



## Indhold

- 2 Tillidsfuldt samarbejde i Midtjylland
- 4 Indtryk fra Battelle-konference i USA
- 7 Kort info
- 8 Beregning af indeklimabidrag fra forureninger under bygninger
- 18 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

## 2 09

## Leder

## Samarbejde

Kommunalreformen delte opgaverne på miljøområdet på en måde, der kræver samarbejde og udveksling af viden mellem myndighederne. Vi har tidligere skrevet om datasamarbejde, om at regionerne er i gang med at modernisere deres it-systemer, og at Danmarks Miljøportal er under stadig udbygning.

Man skulle tro, at de aftaler om opdatering af data, der blev indgået i forbindelse med kommunalreformen, kunne sikre dataudvekslingen. Men helt så enkelt er det ikke. Den ny opgavefordeling har givet gråzoner, og det er ikke altid klart, hvem der har pligt til at løse de enkelte opgaver i gråzonerne.

I forhold til jordforurening er det især grundvandsområdet, der er interessant. Jordforureningsopgaven ligger i regionerne, medens grundvandskortlægningen, overvågningen og fordelingen af grundvandsressourcen er fordelt på kommunerne og staten. Det betyder, at ansvaret for at indsamle de oplysninger, som regionerne skal bruge for at kunne prioritere indsatsen på jordforureningsområdet, ligger hos – ja hos hvem? Det fremgår af en ny redegørelse om kommunalreformen (*Status for kommunalreformens gennemførelse – 2009. Udgivet af: KL, Danske Regioner og Indenrigs- og Socialministeriet*), at der ikke er taget klart stilling til den fremtidige vedligeholdelse af data. Ambitionsniveauet er heller ikke på plads. Det er nu, vi skal indsamle de data, der skal bruges i administrationen fremover og sikre, at oplysningerne vil være let tilgængelige for alle.

Regionerne vil derfor presse på for at få denne afklaring. Vi håber, at det kan ske i en konstruktiv dialog og i fælles forståelse af, at oplysningerne er en nødvendighed for, at vi alle kan agere rationelt. Faren, for at drøftelserne tager udgangspunkt i gensidige forsøg på at skubbe byrden over på hinanden, er stor, hvis der er ressourcemangel. Men det er opgaven for vigtig til. Nu gælder det om at finde den rigtige opgavefordeling. Hvis det kræver, at der tilføres ressourcer til dem, der skal løse den, må vi sammen overbevise de bevilgende myndigheder om, at det er en pris, der må betales. Ingen vil få tak for, at vi lader problemstillingen sejle med det resultat, at vi fremover må handle i blinde, når vi skal prioritere grundvandsudnyttelsen og indsatsen for at bevare grundvandsressourcen.

# Stærkt og tillidsfuldt samarbejde

- mellem kommuner og region i Midtjylland

Af Per Novrup, Region Midtjylland

Kommunalreformen placerede opgaven med jordforurening både hos regionerne og kommunerne. Kort tid efter kommunalreformen var der derfor enighed om, at et tæt samarbejde mellem de 19 kommuner og Jord og Råstoffer i Region Midtjylland var ønskelig. På en lang række områder er der nemlig tætte samarbejdsflader og behov for vidensudveksling.

## Tillidsfuldt samarbejde

Første del af det tætte samarbejde, der er i dag, blev skabt ved, at der blev holdt møde med hver enkelt kommune i regionen. Her blev gensidige forventninger til hinanden samt evt. uhensigtsmæssigheder i dataudvekslingen afdækket. Hver kommune fik en kontaktperson i regionen. Det skulle gerne være med til at give et effektivt og tillidsfuldt samarbejde og sagsflow, eftersom kommune- og regionssagsbehandleren kommer til at kende hinanden.

I slutningen af 2007 var det tid til at gøre samarbejdet endnu stærkere. Der blev nedsat en arbejdsgruppe, der skulle se nærmere på, hvordan samarbejdet kunne etableres. Oprindeligt havde otte gamle kommuner fra det tidligere Århus Amt holdt møde om det fremtidige samarbejde på området, men man kunne se en yderligere gevinst ved et tæt og uformelt samarbejde med vidensdeling, arbejdsgrupper og fælles udviklingsaktiviteter mellem alle kommunerne og Jord og

Råstoffer. Arbejdsgruppen foreslog, at der både blev etableret et virtuelt samarbejde samt et samtale- og mødeforum.

## Virtuelt samarbejde

Det virtuelle samarbejde blev skabt gennem Kommunal Teknisk Chefforenings (KTC) hjemmeside. Her var alle kommuner allerede oprettet som brugere, og Jord og Råstoffer fik lov til at etablere et lukket projektrum, som kun medlemmer har adgang til. Projektrummet bruges til at lægge fælles relevant stof ud på, f.eks. dagsordener og referater fra møder, powerpointpræsentationer samt som debatforum. Kommunernes og Jord og Råstoffers jordforureningsfolk kan som supplement til andre fagdatabaser hente inspiration og viden fra projektrummet i forbindelse med den daglige sagsbehandling. Jord og Råstoffer driver og vedligeholder projektrummet.

## Lærerige møder

Ud over det virtuelle samarbejde foreslog arbejdsgruppen, at der blev nedsat en lille styregruppe bestående af to kommunale medarbejdere og en medarbejder fra Jord og Råstoffer, som sørger for udarbejdelse af dagsorden til tre årlige møder. Møderne skal bruges til at debattere aktuelle jordforureningstemaer samt diskutere og påvirke ny lovgivning. Til møderne arbejdes der både med plenumdiskussioner og perioder med "træfpunkter", hvor aktuelle emner for en mindre kreds kan diskuteres mere intenst. Vi har indført begrebet walk and talk, som er obligatorisk til alle møder, hvor der afsættes en halv time til, at man kan gå rundt mellem hinanden og drøfte små sager. Her lærer man også hinanden at kende på det personlige plan. Desuden anvendes mødeforummet til fremlæggelse af større projekter/rapporter samt til kursusaktiviteter Erfaringsudvekslingen begrænser sig ikke kun til de fælles berøringsflader mellem region og kommuner. Det kan også være emner som alene har interesse for kommunerne, men hvor det er praktisk at diskutere emnet,

når man alligevel er samlet. Møderne har været en stor succes – både faglig og socialt - med ca. 50 deltagere pr. gang. Ud over at holde indlæg på møderne står Jord og Råstoffer også for det praktiske i forbindelse med mødeafholdelse.

#### **Den dybe tallerken genbruges**

Det første møde i 2008 handlede om jordforurening i børneinstitutioner, eftersom der pludselig kom offentligt fokus på dem samt områdeklassificering, hvor to kommuner fremlagde deres bud på, hvordan opgaven skal ansues.

Et rådgivende ingeniørfirma holdt indlæg om, hvordan man ved screeningsundersøgelser kunne undersøge børnehaverne for jordforurening. To kommuner gik videre med arbejdet og har efterfølgende fremlagt resultaterne på et møde sidst i 2008, hvor Jord og Råstoffer endvidere fortalte om det videre arbejde med børneinstitutionerne, nu hvor der forelå nogle resultater. I processen har der været en god og konstruktiv diskussion om undersøgelsesomfang mellem kommunerne og regionen. De to kommuners arbejde har endvidere medført, at andre kommuner nu har noget materiale og nogle forureningstal at arbejde ud fra. Den ene kommune har på baggrund af arbejdet efterfølgende deltaget i en national følgegruppe, der skal klarlægge regionernes og kommunernes indsats i forhold til forurenede og lettere forurenede jord i børneinstitutioner – herunder redegøre for den kommende indsats på området.

#### **Fælles brev til Miljøstyrelsen**

ERFA-samarbejdet havde endvidere i 2008 en ekskursion til Århus Havn og Hasle Bakkelandskab. Her fik alle viden om driften af havnen, herunder hvilke papirer der skal udfyldes, før havnen kan modtage den lettere forurenede jord samt om analysekrav. Det var en god oplevelse at se, hvor den lettere forurenede jord egentligt bliver kørt hen og høre lidt om, hvad området efterfølgende skal bruges til. Desuden

blev der holdt indlæg om jordhåndtering samt snakket om analysekrav til jord.

I den sammenhæng blev det besluttet at gå sammen om en skrivelse til Miljøstyrelsen indeholdende et oplæg til ændret praksis, som ønskes overvejet i forbindelse med revision af Anmeldebekendtgørelsen og en evt. kommende vejledning om jordhåndtering og jordflytning. En undergruppe med repræsentanter fra kommunerne og Jord og Råstoffer blev nedsat og den 7. juli 2008, så alle 19 kommuner og Jord og Råstoffer kunne stå inde for forslaget. Miljøstyrelsen har rost forslaget og vil tage det med i deres videre arbejde, eftersom en hel region står bag det.

#### **Fælles gennemgang af JFL**

I 2009 er det første møde afholdt, og her var der fokus på påbud. En advokat med speciale i jordforureningsloven fortalte om kommunernes muligheder for at give undersøgelses- og afværgepåbud - herunder hvornår det er rimeligt at overlade sagen til Jord og Råstoffer. Et meget lærerigt møde, hvor kommunerne og Jord og Råstoffer sammen har hørt, hvilke muligheder der er mht. påbud, samt hvordan vi kan samarbejde i sådanne ofte vanskelige sager.

#### **Mange ting at samarbejde om**

Ud over ovenstående emner er der snakket om § 8 tilladelser/ udtalelser, kortlægning af frugtplantager, nye undersøgelsesmetoder, JAR, EU's kommende jorddrammedirektiv, indeklimatekninger, jordvarme, Re-flab 4 og meget andet. Det kan varmt anbefales at etablere sådanne ERFA-samarbejder mellem regionen og kommunerne.

Yderligere oplysninger om Jord-ERFA-midt, som samarbejdet kaldes, kan fås ved at rette henvendelse til Per Novrup på: Per.Novrup@ru.rm.dk.

Stærkt og  
tillidsfuldt  
samarbejde

In-situ and on-site

# bioremediation

Indtryk fra  
Battelle-konference  
i Baltimore, USA  
den 5.-8. maj 2009

Vi var en flok på 16 danskere fra henholdsvis GEUS, Orbicon, COWI, NIRAS, Oliebranchens Miljøpulje, Region Sjælland og Region Hovedstaden, der deltog i konferencen om biologiske oprensningsteknikker i Baltimore, Maryland. Programmet var bygget op om fem parallelle sessioner samt posterudstilling. Det var et tæt program med spændende og indimellem kreative projekter, der sjældent ses i Danmark. Her er samlet nogen af de mange input, vi fik med hjem fra konferencen.

## Nedbrydning af PAH'er og olie over tid

*Af Anders Riiber Høj, projektchef hos Oliebranchens Miljøpulje*

Battelle's store bioremediation-konference tiltrak igen i år en broget skare af myndigheder, universiteter, rådgivere, in-situ-entreprenører og bygherrer fra hele verden. Der var mange inspirerende oplæg - og med hele 16 danske deltagere har vi de bedste muligheder for at nyttiggøre den nyeste viden i vores hjemlige miljøoprensninger.

Foruden flere tankevækkende indlæg om "site closure strategies" og "bæredygtig remediation" - to globalt aktuelle agendaer - fik jeg god ny viden om de begrænsende faktorer for nedbrydning af PAH og olie i jord over tid. To ambitiøse langtidsstudier viser, at ilt-tilgængelighed og tid er altafgørende:

Den amerikanske Miljøstyrelse (US-EPA) v/Albert Vedosa har studeret den residuale olie på Alaskas strande efter Exxon-Valdes-forliset i 1989. Det viser sig, at der stadig er stort potentiale for videre biologisk nedbrydning. Den begrænsende faktor er ilt - men ikke (som hidtil troet) næringsstoffer. Efter iltning (simpel omrøring) af de siltede/finsandede jordprøver sås således yderligere 85-95 % nedbrydning af PAH og olie over 168 dage.

Universiteterne i Wageningen og Utah v/Joop Harmsen sammenfattede en række forskningsprojekter om PAH-nedbrydning i overfladejord. Konklusionen er, at der sker langsom nedbrydning af alle PAH'er, blot der findes vegetation og >2 vol % ilt i jorden. Et land-farmingstudie over 14 år viser nedbrydning til under kvalitetskriterierne for alle PAH'er, herunder 92 % nedbrydning af BaP. Forskerne peger på dyrkning af energiafgrøder som en driftssikker, billig og miljøvenlig langtidsoprensningsmetode for PAH-forurenede overfladejord.

Den nye viden bør kunne anvendes til mere omkostnings-effektive oprensninger over tid på de mange danske sites med udbredte arealdækkende forureninger, herunder tjærepradser og byområder. Om olieprodukter var der blandt meget andet også interessant nyt om toksiciteten af biodiesel - samt en tankevækkende erfaringsopsamling af halveringstider for benzen i grundvand efter oprensning på 34 sites (medianen var ca. 1 år)!

## Stimuleret reduktiv dechlorering

*Af Charlotte Riis, Anders G. Christensen og Lisbeth Walsted, NIRAS A/S*

Stimuleret reduktiv dechlorering var igen et hyppigt præsenteret emne på årets Battelle-konference. Et af omdrejningspunkterne var oprensning af DNAPL, og der blev både afholdt et kursus forud for selve konferencen, og en række sager blev præsenteret som foredrag på konferencen. Status er, at der nu er ved at være en række sager gennemført med biologisk DNAPL-oprensning. Resultaterne herfra viser, at det i de fleste tilfælde kan lade sig gøre at få selve nedbrydningen til at fungere, og at tidshorizonten for oprensningen primært afhænger af, hvordan den fri fase er fordelt i jorden, og hvor homogent der kan sikres dosering samt eventuel gendosering af substrat og bakterier til den forurenede jordmatrice.

Der blev også præsenteret sager, hvor den biologiske nedbrydning kombineres med abiotisk nedbrydning ved kombineret tilsætning af substrat og nulvalent jern, herunder var der ved et studie anvendt stofspecifikke stabile isotop-analyser til at dokumentere, om den abiotiske eller den biologiske nedbrydningsvej var dominerende i en konkret sag. En anden præsentation beskrev model-simuleringer og felt-demonstration til fastlæggelse af den nødvendige dosering af dechlorerende bakteriekultur for forskellige geologier, forurenings- og afværgesituationer. Resultaterne indikerede, at det for eksempel i DNAPL-kildeområder er vigtigt at tilføje høje nok koncentrationer af bakterier, mens doseringen for lav-koncentrationskildeområder ikke har den store betydning for effekten, da bakterierne opformerer sig i sedimentet. For DNAPL-kildeområder og for biobarrierer har det endvidere betydning, hvilken geologi oprensningen sker i, idet bakteriernes evne til at sidde fast på sedimentet er væsentligt for opformeringspotentialet.

## Emerging chemicals

*Af Nina Tuxen og Pernille Kjærsgaard, Orbicon*

På konferencen var der en hel session om alle de stoffer, vi indtil nu har haft mindre fokus på, men som optræder i miljøet i bekymrende høje koncentrationer (såkaldte "emerging chemicals"). Der blev snakket om hormonlignende stoffer, medicinrester, koffein samt stoffer som nonylphenol, PFOS og PFOA. USGS præsenterede et meget omfattende og spændende projekt omhandlende forekomst, målemetoder, skæbne og økologiske effekter af disse stoffer - se (<http://toxics.usgs.gov/regional/emc/>).

På gangene snakkede vi også om forskellene mellem amerikanske og danske myndigheders opmærksomhed på, hvad det er vi putter i jorden i forbindelse med oprensningprojekter. At vi f.eks. vælger at bruge økologisk

melasse uden pesticider i forbindelse med reaktiv dechlorering, anser de nærmest som hysterisk - meget tankevækkende!

## Kombination af oprensningsteknikker og generelt om bæredygtighed

*Af Henriette Kerrn-Jespersen, Lone Karlby og Mads Terkelsen, Region Hovedstaden*

Flere sessioner omhandlede kemisk oxidationens betydning for mikroorganismene, samt om det er muligt at kombinere kemisk oxidation og reaktiv deklorering. Umiddelbart selvmodsigende, da nogle af de kemiske stoffer virker desinficerende, og de skaber et oxiderende miljø - hvorimod anaerob deklorering af chlorerede opløsningsmidler kræver tilstedeværelse af den rette bakteriesammensætning og meget reducerede forhold. Mikrobiologiske studier viste, at kemisk oxidation har en negativ effekt på mikroorganismernes antal, og sammensætningen ændres, men "skaden" er ikke permanent. Samlet var budskabet, at de to teknikker kan kombineres i et oprensningprojekt. Endvidere vurderes det, at der kan drages fordel af, at der ved kemisk oxidation i kildeområdet kan frigives organiske stoffer til grundvandet, der kan være medhjælpende til at drive den anaerobe deklorering i forureningsfanen.

### Bæredygtighed

Internationalt er der sket en stor udvikling inden for "Green Remediation" og "Sustainable Remediation" det seneste års tid, og der er dannet grupper både i USA og Europa, som løbende beskæftiger sig med emnerne. Det har bl.a. betydet, at der er udviklet flere meget operatio-

Indtryk fra  
Battelle-konference  
i Baltimore, USA  
den 5.-8. maj 2009

nelle værktøjer til vurdering af bæredygtighed i forhold til oprensning. Værktøjerne tager udgangspunkt i forholdsvis simple beregninger af effektivitet, pris og miljøpåvirkninger. Priser for oprensninger beregnes som nutidspriser, uanset varighed. Miljøpåvirkningerne opgøres som Carbon Footprint – dvs. emissionen af drivhusgasser. Andre miljøbelastninger som f.eks. udledning til vand, brug af knappe ressourcer, arbejdsmiljø, affald og støj indgår ikke i opgørelsen.

## Molekylærbiologiske teknikker

Af Jesper Bælum, GEUS

Det mikrobielle potentiale til udførelse af dekloreringsprocesser anses i stigende omfang som en vigtig parameter i forbindelse med stadig flere oprensningssager. Dette afspejlede sig også på konferencen, hvor analyser af de mikrobielle nedbrydere havde fundet vej til et bredt udvalg af præsentationer i mange forskellige sessioner. Særligt én formiddagssession var dedikeret til præsentation af det allernyeste inden for molekylær detektion af mikrobielle nedbrydere. Her præsenterede flere af oplægsholderne studier baseret på detektion og analyse af RNA-molekyler i stedet for det hidtil anvendte DNA-molekyle. RNA har den særlige egenskab, at det indeholder information om, hvilke organismer og processer der er aktive i en given prøve, frem for DNA, der kun indeholder information om, hvilke potentialer der findes i prøven.

Indtryk fra  
Battelle-konference  
i Baltimore, USA  
den 5.-8. maj 2009

Et andet yderst relevant studie, der bør nævnes, var en sammenligning af *Dehalococcoides* kvantificeringer foretaget af en række kommercielle såvel som akademiske laboratorier, hvor det var tydeligt, at flere af laboratorierne havde problemer med reproducerbarheden. Der var imidlertid ingen tendens til, at de kommercielle laboratorier skulle være hverken bedre eller dårligere end de akademiske laboratorier. Der er ingen tvivl om, at de molekylærbiologiske metoder er kommet for at blive, og at udviklingen går stærkt inden for dette felt. Det bliver spændende at følge de næste par år.

## Optimering af injektionsteknikker i lavpermeable aflejringer

Af Jesper Cortsen og Bernt Grosen, COWI.A/S

Influensradius og ensartet fordeling af f.eks. kaliumpermanganat samt donor og bakterier er kritiske parametre, når oprensningseffekten, oprensningstiden og omkostningerne til in situ afværge skal vurderes.

Fokus var på direkte injektionsteknikker med f.eks. Geo-Probe. Flere indlæg gik på, hvordan influensradius ved anvendelse af direkte injektioner kan forøges, hvordan kontakten mellem de reaktive stoffer og forureningen kan forbedres, og hvordan risikoen for overflow til overfladen kan formindskes.

Injektionsteknikken kan bl.a. optimeres ved at tilsætte væsken i trykpulse. Frekvensen af trykpulsene afpasses efter den aktuelle aflejring. Hver trykpuls er årsag til en momentan forøgelse af den effektive porøsitet. Ved trykpulsene overvindes de kapillære kræfter, og stoffet introduceres i porer, som ellers ikke vil blive påvirket ved injektion under konstant tryk. Ifølge Howard. F. Nichols fra TRC Environmental Corporation i USA vil denne teknik kunne formindske oprensningsomkostningerne med op til 40 %.

## GreenRemediation Conference

**Green Remediation – en international konference om bæredygtige afværgemetoder, der afholdes i København i november 2009 op til klimatopmødet.**

"Green Remediation" er navnet for en bæredygtig måde at håndtere forureninger på. Det burde være en ubetinget god gerning at rydde op efter en forurening, men ofte kræver det et højt råstof- og energiforbrug at rense forureninger op. En oprensning kan også efterlade en del affald, som så igen enten skal håndteres eller deponeres, dette medfører bl.a. en øget CO<sub>2</sub> udledning. Sagt med andre ord – hvis opgaven bliver grebet forkert an, så kan en lokal miljøforbedring bidrage til en global eller regional miljøforværring. Livscyklusvurderinger eller bæredygtighedsbetragtninger vinder i stigende grad indpas – også ved mindre anlægsprojekter, som de fleste oprydninger trods alt stadig hører til.

Der er udviklet forskellige værktøjer til udvidede vurderinger af afværgeløsninger i flere lande, dér iblandt Danmark. Hidtil har anvendelsen af disse værktøjer i forbindelse med valg af afværgemetoder herhjemme dog været sparsomme, og de er ikke indgået som standardværktøj, når der skulle laves oprydninger.

Forvaltningsmæssigt er der også forskel på de krav, der stilles. Hvor vi i Danmark ikke stiller myndighedskrav til bæredygtighed, så gør man det i f.eks. Storbritannien. Formålet med konferencen er derfor at udveksle de internationale erfaringer, der er opnået omkring bæredygtige oprensninger – både inden for det teknologiske og vurderingsmæssige område - men også inden for policy-området.

**Konferencen finder sted den 9. - 10. november 2009 i Ingeniørforeningen på Kalvebod Brygge i København.** Københavns Kommune er vært ved en officiel modtagelse af de delegerede på Københavns Rådhus den 9. november 2009 om aftenen.

Der var deadline for abstracts den 8. juni 2009, og konferenceprogrammet forventes færdigt den 30. juni 2009. Der kan læses mere om konferencen på hjemmesiden: <http://www.polytec.dk/GreenRemediation/>

Konferencen er blevet til efter initiativ fra NIRAS i et samarbejde mellem Videncenter for Jordforurening, Region Hovedstaden, Miljøstyrelsen, GEO, COWI, Rambøll og DMR.

# Beregning af indeklimabidrag fra forureninger under bygninger uden støbt terrændæk

*Af Thomas Hougaard, projektleder, Golder Associates A/S og Lise Frohn, seniorforsker, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet*

Siden sin fremkomst i 1998 og specielt efter den blev publiceret på nettet som regneark i 2000, har Miljøstyrelsens model for risikovurdering af jord og grundvandsforureninger JAGG været det foretrukne værktøj i Danmark. Ved hjælp af få standardparametre som rutinemæssigt fremkommer ved en forureningsundersøgelse, giver modellen mulighed for at regne på endog meget forskelligartede forhold. Miljøstyrelsen har på den baggrund opnået en robust, kortfattet og frem for alt standardiseret sagsbehandling, som savner sidestykke i udlandet.



## Indledning

Efterhånden som rådgivere og myndigheder i stigende grad er blevet fortrolige med JAGG-modellen, er også dens begrænsninger blevet tydeligere.

En af begrænsningerne i modellen er den manglende mulighed for at gennemføre standardiserede beregninger af underliggende forureningers bidrag til indeklimaet i overliggende bygninger uden støbt jernarmeret terrændæk.

I de tilfælde, hvor der forefindes et terrændæk uden jernarmering, har praksis udviklet sig således, at standardværdierne for jernarmerede terrændæk i regnearket benyttes, en praksis der i dag må siges at være alment accepteret af myndighederne i forbindelse med sagsbehandlingen.

I de ikke helt få tilfælde, hvor der ikke forefindes terrændæk, og hvor bygningens gulv består af planker lagt på strøer i sand, er det imidlertid ikke muligt at benytte regnearket.

Problemet har været søgt løst i de enkelte sager ved brug af en lang række forskellige modeller, strækkende sig fra antagelser om, at der alene forekommer diffusivt bidrag til indeklimaet til at gennemføre beregningerne, som om der var et jernarmeret terrændæk og så forhøje den fremkomne koncentration med en faktor hvis størrelse, der argumenteres for med udgangspunkt i bygningens udformning, beliggenhed m.v..

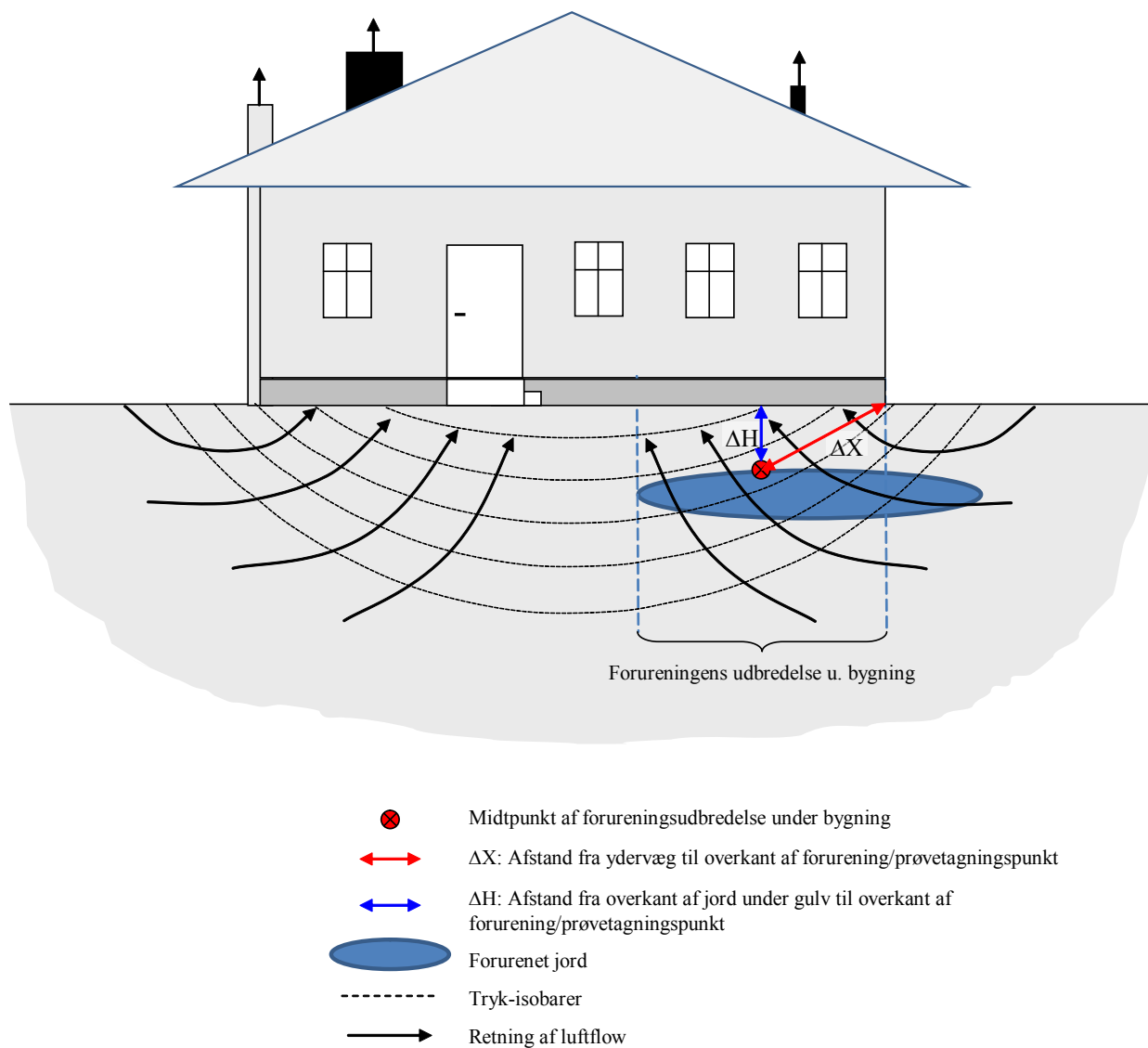
At det overhovedet er nødvendigt at foretage beregninger af en underliggende forureningsbelastning af indeklimaet skyldes, at en lang række af de stoffer, der trænger op i bygningen, specielt fra fyringsolieforureninger, i forvejen findes i indeklimaet. Ofte findes stofferne i koncentrationer, der er sammenlignelige med forureningens bidrag. Stofferne stammer fra lak og fernis, træ, benzindrevne maskiner, olie- og petroleums-lamper, brændeovne, plastik, rygning, trafik m.m. Det er således ikke muligt ved måling direkte i indeklimaet, at kvantificere, hvor meget der stammer fra en underliggende forurening. Det kan kun gøres for stoffer som f.eks. chlorerede opløsningsmidler, der ikke normalt forekommer i indeklimaet, og selv her er det nødvendigt at klarlægge de mulige fejlkilder nøje inden måling.

## Formål

Formålet med denne artikel er at præsentere læseren for en kortfattet og alment brugbar model til beregninger i ovennævnte situation.

**Modellen ligger til fri afbenyttelse på Videncenter for Jordforurenings hjemmeside på [www.jordforurening.info](http://www.jordforurening.info) under: *Udgivelser/Andet/Regneark - konvektivt bidrag til boliger under tærrendæk.***

Figur 1 Skematisk illustration af luftflowet ind og ud af en bygning



### Baggrund

Varm luft stiger opad - det kender vi fra f.eks. radiatorer, stearinlys, bål og brændeovne. Årsagen er, at luften udvider sig, når den bliver varm, hvorved massefylden falder i forhold til den omgivne luft, hvilket medfører, at den varme luft ”flyder ovenpå”.

Samtidig falder vægten af den samlede luftsøjle den varme luft indgår i med det resultat, at det nedafrettede tryk under den varme luft mindskes. Det herved opståede undertryk i forhold til omgivelserne udlignes løbende ved at luft fra omgivelserne strømmer ind fra siden, eller i brændeovnens tilfælde gennem spjældet i ovnen. I hverdagen kendes fænomenet som skorstenseffekten.

I bygninger, hvor den gennemsnitlige temperatur er højere end udenfor, er der tilsvarende en svag skorstenseffekt. En effekt, der forstærkes af brændeovne, tørretumblere, ventilatorer, emhætter og ventilationssystemer.

En af konsekvenserne heraf er, at der til stadighed suges luft fra undergrunden op i bygningen.

I de tilfælde, hvor bygningen ligger over en forurening med let flygtige forbindelser som chlorerede opløsningsmidler eller lette kulbrinter, fører luftstrømmen ind i bygningen også komponenter fra forureningen med op.

Den strømmende luft kan betragtes som en lavviskøs væske, der flyder gennem et porøst medie i form af jorden mellem forureningen og gulvkonstruktionen. Figur 1 skitserer, hvordan luftflowet i jorden under et hus finder sted.

Gennemføres periodisk (minimum én gang om året, men frekvensen afhænger bl.a. af resultaterne af den grundlæggende karakteriseringstestning) på affald, som er optaget på en positivliste. Resultatet af overensstemmelsestestningen må ikke afvige væsentligt fra resultatet af den grundlæggende karakterisering.

#### Væskestrømninger i porøse medier

Laminare væskestrømninger i porøse medier som f.eks. jord beskrives ved hjælp af Darcys Lov i sin generelle udformning:

---

#### Ligning 1

$$V = \frac{\kappa \cdot \Delta P}{\mu \cdot \Delta X}$$

Enheden er m/s

V	= væskens hastighed; m/s
$\kappa$	= permeabiliteten; m <sup>2</sup>
$\Delta P$	= trykforskellen; Pa,
$\mu$	= væskens dynamisk viskositet; Pa s
$\Delta X$	= længden gennem hvilket væsken skal flyde; m.

---

Kender man disse parametre, er det muligt at beregne flowet ind i huset og den resulterende koncentration i indeklimaet.

Beregningen af permeabiliteten,  $\kappa$ , ud fra den hydrauliske ledningsevne, K, er nærmere gennemgået i sidste afsnit af artiklen.

Den anvendte  $\Delta X$  i modellen beregnes som afstanden fra terræn ved nærmeste ydervæg til midten af forureningens udbredelse under bygningen eller rummet. I dette punkt svarer hastigheden af den indstrømmende luft til gennemsnittet over hele forureningens udbredelse.

Såvel det forhold, at der anvendes samme permeabilitet for hele den valgte længde, som selve valget af længde, kan diskuteres. Valgene er truffet for at give en enkel model, der alene gør brug af parametre der i forvejen kendes fra rutineundersøgelser.

Ligning 1 angiver hastigheden hvormed poreluften bevæger sig i jorden. Ved at indsætte talværdien for poreluftvolumen,  $V_{Luft}$ , i jorden i Ligning 1, beregnes volumenstrømmen, dvs. hvor mange  $m^3$  luft der strømmer op pr  $m^2$  jord pr sekund.  $V_{Luft}$ , fremgår af Tabel 1.

---

### Ligning 2

$$Volumenstrøm = \frac{k \cdot \Delta P \cdot V_{Luft}}{m \cdot \Delta X}$$

Enheden er  $m^3/m^2/sek$ , hvilket kan forkortes til  $m/s$ .

---

Ved at gange volumenstrømmen med poreluftkoncentrationen i poreluften fås massestrømmen pr.  $m^2$  pr. sekund af forureningskomponenten op i bygningen.

---

### Ligning 3

$$Massestrøm = \frac{k \cdot \Delta P \cdot V_{Luft} \cdot \text{Poreluftkoncentrationen}}{m \cdot \Delta X}$$

Enheden er  $mg/m^2/sek$ .

---

Der er flere muligheder for at vælge, hvilken poreluftkoncentration man ønsker at benytte. Desværre er der ikke noget endegyldigt svar på, hvilken værdi der er den bedste, flere forhold taler både for og imod.

- I det første halve til hele år efter et oliespild falder poreluftkoncentrationen ofte en faktor 10 eller mere, hvorefter den langsomt stabiliserer sig, efterhånden som de flygtige komponenter i olien fordamper, udvaskes eller nedbrydes.
- Resultaterne af poreluftmålinger varierer betragteligt over korte tidsrum selv i ældre forureninger, der må betragtes som rimeligt stabile. Således finder NIRAS<sup>1</sup> en variation i poreluftkoncentrationerne på den enkelte lokalitet på mellem 1,4 og 3,6 gange over en 2 ugers periode. Variationerne ser ikke ud til at være relateret til variationer i lufttrykket i måleperioden.
- Årstiden, og dermed grundvandsstanden og mætningsgraden af den umættede zone, har også indflydelse på poreluftkoncentrationen. Jo højere vandmætning des lavere er diffusion og laminart flow gennem jorden.
- Ofte er forureningen ikke afgrænset under bygningen ligesom den videre mobilitet sjældent er afklaret. Det er derfor ofte svært at afgøre, hvor stor en del af bygningen der er berørt af forureningen.

For at imødegå disse usikkerheder anbefales det at anvende den højeste måling fra sidst foretagne målerunde. Eventuelt et gennemsnit af de to højeste målinger fra de sidste to målerunder, hvis disse varierer meget.

---

<sup>1</sup> Poreluftmålinger under gulv ved passiv opsamling. Videncenter for Jordforurening. Teknik og Administration Nr. 1 2008, p. 78,

Det samlede konvektive bidrag beregnes dernæst ved at dividere med loftshøjden og luftskiftet.

#### Ligning 4

$$\text{Konvektivt bidrag} = \frac{k \cdot \Delta P \cdot V_{Luft} \cdot \text{Poreluftkoncentration}}{m \cdot \Delta X \cdot \text{Luftskifte} \cdot \text{Loftshøjde}}$$

Endelig skal der justeres for de tilfælde, hvor forureningen kun ligger under dele af den bygning eller det rum beregningen foretages i forhold til.

#### Ligning 5

$$\text{Konvektivt bidrag} = \frac{k \cdot \Delta P \cdot V_{Luft} \cdot \text{Poreluftkoncentration} \cdot \text{Berørt areal}}{m \cdot \Delta X \cdot \text{Luftskifte} \cdot \text{Loftshøjde}}$$

Afslutningsvist lægges det diffusive bidrag udregnet i JAGG-modellens Udeluft-modul til det konvektive bidrag, hvorved den samlede belastning af indeklimaet fremkommer.

#### Ligning 6

Samlet bidrag

$$= \frac{k \cdot \Delta P \cdot V_{Luft} \cdot \text{Poreluftkoncentration} \cdot \text{Berørt areal}}{m \cdot \Delta X \cdot \text{Luftskifte} \cdot \text{Loftshøjde}} + \text{Diffusivt bidrag}$$

Det diffusive bidrag findes ved at gennemføre en JAGG-beregning i modulet ”Udeluft”. Her anvendes en af de fire mulige jordtyper og samme poreluftkoncentration som i den konvektive beregning, Dybden til forureningen er den lodrette tykkelse af jordlaget over forureningen angivet som  $\Delta H$  på Figur 1.

Når beregningen er foretaget, trykker man sig ind på ”Mellemresultater”, hvorved Fluxen, J, vises. Talværdien kopieres ind i det hvide indfelt i boksen til beregning af diffusivt bidrag. Her korrigeres det diffusive bidrag på samme måde som det konvektive for, hvor stor en del af bygningen eller rummet der regnes i forhold til det, der er påvirket af den underliggende forurening.

Er man ikke i besiddelse poreluftmålinger, kan man via JAGG-modellens fugacitetsmodul beregne en poreluftkoncentration, denne kan så sættes ind i beregningen. Dette fungerer med rimelig præcision for enkeltstoffer, for hvilke der foreligger analysedata.

I tilfældet totalkulbrinter, der ikke er et veldefineret stof, men en blanding af hundreder af enkeltstoffer, er man nødt at vælge et modelstof til fugacitetsberegningen. Helst skal stoffet repræsentere de fundne totalkulbrinter nøjagtigt, hvilket selvsagt ikke lader sig gøre. En lang række stoffer har derfor været anvendt i rollen som totalkulbrinter. En nærmere

gennemgang af konsekvenserne ved valg af forskellige modelstoffer kan findes i Jordforurening.info, Nr. 4 2007<sup>2</sup>.

Her skal blot nævnes, at forskellen på at anvende f.eks. n-oktan og n-hexadekan i en fugacitetsberegning i JAGG-modellen for ler indeholdende 100 mg kulbrinter/kg giver resultater, der adskiller sig mere end 1.400 gange.

**Skema 1** viser et print af en beregning af indeklimabidraget fra en kulbrinteurening 1 meter under gulv, der strækker sig ca. 5 meter ind under bygningen.

<b>Beregning af indeklimabelastning fra underliggende forureninger i bygninger uden terrændæk</b>		
Beregning af konvektivt og diffusivt bidrag til indeklimaet på	Ahornbuen 16, 4000 Roskilde	
For	Totalkulbrinter	
Poreluftkoncentration fra måling/beregning d.	1. februar 2008	
på	450	mg/m <sup>3</sup>
Det konvektive bidrag er styret af Darcys ligning for væskeflow i porøse medier: $V = \kappa \Delta P / \mu \Delta X$ . $V$ =flowhastigheden; $\Delta P$ =trykforskel; $\mu$ =lufts dynamiske viskositet; $\Delta X$ er distancen luften bevæger sig		
Jordtype	Groft sand	
Hydraulisk ledningsevne for den valgte jordtype	2,00E-04	m/s
$\kappa$ (permeabiliteten) for strømning i den valgte jordtype	2,61E-11	m <sup>2</sup>
$\Delta P$ mellem inde og ude (Standardværdi fra MST Vejledning 6 og 7 1998)	5	Pa
$\mu$ luft*	1,80E-05	Pa.S
$\Delta X$	3,00	m
Berørt areal	100	%
Poreluftvolumen	30	V/V %
Der er	2,3	m til loft
Med et luftskifte på	0,3	gange i timen
$V_{\text{luft}}$	2,42E-06	m/s
Giver dette en volumenstrøm på	0,00000072622	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /sek
Hvilket svarer til	0,00072621641	l/m <sup>2</sup> /sek
Med en koncentration på	450,0000	mg/m <sup>3</sup> poreluft
Giver det et bidrag på	0,00032680	mg/m <sup>2</sup> /sek
Svarende til	1,176471	mg/m <sup>2</sup> /time
Medfører det et konvektivt bidrag på	1,7050	mg/m <sup>3</sup>
Det diffusive bidrag er jf. MST JAGG udeluftmodulet**	2,34E-04	mg/m <sup>2</sup> /sek
Berørt areal	100	%
Svarende til	0,84204	mg/m <sup>2</sup> /time
Med et luftskifte på	0,3	gange i timen
og	2,3	meter til loft
Medfører det et diffusivt bidrag på	1,2203	mg/m <sup>3</sup>
Det betyder at det samlede bidrag udgør	2,9254	mg/m <sup>3</sup>
Miljøstyrelsens kvalitetskriterie i luft for	Totalkulbrinter er	0,100 mg/m <sup>3</sup>
Følgende jordlag er anvendt ved den diffusive beregning: 1,0 meter sand		
* Den dynamiske viskositet for luft er $1,8 \cdot 10^{-5}(\text{kg/m}) \cdot \text{s}$ , Jvf. MST Vejledning 7, 1998. pp. 246.		
** Ved totalkulbrinter er beregningen foretaget med: n-Oktan som modelstof		
Det maksimalt opnåelige flow fra undergrunden ind i bygningen er salt lig ventilationsflowet. Den maksimale indeklimakoncentration er således lig med poreluftkoncentrationen.		

Udarbejdet af Golder Associates A/S og Danmarks Miljøundersøgelser.

2 Hougaard T: Brug af modelstoffer i risikovurderinger af olieforureninger. Jordforurening.info 4-2007.

### Beregning af permeabilitet ud fra den hydrauliske ledningsevne

Laminare væskestrømninger i porøse medier som f.eks. jord, beskrives ved hjælp af Darcys Lov i sin generelle udgave.

Darcys Lov i sin generelle udformning:  $V = \frac{k \cdot \Delta P}{m \cdot \Delta X}$

- V = væskens hastighed; m/s
- k = permeabiliteten; m<sup>2</sup>
- ΔP = trykforskellen; Pa,
- μ = væskens dynamisk viskositet; Pa s
- ΔX = længden gennem hvilket væsken skal flyde; m

Ved brug indenfor vandindvinding og hydrogeologi benyttes en forkortet udgave af loven:

$$V = K \cdot I$$

- V = vandets hastighed; m/s
- K = hydraulisk ledningsevne, m/s
- I = hydraulisk gradient (ΔY/ΔX); dimensionsløs
- ΔY = højdeforskellen i meter vandsøjle mellem ind- og udløb; m
- ΔX = længden gennem hvilket væsken skal flyde; m

Bemærk at permeabiliteten har symbolet κ (Lille kapa) og enheden m<sup>2</sup>, mens den hydrauliske ledningsevne benævnes K (Store k) med enheden m/s. Den grafiske lighed mellem symbolerne sammen med det forhold, at begreberne i mange publikationer anvendes mere eller mindre synonymt, giver anledning til udbredt usikkerhed om den fysiske betydning af begreberne og den korrekte brug af dem ved beregninger. I de fleste tilfælde, hvor begreberne bruges synonymt, menes der hydraulisk ledningsevne, men ikke altid.

Da langt hovedparten af det arbejde, der udføres m.h.t. væskestrømninger i jord vedrører vand, er det den korte udgave af Darcys Lov, der oftest finder anvendelse. Som følge heraf forefindes en lang række målinger af forskellige jordarters hydrauliske ledningsevner, og tabelværdier findes i rigt mål. I JAGG-modellen er der således listet ikke mindre end 14 værdier op, 11 horisontale og 3 vertikale.

I modsætning hertil er der kun få tabelværdier for permeabiliteter. I JAGG-modellen er der således kun listet 3 op i afsnittet om lossepladsgas.

Ved at kombinere de to udgaver af loven er det muligt at beregne permeabiliteten ud fra den hydrauliske ledningsevne.

$$V = \frac{k \cdot \Delta P}{m \cdot \Delta X} \quad \text{og} \quad V = K \cdot I \quad \text{Ved at sætte de to ligninger lig hinanden fås} \quad K \cdot I = \frac{k \cdot \Delta P}{m \cdot \Delta X}$$

$$\text{Hvorefter } k \text{ kan isoleres: } k = \frac{K \cdot I \cdot m \cdot \Delta X}{\Delta P} = \frac{K \cdot (\Delta Y / \Delta X) \cdot m \cdot \Delta X}{\Delta Y \cdot 0.000} = \frac{K \cdot m}{0.000}$$

idet det huskes, at for vand gælder at ΔP(for vand) = ΔY(i m)·10.000 Pa/m ved en massefylde på 1000 kg/m<sup>3</sup>.

Ved gennemregning fås, at den hydrauliske ledningsevne er en faktor  $7,65 \cdot 10^6$  sm højere end permeabiliteten for vand uanset jordtype. Nedenfor ses et eksempel på beregning af forholdet med udgangspunkt i den hydrauliske ledningsevne for groft sand på  $2 \cdot 10^{-4}$  m/s.

$$k = \frac{K \cdot m}{0.000} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \cdot 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ Pa} \cdot \text{s}}{0.000 \text{ Pa/m}} = 7,6 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

- $k$  = permeabiliteten;  $\text{m}^2$
- $K$  = hydraulisk ledningsevne for groft sand:  $2 \cdot 10^{-4}$  m/s
- $l$  = hydraulisk gradient ( $\Delta Y/\Delta X$ ); dimensionsløs
- $\Delta P$  = trykforskellen; Pa, 1 meter vandsøjle svarer omtrent til et tryk på 10.000 Pa
- $\mu$  = Vands dynamiske viskositet:  $1,8 \cdot 10^{-5}$  Pa·s
- $\Delta X$  = længden gennem hvilket væsken skal flyde.
- $\Delta Y$  = højdeforskellen i meter vandsøjle mellem ind- og udløb

**Tabel 1:** Hydrauliske ledningsevner fra JAGG-modellen listet op sammen med de tilsvarende beregnede permeabiliteter

	Poreluftvolumen	Hydraulisk Ledningsevne	Interval	Beregnet permeabilitet
Lerjorde (overfladenært)	10 %	1,00E-08 m/s	(1,0E-08 - 1,0E-06)	1,31E-15 $\text{m}^2$
Dybe lerlag	10 %	1,00E-08 m/s	(1,0E-08 - 1,0E-02)	1,31E-15 $\text{m}^2$
Silt	20 % (?)	1,00E-05 m/s	(1,0E-05 - 5,0E-05)	1,31E-12 $\text{m}^2$
Sand, fint	30 %	1,00E-05 m/s	(1,0E-05 - 5,0E-05)	1,31E-12 $\text{m}^2$
Sand, mellemkornet	30 %	5,00E-05 m/s	(5,0E-05 - 1,0E-04)	6,54E-12 $\text{m}^2$
Sand, groft	30 %	2,00E-04 m/s	(2,0E-04 - 1,0E-03)	2,62E-11 $\text{m}^2$
Grus	30 %	1,00E-03 m/s	(1,0E-03 - 5,0E-02)	1,31E-10 $\text{m}^2$
Gytje	10 % (?)	1,00E-10 m/s	1,00E-10	1,31E-17 $\text{m}^2$
Sandsten	10 % (?)	1,00E-08 m/s	(1,0E-08 - 1,0E-05)	1,31E-15 $\text{m}^2$
Kalk	10 % (?)	1,00E-07 m/s	(1,0E-07 - 1,0E-05)	1,31E-14 $\text{m}^2$
Klippe, opsprækket og forvitret	10 % (?)	1,00E-08 m/s	(1,0E-08 - 1,0E-04)	1,31E-15 $\text{m}^2$
Vertikalt:				
Moræneler, 1-1,5 m u. t.	10 %	1,30E-05 m/s	1,30E-05	1,70E-12 $\text{m}^2$
Moræneler, 2-2,5 m u. t.	10 %	4,20E-06 m/s	4,20E-06	5,49E-13 $\text{m}^2$
Moræneler, 4-4,5 m u. t.	10 %	2,50E-07 m/s	2,50E-07	3,27E-14 $\text{m}^2$
Hydrauliske ledningsevner fra JAGG-modellen listet op sammen med de tilsvarende beregnede permeabiliteter. Forholdet viser sig altid at være 7.650.000 sm. Værdier for poreluftvolumener stammer fra MST 7, 1998. Værdier markeret med (?) er skønnede.				

Det skal bemærkes, at størrelsen af de beregnede permeabiliteter er lidt større end den faktiske permeabilitet, idet den hydrauliske ledningsevne, ud fra hvilken permeabiliteten er beregnet, er baseret på det fulde porevolumen, mens det porevolumen luften optager er mindre pga. jordens vandindhold.

Dette modsvarer dog til fulde af at permeabiliteterne er udregnet på basis af den laveste værdi af de af Miljøstyrelsen opsatte intervaller for de hydrauliske ledningsevner.



**Table 2:** Sammenstilling af generelle tabelværdier for hydrauliske ledningsevner og permeabiliteter

Hydrauliske ledningsevner og permeabiliteter for en række forskellige jordtyper og klipper. Efter Bear, 1972													
K (m/s)	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>
K (cm/s)	10 <sup>-</sup>	10 <sup>1</sup>	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>
Sten, grus, sand og silt	Velsorterede sten og groft grus		Velsorteret sand eller sand og grus			Fint sand, silt, lerjord							
Tørv og ler					Tørv		Opsprækket ler			Fed / intakt ler			
Klippe	Kraftigt opsprækket klippe				Oliereservoir-klippe			Frisk sandsten		Frisk kalksten, dolomit		Frisk granit	
Horizontale hydrauliske ledningsevner og permeabiliteter for en række jordtyper og klipper. Efter MST 7, 1997 pp. 308													
Silt og fint sand													
Sand, mellem													
Sand, groft													
Grus													
Ler	Dybe Lerlag												
											Overfladenære lerjorde		
Gytje													
Klippe	Opsprækket / forvitret												
											Kalk		
											Sandsten		
Vertikale hydrauliske ledningsevner for ler. Efter MST 7 1997, pp. 218													
1 - 1,5 m u.t.													
2 - 2,5 m u.t.													
4 - 4,5 m u.t.													
- (m <sup>2</sup> )	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-15</sup>	10 <sup>-16</sup>	10 <sup>-17</sup>	10 <sup>-18</sup>	10 <sup>-19</sup>
- (cm <sup>2</sup> )	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>	10 <sup>-5</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-8</sup>	10 <sup>-9</sup>	10 <sup>-10</sup>	10 <sup>-11</sup>	10 <sup>-12</sup>	10 <sup>-13</sup>	10 <sup>-14</sup>	10 <sup>-15</sup>
- (millidarcy)	10 <sup>8</sup>	10 <sup>7</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>-</sup>	10	1	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-4</sup>
Permeabiliteter for tre jordtyper. Efter MST 7, 1997, pp. 218.													
Moræneler													
Sand, Fint													
Sand, groft													
<p>Tabellen læses ved at finde den ønskede jordtype i venstre kolonne og derefter se, hvilket interval jordtypen ligger i. Tabelværdierne for hydrauliske ledningsevner er placeret øverst i skemaet markeret med grøn, mens de tilsvarende permeabiliteter, markeret med gul, er anbragt nederst. Grønne felter refererer til at feltet er anbragt ud fra en opgivet hydraulisk ledningsevne, mens gule felter refererer til at feltet er anbragt ud fra en opgivet permeabilitet.</p> <p>Bemærk, at kolonnerne for hydrauliske ledningsevner og permeabiliteter burde være lidt forskudt, dette er af praktiske hensyn undladt. I tabellen s. 218 MST 7, 1998, angives permeabiliteterne som "Luftpermeabilitet" med symbolet k (lille k). Ud fra sammenhængen er det imidlertid klart, at det drejer sig om permeabiliteten, og burde have haft symbolet κ (lille Kappa).</p>													

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

### Vandsektorloven er vedtaget

Folketinget vedtog den 28. maj 2009 den såkaldte vandsektorlov. Med loven skabes der først og fremmest en klarere rollefordeling mellem de kommunale myndigheder og driften af de kommunalt ejede vand- og spildevandsforsyninger ved at disse organiseres som selskaber. Af andre initiativer i loven kan nævnes benchmarking, indførelse af årsregnskab, miljøledelse og en teknologiudviklingsfond.

Læs bl.a. mere i danskVAND nr. 2, april 2009, årgang 77, side 46-49. ISSN 1602-3609 og Vand Posten nr. 168, april 2009, side 4 og side 22-23. Lov om vandsektorens organisering og økonomiske forhold, L150. Loven kan hentes på [www.folketinget.dk](http://www.folketinget.dk). Konsekvenser for anden lovgivning af lov om vandsektorens organisering og økonomiske forhold fremgår af L 151.

### Øv, vi har fundet olie

Artiklen ser på og giver gode råd til, hvad en huskøber skal være opmærksom på i forhold til jordforurening. Den giver også en indføring i de retskrav, som en huskøber enten har eller ikke har.

Miljømagasinet nr. 1, april 2009, side 36. Artiklen kan hentes på [www.miljomagasinet.dk/](http://www.miljomagasinet.dk/).

## 2 Kortlægning og undersøgelser

### Undersøgelser frem for afværge – state of the art

Formålet med dette ATV-møde var at skabe et overblik over relevante undersøgelsesmetoder og -værktøjer i de forskellige undersøgelsesfaser fra V1 til udvidede undersøgelser samt at diskutere om omfanget af aktiviteter i de enkelte undersøgelsesfaser er optimal i forhold til fasernes formål. Hvad er "state of the art" i forhold til undersøgelsesmetoder og -værktøjer? Herunder tænkes

på de relevante undersøgelsesmetoder og -værktøjer lige fra traditionel jord- og vandprøvetagning, hydrologiske undersøgelser (pejlinger, prøvepumpninger, slugtest) og geofysiske undersøgelser til nyere metoder som MIP-sonderinger, fluxundersøgelser, isotopfraktionering mv. "Undersøgelser frem for afværge – State of the Art". Kompendium fra ATV Jord og Grundvands møde den 20. maj 2009. Læs mere på [www.atv-jord-grundvand.dk](http://www.atv-jord-grundvand.dk).

### Hvor længe forurenere chlorerede opløsningsmidler grundvandet?

Frederiksberg Vand A/S har siden starten af 1990'erne anvendt kulfiltrering på vandværket på grund af for høje koncentrationer af chlorerede opløsningsmidler. På sigt ønsker man at kunne levere drikkevand uden brug af aktivt kul. Derfor har Frederiksberg Kommune i 2006-2007 foretaget en vurdering af, hvor lang tid forureningen med chlorerede opløsningsmidler fremadrettet vil påvirke vandindvindingen på Frederiksberg.

Rikke Vinten Howitz, Johanne Urup, Flemming Damgaard Christensen et al. danskVAND, Nr. 1, Årgang 76, december 2008, side 12-16. ISSN 1602-3609.

## 3 Risikovurdering

### Biosensorer belyser metaller biologiske tilgængelighed i vand og jord

Artiklen har fokus på kobber, nikkel og arsen, som er tungmetaller, der truer vores grundvand. Ofte er kun en meget begrænset del af metaller i vand og jord biologisk tilgængeligt og dermed i stand til at påvirke levende organismer. På LIFE ved Københavns Universitet bliver der forsket i de såkaldte helcelle-bakterie-biosensorer, der tillader hurtig, følsom og billig måling af biotilgængelighed af metaller i jord og vand.

Kristian K. Brandt, Peter E. Holm og Ole Nyboe. Dansk Kemi, nr. 6/ juni 2009, årgang 90, side 13-14. ISSN 0011-6335.

## 4 Afværgeteknik og monitoring

### Hydrolyse ved Høfde 42

På Høfde 42 ved Harboøre Tange er et feltforsøg med basisk hydrolyse netop afsluttet. Under forsøget blev der tilsat 30 m<sup>3</sup> natronlud. Nedbrydningen af parathion blev fulgt over 3 måneder, og resultaterne var så positive, at en oprensningssløsning bestående af in situ basisk hydrolyse efterfulgt af in situ biologisk nedbrydning er planlagt. Artiklen beskriver den komplekse forureningssammensætning og belyser herefter mekanismerne i den basiske hydrolyse m.m.

*Loren Ramsay, ALECTIA. Dansk Kemi, nr. 5 maj 2009, årgang 90, side 18-20. ISSN 0011-6335.*

### Vurdering af naturlig nedbrydning af PCE i grundvandsmagasin ved isotopfraktionering

Den naturlige nedbrydning af PCE og nedbrydningsprodukter heraf i en 2,5 km lang og 70 m dyb fane i grundvandsmagasinet nedstrøms det tidligere centralrenseri i Rødekro er vurderet ved hjælp af isotopfraktionering for stabile kulstof- og chlorisotoper samt bestemmelse af specifikke nedbrydere såvel som ved traditionelle teknikker. Undersøgelsen har dokumenteret nedbrydning af såvel VC og cis-DCE som TCE og PCE i forureningsfanen. Anvendeligheden af metoderne under danske forhold er vurderet at være gode.

*Mette M. Broholm, Daniel Hunkeler, Yumiko Abe et al. Miljøprojekt nr. 1262, 2009, fra Miljøstyrelsen. Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### Vurdering af naturlig nedbrydning af tjærestoffer i grundvand. Ringe Tjære- og Asfaltfabrik, Ringe, Fyn

På en fynsk lokalitet, der tidligere husede Ringe Tjære- og Asfaltfabrik, findes som følge heraf en kraftig forurening med tjærestoffer i jord og grundvand. Der er foretaget en lang række undersøgelser og vurderinger af forureningsudbredelse, risiko og oprensningmuligheder for denne

lokalitet, og denne rapport sammenfatter litteraturstudie, undersøgelsesresultater og vurderinger med relation til transport og nedbrydning af forureningen.

*Mette M. Broholm, Mette M. Christophersen, Claus Westergaard, et al. Miljøprojekt, 1267, 2009 fra Miljøstyrelsen. Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-917-4. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### Funktionen af den reaktive væg på Vapokon-grunden 7 år efter etableringen

På den forurenede Vapokon-grund i Sønderød på Fyn blev der i 1999 etableret en reaktiv barriere som led i afværge af en kraftig jord- og grundvandsforurening. Denne rapport indeholder en undersøgelse af væggen tilstand og reaktivitet 7-8 år efter etableringen, og den er udarbejdet på baggrund af borekerner udtaget af jernet i væggen. Desuden præsenteres resultater fra den fluxbaserede monitoring af stoftransporten gennem den reaktive barriere.

*Nanna Muchitch, Mette Pil Jensen, Peter Kjeldsen, DTU Miljø. Miljøprojekt, 1265, 2009, fra Miljøstyrelsen. Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### Optimering og dokumentation af biologisk renseanlæg på Østre Gasværk

Et biologisk renseanlæg på Østre Gasværk bruger en ny metode til on-site rensning af forurenede grundvandsandfilter via sandfilter med tilførsel af ren ilt. Resultaterne viser, at metoden effektivt fjerner BTEX'er, naphthalener, phenoler, PAH'er samt delvis cyanid, og derved kan den anvendes ved tjære-, olie- og benzinforureninger.

*Mette Skougaard og Frank Jacobsen, Rambøll. Miljøprojekt, 1266, 2009, fra Miljøstyrelsen. Teknologiuudviklingsprogrammet for jord- og grundvandsforurening. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Fytoremediering af olie- og benzinforurening på nedlagt benzinstation**

Med henblik på at vurdere potentialet for fytooprensning af olie- og benzinforureninger på nedlagte tankstationer er der blevet udført et in situ fytooprensningsprojekt af jord- og grundvandsforurening på et nedlagt tankanlæg i Rønnede på Sjælland. Oprensningen blev monitoreret i en 6-årig periode. Der skete i perioden en generel reduktion af kulbrinteindholdet i grundvandet, ligesom der er sket en signifikant massejernelse i jorden. Begge dele kan dog ikke entydigt tilskrives beplantningen, men snarere den tilførte gødning. Beplantningen har ikke væsentligt ændret de hydrologiske forhold på lokaliteten.

*Lars Chr. Larsen, Mette M. Broholm, Orbicon A/S. Miljøprojekt. 1282, 2009, fra Miljøstyrelsen. ISBN nr. Trykt version: 978-87-7052-957-0. Publikationen kan hentes fra [www.mst.dk](http://www.mst.dk)*

### **Fytoremediering - Danske forsøgsoprensninger og international litteraturgennemgang**

I feltforsøg med fytoremediering blev forureningsmassen af olieprodukter og andre organiske forureninger reduceret som et resultat af beplantning med pil og poppel. Nedbrydningen skete for langsomt til at metoden kan anbefales som afværgeteknologi. Metoden, der ligner dyrkning af biobrændsel, har også en stabiliserende effekt på jordforureninger. Derfor viser forsøgene, at pil og poppel kan anvendes til fytostabilisering, og samtidig kan CO<sub>2</sub>-neutral brændsel dyrkes på de forurenede arealer.

*Ulrich Gosewinkel Karlson, Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Miljøprojekt, 1283, 2009, fra Miljøstyrelsen. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-959-4. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Fytoremediering af PAH- og olieforurening på nedlagt asfaltværk**

På et tidligere asfaltværk, hvor jorden er kraftigt forurenet med dieselolie og tjære, er der blevet udført et planteoprensningsforsøg med pil og poppel. Forsøget har løbet over 6 år. Der blev set stor variation i forureningskoncentrationerne i jord og terrænnært grundvand, både rumligt og tidsligt. Der sås fald i koncentrationerne i det terrænnære grundvand af BTEX'er og naphthalen, muligvis også af phenoler og kulbrinter, men ikke af PAH'er og NSO-forbindelser. Det er usikkert om faldet i forureningskoncentrationerne skyldes beplantning eller generel naturlig nedbrydning. Grunden

var ikke oprenset ved projektets afslutning.

*Helle Johannesen og Jacob Jensen, Skude & Jacobsen A/S. Miljøprojekt, nr. 1281, 2009, fra Miljøstyrelsen. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-955-6. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk)*

### **Fytoremediering af kulbrinte- og anden forurening på nedlagt slamdepot**

På en lokalitet i Valby Parken er phyto-oprensning som teknologi til oprensning af organiske forureninger i jord blevet afprøvet. Lokaliteten er et tidligere slamdepot med meget høje koncentrationer af både organiske forureninger og metaller, et højt indhold af organisk stof og en meget ringe dybde til anaerobe forhold. To testfelter er blevet beplantet med hhv. pil og poppel og udviklingen af bl.a. planternes sundhedstilstand, nedbrydning af olie og PAH samt optag af metaller undersøgt over en 6-årig periode.

*Anke Oberender, Dorthe Lærke Baun, Lizzi Andersen, DHI, Miljøprojekt, 1280, 2009, fra Miljøstyrelsen. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-952-5. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Rensning af grundvand for BAM og atrazin med aktivt kul**

Pesticider og deres nedbrydningsprodukter er påvist i 34 % af de undersøgte indtag i grundvandsovervågningen i Danmark, mens grænseværdien er overskredet i 11 %. Rensning i vandværker kan derfor komme på tale i nogle tilfælde i fremtiden. Mens det er kendt, at atrazin er let at fjerne med aktivt kul, er der ingen viden internationalt om aktivt kuls kapacitet til at fjerne BAM. DTU har i samarbejde med Hvidovre Vandværk udført forsøg med tre typer kul. Forsøgene viser, at aktivt kul har en overraskende stor kapacitet til at fjerne BAM.

*Erik Arvin, Liselotte Clausen, Tanja Kagstrup et al. Vand og Jord, nr. 1 marts 2009, 16. årgang, side 4-6. ISSN 0908-7761.*

## 5 Hardware og metodebeskrivelser

### **Personcertificering i miljøprøvetagning**

Artiklen omhandler personcertificering i miljøprøvetagning via Nordtest-ordningen, og den giver en beskrivelse af det undervisningsmateriale, som er under udarbejdelse.

*Jette Bjerre Hansen og Anke Oberender. Vand og Jord, nr. 1 marts 2009, 16. årgang, side 12-14. ISSN 0908-7761.*

## 6 Geologi og hydrogeologi

### Sprækkestrømning i grundfjeldet på Bornholm

I forbindelse med den nationale grundvandskortlægning er der blevet udført flere længerevarende prøvepumpningsforsøg på Bornholm. Artiklen gennemgår en række af resultaterne fra prøvepumpningerne. Det er demonstreret, at der findes tolkningsmetoder, som kan forklare og anvende de specielle sænkingsforløb, som ses i opsprækkede krystallinske bjergarter og dobbeltporøse sedimentære bjergarter og dermed gøre det muligt at optimere indvindingsboringeres ydelse.

*Kim Dan Jørgensen, Miljøcenter Roskilde og Kurt Ambo Nielsen, KANmiljø. danskVAND, nr. 4, juni 2009, årgang 77, side 29-33. ISSN 1602-3609.*

## 7 Jordflytning

### Fornyelse af et erhvervs kvarter – en samlet indsats

Artiklen beskriver, hvordan Herlev Kommune har arbejdet med udvikling af et tidligere industriområde. Arbejdet har bl.a. betydet, at der er udført forureningsundersøgelser i området. Resultaterne er præsenteret i et Miljøkatalog, der beskriver skitseforslag til afværgeforanstaltninger og overslag over forventede omkostninger forbundet med forurening i forbindelse med byggeri på ejendommene.

*Tine Sværdborg, Inger Asp Fuglsang og Grethe Jensen et al. Teknik og Miljø, nr. 4, april 2009, side 42-44. ISSN 1902-2654.*

### Fra forurennet jord til kulturarv

Artiklen omtaler "Projekt Kulturhavn Kornborg", der omfatter bortgravning af ca. 234.000 tons forurennet jord fra den tidligere værftshalvø i Helsingør. Projektet forventes at være færdigt i 2012, og vil fremstå som et eksempel på nytænkning mht. genanvendelse af forurenede grunde til følsom anvendelse.

*Katrine Søskov Kjærboe, Helsingør Kommune. Vand og Jord, nr. 1 marts 2009, 16. årgang, side 39-40. ISSN 0908-7761.*

### Håndtering af lettere forurennet jord - Fase 1

Der er gennemført en undersøgelse af, om grænseværdier for forureningsindholdet i lettere forurennet jord kan sikre,

at der ikke sker en uacceptabel nedsivning til grundvandet, når jorden genanvendes. Sammenhængende bestemmelser af faststofindhold og udvaskningsegenskaber for en stor mængde jordprøver er vurderet. Rapporten anbefaler, at genanvendelsesprojekter med lettere forurennet jord ikke overskrider dimensionerne 1 m x 100 m x 100 m, medmindre udvaskningen fra den konkrete jord er kontrolleret ved en udvaskningstest. Rapporten anbefaler, at der tilvejebringes et forbedret datamateriale om lettere forurennet jord.

*Ole Hjelmar, Jesper Holm, Anke Oberender et al. DHI. Miljøprojekt, 1285, 2009, fra Miljøstyrelsen. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-965-5. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### Håndtering af lettere forurennet jord - Konsekvensvurdering

Rapporten er en videreførelse af to tidligere projekter om håndtering af lettere forurennet jord. Det er vurderet, at Miljøstyrelsens jordkvalitetskriterier for en lang række lavmobile forureningsstoffer kan anvendes som grænseværdier ved fri genanvendelse af jorden i bygge- og anlægsarbejder. Miljøstyrelsens afskæringskriterier kan anvendes som grænseværdier, forudsat at genanvendelsesprojekterne har en maksimal størrelse på 3 m x 3 m x 3 m. Som et alternativ til at bruge grænseværdier, der er baseret på faststofindhold af forureningsstoffer, er der opstillet grænseværdier for stofudvaskning. Desuden er mulighederne for genanvendelse af kategori 2-jord med underliggende membran undersøgt.

*Jette Bjerre Hansen, Ole Hjelmar, Erik Aagaard Hansen, et al. DHI. Miljøprojekt, 1287, 2009, fra Miljøstyrelsen. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-970-9. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### Håndtering af lettere forurennet jord - Supplerende data for udvaskning af uorganiske og organiske stoffer fra jord

Projektet er en videreførelse af "Håndtering af lettere forurennet jord, fase 1". Til støtte for vurderingen af, om grænseværdier for forureningsindholdet kan sikre, at der ikke sker en uacceptabel nedsivning til grundvandet ved genanvendelse af jord, er der indsamlet yderligere 38 jordprøver af lettere forurennet jord. Der foreslås et sæt grænseværdier for scenarier, der er 1 m høje, og grænseværdierne sammenholdes med Miljøstyrelsens

afskæringskriterier for de lav-mobile stoffer. For chrom og zink foreslås lavere grænseværdier end Miljøstyrelsens.

*Jette Bjerre Hansen, Anke Oberender og Ole Hjelmar et al.; DHI. Miljøprojekt, 1286, 2009, fra Miljøstyrelsen. ISBN 978-87-7052-967-9. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

## 8 Drikkevand og grundvandsbeskyttelse

### Vandmiljø og Natur 2007. NOVANA. Tilstand og udvikling – faglig sammenfatning

En af sammenfatningerne i rapporter er, at hyppigheden af fund af pesticider i grundvandsovervågning i 2007 var godt 35 %, hvilket er samme niveau som de seneste 3-4 år og lidt højere end de foregående år. Dette tilskrives, at der siden 2004 udelukkende har været undersøgt for pesticider i ung grundvand (dannet efter ca. 1950), samt at der siden 2004 har været undersøgt for yderligere et ukrudtsmiddel, metribuzin, som indtil 2003 har været anvendt på kartoffelmarker.

*Nordemann Jensen, P., Boutrup, S., Bijl, L. van der, et al. Faglig rapport, nr. 714 fra DMU, april 2009. Rapporten kan hentes på [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk).*

### Integreret overvågning af grundvand

Indtil for få år siden var grundvandsbeskyttelse en statslig eller amtslig opgave, og vandværkerne var forsyningsvirksomheder, der havde krav på at få anvist et indvindingsområde med egnet grundvandskvalitet. Støtte vandværkerne på vandkvalitetsproblemer, var det amternes opgave at handle i forhold til problematiske stoffer. I dag har vandværkerne mulighed for selv at gå i gang med grundvandsbeskyttende aktiviteter, både lovgivningsmæssigt og på baggrund af øget fokus på helhedsbetragtninger om, at grundvandindvinding er en del af vandkredsløbet og skal kobles med vand- og naturbeskyttelse. Artiklen skildrer de forskellige trin i overvågningsarbejdet, som derefter gentages i et cyklisk forløb. Den tager udgangspunkt i et koncept, som er udviklet af GEUS, hvor man tager en lang række accepter med såsom konceptuelle modeller og numerisk modellering, videnshuller, nye undersøgelser, information m.m.

*Lisbeth Flindt Jørgensen, GEUS, Knud Rudolf Hansen, Københavns Energi og Gyrite Brandt, KL. DANVA. danskVAND, nr. 4, juni 2009, årgang 77, side 22-26. ISSN 1602-3609.*

## 9 Internet

### En Dine forældres gård er kommet på nettet

Kort & Matrikelstyrelsen har digitaliseret 45.000 gamle matrikel- og sognekort og lagt dem ud på hjemmesiden [www.kms.dk](http://www.kms.dk).

*Miljø Danmark, nr. 2, 2009, side 6-9. ISSN 0903-5907.*

### Støtte til innovation på vandområdet

Der kan være vanskeligt at få overblik over de muligheder, der er for at få støtte til udvikling af idéer. DANVA vil fremover bruge sin hjemmeside til at orientere om, hvornår det næste opslag for en tilskudsordning er.

*Niels Dengsøe, DANVA. danskVAND, nr. 4, juni 2009, årgang 77, side 13. ISSN 1602-3609.*

### Ny DANVA-hjemmeside

DANVA's hjemmeside har fået et nyt layout samt nyt indhold. Hjemmesiden er inddelt i tre brugerområder, så den giver flere muligheder for DANVA's medlemmer. Der er tale om den offentlige del med adgang for alle. Den lukkede del, der er forbeholdt medlemmer, og som det tredje område et medlemsnet.

*Lars Fischer, DANVA. danskVAND, nr. 2, april 2009, årgang 77, side 66-67. ISSN 1602-3609. Se [www.DANVA.dk](http://www.DANVA.dk).*

## 10 Andre udgivelser

### **Redegørelse om jordforurening 2007 - Depotrådet**

Depotrådets redegørelse om jordforurening for 2007 til miljøministeren giver et overblik over den samlede indsats på jordforureningsområdet pr. 31.12.2007, dvs. indsatsen i både den offentlige og private sektor. Redegørelsen indeholder bl.a. oplysninger om kortlægning, undersøgelser og afværgeforanstaltninger.

*Miljøstyrelsen, Redegørelse fra Miljøstyrelsen, nr. 1, 2009. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Teknologiprogram for jord- og grundvandsforurening 2009**

I Teknologiprogram for jord- og grundvandsforurening 2009 gives der en oversigt over de projekter, der er igangsat under ordningen, og der beskrives projektforslag for 2009. Bevillingen for 2009 er 5,6 mio. kr. Der planlægges i 2009 3-5 feltprojekter samt et antal udredningsprojekter.

*Miljøstyrelsen. Orientering fra Miljøstyrelsen, nr. 2, 2009. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-961-7. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*

### **Årsrapport for Regnskabsåret 2008**

Årsrapporten giver en vurdering af Miljøstyrelsens faglige resultater i 2008, hvor den samlede mål -opfyldelse har været tilfredsstillende. Også på det økonomiske område er Miljøstyrelsen kommet ud med et tilfredsstillende resultat med et overskud på 12,3 mio. kr. fordelt med 6,9 mio. kr. i løn og resten i drift.

*Årsrapport for Regnskabsåret 2008. Miljøstyrelsen. ISBN nr.: Trykt version: 978-87-7052-977-8. Publikationen kan hentes på [www.mst.dk](http://www.mst.dk).*



# kursus KALENDEREN

Dato	Hvem	Hvad	Hvor	Mere info
1. juli 2009	Cl:aire	CL:AIRE 10th Anniversary Conference	Barbican Centre, Silk Street, London, UK	<a href="http://www.claire.co.uk/index.php?option=com_jcalpro&amp;Itemid=29&amp;extmode=view&amp;extid=509">http://www.claire.co.uk/index.php?option=com_jcalpro&amp;Itemid=29&amp;extmode=view&amp;extid=509</a>
26.-28. august 2009	VIA - University College	Prøvetagning af grundvand (3 dage)	Bygningsingeniøruddannelsen, Chr. M. Østergaards Vej 4, 8700 Horsens	<a href="http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO">http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO</a>
2. september 2009	DHI	Metoder og værktøjer til risikovurdering af jordforurening	DHI, Agern Allé 5, Hørsholm	<a href="http://www.dhi.dk/Raadgivning/Kurser/IndustriOgMiljoe/RisikovurderingAfJordforurening.aspx">http://www.dhi.dk/Raadgivning/Kurser/IndustriOgMiljoe/RisikovurderingAfJordforurening.aspx</a>
7.-8. september 2009	Envina	Envinas årsmøde	Korsør	<a href="http://www.envina.dk">http://www.envina.dk</a>
15.-16. september 2009	Statens Geotekniska Institut	Grundläggande statistik inom förorenade områden	Malmö, Sverige	<a href="http://www.renaremark.se/konferenser/">http://www.renaremark.se/konferenser/</a>
15.-16. september 2009	VIA - University College	Prøvetagning af poreluft	Chr. M. Østergaards Vej 4, Horsens	<a href="http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO">http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO</a>
30. september 2009	ATV	Variationer af vandspejl - Grundvandssænkning, administration, lovgivning og fysiske/ kemiske konsekvenser	Helnan Marselis Hote, Strandvejen 25, Århus C	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
5.-7. oktober 2009	Redoxtech	Contaminated Site Management	Niagara Falls, New York, USA	<a href="http://www.redoxtech.com">http://www.redoxtech.com</a>
6.-8. oktober 2009	VIA - University College	Prøvetagning af jord (3 dage)	Bygningsingeniøruddannelsen, Chr. M. Østergaards Vej 4, 8700 Horsens	<a href="http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO">http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO</a>
27.-29. oktober 2009	Redox	Technologies Contaminated Site Management in Europe	NH Gent Belfort Hotel, Gent, Belgien	<a href="http://www.redoxtech.com">http://www.redoxtech.com</a>
28. oktober 2009	ATV	Handleplaner for vandplaner	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. november 2009	VIA - University College	Indeklima og prøvetagning	Chr. M. Østergaards Vej 4, Horsens	<a href="http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO">http://www.viauc.dk/efteruddannelse-GEO</a>
4. november 2009	ATV	Kortlægning af jordforurening og brug af kvalitetsstyring	Schæffergården, Jægersborg Alle 166, Gentofte	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
9.-10. november 2009	VJ - MST- Region Hovedstaden - NIRAS - GEO - COWI - Rambøll - DMR	Green Remediation - International konference om bæredygtig oprensning - Deadline for abstracts den 8. juni 2009	Ingeniørhuset, Kalvebod Brygge 31, København	<a href="http://www.polytec.dk/Green-Remediation">http://www.polytec.dk/Green-Remediation</a>
23.-24. november 2009	DECHEMA	Symposium "Strategien zur Boden- und Grundwassersanierung"	DECHEMA-Haus, Frankfurt am Main, Tyskland	<a href="http://www.dechema.de/sanierung09">http://www.dechema.de/sanierung09</a>
25. november 2009	ATV	Jord i råstofgrave - Balance mellem landskabsværdier, grundvandsbeskyttelse og erhvervet	Schæffergården, Jægersborg Alle 166, Gentofte	<a href="http://www.atv-jord-grundvand.dk">http://www.atv-jord-grundvand.dk</a>
24.-27. maj 2010	Batelle	Remediation of Chlorinated and recalcitrant Compounds	Monterey, Californien, USA	<a href="http://www.batelle.org/chlorcon">http://www.batelle.org/chlorcon</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