

# Ny viden om forurening med **fyringsolie**

Af Claus Larsen, Per Loll og Poul Larsen, Dansk Miljørådgivning A/S og Jesper Bruhn Nielsen og Anders G. Christensen, NIRAS A/S

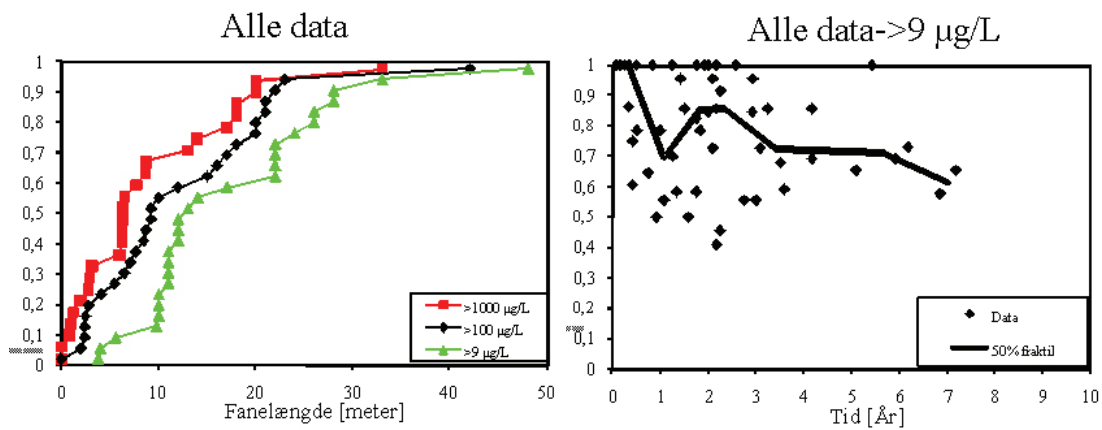
Miljøstyrelsen er ved at lægge sidste hånd på en vejledning om undersøgelse og oprensning af forurening fra villaolietanke - de såkaldte § 48-sager. Som led i forarbejdet har Miljøstyrelsen, i samarbejde med Oliebranchens Miljøpulje, udført en omfattende opsamling af erfaringer fra samtlige forureninger, der siden marts 2000 har været undersøgt af forsikringsordningen for villaolietanke. Intentionen er at lære af erfaringerne, så indsatsen i sager, hvor fyringsolieforureningen ikke umiddelbart kan fjernes, kan baseres på nyeste viden.

Erfaringsopsamlingen beskrives i to rapporter med fokus på henholdsvis grundvand og poreluft, der netop er offentliggjort på [www.mst.dk](http://www.mst.dk) /1, 2/. I denne artikel præsenteres centrale konklusioner fra rapporterne.

## **Udbredelsen af forureningsfaner i grundvand på villatanksager**

Dette teknologiudviklingsprojekt er udarbejdet af Dansk Miljørådgivning A/S og NIRAS A/S, og omfatter samtlige undersøgte villatanksager i hele landet frem til efteråret 2008. Projektets formål er at afprøve en hypotese om, at forureningsfaner fra villaolietanke har en relativt begrænset udbredelse og kun i særlige tilfælde er længere end 30-50 meter. Desuden undersøges det, om der over tid forekommer en reduktion/stabilisering af fanelængderne, samt hvilke parametre der er styrende for faneudbredelsen.

Indledningsvis er de godt 1.400 sager screenet efter 7 objektive screeningskriterier. I alt 14 sager fra hele landet opfylder de opstillede kriterier. De 14 sager repræsenterer nogle af de største og mest problematiske villatanksager, hvad angår produktmængde og omfang af grundvandsforurening, idet screeningskriterierne blandt andet forudsætter, at jordforureningen har nået grundvandet, at der er påvist grundvandsforurening væsentligt over kvalitetskriterierne, og at sagens omstændigheder har medført, at der er udført en længerevarende grundvandsmonitoring uden mellemliggende oprensning. Alt andet lige vurderes sagerne således at have større faneudbredelser end en gennemsnitlig villatanksag. ■



**Figur 1:** Absolut fanelængde (fordelingsplot) og udvikling i relativ fanelængde over tid for opløst fyringsolieforurening (TVOC).

Fanelængder, alle data	Median [meter]	90 % [meter]	Maksimum [meter]
>9 µg/L	13	28	48
> 1.000 µg/L	6,3	19	33

**Tablet 1:** Opmålte fanelængder for totalindhold af kulbrinter (TVOC) i grundvandet på villatanksager (50 og 90 % fraktile samt maksimum).

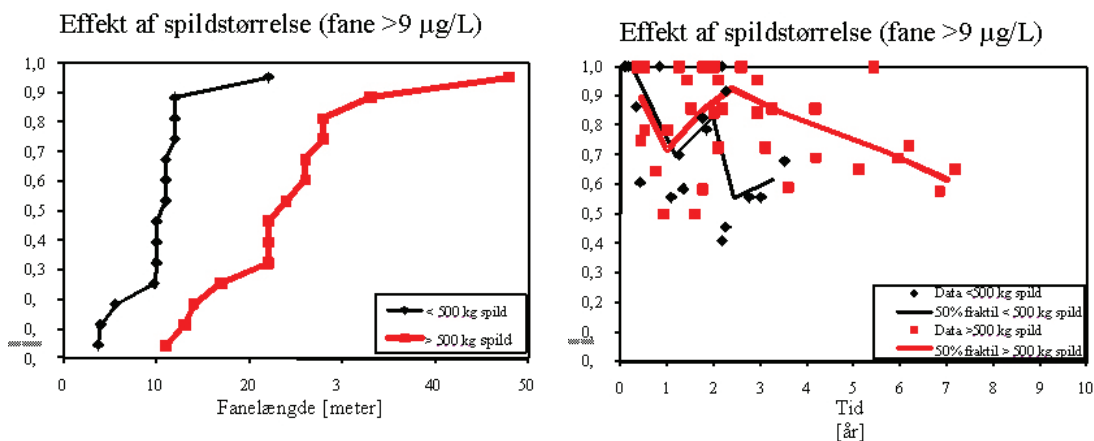
Fanelængder, sidste monitorering	Median [meter]	90 % [meter]	Maksimum [meter]
>9 µg/L	12	25	28
> 1.000 µg/L	6	18	20

**Tablet 2:** Opmålte fanelængder for TVOC i sidste monitoringsrunde (50 og 90 % fraktile samt maksimum).

Erfaringsopsamlingen bekræfter, at grundvandsforureningsfaner fra villaolietanke generelt har en begrænset udbredelse. De undersøgte sager har en median fanelængde på 13 meter og den maksimale målte fanelængde på de 14 sager er 48 meter. Resultaterne er illustreret i figur 1 og tabel 1. Det konkluderes således, at der kun i ekstraordinære tilfælde kan forventes forureningsfaner på over 40-50 meter i villatanksager.

Erfaringsopsamlingen viser desuden, at de længste fanelængder observeres tidligt i sagsforløbene, og at fanerne efterfølgende stabiliseres og reduceres over tid. I den afsluttende monitoringsrunde på de 14 sager er der således målt en median fanelængde på 12 m, og den maksimale målte fanelængde er nede på 28 meter (jf. tabel 2). Det konkluderes, at forureningsfanen på villatanksager typisk stabiliseres og reduceres inden for 2-3 år fra skadedatoen, samt at der på dette tidspunkt kun i ekstraordinære tilfælde vil forekomme forureningsfaner på over 25-30 meter.

Oliemængden i jorden viser sig at have meget stor betydning for fanelængden. Betydningen er illustreret i figur 2 og tabel 3. Den maksimalt opmålte forureningsfane på sager med op til 500 kg olieprodukt er således 22 meter med en medianlængde på 11 meter. Når forureningsfanen er stabiliseret og reduceret efter 2-3 år, kan der ved produktmængder op til 500 kg forventes en forureningsfane på under 10 meter. ■



**Figur 2:** Absolut fanelængde (fordelingsplot) og udvikling i relativ fanelængde over tid, opdelt på monitoreret produktmængde (op til 500 kg fyringsolie = sort og 501-8.000 kg fyringsolie = rød).

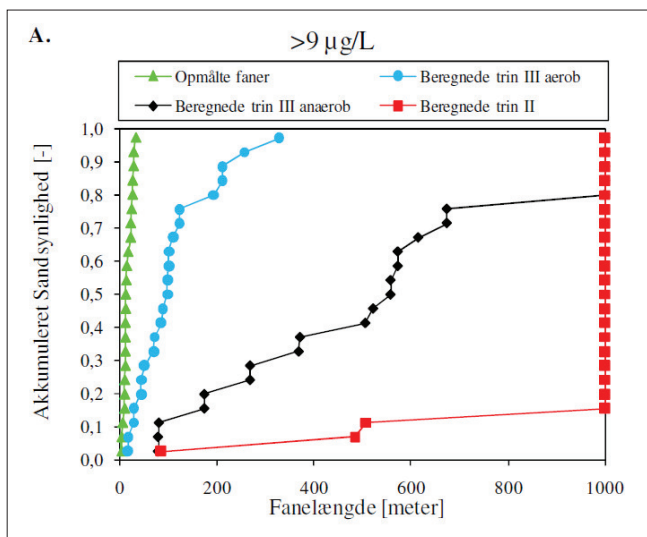
Fanelængder, op til 500 kg olie	Median [meter]	90 % [meter]	Maksimum [meter]
>9 µg/L	11	12	22
> 1.000 µg/L	3,0	9,8	13
Fanelængder, 500-8.000 kg olie	Median [meter]	90 % [meter]	Maksimum [meter]
>9 µg/L	23	32	48
> 1.000 µg/L	11	20	33

**Tablet 3:** Opmålte fanelængder for TVOC (50 og 90 % fraktiler samt maksimum), opdelt efter produktmængde.

For BTEX'erne er der markant færre overskridelser af Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterier end for totalindholdet af kulbrinter (TVOC). Forureningsfanernes medianlængde er ca. 8 meter for benzen, 4 meter for toluen og 8 meter for xylener, mod 13 meter for TVOC. På alle 14 sager er fanerne for BTEX'erne kortere end fanen for TVOC.

Der er desuden udført en sammenligning mellem på reelt opmålte forureningsfaner og fanelængder beregnet med Miljøstyrelsens JAGG model. Fordelingsplottet ses i figur 3 og resultaterne er opsummeret i tabel 4. Det bemærkes, at der i nogle tilfælde er tale om en ekstrapolering ud over JAGG modellens anbefalede anvendelsesområde, hvorfor beregnede fanelængder over 100 m skal betragtes med forbehold og således kun er orienterende. Sammenligningen viser, at når der ses bort fra nedbrydning og adsorption (JAGG trin IIb) bliver de beregnede faner mere end en faktor 20 længere end de reelt opmålte faner. Den JAGG-beregnete median-fanelængde er  $\geq 1.000$  m, mod den reelt målte median-fanelængde på 13 meter.

Medregnes adsorption og aerob nedbrydning (JAGG trin III) via standardværdier og med benzen som modelstof, opnås der også konservative estimater for de beregnede fanelængder i forhold til de reelt opmålte fanelængder på alle sagerne. Resultaterne indikerer, at fysiske og biologiske processer har meget stor indflydelse på fanelængden i villatanksager. I relation til en risikovurdering underbygger erfaringsopsamlingen, at JAGG-beregninger på trin IIb og trin III - på samtlige de undersøgte sager - resulterer i konservative estimater for fanelængden i forhold til de reelt opmålte fanelængder under såvel aerobe som anaerobe forhold. ■



**Figur 3:** Fordelingsplot for opmålte og JAGG-beregnete forureningsfaner med opløst fyringsolie i grundvandet.

Opmålte+beregnete fanelængder	Median [meter]	90 % [meter]	Maksimum [meter]
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

**Tablet 4:** Opmålte og JAGG-beregnete fanelængder for TVOC (50 og 90 % fraktiler samt maksimum; 9 µg/l).

Erfaringsopsamlingen omfatter også data for fanelængder af fri oliefase, som er påvist i 9 af de 14 sager. Den maksimale udbredelse af fri fase er målt til ca. 30 m med en median fanelængde på 4 meter. De største fanelængder af fri fase ses på sager, hvor der er størst produktmængde. Der er tendens til, at både fanelængden og tykkelsen af fri fase reduceres over tid.

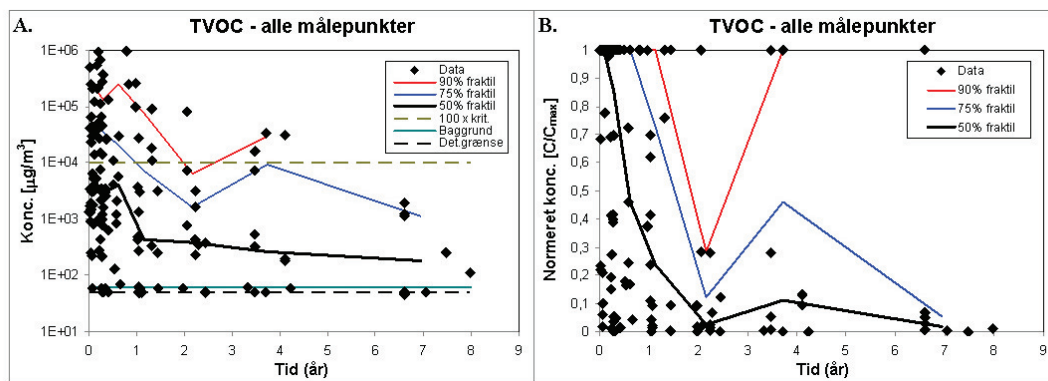
#### Udviklingen i poreluftkoncentrationen på villatanksager

Dette teknologiudviklingsprojekt er udarbejdet af Dansk Miljørådgivning A/S og omfatter samtlige undersøgte villatanksager på Fyn og i Nordjylland frem til efteråret 2008. Formålet er at undersøge, om der på villatanksager er en generel tendens til at

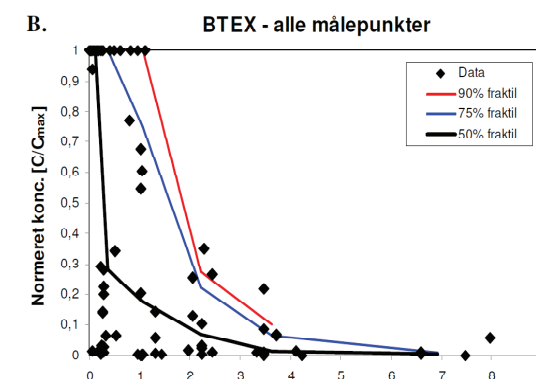
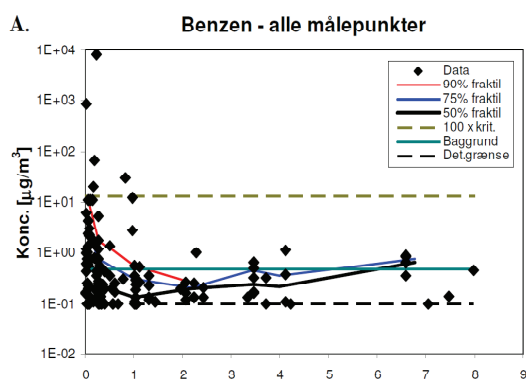
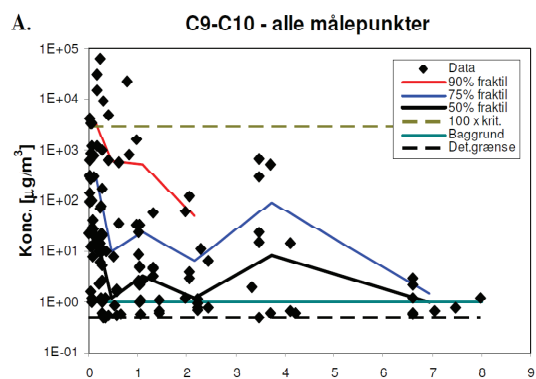
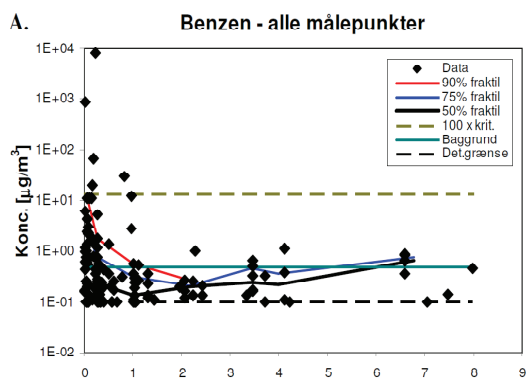
poreluftkoncentrationerne af TVOC, benzen, BTEX og C9/C10-aromater falder over tid, samt hvor hurtigt koncentrationerne reduceres til et niveau, hvor risikoen for en uacceptabel påvirkning af indeklimaet enten vil være meget lav eller vil kunne elimineres ved etablering af et betongulv (faktor 100 gulv). Desuden undersøges det, hvilken betydning en række stedspecifikke forhold har for den tidlige udvikling i poreluftkoncentrationerne.

Indledningsvis er de 353 sager screenet efter en række objektive screeningskriterier. Her ved er der lokaliseret 24 veldokumenterede sager med i alt 135 poreluftmålinger fra 53 målepunkter. Det skal bemærkes, at de 24 sager må forventes at være blandt de største og mest problematiske villasager, da screeningskriterierne har medført, at de mindre sager er frasorteret pga. manglende tidsserier (intet behov for at måle én eller flere gange), eller fordi alle poreluftkoncentrationer er under 10 gange analysemetodens detektionsgrænse. De 24 sager vurderes samlet set at være repræsentative for sagstypen på landsplan.

Tidsserierne fra samtlige 53 målepunkter er medtaget i den statistiske dataanalyse. Analyseresultaterne er plottet i figur 4 og 5, og sammenfattes i tabel 5. ■



**Figur 4:** Samtlige 135 målinger af TVOC i poreluft plottet mod tid siden spildtidspunkt/afværgeafslutning (plot A), samt plot normaliseret for den tidlige udvikling i hvert af de 53 målepunkter (plot B). Bemærk den logaritmiske skala i plot A.



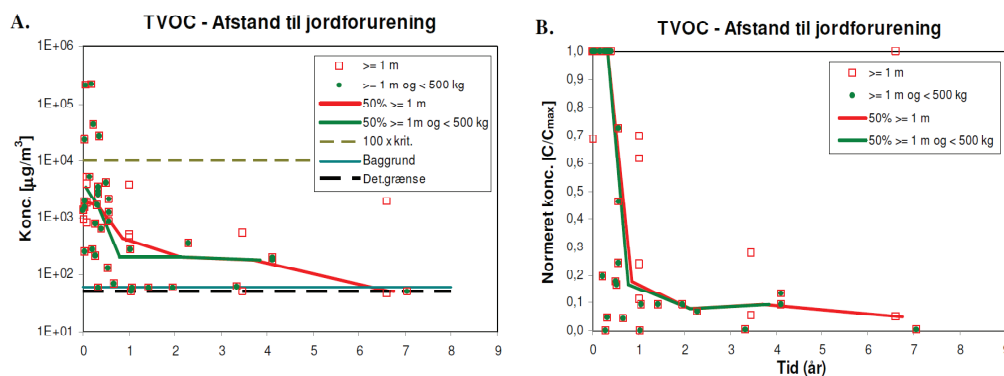
**Figur 5:** Plots for koncentration af benzen, C9/C10-aromater og sum BTEX'er mod tid siden spildtidspunkt/afværgeafslutning (logaritmisk skala), samt plot af den normaliseret tidslige udvikling for sum BTEX'er.

Dataanalyse (alle data)	% -del af samtlige data mindre end			År før datafraktile < 100 x afdampningskriterium			Halveringstid (år)	
	Signifikans- grænsen	Baggrunds- niveauet i DK	100 x afdamp- ningskriteriet	50%	75%	90%	50%	75%
Alle målepunkter TVOC	7	17	69	<0,09	1,0	-	0,58	2,2
Alle målepunkter benzen	58	67	96	<0,06	<0,06	<0,06	0,18	0,75
Alle målepunkter BTEX	27	42	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.	0,29	1,6
Alle målepunkter C9/C10	21	21	93	<0,15	<0,15	0,17	0,28	4,7

**Tabel 5:** Nøgletal for samtlige poreluftmålinger. Datagrundlaget omfatter 135 poreluftmålinger fra 53 målepunkter. "-" = data tillader ikke konklusioner på dette konfidensniveau. "n.a." = der findes intet afdampningskriterium for sum BTEX.

Erfaringsopsamlingen dokumenterer, at poreluftkoncentrationerne på villaolietanksagerne generelt falder markant over tid. Faldet er mest markant de første ca. 2 år efter oliespildet og omfatter alle komponenter (TVOC, benzen, BTEX og C9/C10-aromater). Efterfølgende sker der generelt en stabilisering på niveauer under 100 gange Miljøstyrelsens afdampningskriterier.

Halveringstiden fra den højeste koncentrationen i det typiske målepunkt (medianen) konstateres at være 7 måneder for TVOC; 2,2 måneder for benzen; 3,5 måneder for



**Figur 6:** TVOC/koncentrationer plottet mod tid siden spildtidspunkt/afværgeafslutning (plot A) og normaliserede data (plot B). Alle målepunkter med mindst 1 meters afstand til jordforurening indgår og er opdelt efter monitoreret produktmængde over 500 kg (tom rød firkant) og under 500 kg (udfyldt firkant).

BTEX og 3,4 måneder for C9/C10-aromater. For benzen og C9/C10-aromater er der efter 1 år ikke påvist indhold over 100 gange afdampningskriteriet i nogen målinger. For TVOC gør det samme sig gældende for 75 % af målingerne. Det konkluderes endvidere, at TVOC er den primære risikokomponent i poreluften på villatanksager, idet koncentrationsniveauet for TVOC generelt ligger relativt højere og falder langsommere end for de øvrige komponenter.

Forureningens størrelse har stor betydning for den tidlige udvikling. I sager med en monitoreret forurening af moderat størrelse - under 500 kg (rest)produkt - er der klare tendenser til, at poreluftkoncentrationerne inden for 1-2 år falder til et lavere niveau end for større forureninger.

Afstanden imellem målepunktet og (rest)forureningen har også stor betydning. Sammenhængen illustreres af figur 6. Hvis afstanden er  $\geq 1$  meter (f.eks. svarende til at den øverste meter jord under gulvet er ren) er alle målte koncentrationer for alle de undersøgte komponenter (inkl. TVOC) mindre end 100 gange afdampningskriteriet efter 6 måneder. Dette gælder uanset spildstørrelse, geologi m.v. Hvis restforureningen desuden er mindre end 500 kg olie, er poreluftkoncentrationen – som illustreret på figur 6 - efter 1 år aftaget til et betydeligt lavere niveau på maksimalt 8 gange Miljøstyrelsens afdampningskriterier i alle sager.

Erfaringsopsamlingen godtgør således, at der 6 måneder efter et oliespild generelt ikke vil være risiko for en uacceptabel påvirkning af indeklimaet i boliger, såfremt forureningen ligger mindst 1 meter under et betongulv. Risikoen er yderligere fjernliggende 1 år efter spildtidspunktet, hvis (rest)forureningen er af moderat omfang (< 500 kg fyringsolie).

### Referencer

- /1/ Miljøstyrelsen (2009): Erfaringsopsamling på udbredelse af forureningsfaner i grundvand på villasager. Teknologiuudviklingsprojekt udarbejdet af DMR og NIRAS, november 2009.
- /2/ Miljøstyrelsen (2009): Erfaringsopsamling på udviklingen i poreluftkoncentrationer på villatanksager. Teknologiuudviklingsprojekt udarbejdet af DMR, november 2009.