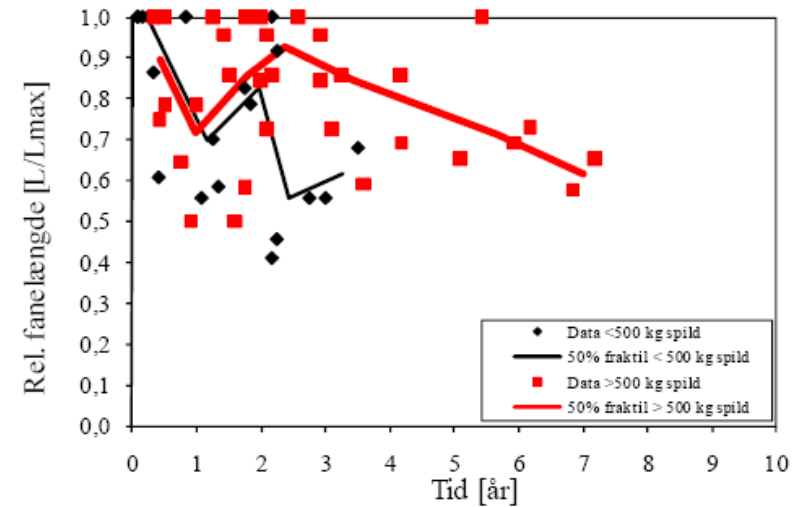
Fraktil/maks.	50 % [m]	90 % [m]	Maks. [m]
>9 µg/L	12	25	28
> 100 µg/L	8,2	21	21
> 1.000 µg/L	6	18	20

Effekt af spildstørrelse

A. Effekt af spildstørrelse (fane >9 µg/L)



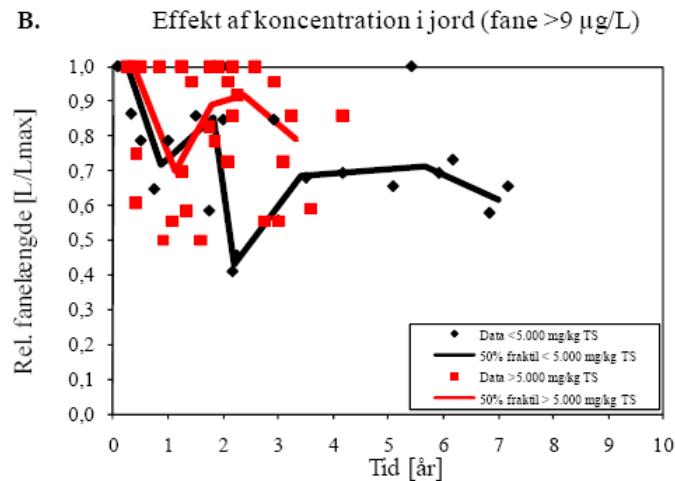
B. Effekt af spildstørrelse (fane >9 µg/L)



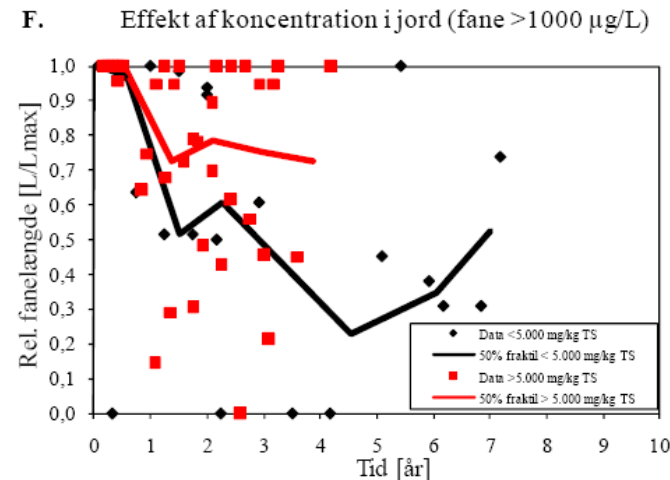
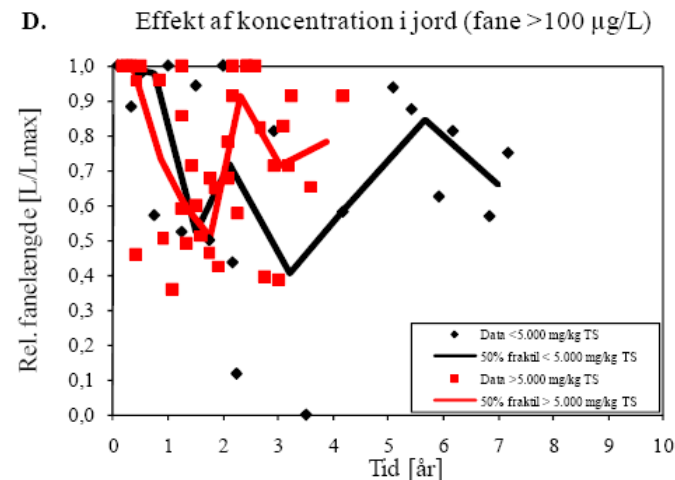
GV.konc	>9 µg/L		
	50 %	90 %	Maks.
Fraktil/maks.	[m]	[m]	[m]
<= 500 kg	11	12	22
> 500 kg	23	32	48

- Faner fra sager med et spild <500 kg er ca. halvt så lange som faner fra sager med et spild >500 kg.
- Faner fra sager med et spild <500 kg reduceres hurtigere og til et lavere niveau end faner fra sager med et spild >500 kg.

Koncentrationen i jorden

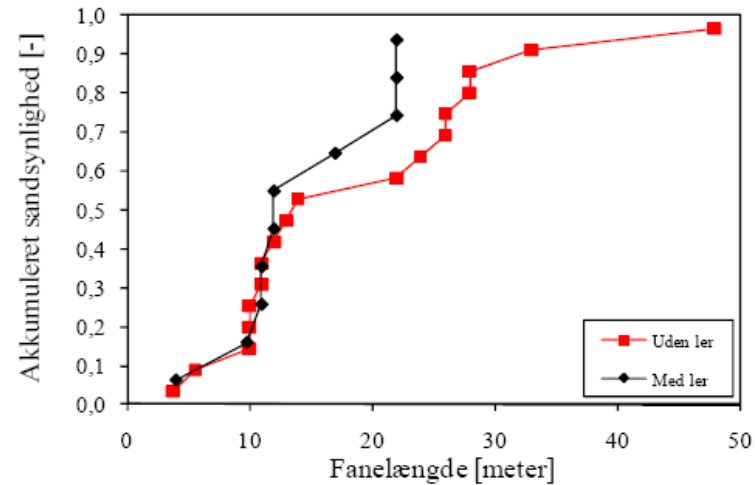


- Lavere koncentration i jorden er sammenhængende med hurtigere og større reduktion af fanelængden.
- Skillelinje sat ved 5.000 mg/kg TS.



Geologi i mættet zone

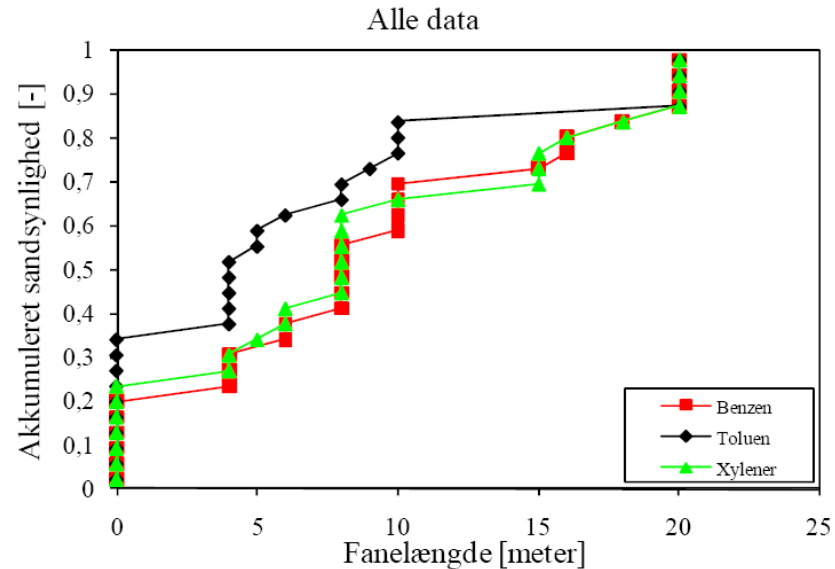
A. Geologi i mættet zone (fane >9 µg/L)



GV.konc	>9 µg/L		
	50 % [m]	90 % [m]	Maks. [m]
Med ler	12	22	22
Uden ler	14	30	48

- Faner fra sager uden ler i mættet zone er længere end fra sager med ler i mættet zone.

Fanelængde af BTEX'er



Fanelængden er opgjort ifht. grundvandskriteriet

Benzen = 1 µg/L

Toluen = 5 µg/L

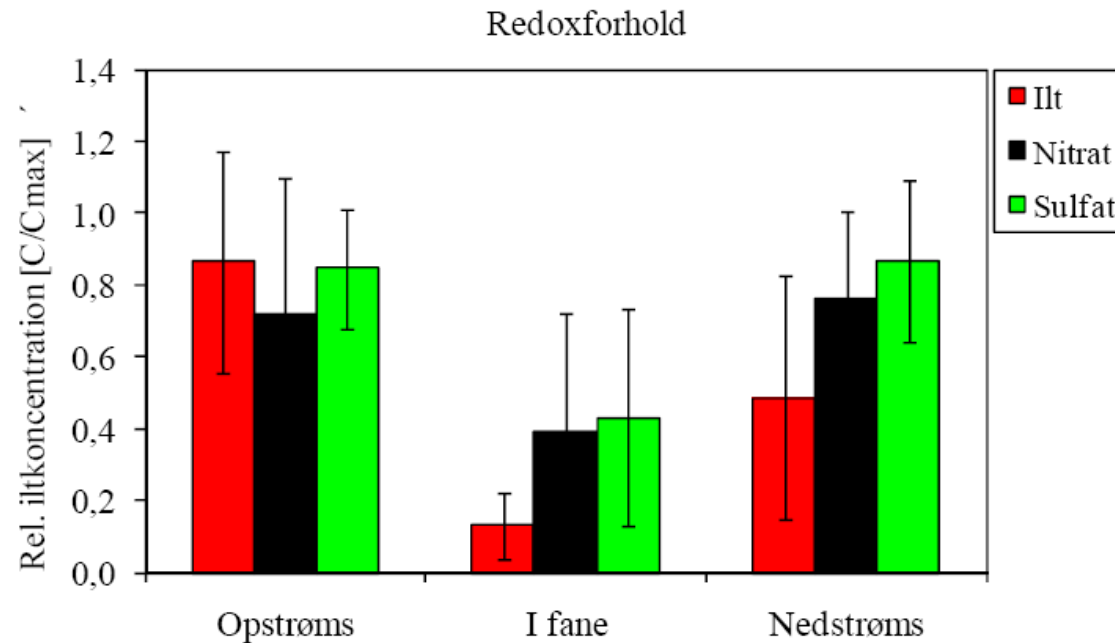
Xylener = 5 µg/L

Fraktil/maks.	50 % [m]	90 % [m]	Maks. [m]
Benzen	8	20	20
Toluen	4	20	20
Xylener	8	20	20

Kulbrinter >9 µg/L 13 28 48

- Forureningsfaner med BTEX'er er i alle tilfælde kortere end forureningsfaner med kulbrinter generelt

Redoxforhold



- Der foreligger data fra ni af de 14 sager.
- Af de ni sager er der aerobe forhold på de otte af sagerne.
- Generelt indikerer koncentrationen af elektronacceptorer i og omkring forureningsfanen, at der forekommer biologisk omsætning af oliekomponenter.



Opmålte vs. beregnede forureningsfaner

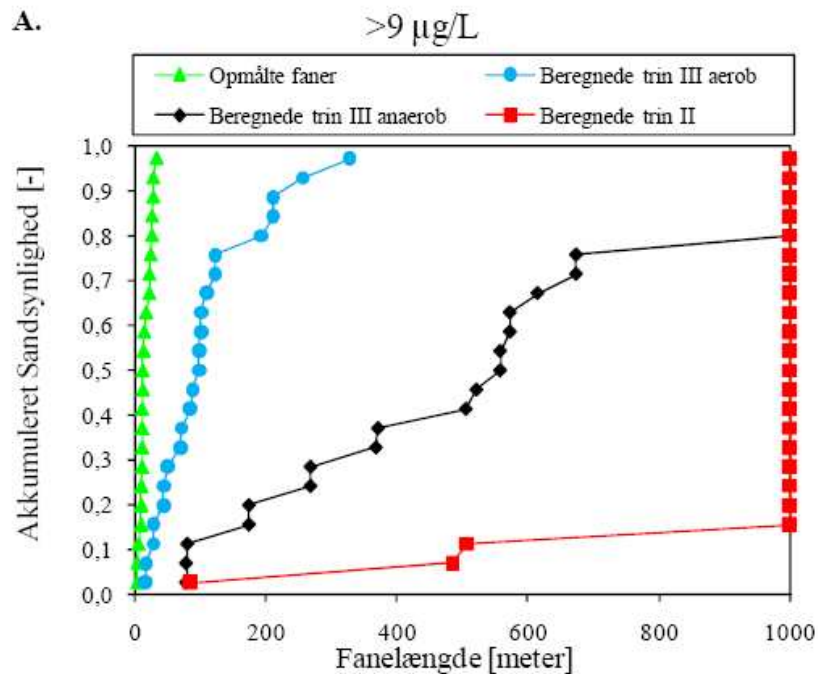
- Der er udført beregninger med Miljøstyrelsens JAGG-model på trin II b samt trin III under aerobe og anaerobe forhold.
- Der er anvendt sagsspecifikke data for hydraulisk gradient og koncentration for totalindhold af kulbrinter i hot-spot.
- Baseret på sediment typen er der anvendt standard parametre fra JAGG-modellen for hydraulisk ledningsevne, porøsitet, effektiv porøsitet, vandmættet porøsitet, massefylde og indhold af organisk stof med mindre der foreligger målinger af disse i sagsagterne.
- Der er ikke foretaget korrektion for den effektive filterlængde eller maksimal opblandingsdybde.
- Benzen er benyttet som modelstof hvilket betyder at JAGG-modellens standardværdier for aerob/anaerob nedbrydning samt log Kow er benyttet.
- JAGG-modellen er til dette formål udvidet til at regne til 1000 m.



Betydning af forudsætninger

- Anvendelse af standardværdier for benzen medfører at der ved denne sammenligning undersøges om standardværdier for benzen kan anvendes i forbindelse med risikovurdering (ikke prediktion!) til at estimere fanelængden af forureningsfaner i grundvand for totalindhold af kulbrinter.
- Det er således **ikke** en undersøgelse af hvilket modelstof der bedst beskriver (predikterer) fanelængden af grundvandsforurening for totalindhold af kulbrinter.
- Udeladelse af korrektion for filterlængde og begrænsning af opblandingsdybde medfører, at de beregnede fanelængder bliver kortere. Altså konservativt ved sammenligning med opmålte forureningsfaner.
- Da usikkerheden på JAGG-modellens standardværdier for dispersivitet i afstande over 100 m bliver større end for standardværdierne i afstande mindre end 100 m skal resultaterne over 100 m betragtes med forbehold og er således kun orienterende.

Beregnet vs. målt fanelængde

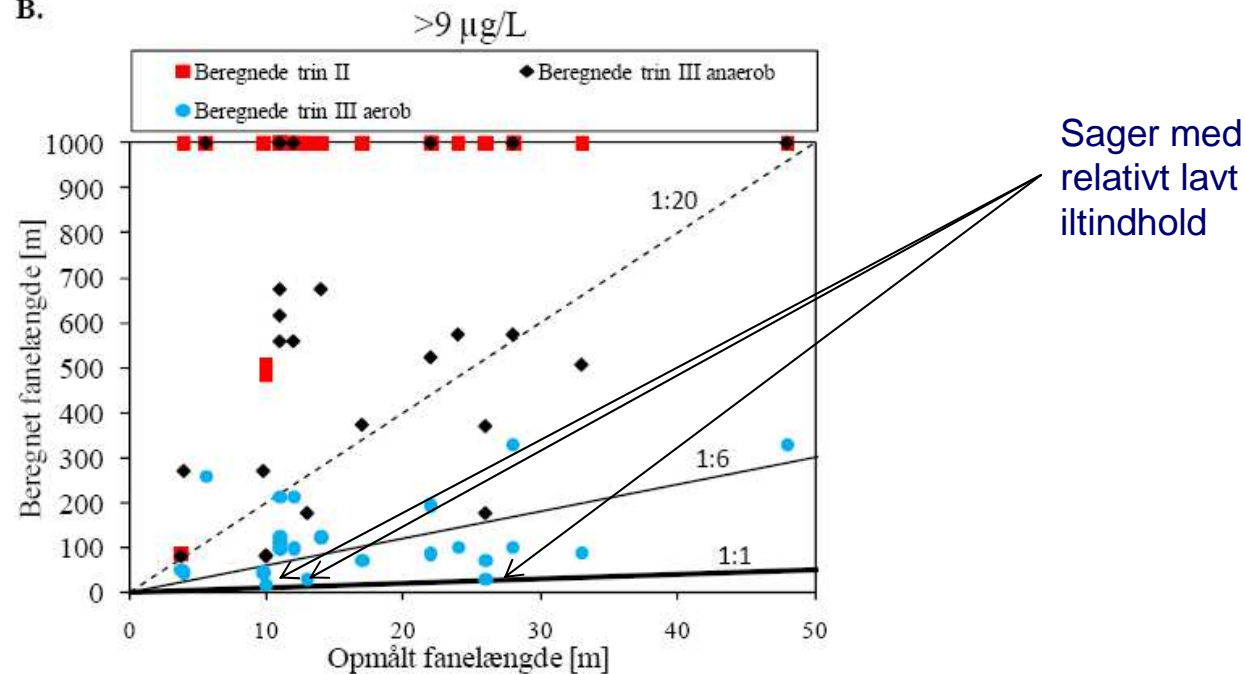


GV.konc	$>9 \mu\text{g/L}$			
	Fraktil/maks. [m]	50 % [m]	90 % [m]	Maks. [m]
Opmålte faner	13	28	48	
JAGG trin II	>1.000	>1.000	>1.000	
JAGG trin III (anaerob)	558	>1.000	>1.000	
JAGG trin III (aerob)	98	243	328	

- Anvendes benzen som modelstof i JAGG-modellen, kan der opnås konservative vurderinger af faneudbredelse for totalindhold af kulbrinter på villatanksager.
- Gælder også hvis der regnes med sorption og nedbrydning på trin III

Beregnet vs. målt fanelængde

B.



- Sammenlignes med trin IIb er alle de beregnede forureningsfaner mere end en faktor 20 længere end de opmålte.
- Sammenlignes med trin III anaerob er alle de beregnede forureningsfaner mere end en faktor 6 længere end de opmålte.
- Sammenlignes med trin III aerob er alle de beregnede forureningsfaner mere end en faktor 0-20 længere end de opmålte.



Sammenfatning

- Median fanelængde på 13 meter og maksimal fanelængde på 48 meter.
- Fanerne reduceres/stabiliseres over tid hvor den største reduktion sker indenfor 2-3 år efter spild/afværge
- I den sidste monitoringsrunde er medianfanelængden 12 meter og den maksimale fanelængde 28 meter.
- Produktmængden i jorden har størst betydning for fanelængden idet sager med en produktmængde på <500 kg olie har en medianfanelængde på 11 meter mens sager med en produktmængde der er >500 kg olie har en medianfanelængde på 23 meter.
- Fanelængden er relativ kortere på sager uden fri fase og med ler i de vandførende aflejringer.



Sammenfatning

- Forureningsfaner med BTEX'er er i alle tilfælde kortere end forureningsfaner med kulbrinter generelt.
- Erfaringerne fra de undersøgte sager indikerer således, at den horisontale spredning er langt den vigtigste ved vurdering af grundvandsforurening på villatanksager.
- Generelt indikerer koncentrationen af elektronacceptorer i og omkring forureningsfanen, at der forekommer biologisk omsætning af oliekomponenter.
- Fanelængder beregnet ved anvendelse af Miljøstyrelsens JAGG model med standardværdier for benzen er i alle tilfælde længere end de opmålte fanelængder for totalkulbrinter.
- Resultaterne indikerer således at fysiske og biologiske processer har stor indflydelse på fanelængden i villatanksager.



Fanelængde af fri fase forureningsfaner i grundvand



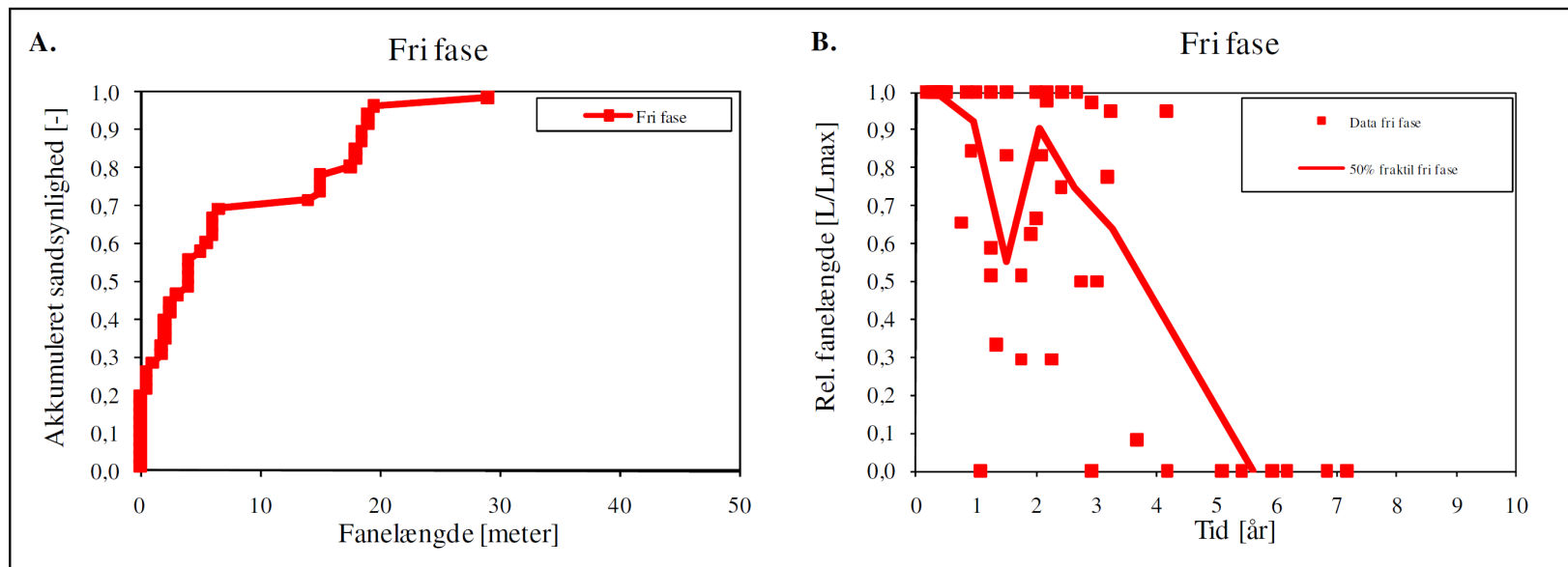
Datagrundlag

- Måling af fri fase på 9 sager
- Data fra 30 monitoringsrunder inddraget
- Totalkulbrinter > 6 mg/l \approx fri fase

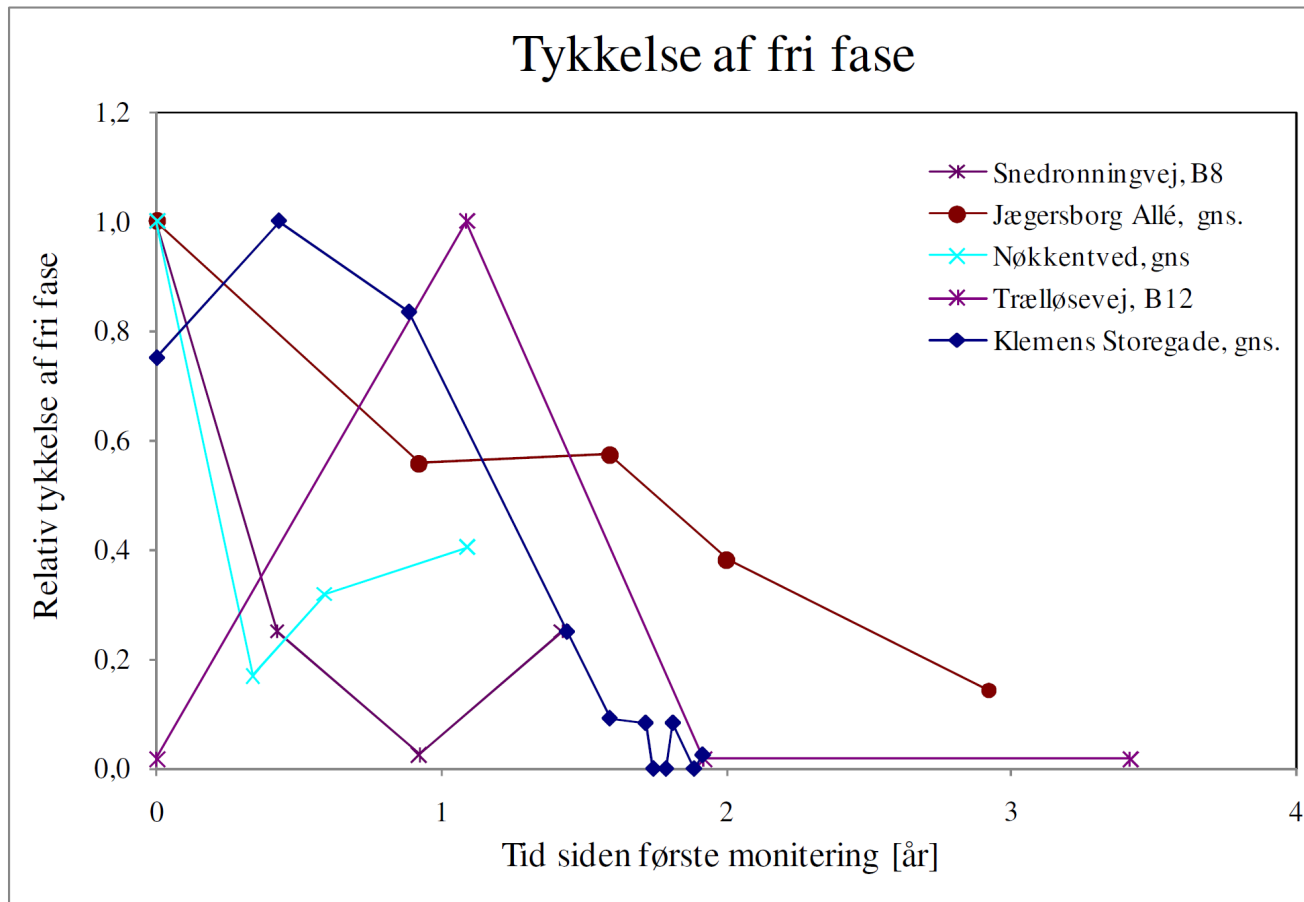
Parametre med betydning for olietykkelse og fanelængder

- Beliggenhed af grundvandsspejlet
- Størrelsen af oliespild
- Geologi/strømningsforhold

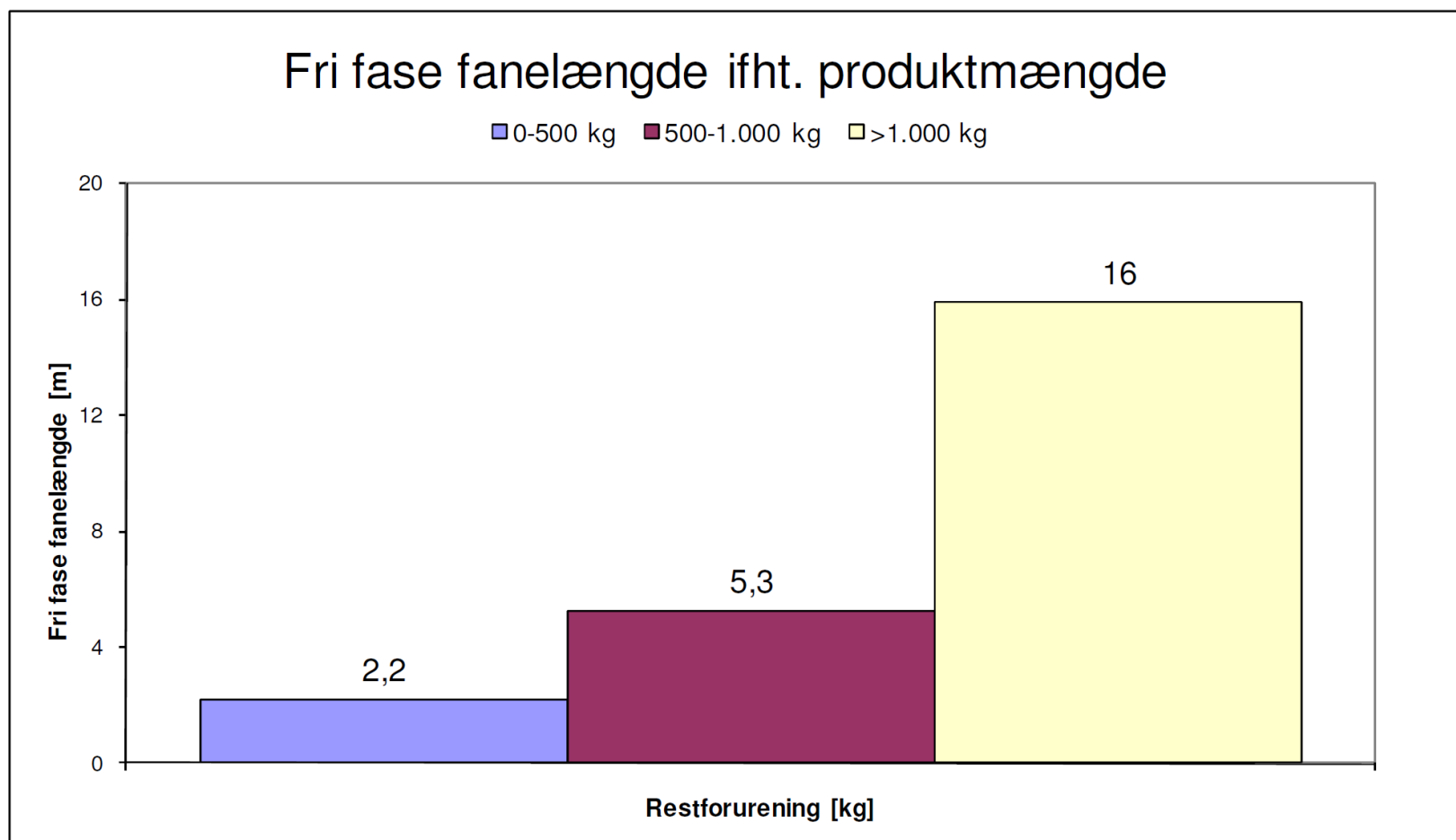
Fanelængde for fri fase



Fanelængder for fri fase (A) og relative fanelængder over tid for fri fase (B)



Tidlig udvikling i tykkelse af fri fase



Gennemsnitlig fanelængde i forhold til produktmængde.



Sammenfatning af fri fase udbredelse

- Den maksimale udbredelse af fri fase er målt til 30 m, med en medianværdi på ca. 4 m.
- Der ses en sammenhæng mellem restforurening og udbredelsen af fri fase. De største fanelængder ses på sager med størst restforurening.
- Tendens til fanelængder for fri fase reduceres over tid. Størst reduktion indenfor de første 3-4 år.
- Tykkelsen af fri fase reduceres med tiden.