



## Indhold

- 3 Kromatogrammer til adskillelse af olieforureninger
- 8 Prøveudtagning af diffust forurenede prøver
- 12 Pas på PAH- og tungmetalanalyser
- 14 Kort info
- 15 Konference, Groundwater Quality 2007, Australien
- 16 Artikelovervågning

Leo Ellgaard  
3529 8183  
le@regioner.dk

Kit Jespersen  
3529 8185  
kij@regioner.dk

Christian Andersen  
3529 8175  
can@regioner.dk

Peter Steffen Rank  
3529 8158  
psr@regioner.dk

## Videncenter for Jordforurening

Dampfærgevej 22  
Postboks 2593  
2100 København Ø  
jordforurening@regioner.dk  
www.jordforurening.info  
Fax 3529 8300

# Jordforurening.info

# 1

# 08

## Leder

### Børnehaver

I januar måned ramte en kommunal undersøgelse af jorden i børnehaver befolkningen via TV. Udsendelsen satte spørgsmålstejn ved beskyttelsen af børnene i børnehaverne.

Så vidt vi kan se nu, bliver arbejdet med børnehaverne grebet fornuftigt an.

Alle regioner har i deres arbejde fokus på børnehaver. Mange kommuner er interesserede i, at deres børnehaver undersøges, hvis der grund til at tro, at det er relevant.

Regionerne lægger op til et tæt samarbejde med kommunerne, og kommunerne tager godt i mod det. De mest belastede børnehaver skal findes først og i en takt, så eventuelle problemer, der måtte vise sig, kan løses hurtigt. Nogle undersøgelser vil give en generel information om risikoparametre, som alle andre forhåbentlig vil kunne bruge i tilrettelæggelsen af de kommende års arbejde.

Miljøministeren har fremskyndt en redegørelse om situationen til 2008. Den skulle ellers først være lavet til næste år. Desuden har ministeren udsendt en påmindelse til kommunerne og til

regionerne om at være specielt opmærksomme på børnehaverne.

Videncenter for Jordforurening, alle regionerne og KL deltager i Miljøstyrelsens styregruppe, der skal forberede redegørelsen om situationen på børnehavområdet. Det er ikke helt så let, som det lyder, fordi ingen registre er indrettet til at tage udgangspunkt i børnehaverne og besvare spørgsmålet – hvad er der sket på de pågældende arealer?

Der er ikke noget, der tyder på, at børnene i landets børnehaver er udsat for nogen betydelig fare fra jordforurening. Og med den igangværende indsats, skal det nok lykkes at få fundet og nedbragt forureningsbelastningen de få steder, hvor den på trods af det hidtidige arbejde stadig er for stor. Det er afgørende, at samarbejdet mellem regionerne og kommunerne forløber godt. Kun herved får vi den optimale nytte af indsatsen. Hvis samarbejdet lykkes, bliver problemerne løst med en indsats, der står rimeligt mål med resultaterne.



# Normalisering af kromatogrammer til adskillelse af overlappende olieforureninger

Af Thomas Hougaard, Golder Associates A/S og Pia Lassen, DMU

## Indledning

I forbindelse med undersøgelser af nye olieforureninger er det ikke sjældent, at såvel den opborede jords farve og lugt som analyseresultater fra laboratoriet ved gaskromatografisk analyse (GC) giver anledning til mistanke om, at jorden, ud over den nyligt spildte olie, også indeholder olie af ældre dato og/eller anden type end den nyligt spildte.

I mange tilfælde er det af stor økonomisk betydning for de involverede parter at få afklaret, hvornår og hvorfra de enkelte dele af en given forurening stammer. Det er derfor uheldigt, at man i stigende grad kun afrapporterer analyseresultaterne i form af de fundne koncentrationer og udelader GC-kromatogrammerne, da disse indeholder langt mere detaljeret information end tabelværdierne.

Nedenfor gennemgås et eksempel på, hvordan brug af kromatogrammerne sammen med forureningens rummelige fordeling kan anvendes til adskillelse af flere overlappende

forureninger på et meget lille område. De her omtalte resultater er en del af en større undersøgelse.

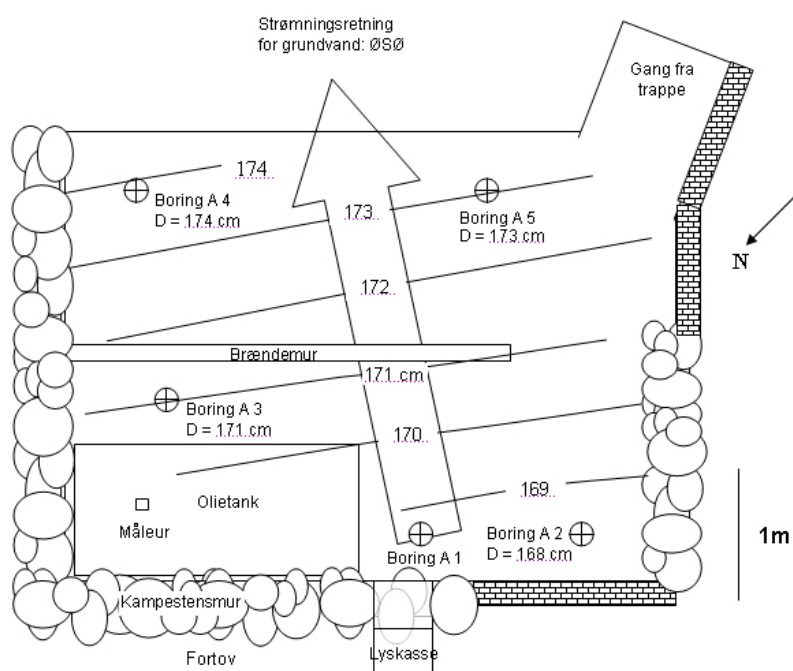
Talværdierne bag kromatogrammerne er venligst leveret af AnalyCen.

## Baggrund

Den her omtalte sag tog sin begyndelse i begyndelsen af 2004. Ved levering af fyringsolie til en fritstående tank i kælderen under en ejendom fra midten af 1700-tallet løb tanken over. Der blev spildt mellem 100 og 200 liter olie fra tankens udluftning og hul til måleür. Olien løb gennem revner i det cementerede pigstensgulv ned i jorden under gulvet, hvor den bredte sig til grundvandet ca. 1,1 m. under gulv. Se fig. 1.

Da nærværende undersøgelse først blev påbegyndt mere end 2 år efter spildet, var det ikke muligt at sige, hvor olien var strømmet ned under gulvet.

Figur 1. Skematisk oversigt - kælder, borer og grundvandsstrømningsretning.



Boring	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> – C <sub>10</sub>	>C <sub>10</sub> – C <sub>25</sub>	>C <sub>25</sub> – C <sub>35</sub>	Total - kulbrinter	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	M-P-xylen	O-xylen	Sum BTEX	>C <sub>10</sub> – C <sub>25</sub> C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> – C <sub>10</sub>	Total - kulbrinter >C <sub>25</sub> – C <sub>35</sub>	>C <sub>10</sub> – C <sub>25</sub> >C <sub>25</sub> – C <sub>35</sub>
A1 0,2	0	1500	330	1800	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	4,5	5,5	-
A1 0,5	86	8300	640	9000	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	13,0	14,1	96,5
A1 1,0	29	650	34	710	< 0,1	0,15	0,41	0,65	1,3	2,5	19,1	20,9	22,4
A2 0,2	0	140	30	170	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	4,7	5,7	-
A2 1,0	37	1100	48	1100	< 0,1	0,16	0,44	0,69	1,7	3	22,9	22,9	29,7
A3 0,2	2,4	260	50	310	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	5,2	6,2	108,3
A3 0,5	0	5,6	< 20	5,6	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	< 0,1	-	-	-
A3 0,8	99	5800	240	6200	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	< 2	24,2	25,8	58,6
A4 1,0	140	4200	180	4500	< 0,1	0,72	1,4	2,2	4,5	8,7	23,3	25,0	30,0
A5 1,5	54	1100	44	1200	< 0,1	0,36	0,77	1,2	2,2	4,6	25,0	27,3	20,4

Tabel 1. Analyseresultater af jordprøver fra borer i kælder og forhold mellem forskellige oliefraktioner. BTEX er summen af Benzen, Toluen, Ethylbenzen og Xylener. Alle værdier er i mg/kg jord TS.

## Forurening i jorden

Der blev udført 5 borer gennem kældergulvet, og i alle blev der fundet kulbrinter i koncentrationer over Miljøstyrelsens kvalitetskriterier for ren jord. Analyseresultaterne fremgår af tabel 1. Der blev fundet oliefilm eller frisk fri fase i alle borer. Olielagets tykkelse var størst i boring A5, med en tykkelse på et par cm. Jorden under kælderen består af relativt homogent, let leret fint sand.

Kulbrintesammensætningen i samtlige analyserede prøver svarer til fyringsolier i forskellige stadier af nedbrydning.

Såvel oliens fordeling i jorden under gulvet som de forskellige sammensætninger af olien i jordprøverne giver anledning til at antage, at der er tale om i hvert tilfælde 2 separate forureninger:

- En ældre overfladenær forurening, der fremtræder som en kraftigt nedbudt tungere fyringsolie og en nyere dybere liggende forurening, der fremtræder som en relativt frisk noget lettere fyringsolie.

Ved sammenligning af analyseresultaterne ses, at forholdet mellem fraktionerne i prøverne udtaget umiddelbart under gulvet svarer til, hvad man ville forvente af en gammel olie, hvor de lette fraktioner er fordampet og/eller omsat mikrobielt, således at kun den tungeste fraktion endnu resterer i jorden. Fraktionen C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – C<sub>10</sub> er næsten fraværende og BTEX'erne mangler helt, mens fraktionen >C<sub>25</sub> – C<sub>35</sub> udgør så meget som 10- 20 % af totalkulbrinterne.

For prøverne udtaget omkring grundvandsspejlet svarer forholdene omtrent til frisk fyringsolie. Der optræder BTEX'er og fraktionen C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> – C<sub>10</sub> udgør mellem 3 og 5 % af totalkulbrintekonzentrationen. Den tungeste fraktion udgør mellem 3 og 5 % af totalkulbrinterne.

Olierne i prøverne A1 0,5 og A3 0,8 ligger mellem disse yderpunkter. Prøve A3 0,5 indeholder så lidt olie, at dens sammensætning ikke kan angives meningsfuldt i denne sammenhæng.

Allerede talværdierne for de fundne koncentrationer giver således grund til at formode, at der er tale om flere olier fra forskellige forureninger.

Da der på den anden side er gået mere end to år fra spildet til undersøgelsen er blevet gennemført, kan det ikke afvises, at de tunge fraktioners højere koncentration, umiddelbart under gulvet, skyldes, at de lettere fraktioner er fordampet og/eller er blevet nedbrudt af jordens mikroorganismer i det relativt iltrige miljø tæt på kældergulvets overflade.

Her er det, at kromatogrammerne kommer ind i billedet, idet de giver et langt mere detaljeret billede af oliernes sammensætning. For en nærmere gennemgang af GC-kromatogrammer af olie, deres opbygning m.v. henvises til Per Wrang /1/, der giver en udmærket indføring i emnet.

Ser man på de rå kromatogrammer fra de 9 analyser, sammenstillet i graf 1, er det tydeligt, at der er tale om meget forskellige olier. Forskelle i koncentration og forskydninger på x-aksen på grund af små forskelle på de anvendte GC-apparaters analysehastighed gør det imidlertid svært at afgøre, hvor forskellige olierne er. Dette ville være endnu mere udtalt, hvis man blot sad med et print af de enkelte kromatogrammer.

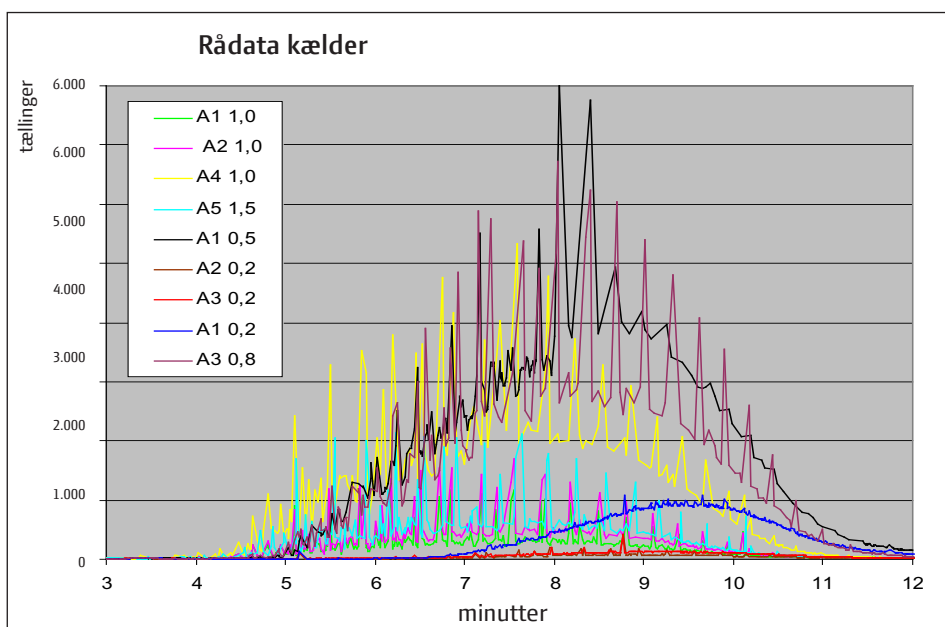
Det er dog tydeligt, at der er en relativt ensartet gruppe af kromatogrammer med et tydeligt kamtakmønster, som er karakteristisk for frisk olie med et toppunkt omkring 7,5 min., og en gruppe ret tunge olier med omtrentlige toppunkter for hovedkurven på hhv. 8,75, 9,2, 9,75 og 8,5 minutter.

## Normalisering af kromatogrammer...

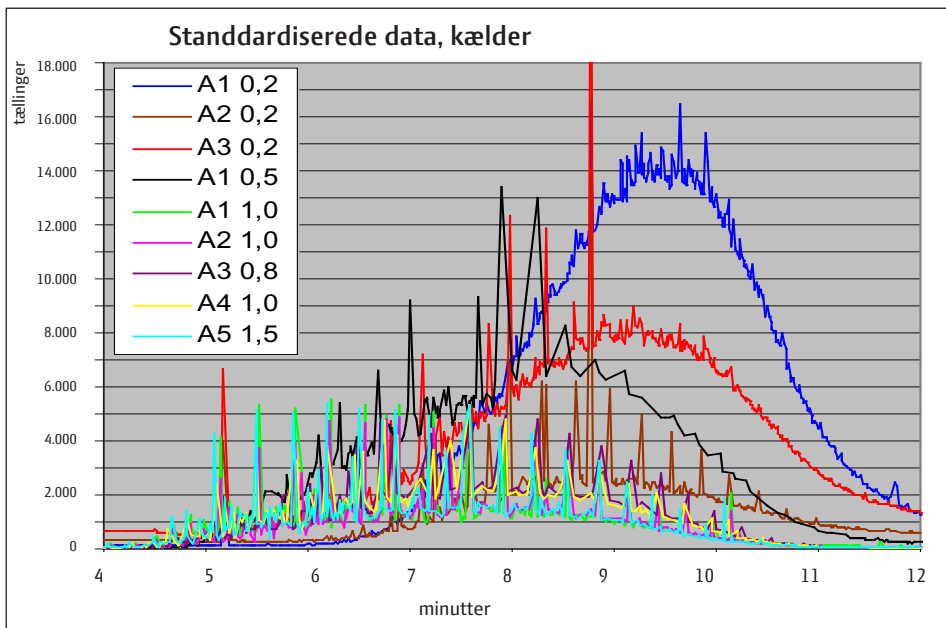
For at lette sammenligningen af de enkelte kromatogrammer standardiseres disse omkring et fælles toppunkt, således at forskelle i koncentration, tidsforskelle og forskellig følsomhed på detektorerne udjævnes. Ulempen ved at standardisere data er, at ved lave oliekoncentrationer vil selv små udsving på kromatogrammet blive forstørret meget kraftigt, uden at dette nødvendigvis afspejler den reelle sammensætning af den analyserede olie. Analyseresultatet fra prøverne A3 0,5 er derfor ikke medtaget i standardiseringen.

Standardiseringen er sket omkring toppunktet for boring A4 1,0, 7,59 minutter, der udgør en let identificerbar top på alle 5 kromatogrammer med frisk olie, se graf 2.

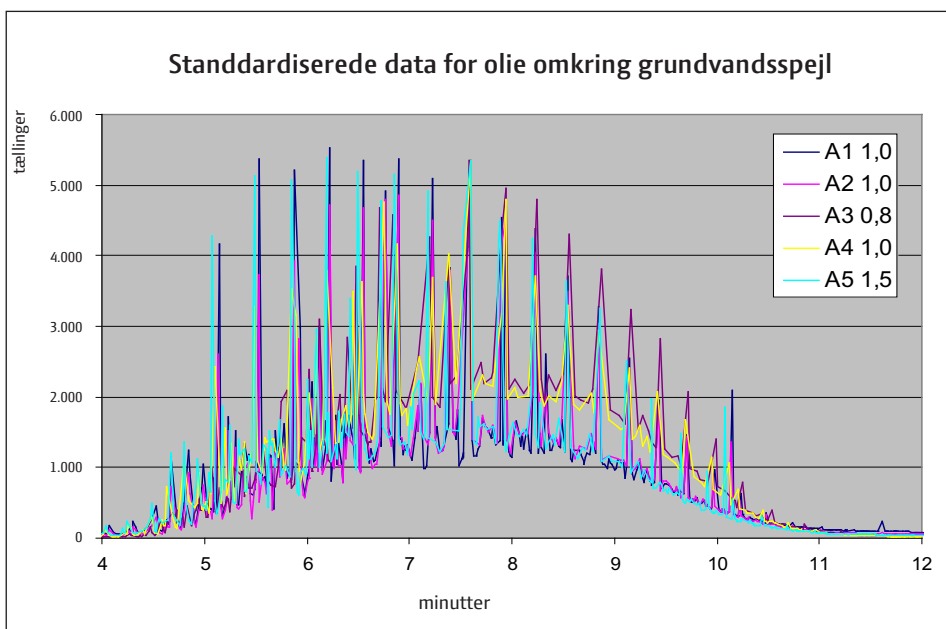
Rent praktisk foregår standardiseringen ved at beregne forholdet mellem antal tællinger på den top, man vælger at standardisere ud fra med antallet på den tilsvarende top/tid på de kromatogrammer, man ønsker normaliseret. Derefter ganges alle tællinger i hvert kromatogram med den fremfundne værdi. I de tilfælde, hvor der er en let identificerbar top omkring det valgte tidspunkt, flyttes kromatogrammerne langs tidsaksen, således at "standardtoppen" får samme værdi på tidsaksen. Dette har ikke kunnet lade sig gøre for prøverne A1 0,2 og 0,5, A2 0,2 og A3 0,2, da de ikke har tilstrækkeligt let identificerbare toppe til at dette giver mening.



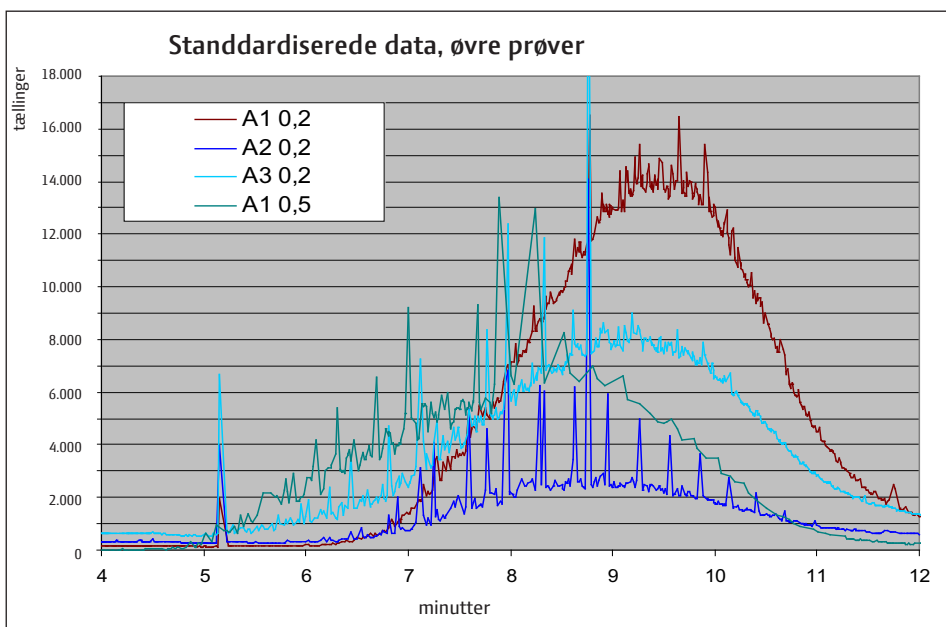
Graf 1. Rå kromatogrammer for analyserne af jordprøver udtaget under kældergulvet.



Graf 2. Standardiserede data.



Graf 3. Standardiserede data for forureningen fundet omkring grundvandspejlet.



Graf 4. Standardiserede data for forureningen fundet omkring grundvandspejlet.

Efter normaliseringen fremgår det tydeligt, at den gruppe kromatogrammer, der fremstod med et nogenlunde ens kamtaksmonster, stort set er identiske, mens de øvrige kromatogrammer skiller sig kraftigt ud, både i forhold til den første gruppe og indbyrdes.

Ved at adskille de to grupper, som det er gjort i graf 3 og 4, bliver ligheder og forskelle mellem kromatogrammerne endnu tydeligere. I den foreliggende sag blev det konkluderet, at der er tale om mindst to forureninger:

- En nyere, dybere liggende forurening, der er fundet i alle fem borer i kælderen mellem 0,8 og 1,5 meter under gulv, omkring grundvandspejlet. Forureningen består af relativt frisk fyringsolie, med toppunkt omkring 7,5 minutter, og et tydeligt kamtaksmonster stammende fra oliens indhold af alkaner. De enkelte prøvers indhold af enkeltkomponenter fremtræder med kun få variationer, hvor hovedparten kan tilskrives kromatografiske effekter i jord og grundvand.
- En ældre forurening, der er fundet i borerne A1, A2 og A3 0,2 meter under gulv, dvs. umiddelbart under pikstenslaget, hvor der er fundet hhv. 1800, 170 og 310 mg olie/kg jord TS samt i boring A1 0,5 meter under gulv, hvor der er fundet 9000 mg olie/kg jord TS.

Alle olierne er kraftigt nedbrudt, med kun få eller ingen spor af alkaner, men med spor af forskellige forgrenede kulbrinter i forskelligt omfang (de enlige lidt brede takker over hovedkurven). På trods af oliernes forskellige fremtræden er det næppe muligt på det foreliggende grundlag at afgøre, om olien, fundet ned til 0,5 meter under gulv, stammer fra et eller flere uafhængige spild af olie.

### Fordeling af olie i jorden

Ser man derudover på fordelingen af olie ned gennem de enkelte borer, fremgår det, at olien næppe er sivet direkte gennem kældergulvet, idet man da ville forvente de højeste koncentrationer umiddelbart under gulv. Denne antagelse understøttes af, at gulvet fremtræder i god stand uden større revner. Sandsynligvis er olien løbet ned under gulvet, hvor dette støder op til væggen.

Den samlede konklusion m.h.t. forureningen under kældergulvet er, at den ældre forurening stammer fra et nu nedtaget oliefyrringsanlæg og har fundet sted over en årrække, mens forureningen fundet omkring grundvandspejlet stammer fra overfyldningen i begyndelsen af 2004. Oliens løbet ned under gulvet via få revner/huller og har først spredt sig ved kontakten med dette og dannet en "pandekagestruktur" dér.

*/1/ Wrang P, et. al.: Olieidentifikation ved GC-MS II. Fingerprinting af biomarkører, generelle principper og metodebeskrivelse, DMU 1989.*

Dybde, m	Boring		
	A1	A2	A3
0,2	1800	170	310
0,5	9000	-	5,6
0,8 - 1	710	1100	6200

**Tabel 2.** Fordeling af totalkulbrinter i borerne A1 til A3. Borerne A4 og A5 er ikke medtaget, da der kun er foretaget analyse af jordprøverne udtaget omkring og under grundvandspejlet. Koncentrationer er angivet i mg/kg jord TS.

# Prøveudtagning af DIFFUST forurenede prøver

Af *Abelone Christensen,*  
*Skude & Jacobsen A/S*

Da en forurening aldrig undersøges ved 100 % stikprøvekontrol, er kunsten at udtage lige netop det nødvendige og tilstrækkelige antal prøver fra repræsentative steder i jorden, så man med den nødvendige sikkerhed får et billede af jordens forureningsindhold. Kun i jordflytningssager har Miljøstyrelsen bekendtgjort nogle krav til antal prøver pr. tons samt krav om fremstilling af blandingsprøver. Spørger man laboratorierne, tager rådgiverne ALT for få prøver, og spørger man bygherre, er det UTROLIGT, så mange prøver, der skal til! Indlægget her skal betragtes som et debatoplæg til en harmonisering på området.

## Indledning

Der er lavet mange store værker om diffus forurening, som belyser: hvad er det, hvor kommer det fra, og hvad skal vi stille op med det?

De nye begreber, områdeklassificering, dokumentation af 50-cm-reglen, grundejererklæring inden for klassificerede områder, kommunernes børnehavundersøgelser, kategorisering m.v. handler alle typisk om diffus forurening.

Inden vi alle går i felten og udtager "et hav" af "diffust forurenede" prøver, opfordrer vi til at rette fokus på et par detaljer omkring prøveudtagningen:

- udtagningsdybden og
- den geotekniske bedømmelse.

De mange nye jordforureningsbegreber og kvalitetsreformen, som også skal medvirke til en ensartethed landet over, gør emnet særdeles relevant.

## Udtagningsdybden

Man har efterhånden erkendt, at de "diffuse parametre", tungmetallerne (bly, cadmium, chrom, kobber, nikkel og zink), tung olie og PAH-forbindelser stort set er immobile på lokaliteten. Hvis forureningen er drysset ned fra oven, bliver den derfor bundet i jorden og siver ikke ned til grundvandet.

I jord, der bare har ligget hen, vil man her anno 2008 "se" den diffuse forurening i max. de øverste 30 cm. Hvis forureningen stammer fra tilkørt fyldjord, finder man forureningen i hele fyldlaget.

Karakterisering af forureningssituationen på en grund fås altid bedst ved at udtage prøver fra "der hvor forureningen formodes at være". I Videncenter for Jordforurenings "Håndbog om prøveudtagning" er udtagningsdybden ikke beskrevet i detaljer.

Vi vil gerne slå til lyd for en helt generel metodik, der for forventet intakt jord hedder:

***Prøverne udtages som søjlen 0-0,2 m u.t. samt fra 0,5 m u.t.!***

Inden prøveudtagningen fjernes evt. græstørv.

Med den foreslåede metodik fås uanset formålet med undersøgelsen et sundhedsmæssigt og økonomisk acceptabelt grundlag til vurdering af

- kontaktrisikoen og
- forureningskilden (fyld/ikke fyld).

De 0-20 cm er valgt som værende det interval:

- hvor børn roder og graver i jorden,
- hvor jorden opblandes ved evt. fræsning, og
- hvor regnorme transporterer og æder planterester fra overfladen, sådan at helt overfladenær deposition fordeles.

Græstørv fjernes, fordi indholdet af denne ikke repræsenterer mange års diffus forurening, idet det vurderes, at forbipasserende støv hurtigt nedvaskes til den underliggende jord.

Den foreslåede generelle metodik fremmer desuden lighedsbehandling af borgere, der har fræsset deres jord, og borgere, der ikke har. Ved fræsning fortyndes den helt overfladenære forurening op i de øverste 20-30 cm, hvorved man kan få en overfladeforurening til at "forsvinde".

De foreslåede udtagningsdybder er for nylig anvendt i Guldborgsund Kommunes undersøgelse af børnehaver i klassifice-





Tabel 1. Fire alternative modeller.

Alternativ model	Metodik	Fordele	Ulemper
"Worst-case-modellen"	Prøverne udtages fra de øverste 5 cm	Man skal ikke grave så dybt	Overestimering af risikoen
"Den hurtige model"	Prøverne udtages som søjlen 0-20 cm	Billig løsning	Dokumenterer kun 50 cm ren jord ved rene prøver; deponeringspris overestimeres, hvis der skal afømmes mere end 20 cm jord, hvis jorden er intakt
"Den akademiske model"	Prøverne udtages som søjler af de øverste 50 cm, 10 cm ad gangen*	Akademisk interessant, ok for helt uomrørt jord	Dyr løsning, besværlig tolkning
"Den økonomiske / glade model"	Prøverne udtages som søjlen 0-50 cm	Grundejer bliver glad for resultatet, ok, hvis fyldlag=50 cm	Underestimering af kontaktrisiko og indholdet ved fjernelse af mindre end 50 cm

\*Et eksempel på prøveudtagning, jf. "den akademiske model", er givet i figur 1 på næste side.

rede områder //1. Der er udtaget prøve fra begge dybder fra felter á 200m<sup>2</sup>. De 0-20 cm kan her betragtes som et udtryk for den umiddelbare kontaktrisiko, og 50 cm prøven dokumenterer sammen med den øverste prøve forureningsniveauet for 50 cm dybde. Undersøgelsen giver et godt billede af overfladejorden i børnehaverne.

Ved at anvende denne udtagningsmetodik kan analyseresultaterne anvendes direkte til beregning af omkostningerne til evt. bortskaffelse af den undersøgte jord, idet et gennemsnit af resultatsættet fra de to dybder på rimelig vis (og uden væsentlig risiko for underestimering) repræsenterer jordvoluminets forureningsgrad.

For at argumentere for den generelle anvendelighed af den foreslåede metodik opstilles i tabel 1 fire alternative modeller, som er set anvendt. Vores vurdering af fordele og ulemper er skitseret i tabellen.

Det vurderes, at ulemperne ved anvendelse af de ovenstående modeller i væsentlig grad overstiger fordelene.

### Den geotekniske bedømmelse

Jordforureningsloven handler om jord, og prøverne består derfor oftest af jord. Hvis man analyserer en prøve af stabilgrus, får man sædvanligvis et indhold af de immobile forureningskomponenter i prøven, som er "mere end jomfrueligt" (se figur 2, side 11). Hvis man ikke inddrager, at prøven repræsenterer et stabilgruslag, som er lagt ovenpå den jord, man egentlig skulle undersøge, så risikerer man at fejlfortolke resultaterne. Afhængigt af formålet med forureningsundersøgelsen kan der dog vælges strategier, som indebærer udtagning af andet end jord, f.eks. stabilgrus.

### Lav en geoteknisk bedømmelse af prøverne!

Den geotekniske bedømmelse kvalitetssikrer strategien, kan anvendes som grundlag for valg af prøver til analyse og kan fungere som støtte for de fundne analyseresultater.

//1. Guldborgsund Kommune, Screening for forurening i overfladejord, NIRAS A/S, december 2007.



Figur 1. Eksempel på udtagning af prøve fra flere søjler fra intakt jord.

Felt	Dybde (m u.t.)	Kulbrinter	Benz(a)-pyren	Ber. Gn.snit 0-0,25 m u.t.	Dibenz (a,h)-anthracen	Sum af 7 PAH'er	Ber. Gn.snit 0-0,25 m u.t.
1	0-0,1	36	<b>0,32</b>	0,30	0,028	1,7	1,6
	0,15-0,25	6,7	0,27		0,023	1,4	
	0,3-0,5	i.p.	0,032		<0,005	0,17	
2	0-0,1	i.p.	0,11	0,07	0,011	0,6	0,4
	0,15-0,25	i.p.	0,039		<0,005	0,2	
	0,3-0,5	i.p.	0,0067		<0,005	0,027	
3	0-0,1	11	<b>1,0</b>	0,63	0,14	4,7	2,9
	0,15-0,25	34	0,25		0,028	1,1	
	0,3-0,5	i.p.	0,19		0,02	0,96	
4	0-0,1	45	<b>0,45</b>	0,39	0,057	1,9	1,6
	<b>0,15-0,25</b>	i.p.	<b>0,32</b>		0,036	1,3	
	0,3-0,5	i.p.	0,053		<0,005	0,21	
5	0-0,1	6,1	0,12	0,14	0,018	0,63	0,7
	0,15-0,25	i.p.	0,15		0,016	0,72	
	0,3-0,5	i.p.	0,28		0,024	1,9	
6	0-0,1	i.p.	<b>0,97</b>	0,69	0,12	4,2	2,9
	<b>0,15-0,25</b>	i.p.	<b>0,4</b>		0,044	1,6	
	0,3-0,5	i.p.	0,15		0,018	0,6	
Fri anvendelse /2/		100	0,1		0,1	1,0	
Klasse 1-jord /2/		100	0,3		0,3	4,0	
Kvalitetskriterium /1/		100	0,3		0,3	4,0	

Analyseresultater angivet i mg/kg TS.

i.p.: Ikke påvist.

Analyseresultater anført med **fed** skrift er højere end kvalitetskriterierne for ren jord /1/.

Figur 2. Eksempler på analyse af "diffust forurenede prøver":

Del areal	Dybde m u.t.	Tungmetaller (mg/kg TS)						Tjæreforbindelser (PAH) (mg/kg TS)			Kulbrinter (mg/kg TS)				Tolkning
		Pb	Cd	Cx	Cu	Ni	Zn	Benz(a)-Pyren	Dibenz (a,h)-anthracen	Sum PAH	Total kulbrinter	C6-C10	>C10-C25	>C25-C35	
O1	0-0,2	1,6	0,03	1,4	0,84	0,89	5,7	<0,01	<0,01	#	#	<2,5	<5,0	<10	Sand ("mere end jomfrueligt")
	0,5	29	0,18	10	14	7,0	72	0,10	<0,01	0,56	#	<2,5	<5,0	<10	Ren jord (dog belastet, se Pb og Zn)
O2	0-0,2	28	0,28	9,6	11	5,8	150	<b>0,49</b>	0,05	3,0	6,0	<2,5	6,0	<10	Lettereforurenet jord (belastet)
	0,5	15	0,19	11	11	9,8	53	0,07	<0,01	0,41	#	<2,5	<5,0	<10	Ren jord (næsten "jomfrueligt")
O3	0-0,2	19	0,17	4,7	8,7	4,6	100	<b>0,75</b>	0,08	<b>4,5</b>	37	<2,5	13	24	Fyld
	0,5	<b>42</b>	0,23	8,9	24	12	130	<b>1,4</b>	0,14	<b>8,0</b>	58	<2,5	25	33	Fyld
<b>MST Kvalitetskriterier</b>		<b>40</b>	<b>0,5</b>	<b>500</b>	<b>500</b>	<b>30</b>	<b>500</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>4</b>	<b>100</b>				
<b>Baggrunds-niveau i DK</b>		<b>&lt;20</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;30</b>	<b>&lt;20</b>	<b>&lt;15</b>	<b>&lt;60</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>&lt;0,01</b>	<b>&lt;0,1</b>	<b>&lt;25</b>				

Værdier højere end Miljøstyrelsens kvalitetskriterier for ren jord er markeret med **fed**.

Referencer:

/1/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord.

Opdatering december 2005: Kriterier for tjærestoffer i jord. ([www.mst.dk](http://www.mst.dk)).

/2/ Jordplan Sjælland ([www.vestamt.dk](http://www.vestamt.dk)).

# Pas på PAH- og tungmetalanalyser i de diffuse prøver

Af Abalone Christensen, Skude & Jacobsen A/S

Det er vigtigt, at man som bruger af analyseresultater kan validere de resultater, man får.

Der kan være stor forskel på overfladejordens forureningsgrad på selve lokaliteten (se figur 1), forureningskomponenterne er ikke nødvendigvis homogent fordelt i prøvematerialet, og indimellem er der "noget i prøven", der ikke repræsenterer forureningsituationen på ejendommen.

## Tungmetal-analyser

Fås et blyresultat på 430 mg/kg TS i en prøve, hvor blyindholdet i alle andre prøver fra grunden ligger på et meget lavere og ensartet niveau, skal der tages stilling til, om resultatet skal medtages som et validt resultat eller udelukkes som outlier.

En simpel outliertest er at beregne, om det høje resultat ligger mere end 3 gange spredningen fra middelværdien på de øvrige, som ved diffus forurening betragtes som tilnærmelsesvis normal-fordelte. I så fald er resultatet ikke et udtryk for den diffuse forurening på grunden, men repræsenterer en punktforurening, enten på udtagningsstedet eller i prøveglasset, f.eks. et mikroskopisk stykke af et blyhagl i prøven.

En reanalyse kan afgøre, om punktforureningen befandt sig i prøveglasset, og om det høje resultat derfor med tilpas stor sikkerhed kan forkastes som værende ikke-repræsentativt.

Ved oplukning til metalanalyse, jf. DS 259, udtager laboratoriet normalt kun 2 g prøvemateriale ("våd" prøve) i arbejde, hvilket er en meget lille mængde i forhold til f.eks. at bruge alle de 50 g, der er i glasset, ved f.eks. olieanalyser. Usikkerheden, der herved fremkommer på resultatet, kan nedsættes ved enten

- at tage mere end de 2 g "våd" prøve i arbejde eller
- at foretage homogenisering af prøven ved tørring, knusning, sigtning og blanding.

Nogle laboratorier anvender 3 g prøve. Andre anvender homogenisering, som indeholder en ekstra arbejdsgang. Begge metoder giver et lidt stærkere billede af prøvens indhold, men fjerner ikke risikoen for overestimering på grund af et blyhagl i prøven.

Variationen inden for prøven kan afsløres, hvis laboratoriet laver 2 oplukninger af prøven fra forskellige steder i prøve-

posen. Laboratoriet kan herefter sammenholde resultaterne på de 2 analyser i forhold til "den sædvanlige variation imellem dobbeltbestemmelserne" og foretage reanalyse, hvis afvigelsen er for stor. Dette betyder dog væsentlig fordyrelse af analysearbejdet.

## PAH-analyse

Den store skurk i PAH-analysen er asfaltklumper i prøven, som medanalyseres. Dette giver et højt analyseresultat, og man kan igen diskutere, om prøven repræsenterer overfladejordens forureningsgrad.

Laboratoriet bemærker det, hvis man observerer klumper, men hele glassets indhold ekstraheres i glasset, så ofte sker det ikke.

Derfor skal man være opmærksom ved prøveudtagningen, særligt ved udtagning tæt på vej/nedlagt vej, hvor der altid kan findes asfaltklumper eller smulder.

Som det fremgår af figur 1, kan variationen mellem prøverne være stor. Ligeledes er analyse-usikkerheden ved PAH-analysen stor, 20-30 %.

Resultater af PAH-analyser må derfor betragtes som niveau-givende.

## Generelle råd

Vær ikke bleg for at bestille en reanalyse, hvis resultatet afviger fra det forventede.

For "diffust forurenede prøver" er der ofte sammenhæng mellem resultaterne af de enkelte forureningskomponenter.

En god "støtte" for et højt bly- og/eller cadmiumresultat er et tilsvarende højt indhold af zink (niveauet er omkring 100 mg/kg TS i byjord, som er "lettere forurenede" med bly og cadmium). Forholdet mellem Benz(a)pyren og total-PAH i en "diffust forurenede prøve" er altid 0,17-0,19.

Ligeledes skal man være opmærksom på, at laboratoriets angivne måleusikkerhed *intet* siger om den variation, der *kan* være imellem 2 analyser af den samme jordprøve fra det virkelige liv! Usikkerheden er beregnet efter gentagne analyser af meget finkornet, homogent prøvemateriale.

Blandingsprøver sikrer til en vis grad, at variationen er repræsenteret. Tages der yderligere prøver fra mindst 3 delarealer og fra 2 forskellige dybder fra samme grund, fås der i de fleste tilfælde det tilstrækkelige grundlag for "med stor sikkerhed" at vurdere, om der er forurenede eller ej.

Med de relativt lave analysepriser er der grænser for, hvor sikre resultater vi kan få, men til gengæld er det også ærgerligt at lade et enkelt fejlagtigt analyseresultat ødelægge en undersøgelse, hvor der ellers er god sammenhæng mellem den konceptuelle model for forureningsituationen og fund.

Figur 1. "Diffuse" analyser af 3 jordprøver fra dybden 0-0,1 m u.t. med få meters indbyrdes afstand (6 lokaliteter):

Lok nr.	Prøve nr.	Pb	Cd	Zn	Benz (a)pyren	Dibenz(a, h) anthracen	PAH, sum (MST - 7 komp.)
<b>05</b>	10548	<b>42,0</b>	0,16	52	<b>1,10</b>	0,21	<b>7,70</b>
	10549	38,0	0,16	49	<b>0,62</b>	0,11	3,90
	10550	<b>44,0</b>	0,12	63	<b>0,37</b>	0,07	2,30
	Middel	41,3	0,15	55	0,70	0,13	4,63
	CV%	7,4	15,75	14	53,25	55,47	59,86
	interval	<b>37,9-44,8</b>	0,12-0,17	46-63	0,28- <b>1,12</b>	0,05-0,21	<b>1,50-7,77</b>
<b>07</b>	10111	22,0	0,09	48	0,13	0,03	0,73
	10112	28,0	0,08	53	0,20	0,04	1,10
	10113	24,0	0,06	54	0,20	0,04	1,10
	Middel	24,7	0,08	52	0,18	0,04	0,98
	CV %	12,4	19,92	6	22,88	22,68	21,87
	interval	21,2-28,1	0,05-0,10	48-55	0,13-0,22	0,02-0,05	0,74-1,21
<b>15</b>	8893	<b>76,0</b>	0,26	124	<b>0,49</b>	0,10	2,70
	8894	<b>78,0</b>	0,29	157	<b>0,47</b>	0,10	2,60
	8895	<b>44,0</b>	0,19	104	<b>0,35</b>	0,07	1,90
	Middel	66,0	0,25	128	0,44	0,09	2,40
	CV %	28,9	20,80	21	17,34	21,40	18,16
	interval	<b>44,4-87,6</b>	0,19-0,30	98-159	0,35- <b>0,53</b>	0,06-0,11	1,90-2,90
<b>19</b>	8900	35,0	0,19	72	<b>0,51</b>	0,11	2,60
	8901	37,0	0,09	54	<b>0,70</b>	0,13	3,60
	8902	<b>45,0</b>	0,19	85	<b>0,74</b>	0,16	3,80
	Middel	39,0	0,16	70	0,65	0,13	3,33
	CV %	13,6	36,85	22	18,90	18,87	19,29
	interval	<b>33,0-45,0</b>	0,09-0,22	53-88	<b>0,51-0,79</b>	0,10-0,16	<b>2,61-4,06</b>
<b>33</b>	10463	<b>84,0</b>	0,24	94	<b>0,65</b>	0,12	3,80
	10464	<b>65,0</b>	0,29	98	<b>0,89</b>	0,17	<b>5,20</b>
	10465	<b>44,0</b>	0,15	98	<b>0,90</b>	0,17	<b>5,00</b>
	Middel	64,3	0,23	97	0,81	0,15	4,67
	CV %	31,1	31,30	2	17,40	18,83	16,23
	interval	<b>41,7-87,0</b>	0,15-0,31	94-99	<b>0,65-0,97</b>	0,12-0,19	<b>3,81-5,52</b>
<b>47</b>	8909	17,0	0,19	76	0,22	0,04	1,30
	8910	15,0	0,18	63	0,20	0,04	1,20
	8911	16,0	0,17	64	0,15	0,03	0,89
	Middel	16,0	0,18	68	0,19	0,04	1,13
	CV %	6,3	5,56	11	18,98	18,33	18,92
	interval	14,9-17,1	0,17-0,19	60-76	0,15-0,23	0,03-0,04	0,89-1,37

M=middelværdien, interval=95 % konfidensinterval. Værdier, der overskrider MST jordkvalitetskriterier er markeret med fed. Det ses, at der selv inden for et lille, diffust belastet areal kan være stor variation imellem prøvernes indhold af forureningskomponenter, tendens til jo mere forurenede, jo større. Bemærk den meget store variation for PAH-resultater. Det ses, at der både kan findes værdier under og værdier over kvalitetskriteriet.

Den samlede usikkerhed,  $sT2=sA2+sU2$ , hvor A=analyseusikkerheden og U=udtagningsusikkerheden, så konfidensintervallet er i virkeligheden bredere end disse resultater viser.

Note: Talmaterialet stammer fra Projektet Diffus Forurening i Nykøbing F. 2002, og det er venligst udlånt af Region Sjælland.

## ATV Jord og Grundvands Hæderspris

ATV Jord og Grundvands Hæderspris blev den 4. marts 2008 tildelt områdeleder Trine Korsgaard, Region Syddanmark, i anerkendelse af fortjenstfuld indsats for samarbejde, udvikling og formidling inden for jordforurening, afværgeteknikker og miljøforvaltning i Danmark. Prisen er på kr. 25.000 og uddeles hvert andet år.

Hædersprisen blev uddelt på det 24. Vintermøde i Vingsted, hvor flere end 300 centrale aktører inden for jord- og grundvandsområdet var samlet for at udveksle erfaringer og ny viden.

Prisen blev indstiftet i 2004 Professor Poul Harremoës in memoriam. Professor Erik Arvin modtog prisen i 2004 og Bente Bruun, tidligere sekretariatsleder for ATV Jord og Grundvand, modtog prisen i 2006.

Trine Korsgaard har arbejdet bredt med jord- og grundvandsforurening i en lang årrække. Hun har stor faglig indsigt og har været stærkt engageret i udvikling af nye metoder og løsninger. Trine har en stor interesse for videndeling mellem aktører inden for fagområdet. Hun har også i sit nuværende virke i Region Syddanmark arbejdet med formidling af budskaber til politikere og presse. Herunder også dialog med mennesker, der er berørt eller afhængige af de beslutninger, der træffes i miljøforvaltningen.

ATV-Fonden for Jord og Grundvand har en historie tilbage til 1982. Arbejdet har i alle årene været meget afhængig af bestyrelsesmedlemmernes indsats. Trine Korsgaard har været bestyrelsesmedlem i 10 år fra 1993-2003, heraf 7 år som næstformand.

Trine er en ildsjæl med en positiv og lydhør indgang til samarbejde, som skaber de bedste muligheder for vellykkede løsninger til gavn for miljøet. Hun er dermed en værdig modtager af ATV Jord og Grundvands Hæderspris 2008.

### **Professor Poul L. Bjerg**

Formand for ATV-Fonden for Jord og Grundvand



*Trine Korsgaard*

## **Ny medarbejder i Videncentret**

Videncenter for Jordforurening har pr. 1. marts 2008 ansat Peter Steffen Rank som chefrådgiver. Peter har en lang karriere i amtsligt og regionalt regi, og han afløser VJ's tidligere medarbejder Charlotte Weber, der har søgt nye udfordringer i Næstved Kommune.

**”Vi kan ikke oprense Mega Sites. Lovgiverne bestemmer, og de tror os ikke! Hvorfor så foretage mere forskning i NAPL?”**

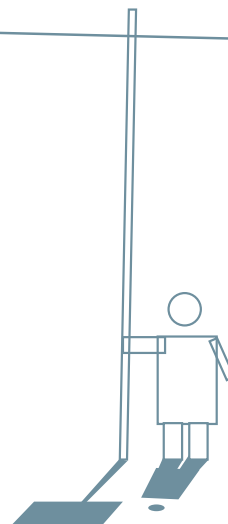
## Konference - Groundwater Quality 2007, Freemantle, Australien

Af Nina Tuxen og Mette M. Broholm, Orbicon

Konferencen var arrangeret som 4 dages foredrag og poster-sessioner efterfulgt af et feltbesøg. Blandt de mange emner, der blev behandlet, var forurening i 3. verdens lande, Mega Sites, fremtidens miljøproblemer, nye undersøgelses- og afværgemetoder, grundvand-/overfladevandsinteraktioner og anvendelsen af modeller. Programplanlæggerne havde lagt en stil med korte, kompakte foredrag på 15 minutter, inkl. spørgsmål, og der var derfor mange indlæg og en ambitiøs posterudstilling. Temaerne var lagt op til at skulle være for både forskere, rådgivere og myndighedspersoner.

Åbnings-sessionen startede med et foredrag af en aboriginer om betydningen af (fersk)vand, der altid har været en uvurderlig ressource i det tørre Australien. Herefter fulgte nogle meget interessante og opsigtsvækkende foredrag om de gigantiske udfordringer industrielle udviklingslande som Kina og Indien står overfor. Her er der reel fare for enorme konsekvenser for befolkningen som følge af industriel påvirkning af drikkevandsressourcer og et enormt behov for hurtige indgreb over for industrien.

Et andet område af nyhedsværdi omhandlede mikroforureninger fra byområder, med fokus på farmaceutiske produkter og stoffer fra hygiejne- og rengøringsprodukter med hormonal virkning og en sammenfattende vurdering for områder med flere betydende industrier. I et land som Tyskland bliver vandet f.eks. ”genbrugt” 3-4 gange inden det forlader den nære hydrologiske cyklus og ender i havet, og derved kan selv små påvirkninger med disse stoffer (der kun i lille grad fjernes på rensningsanlæg) potentielt set give anledning til store problemer.



Nye metoder til risikovurdering af punktkilder var også et varmt emne. Der var indtil flere foredrag om praktisk udførelse samt anvendelsen af metoder til måling af fluxen som led i risikovurdering, ligesom anvendelsen af isotopfraktionering blev gennemgået i flere indlæg – bl.a. af undertegnede.

Det sidste emne vi vil fremhæve er anvendelsen af modeller – både til dataintegration og procesforståelse, men i høj grad også som beslutningsstøtteværktøj. Denne del inkluderede alt fra de populære webbaserede punktkildeoversigter, økonomiske modeller over afværgeløsninger til risikovurderinger på oplandsskala. Et stort og spændende område!

”Den danske delegation” bestod af en håndfuld fra DTU samt undertegnede fra Orbicon. Blandt konferencens i alt ca. 80 foredrag tog 8 udgangspunkt i danske forsknings- og udviklingsprojekter - alle med relation til DTU. Derved var Danmark det næstmest repræsenterede land og DTU den mest repræsenterede institution på konferencens mundtlige præsentationer.

Et af de mere provokerende indlæg i den sidste dags panel-diskussion var, som overheaden siger: ”Vi kan ikke oprense Mega Sites. Lovgiverne bestemmer, og de tror os ikke! Hvorfor så foretage mere forskning i NAPL?”

Vi mener derfor, at ikke kun danske forskere, men også rådgivere og myndigheder, har udbytte af at deltage i den type af konferencer. For selv om en stor del af foredragene havde et temmelig forskningsrelateret indhold, der ikke på kort sigt kan bringes ud i virkeligheden, har vi fået mange nye inspirationer til fremtidig opgaveløsning herhjemme.

Af freelance konsulent Trine Korsgaard

Ved hurtigt at skimme denne liste igennem får du et overblik over, hvilke artikler der for nyligt har været bragt i danske tidsskrifter inden for vores fagområde. Hermed er der skabt en hurtig indgang til ny inspiration m.m. For overskuelighedens skyld er artiklerne ordnet i emner.

## 1 Jura, økonomi og politik

### Redegørelse om jordforurening 2006

Depotrådets redegørelse om jordforurening for 2006 til miljøministeren giver et overblik over den samlede indsats på jordforureningsområdet pr. 31.12.2006, dvs. indsatsen i både den offentlige og private sektor. Redegørelsen indeholder bl.a. oplysninger om kortlægning, undersøgelser og afværgeforanstaltninger.

*Redegørelse om jordforurening 2006. Redegørelse fra Miljøstyrelsen nr. 1, 2008. ISBN 978-87-7052-710-1. Redegørelsen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### Bekendtgørelse om kompensation til sælgere af forurenede boligejendomme

Formålet med bekendtgørelsen er at kompensere for de særlige økonomiske problemer, der opstår for boligejere, der uforvaret har erhvervet sig en forurenede grund. Bekendtgørelsen indebærer, at der ydes delvis kompensation til ikke-erhvervs-mæssige sælgere af forurenede boligejendomme, der som følge af en endelig domfældelse eller et i retten indgået forlig, skal betale køber et forholdsmæssigt afslag i købesummen på grund af en skjult mangel i form af en jordforurening.

*Bekendtgørelsen er i høring fra 20. februar til 26. marts 2008. Høringsmaterialet kan læses på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### Sæt pris på miljøet

Miljøøkonomi anvendes til at vurdere et miljøtiltags økonomiske konsekvenser. Artiklen giver en helt generel introduktion til de miljøøkonomiske begreber og eksempler på, hvordan miljøøkonomi kan bruges som værktøj til at sikre, at vi får mest miljø for de midler, vi har til rådighed.

*Camila Kronborg Damgaard og Trine Nielsen. Teknik og Miljø nr. 1, januar 2008, side 54-56.*

## 2 Kortlægning og undersøgelser

### Kvalitetsstyring af grundvandsundersøgelser

Artiklen beskriver en gennemgribende kvalitetsstyring baseret på en ny vejledning fra EU om monitorering under Grundvandsdirektivet. Fremgangsmåden kan både fortælle,

hvor sikre vi kan være på vores undersøgelsesresultater og hjælpe os til at målrette indsatsen imod de svage punkter. *Christian Grøn. Vand og Jord, 15. årgang, nr. 1, februar 2008, side 29-31. ISBN 0908-7761.*

### Validering og kvalitetskontrol af grundvandsundersøgelser

Validering og kvalitetskontrol giver mulighed for at vurdere, hvor sikre vi er i vore konklusioner fra grundvandsundersøgelser. Fremgangsmåden kan også udpege de dele af en undersøgelse, hvor der er brug for forbedring. Metoderne beskrives i artiklen og anvendelsen demonstreres for et GRUMO-område ved Århus.

*Christian Grøn og Mogens Vium. Vand og Jord, 15. årgang, nr. 1, februar 2008, side 32-34. ISBN 0908-7761.*

### Interkalibrering af grundvandsprøvetagere

I maj 2007 blev der afholdt en workshop under grundvandsovervågningen for prøvetagere fra de statslige miljøcentre. Alle deltagere havde medbragt deres eget feltgrej til prøvetagning. Efter en statistisk prøvetagningsstrategi med split blev den samme grundvandsboring prøvetaget af flere hold. Foruden de teoretiske beregninger af usikkerheden på prøvetagningen i forhold til laboratorieusikkerheden resulterede workshoppen i netværksdannelse og erfaringsudveksling mellem prøvetagere.

*Birgitte Hansen og Lærke Thorling. Vand og Jord, 15. årgang, nr. 1, februar 2008, side 35-37. ISBN 0908-7761.*

### Grundvandsprøvetagning i Danmark

Der er over de sidste 20 år udviklet metoder til gennemførelse og kvalitetsstyring af grundvandsprøvetagning, som kan sikre og dokumentere tilstrækkeligt gode undersøgelsesresultater, men hvor langt er vi kommet i implementering af metoderne? Vi har spurgt 20 af de største aktører i Danmark om deres praksis for grundvandsprøvetagning. Rundspørgen viser, at de fleste følger "god praksis" for prøvetagning, men de færreste undersøger og kontrollerer prøvetagningskvaliteten. Artiklen beskriver praksis og peger på nogle oplagte muligheder for forbedring.

*Mogens Vium og Christian Grøn. Vand og Jord, 15. årgang, nr. 1, februar 2008, side 38-340. ISBN 0908-7761.*

### Områdeklassificering af byzoner

Artiklen giver en generel introduktion til den nye områdeklassificering af byzoner. Desuden omtales et ny udviklet



værktøj til elektronisk anmeldelse af forurenede jord. Værktøjet hedder JordWEB, se [www.jordweb.dk](http://www.jordweb.dk).

*Steffen Damgaard Nielsen og Jakob Steffensen, Grøntmij Carl Bro. Teknik og miljø nr. 2, februar 2008, side 50-52.*

### **Branchevejledning for forurenede renserigrunde**

Vejledningen uddyber vejledning nr. 6 og 7 fra 1998 om oprydning på forurenede lokaliteter fra Miljøstyrelsen. Formålet med de branchespecifikke vejledninger er i større grad end i den generelle vejledning, at beskrive og præcisere processer, der kan føre/har ført til forurening og metoder til undersøgelse af disse.

*Branchevejledning for forurenede renserigrunde. Vejledning fra Miljøstyrelsen, Nr. 1 2008. ISBN nr. 978-87-7052-681-4. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Kortlægning af hjælpe- og tilsætningsstoffer i danske renserier før og nu**

Brugen af hjælpe- og tilsætningsstoffer fra 1975 og frem til 2003 er søgt belyst, og der gives anbefalinger vedr. undersøgelser. Projektet har været begrænset af, at producenterne ikke har pligt til at oplyse om alle stoffer. Fra 1992-2003 drejer det sig primært om glykoler, glykolethere og kulbrinter. *Dorte Glensvig, Christian Buch og Anne Abildgaard, COWI og Peter Mortensen, Eurofins. Miljøprojekt Nr. 1216 2008, fra Miljøstyrelsen. ISBN nr. 978-87-7052-679-1. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Poreluftmålinger under gulv ved passiv opsamling**

Formålet med dette projekt har været at eftervise, om en målemetode med en længerevarende passiv opsamling af forureningskomponenter fra poreluften under gulv - og det dertil anvendte måleudstyr og -opstilling - giver en retvisende værdi for den gennemsnitlige poreluftkoncentration under gulv. Målemetoden er udviklet af NIRAS A/S. Eftervisningen er foretaget under kontrollerede forhold i to laboratorieforsøg og under aktuelle forhold på fire feltlokaliteter. Projektet har endvidere dokumenteret de tidlige variationer i forureningskoncentrationen på de fire feltlokaliteter og derved belyst, i hvilken udstrækning den passive målemetode udjævner disse variationer.

*"Poreluftmålinger under gulv ved passiv opsamling" Teknik og Administration nr. 1, 2008 fra Videncenter for Jordforurening. Rapporten kan hentes på [www.jordforurening.info](http://www.jordforurening.info).*

## **3 Risikovurdering**

### **Opdatering af JAGG - Projektkatalog**

Miljøstyrelsen (MST) satte i starten af 2006 et projekt i gang til revision af JAGG- modellen, der anvendes til risikovurdering af jordforurening. Som optakt til denne proces skrev MST ud til en bred kreds af interessenter bestående af myndigheder, sektorforskningsinstitutioner, forskningsenheder/ universiteter og rådgivere for at indsamle forslag til, hvad der skulle fokuseres på i forbindelse med en revision. På baggrund af de indsendte ændringsforslag blev der indkaldt til en workshop, hvor de indkomne forslag blev diskuteret med henblik på en prioritering af emnerne. De væsentligste emner for kommende revision af JAGG er en udbygning af det vertikale strømningsmodul, udbygge indeklimaberegninger til også at omfatte andre gulvtyper, opdatering af stofdatabase, håndtering af fri fase og blandingsforureninger samt forbedret formater for brugerflade og output.

*Thomas Hauerberg Larsen. Miljøprojekt nr. 1210, 2007, fra Miljøstyrelsen. ISBN 978-87-7052-666-1. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Chloroform i grundvand**

Rapporten er en vejledning om, hvordan det dokumenteres, at chloroform i grundvand skyldes naturlig produktion i de øverste jordlag, samt hvilke renseforanstaltninger der kan benyttes til fjernelse af chloroform.

*Christian Grøn, DHI Vand, Miljø og Sundhed. "Chloroform i grundvand - en kogebog for vandværker for indsatsen over for chloroform fra naturlige kilder". Rapport fra By- og Landskabsstyrelsen, december 2007. Rapporten kan hentes på [www.blst.dk](http://www.blst.dk).*

### **Forekomst og naturlig produktion af chloroform i grundvand - Hovedrapport og Bilagsbind**

Oftest findes chloroform i grundvandet sammen med andre klorerede opløsningsmidler. Dog er der grundvand, som alene indeholder chloroform i høje koncentrationer. Årsagen hertil kan være naturlig dannelse af chloroform i de øverste jordlag. Den største produktion er påvist i nåleskov. Projektet indeholder, foruden beskrivelsen af den naturlige dannelse af chloroform, også en vejledning til, hvordan det dokumenteres, at der er tale om en naturlig produktion samt en beskrivelse af mulige renseforanstaltninger.

*Ole Stig Jakobsen, Troels Laier, René Kastbjerg Juhler, GEUS,*

et al. "Forekomst og naturlig produktion af chloroform i grundvand – Hovedrapport og Bilagsbind". Rapport fra By- og Landskabsstyrelsen, december 2007. Rapporten kan hentes på [www.blst.dk](http://www.blst.dk).

### Chloroform produktion i jordbund - Delrapport 2

Oftest findes chloroform i grundvandet sammen med andre klorerede opløsningsmidler. Dog er der grundvand, som alene indeholder chloroform i høje koncentrationer. Årsagen hertil kan være naturlig dannelse af chloroform i de øverste jordlag. Den største produktion er påvist i nåleskov. Projektet indeholder foruden beskrivelsen af den naturlige dannelse af chloroform, også en vejledning til, hvordan det dokumenteres, at der er tale om en naturligproduktion samt en beskrivelse af mulige renseforanstaltninger.

Christian Grøn, DHI og Frank Laturus, Linköpings Universitet. "Chloroform produktion i jordbund - Delrapport 2". Rapport fra By- og Landskabsstyrelsen, december 2007. Rapporten kan hentes på [www.blst.dk](http://www.blst.dk).

### Rensningsmuligheder for chloroform i vand - Delrapport 3

Oftest findes chloroform i grundvandet sammen med andre klorerede opløsningsmidler. Dog er der grundvand, som alene indeholder chloroform i høje koncentrationer. Årsagen hertil kan være naturlig dannelse af chloroform i de øverste jordlag. Den største produktion er påvist i nåleskov. Projektet indeholder foruden beskrivelsen af den naturlige dannelse af chloroform, også en vejledning til, hvordan det dokumenteres, at der er tale om en naturligproduktion samt en beskrivelse af mulige renseforanstaltninger.

Kim Brinck, Elin Dichmann Jensen og Marianne Marcher Juhl, Rambøll. "Rensningsmuligheder for chloroform i vand - Delrapport 3". Rapport fra By- og Landskabsstyrelsen, december 2007. Rapporten kan hentes på [www.blst.dk](http://www.blst.dk).

## 4 Afværgeteknik og monitoring

### Bio-nedbrydning af fyringsolieforurening

Artiklen præsenterer erfaringer fra in-situ nedbrydning

ved stimuleret biologisk nedbrydning af en fyringsolieforurening på en sandet lokalitet. Afværgeindsatsen er gennemført som en tredelt strategi. Først er der infiltreret olienedbrydende mikroorganismer og NPK-gødning. Dernæst er ilt tilført ved bioventilering, og endelig er der oppumpet grundvand for hydraulisk kontrol. Indsatsen har medført en effektiv fjernelse af de lettere fraktioner af olieforureningen, mens nedbrydningen af de øvrige oliekomponenter stadig foregår. Der er fortsat 250 liter olie tilbage i behandlingszonen.

Per Loll, Claus Larsen, Kaj Henriksen og Per Brask. Vand og Jord, 14. årgang, nr. 4, december 2007, side 142-145. ISBN 0908-7761.

### Bedre monitoring af perkolatudsivning fra lossepladser – Skibstrup Losseplads

Ved monitoring af perkolatudsivning fra Skibstrup Losseplads i Helsingør Kommune er der udviklet en enkel metode til kortlægning af perkolatfanens vertikale profil under selve borearbejdets udførelse. Metoden består i, at der foretages målinger af ledningsevne på afdrænet vand for sedimentprøver. Den vertikale placering af monitoringsfiltrene har derved kunne foretages optimalt, idet perkolatfanen findes i hele grundvandsmagasinet tykkelse samt i flere fronter.

Poul Falkenberg og Steen Fogde. Vand og Jord, 14. årgang, nr. 4, december 2007, side 156-160. ISBN 0908-7761.

## 5 Geologi og hydrogeologi

### DGF Grundvandsmøde 2007 – borearbejde i praksis

Artiklen præsenterer de syv indlæg, som blev givet på Dansk Geologisk Forenings (DGF) møde om borearbejde i praksis. Boremetoder som lufthævemetoden og DTH-boremetode beskrives. Ligesom emner som boringsudbygning, pumpetyper og forpumpning samt udbudsmateriale omtales.

Joachim Raben-Levetzau og Karsten Juul. Geologisk Tidsskrift, december 2007, side 18-22, se [www.2dgf.dk](http://www.2dgf.dk).



## 6 Udbud

### Stor succes med tidlig partnering i Odense

Odense Vandselskab har netop afsluttet anlægsarbejderne for en omfattende ændring af afløbssystemet omkring Odense Havn. Projektet er gennemført i tidlig partnering med COWI som rådgiver og Arkil som entreprenør. Projektet har været en stor succes, fordi budgettet er overholdt, der er udbetalt bonus til alle parter, og der er stor tilfredshed med de tekniske løsninger. Den anvendte model med tidlig partnering anbefales ved store komplicerede projekter, hvor der er behov for via en fælles skaberproces at udvikle et optimalt projekt.

*Gerda Hald, Leif Winther og Jørgen Søndergaard. danskVAND, årgang 76, nr.1, februar 2008, side 28-31. ISSN 1602-3609. Se også artikel i Teknik og miljø nr. 12, december 2007, side 38-40.*

### DANVA har skabt et standardiseret grundlag for udbud af TV-inspektionsopgaver (SB-TV)

Artiklen beskriver den nye reviderede udgave af DANVA's vejledning med titlen "Forslag til særlige betingelser for udførelse af TV-inspektion af afløbsledninger.

*Bo Laden, Helle Kayeød Nielsen og Morten Steen Sørensen. danskVAND, årgang 76, nr. 1, februar 2008, side 24-26. ISSN 1602-3609.*

## 7 Andre udgivelser

### Skoleelever tester drikkevand

Over 7.000 skoleelever har gennemført den hidtil største naturvidenskabelige undersøgelse af drikkevandskvaliteten på deres skoler. Elverne målte bakterieindholdet i drikkevandet i skolens haner, i kildevand på flaske og i deres drikkedunke. Konklusionen fra undersøgelsen var, at 79 % af drikkedunkene indeholdt vand med højt bakterieindhold.

*"Skoleelever tester drikkevand", Aktuel Naturvidenskab nr. 6, december 2007, side 30. Se også vandposten, 35. årgang, nr. 162, februar 2008, side 22. Rapporten kan læses på [www.formidling.dk](http://www.formidling.dk).*

### Asbestfibre i jordmiljøet - Vurdering af skæbne og sundhedsmæssig risiko

Rapporten beskriver resultaterne af en litteratursøgning om asbestfibres skæbne i jordmiljøet, herunder vurdering af den sundhedsmæssige risiko for eksponering af mennesker ved re-suspension af asbestfibre afsat på jordoverfladen og i jorden. Der blev fundet få informationer om udenlandske erfaringer i tilgængelig litteratur, og der er redegjort for de fundne kvantitative sammenhænge mellem indholdet af asbestfibre i jord og indholdet af asbestfibre i ovenstående luft under påvirkning af aktiviteter og faktorer som vind og vejr. På baggrund af disse undersøgelser og erfaringer er der desuden foretaget beregninger og vurderinger, der viser en sammenhæng mellem antal asbestfibre i jord og asbestfibre i jord (støv), og at Miljøstyrelsens B-værdi for asbestfibre i luft kan overholdes for koncentrationer af asbestfibre i jord på 10 mg/kg tørstof.

*Kim Haagensen, Rambøll, "Asbestfibre i jordmiljøet - Vurdering af skæbne og sundhedsmæssig risiko". Miljøprojekt nr. 1221, 2008 fra Miljøstyrelsen. ISBN nr. 978-87-7052-696-8. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

# kursus KALENDEREN

Dato	Hvem	Hvad	Hvor	Mere info
26. marts 2008	DAKOFA	Jordforurening		<a href="http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_workingcommittee&amp;task=view&amp;id=192&amp;Itemid=105">http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_workingcommittee&amp;task=view&amp;id=192&amp;Itemid=105</a>
27. marts 2008	Envina	Jordforurenings temadag for regionerne	Videnparken, Vesterballevej 4-6, Fredericia	<a href="http://www.envina.dk">http://www.envina.dk</a>
2. april 2008	Ferskvandscentret og Danva	Jordforurening fra villaolietanke	Ferskvandscentret, Vejlsøvej 51, 8600 Silkeborg	<a href="http://www.ferskvandscentret.dk">http://www.ferskvandscentret.dk</a>
Forår 2008	Envina	Flytning og genanvendelse af lettere forurenede jord		<a href="http://www.envina.dk">http://www.envina.dk</a>
23. april 2008	ATV	Referencetilstand i grundvand, vandløb, søer og fjorde	Radisson SAS, H.C. Andersen Hotel, Claus bergs Gade 7, Odense	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
30. april 2008	Envina	Jordforureningslovens § 8 tilladelser - udendørs følsom arealanvendelse	Videnparken, Vesterballevej 4-6, Fredericia	<a href="http://www.envina.dk">http://www.envina.dk</a>
11.-15. maj 2008	Achema	29th International Exhibition-Congress on Chemical Engineering, Environmental Protection and Biotechnology	Franfurt am Main, Tyskland	<a href="http://www.chema.de">http://www.chema.de</a>
14. maj 2008	Ferskvandscentret og Danva	Forurenede jord og miljøansvar	Ferskvandscentret, Vejlsøvej 51, 8600 Silkeborg	<a href="http://www.ferskvandcentret.dk">http://www.ferskvandcentret.dk</a>
19.-22. maj 2008	Battelle	Remediation of Chlorinated and Recalcitrant Compounds	Monterey, Californien, USA	<a href="http://www.battelle.org/chloron">http://www.battelle.org/chloron</a>
21. maj 2008	ATV	Praktiske erfaringer med indsatser til grundvandsbeskyttelse - de første 10 år	Radisson SAS, H.C. Andersen Hotel, Claus Bergs Gade 7, Odense	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
3.-6. juni 2008		ConSoil 2008	Milano, Italien	<a href="http://www.consoil.de">http://www.consoil.de</a>
17. juni 2008	ATV	Miljøjura for enhver	Schæffergården, Jægersborg Alle 166, Gentofte	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
15.-17. sep. 2008	ATV	GeoPro, Groundwater Protection - Plans and Implementation in a North European Perspective	Comwell Klarskovgaard, Korsør	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
22.-25. sep. 2008		ORTs6, DNAPL-3, CSR-3, CFR-2	San Diego, CA, USA	<a href="http://www.redotech.com/">http://www.redotech.com/</a>
23.-26. sep. 2008		NORDROCS 2008	Helsinki, Finland	<a href="http://www.mutku.com/Nordrocs2008.htm">http://www.mutku.com/Nordrocs2008.htm</a>
Efterår 2008	Envina	Jordforureningslovens § 8 tilladelser og indeklima		<a href="http://www.envina.dk">http://www.envina.dk</a>
Efterår 2008	Envina	Områdeklassificering		<a href="http://www.envina.dk">http://www.envina.dk</a>
Efterår 2008	Envina	Tilsyn med brøndboring		<a href="http://www.envina.dk">http://www.envina.dk</a>
21.-23. oktober 2008		ECOR-5, EC-DNAPL-3	Amsterdam, Holland	<a href="http://www.redotech.com/">http://www.redotech.com/</a>
22. oktober 2008	ATV	Afværgeteknologi - state of the art	Schæffergården, Jægersborg Alle 166, Gentofte	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
28. oktober 2008	DAKOFA	Jordforurening		<a href="http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_workingcommittee&amp;task=view&amp;id=201&amp;Itemid=105">http://www.dakofa.dk/index.php?option=com_workingcommittee&amp;task=view&amp;id=201&amp;Itemid=105</a>
5. november 2008	ATV	Geofysik - kom der noget ud af millionerne?	Radisson SAS, H.C. Andersen Hotel, Claus Bergs Gade 7, Odense	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>



**Videncenter  
for Jordforurening**

## Videncenter for Jordforurening

Dampfærgevej 22  
Postboks 2593  
2100 København Ø  
jordforurening@regioner.dk  
www.jordforurening.info  
Fax 3529 8300

## Jordforurening.info

udgives af Videncenter for  
Jordforurening og udkommer  
fire gange årligt på papir og  
elektronisk.

**Redaktør:** Kit Jespersen  
**Layout:** Ulla Hilden, Danske  
Regioner  
**Tryk:** Danske Regioner