



Regionernes Videncenter
for Miljø og Ressourcer

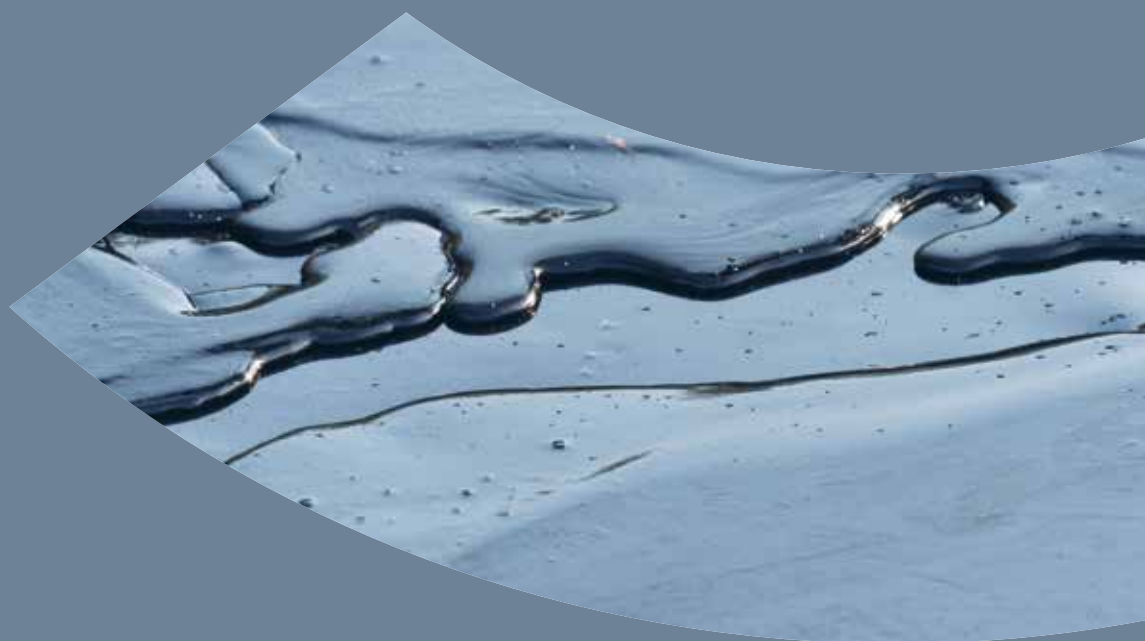
1

18

INDHOLD

- 2 Leder
- 3 Ny metode til rutinemæssig
måling af bakteriesammen-
sætning i forurenede grundvand
- 13 Byudvikling – samarbejde
om boligbyggeri i tidligere
industriområder
- 18 Kort info
- 19 Tunge kulbrintemolekyler
måles ikke på kulør og
ORSA-rør # Hard facts #
- 24 Forurenede jord i et
cirkulært kredsløb
- 28 Artikelovervågning

MILJØ OG RESSOURCER



§8

Dansk Byggeri har meldt ud via forum for regelforenkling, at de ønsker en hurtigere sagsbehandling ved byggeri på forurenede grunde – de såkaldte § 8-tilladelser. Regeringen har imødekommet byggeriets ønske ved at foreslå, at opgaven samles hos regionerne. Regeringens argument er, at hvis det alene er regionerne, der står for disse tilladelser, så opnås der en væsentligt kortere sagsbehandlingstid. Regeringen peger desuden på, at en regional opgaveløsning også vil give en mere ensartet praksis med ensartede vilkår på tværs af landet til følge. I regionerne tager vi gerne opgaven på os.

KTC er kommet med et modforslag, hvor regionerne ikke længere skal høres om vilkårene i § 8-tilladelsen. Det er dog ikke en realistisk mulighed. Før 2007 var § 8-forløbet samlet hos amterne, men opgaven blev lagt ud til kommunerne ved kommunalreformen – dog således at regionen skulle høres om vilkårene i tilladelsen. Dette krav hænger sammen med, at det er regionerne, som er ansvarlig for den offentlige indsats, der skal sikre, at vores drikkevand ikke ødelægges af stoffer fra forurenede grunde. Byggeri på disse grunde må derfor ikke fordyre eller besværliggøre den fremtidige indsats, og boliger skal indrettes på en sådan måde, så det er sundhedsmæssigt forsvarligt at bo i dem.

Den regionale sagsbehandlingstid ligger med meget få afvigelser på under 14 dage. Sidste år udarbejdede kommuner og regioner 542 § 8-tilladelser. De fleste af tilladelserne koncentrerer sig omkring de større byer. De 13 kommuner, der havde mere end 10 sager, tegnede sig for over halvdelen af alle § 8-sager. I den anden ende af skalaen havde 39 kommuner to eller færre sager. Det gør det naturligvis svært at vedligeholde en kritisk ekspertise på området i kommuner, der kun har en eller to sager om året.

En af de væsentligste gevinster ved at lægge § 8-opgaven i regionerne er synergien til kortlægningen af forurenede eller potentielt forurenede grunde. § 8 gælder nemlig kun på kortlagte arealer, og ved at regionen med det samme får viden om, at der ønskes bygget på et kortlagt areal, så har regionen mulighed for at færdigkortlægge grunden. I mange tilfælde kan en § 8-sag helt undgås, hvis grunden eller dele af grunden viser sig ikke at være forurenede.

Regionerne er i alle tilfælde klar til fortsat at understøtte den kommunale byggesagsbehandling, hvad enten det er med de nuværende eller med justerede snitflader. Det må være i den almene interesse, at vi leverer en sømløs, hurtig og ensartet sagsbehandling med høj faglig kvalitet og ensartede vilkår, uanset hvor ansøgningens faglige aspekter behandles. Det vil gavne byggeriet – og det vil gavne miljøet.

Kit Jespersen
3529 8185
kij@regioner.dk

Christian Andersen
3529 8175
can@regioner.dk

Peter Steffen Rank
3529 8158
psr@regioner.dk

Kurt Møller
3529 8422
kum@regioner.dk

Nanna Isbak Thomsen
3529 8319
nit@regioner.dk



NY
METODE

til rutinemæssig måling af bakterie- sammensætning i forurenede grundvand

Af Poul Larsen,
Thomas Lehmann Hansen,
Per Loll og Claus Larsen,
Dansk Miljørådgivning A/S
Nadieh de Jonge og
Jeppe Lund Nielsen,
Aalborg Universitet
og Morten Christensen,
Oliebranchens Miljøpulje

Udviklingen af DNA-baserede metoder egnet til måling af den bakterielle artssammensætning i jord- og grundvandsprøver har inden for de sidste fem år taget nogle kvantespring, som gør, at det nu er muligt at få foretaget analyser rutinemæssigt og til priser, der er på niveau med andre analyser, der anvendes i jord og grundvand.

DMR har i samarbejde med Aalborg Universitet og Oliebranchens Miljøpulje testet DNA-sekventering på grundvandsprøver fra en lokalitet forurenede med fyringsolie. En måned efter spildtidspunktet var det muligt at se et skifte i artssammensætning ved sammenligning af forurenede og ikke forurenede prøver. Resultaterne understøtter tydeligt, at der forekommer naturlig nedbrydning af fyringsolie.

Perspektivet i metoden er, at en simpel og billig lokalitetsspecifik vurdering af artssammensætningen i jord- og grundvandsprøver vil kunne give os en kvalitativ eller semi-kvantitativ dokumentation for, at der foregår nedbrydning på konkrete sager.

Vi er bekendt med, at der i regi af Miljøstyrelsen og DTU foregår et arbejde med opdatering af måden, hvorpå naturlig nedbrydning håndteres i forbindelse med den kommende GrundRisk, og det er vores vurdering, at den præsenterede metode vil kunne komme til at spille en rolle ved fremtidig risikovurdering i forhold til grundvandsressourcen.

Baggrund

I Danmark benyttes JAGG-modellen i vid udstrækning som et redskab til at vurdere, om jord- og grundvandsforurening udgør en risiko for grundvandsressourcen. Beregningen kan udføres på tre niveauer, hvor betydningen af sorption og naturlig nedbrydning inddrages på niveau III. For at anvende JAGG-modellen på niveau III kræves det pt., at 'undersøgelsesfasen har vist, at redoxforholdene giver mulighed for nedbrydning af de aktuelle forureningskomponenter' /1/. Desuden kræves det, at den lokalitetsspecifikke nedbrydningsrate kan kvantificeres ved feltmålinger /1/, /2/, hvilket i praksis har vist sig særdeles vanskeligt og på komplicerede sager i mange tilfælde umuligt /3/.

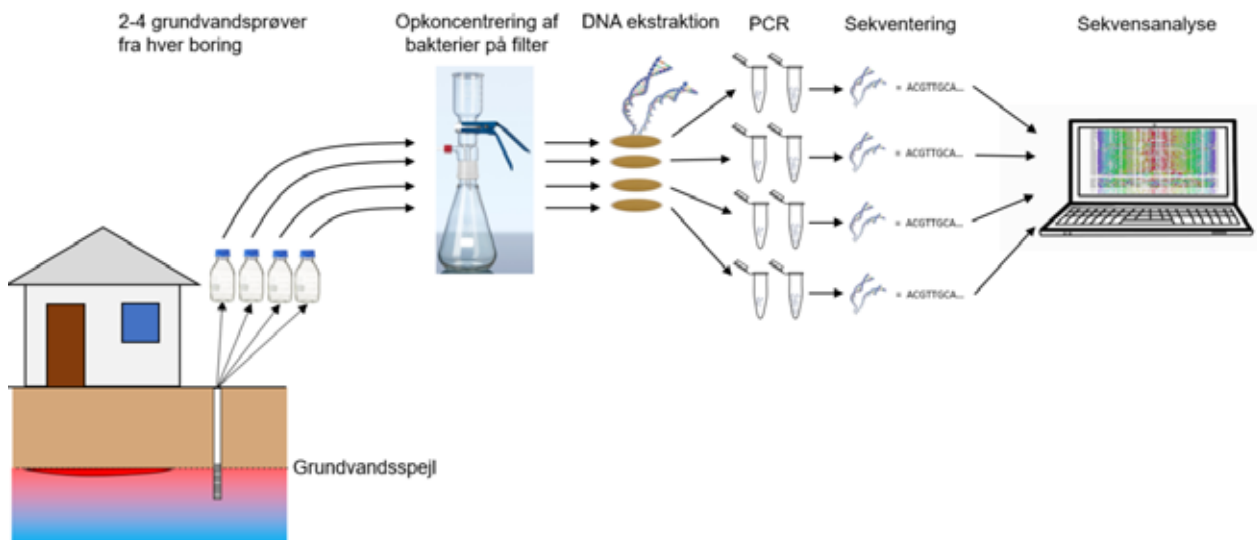
Det tyder på, at det fremover ved risikovurderinger (f.eks. med GrundRisk) bliver tilladt at inddrage en konservativ (dvs. lav) nedbrydningsrate, når der foreligger en lokalitets-specifik kvalitativ eller semi-kvantitativ dokumentation for nedbrydning /9/.

Dokumentation af redoxforhold i grundvandet kan anvendes som en indikator for, om der forekommer nedbrydning, eksempelvis i form af lavt iltindhold. Disse undersøgelser udføres relativt simpelt i forbindelse med kontrolleret prøvetagning, idet der måles for iltindhold i det oppumpede grundvand, men på sager med lavtydende magasiner er denne tilgang ikke mulig, da grundvandsprøven i disse tilfælde ofte udtages ved at renpumpe filtret nogle gange, hvorefter grundvandsprøven udtages.

I tilfælde, hvor det ikke er muligt at få retvisende data for redoxforholdene i grundvandet, kan det være relevant at finde yderligere kvalitativ dokumentation for nedbrydning på lokaliteten. Forsøg med dette blev beskrevet i /3/, hvor dokumentation for MTBE-nedbrydning blev underbygget ved to molekylærbiologiske metoder. Ved den ene metode (kvantitativ opformering af DNA vha. qPCR) blev der på to lokaliteter påvist tilstedeværelse af bakterier (fx *Methylibium petroleiphilum* PM1), der kan nedbryde methyl-tert-butylether (MTBE). Ved den anden metode blev der anvendt Stable Isotope Probing (SIP) i kombination med en fedtsyresammensætningsprofil (PLFA) til at dokumentere, at der forekom naturlig MTBE-nedbrydning i grundvandet på begge lokaliteter. Metoderne underbyggede kvalitativt, at der forekommer nedbrydning på lokaliteterne. Ved anvendelse af qPCR kvantificeres arvemateriale fra kendte bakteriearter, som formodes at være involveret i nedbrydningen, mens evt. andre ukendte arter, der nedbryder MTBE på den konkrete lokalitet, ikke rammes. Den fylogenetiske identifikation ved PLFA er modsat qPCR uafhængig af artsspecifikke primere, og det er i princippet muligt at identificere alle arter, der har medvirket til nedbrydning af MTBE. Det er dog et problem med PLFA, at den fylogenetiske identifikation af nedbrydere er begrænset til et relativt overordnet niveau, hvilket gør det vanskeligt at opbygge et tilstrækkeligt erfaringsgrundlag, der beskriver, hvilke specifikke arter der kan nedbryde forskellige forureningskomponenter.

Siden ovenstående undersøgelser blev beskrevet i 2012, har udviklingen inden for molekylærbiologiske metoder til sekventering flyttet sig markant, og det er i dag muligt fra en enkelt vandprøve at kvantificere den relative sammensætning af bakterierne uden dyrkning. I nedenstående figur er work flowet fra prøvetagning til der foreligger en relativ sammensætning af bakterier illustreret.

FIGUR 1 WORKFLOW FOR DNA-SEKVENTERING AF GRUNDVANDSPRØVER.



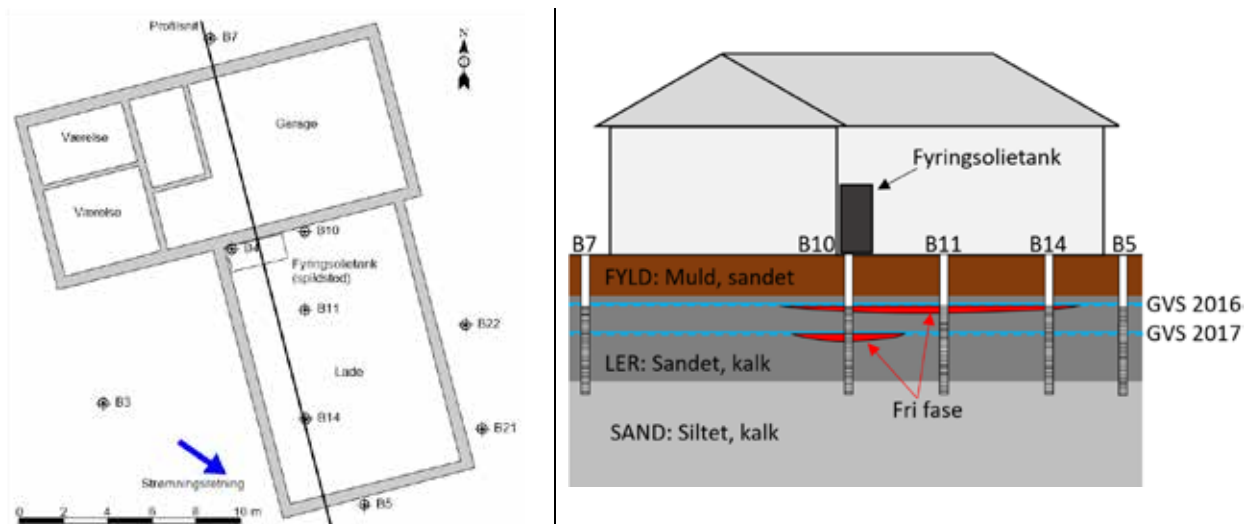
Som det fremgår udtages grundvandsprøven til DNA-sekventering sideløbende med de almindelige vandprøver til kemisk analyse. I laboratoriet filtreres en kendt vandmængde igennem et filter, så bakterierne opsamles på filtret. Bakteriernes DNA kan efterfølgende ekstraheres og et specifikt markør-gen (16S rRNA genet, som forekommer i alle bakterier) opformeres ved PCR. Trinene frem til dette punkt har været brugt i mange år, men mulighederne for den efterfølgende sekventering er blevet betydelig bedre inden for de seneste år. I dag er det muligt at analysere en prøve med sekventering af mere end 50.000 bakterier pr. prøve, for omkring 1.000 kr., hvilket er på et niveau, der gør det realistisk at indbygge det i miljøtekniske undersøgelser.

Metoden er i dette demonstrationsstudie testet på en lokalitet med fyringsolieforurening i jord og grundvand med henblik på at dokumentere, at der forekommer potentiale for naturlig nedbrydning samt som en pilottest af DNA-sekventering på fyringsolieforurenede lokaliteter.

Lokaliteten og forureningsniveauer i grundvand

I januar 2016 skete der et brud på en fyringsolietank, og der blev spildt ca. 1.000 l fyringsolie, der forårsagede jord- og grundvandsforurening. Der er efterfølgende udført miljøtekniske undersøgelser med henblik på at klarlægge forureningens omfang. Figur 2 på næste side viser en oversigt over filtersatte borer på lokaliteten samt et geologisk profilsnit for de terrænnære aflejringer og beliggenheden af det terrænnære grundvandsmagasin. Lokaliteten er undersøgt, og der er i dag oprenset af Oliebranchens Miljøpulje for Topdanmark.

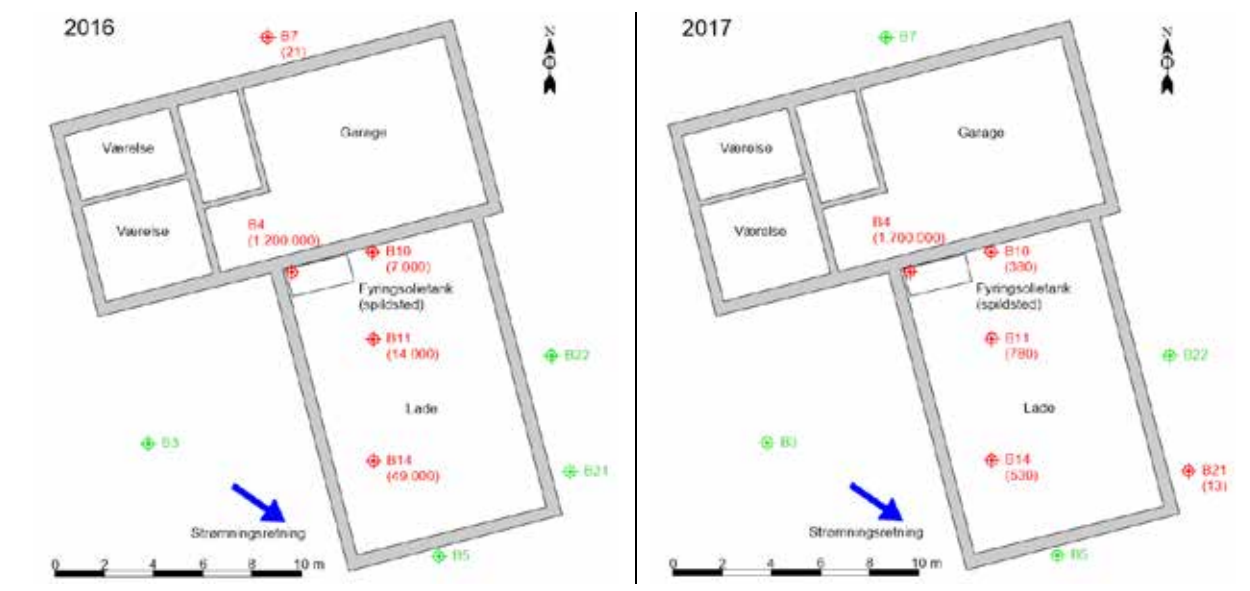
FIGUR 2 SITUATIONSPLAN MED PLACERING AF FILTERSATTE BORINGER PÅ LOKALITETEN OG GEOLOGISK PROFILSNIT.



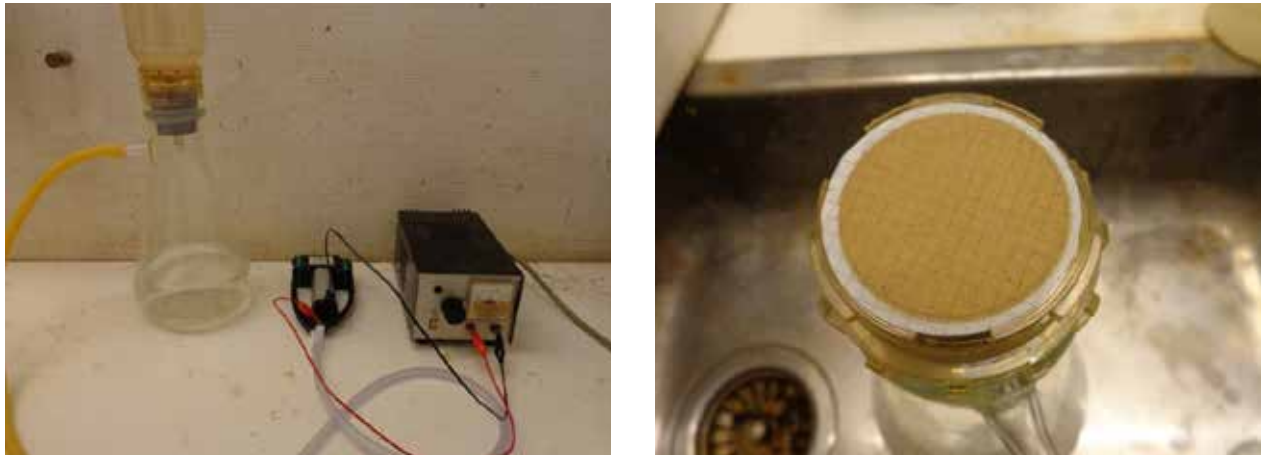
Spildet er sket fra en tank, der er placeret indendørs i en lade, og grundvandsspejlets trykniveau er beliggende ca. 0,8-1 m u.t. De terrænnære aflejringer er beskrevet som fyldt til maksimalt ca. 0,7 m u.t. Fyldet er primært underlejret af et delvist sandet og kalkholdigt lerlag med en mægtighed på 1-1,5 m. Under lerlaget er der truffet siltet og kalkholdigt gråt (reduceret) sand. Grundvandets strømningsretning blev vurderet som sydøstlig.

Der blev udtaget grundvandsprøver til kemisk analyse og DNA-sekventering henholdsvis ca. 1 måned efter spildet (2016) og ca. 1 år efter spildet (2017). Der er foretaget en skimning af fri fase af fyringsolie i boring B4 i den mellemliggende periode. Boringer, hvor der er konstateret grundvandsforurening med fri fase af fyringsolie eller totalindhold af kulbrinter og BTEX'er over grundvandskvalitetskriterierne, er vist på figur 3.

FIGUR 3 OVERSIGT OVER RESULTATER FRA KEMISKE ANALYSER.



FIGUR 4 OPKONCENTRERING AF BAKTERIER PÅ STERILE FILTRE.



Som det fremgår, er der konstateret indhold af kulbrinter over grundvandskvalitetskriterierne i boring B4, B7, B10, B11 og B14 (2016) og boring B4, B10, B11, B14 og B21 (2017). Indholdet i boring B7 (2016) vurderes at skyldes naturlige kulbrinter, mens indholdet i B21 (2017) vurderes at være relateret til spidsen af fanen.

Det fremgår endvidere, at der er konstateret indhold svarende til fri fase ($>6.000 \mu\text{g/L} / 4/$) i boring B4, B10, B11 og B14 i 2016, mens indhold svarende til fri fase kun er konstateret i boring B4 i 2017. Dette skyldes sandsynligvis, at der løbende er skimmet fri fase fyringsolie imellem de to prøvetagningsrunder.

Opkoncentrering af bakterier og ekstraktion af DNA

Som vist i figur 1 (workflow) opkoncentreres biomassen efter prøvetagning. Dette er udført i lokalerne på DMR's eget jordlaboratorium, som ikke er optimeret til molekylært arbejde med faciliteter til at minimere kontaminering af prøverne såsom sterilbænk mm. Der er dog anvendt sterile filtre, og filtreringskolben er afvasket mellem hver filtrering. Af figur 4 fremgår fotos fra opkoncentreringen.

Efter filtrering er filtrene opbevaret i et sterilt engangsrør og nedfrosset ved -20°C , indtil de er leveret på laboratoriet. Samlet er der altså anvendt en tilgang, som ikke kræver fordyrende specialudstyr.

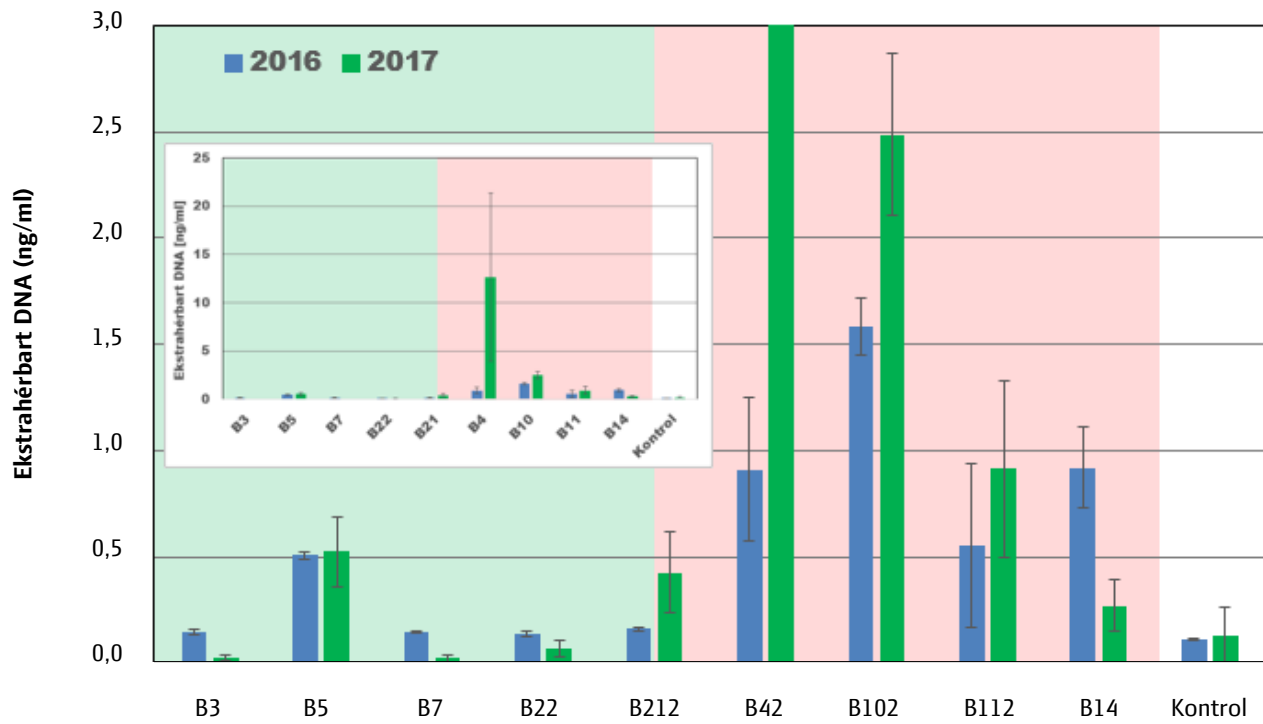
Der er indledningsvist udført forsøg til at undersøge, om der er forskel på resultaterne af DNA-ekstraktion på grundvandsprøver, der er dekanteret, eller om ekstraktionen foretages på parallelle grundvandsprøver, inkl. sediment. Dette forstudium viste, at de opnåede resultater var ens, uanset om prøverne blev dekanteret eller ej.

Der blev foretaget DNA-ekstraktion af grundvand fra alle boringer og en kontrol med ledningsvand, og resultater fra kvantificering af ekstraherbart DNA fremgår af figur 5.



Rød farveangivelse på boringssignatur betyder indhold af kulbrinter over grundvandskvalitetskriterierne, og grøn betyder, at der ikke er konstateret indhold over kriterierne. Totalindhold af kulbrinter i forurenede (røde) boringer er angivet i parentes ($\mu\text{g/L}$).

FIGUR 5 OVERSICHT OVER EKSTRAHÉRBART DNA FRA DE FORSKELLIGE BORINGER SAMT EN KONTROL MED LEDNINGSVAND.



Error-bars indikerer standardafvigelse på replikater. Grøn baggrund repræsenterer prøver med indhold af oliekomponenter under grundvandskvalitetskriteriet. Rød baggrund repræsenterer prøver med indhold over grundvandskvalitetskriteriet.

Som det fremgår af figur 5, er der en tendens til, at den ekstraherbare DNA-fraktion er størst i boringer, hvor der er konstateret indhold af oliekuilbriter over Miljøstyrelsens grundvandskvalitetskriterium. Der er endvidere en tendens til stigende koncentration af ekstrahérbart DNA over tid i de forurenede boringer B4, B10, B11 og B21, mens tendensen er modsat i B14.

Det fremgår endvidere, at indholdet af ekstrahérbart DNA i boring B5 er på niveau med flere af de forurenede boringer. En mulig forklaring kunne være, at B5 er beliggende lige på kanten af forureningsfanen, og dermed kan være påvirket af bakterier, som er transporteret nedstrøms med grundvandet, eller at der er tilstrækkelig olie-påvirkning i kanten af fanen til, at der sker en bakterievækst, der så er tilstrækkelig til at kunne hindre yderligere faneudbredelse. I 2017 er der således konstateret indhold under grundvandskvalitetskriteriet i denne boring.

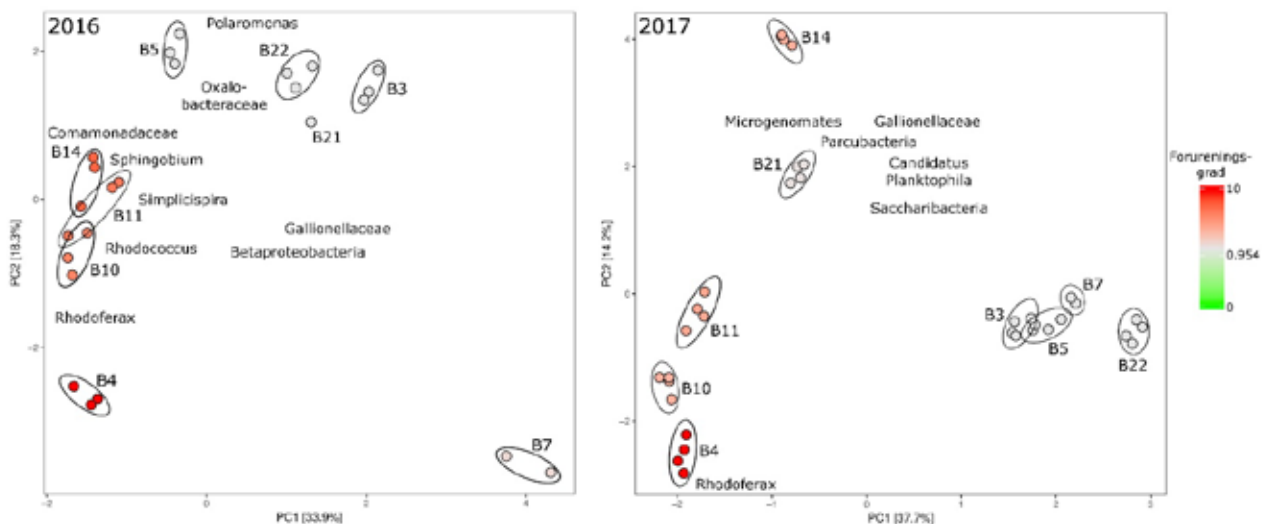
Kontroller med filtreret ledningsvand viser, at fraktionen af ekstrahérbart DNA er på samme niveau de to år, og at en eventuel kontaminering af prøverne under håndtering og filtrering er minimal. Ved den efterfølgende DNA-sekventering er det endvidere konstateret, at den bakterielle artssammensætning i kontrollerne er meget forskellig fra grundvandsprøverne (både rene og forurenede), hvilket underbygger, at kontaminering under prøvehåndtering ikke har fundet sted og er uden betydning for vurdering af artssammensætning i grundvandsprøverne. Data fra kontrollerne er derfor ikke behandlet yderligere i denne artikel.

Samlet set indikerer fraktionen af ekstrahérbart DNA (figur 5) tydeligt, at der har forekommet bakteriel vækst i boringer, hvor der er konstateret fyringsolieforurening i grundvandet.

Artssammensætningen afspejler forureningsniveauet

Da sekventeringen resulterer i en relativ stor datamængde (sekvenser fra >5.000 bakterier i hver prøve), er der indledningsvist foretaget en Principal Component Analyse (PCA) med henblik på at undersøge, om artssammensætningen i nogle prøver ligner hinanden og afspejler forureningsgraden (gruppering i datamaterialet). PCA-analysen fremgår af nedenstående figur, hvor replikater fra samme boring er omkranset af ellipser. Prøver fra forskellige borer, der er placeret tæt på hinanden, indikerer, at artssammensætningen er relativt ens i disse prøver og dermed formentlig er underlagt samme påvirkning fra omgivelserne.

FIGUR 6 PCA-ANALYSE AF ARTSSAMMENSETNINGEN I HVER PRØVE.



Prøverne er farvet fra grøn til rød, alt efter hvor højt indhold af kulbrinter der er konstateret i prøven.

Som det fremgår af figur 6, er der god overensstemmelse mellem replikater fra hver boring. I forhold til at der er tale om uafhængige prøveudtagninger dvs. replika-prøver, der er udtaget fra borerne separat og behandlet hver for sig hele vejen igennem workflowet, viser det, at metoden er relativ robust over for eksterne påvirkninger i forbindelse med prøvehåndteringen.

Det fremgår endvidere, at artssammensætningen allerede en måned efter spildtidspunktet (2016) er begyndt at blive korreleret med indholdet af oliekomponenter i grundvandet, idet forurenede borer samler sig i venstre side af plottet. I 2017 er prøverne fra de forurenede borer stadig beliggende i venstre side af plottet, mens de rene borer er bedre separeret i den højre side, hvilket viser, at artssammensætningen er tilpasset mere til indholdet af oliekomponenter. Prøver, der adskiller sig i forhold til forureningsforholdene, ligger i de fleste tilfælde på 'mellemland'; dvs. B5 og B7 (2016) og B21 (2017).

I tabellen på næste side er de bakterieslægter, der har størst indflydelse på separationen af prøverne i figur 5, præsenteret. Der er endvidere lavet en opdeling af arter, der er beriget i forurenede prøver begge år, arter der er beriget i forurenede prøver mindst et år, og arter der er beriget i ikke-forurenede prøver.

TABEL 1 BAKTERIEARTER, SOM HAR STØRST BETYDNING FOR FORSKEL I ARTSSAMMENSETNING I GRUNDVANDSPRØVERNE.

Bakteriearter	2016		2017	
	Uforurenedede boringer	Forurenedede boringer	Uforurenedede boringer	Forurenedede boringer
<i>Rhodoferax</i>	10,2	34,9	2,8	25,5
<i>Acidovorax</i>	0,6	2,6	0,1	0,2
<i>Spirochaetaceae</i>		0,1		2,5
<i>Desulfobacteraceae</i>			0,1	6
<i>Rhodococcus</i>	0,7	4,3		
<i>Massilia</i>	0,8	3,2	0,2	
<i>Simplicispira</i>	0,8	3,3	0,1	0,1
PL-11B10				2,9
<i>Microgenomates</i>				2,9
<i>Saccharibacteria</i>			0,4	2,6
<i>Oleomonas</i>			0,1	1,6
<i>Comamonadaceae</i> 2	2,4	3,1		
<i>Comamonadaceae</i> 1	0,9	1		
<i>Candidatus Plankophila</i>			0,6	1,6
<i>Polaromonas</i>	10,2	3,6		
<i>Oxalobacteraceae</i>	7,8	6,2	19	
<i>Nocardioidaceae</i>	1,6	0,7		
<i>Gallionellaceae</i>	1,5		6,4	0,3
B1-7BS	0,4		1,6	0,4
<i>Ferriphaselus</i>	0,1		3,5	
<i>Gallionellaceae</i>			2,4	

Som det fremgår af tabel 1, er der en tydelig tendens til øget vækst af *Rhodoferax*, *Acidovorax* og *Spirochaetaceae* i boringer, der er forurenet med fyringsolie i begge år. I litteraturen er der oplysninger om, at *Rhodoferax* kan nedbryde olie og BTEX'er /7/, /8/. Endvidere er *Desulfobacteraceae*, *Rhodococcus*, *Massilia*, *Simplicispira*, *PL-11B10*, *Microgenomates*, *Saccharibacteria*, *Oleomonas*, *Comamonadaceae* 2, *Comamonadaceae* 1, og *Candidatus Planktophyla* konstateret i øget antal i de forurenedede boringer i én af monitoringsrunderne. Der er, som det fremgår, identificeret to underarter af *Comamonadaceae*. I /5/ er *Desulfobacteraceae* beskrevet som en anaerob nedbryder af BTEX'er, hvilket underbygger resultaterne i denne undersøgelse, da de lerede aflejringer er vurderet at være reducerede. Selvom resultaterne ikke direkte påviser, at disse bakteriegrupper nedbryder komponenter i fyringsolien, så viser deres kraftige opblomstring, at de er gode indikatorer på tilstedeværelsen af fyringsolie. Endvidere viser resultaterne, at flere arter som *Polaromonas*, *Oxalobacteraceae* og *Gallionellaceae* er tilstede i relativt mindre antal i boringer med fyringsolie, hvilket indikerer, at disse arter inhiberes eller udkonkurreres af andre bakterier som følge af tilstedeværelsen af fyringsolie.

Tallene angiver gennemsnitlig relativ forekomst (%) af det samlede bakterieantal i forurenede og uforurenede grundvandsprøver. Rød skravering indikerer arter, der er beriget i forurenede borer begge år. Gul skravering markerer arter, der er beriget i forurenede borer ét år. Grøn markerer arter, der er i beriget i ikke-forurenede borer ét eller begge år.



Der er endvidere konstateret en trend i diversiteten (dvs. antal forskellige bakteriearter identificeret) i forurenede borer mod ikke forurenede borer, idet der i 2016 er konstateret 565 (+/-233) forskellige arter i forurenede borer og 2.867 (+/- 1.625) forskellige arter i ikke-forurenede borer. I 2017 er der konstateret 2.125 (+/-889) arter i forurenede borer mod 1.912 (+/-639) i ikke-forurenede borer. Overordnet tolkes det som, at der umiddelbart efter spildet sker en kraftig opblomstring af enkeltarter, som kan omsætte fyringsolien, såsom *Rhodafex*, *Acidovorax* og *Spirochaetaceae*, mens der efter et år er sket en tilpasning til substratet (olien) for flere arter.

Samlet set underbygger resultaterne fra DNA-sekventeringen, at der forekommer øget vækst som følge af spildet, og det var endvidere muligt at identificere arter, som er øget i antal som følge af oliespildet på denne lokalitet.

Perspektiver i DNA-sekventering til grundvandsundersøgelser

Overordnet vurderes det, at metoden er relativ nem at bruge, idet prøvetagningen kan foretages sideløbende med udtagning af almindelige prøver til grundvandsanalyse. I denne undersøgelse blev grundvandsprøverne udtaget i rene jordglas og filtreret ned på sterile filtre i et almindeligt grov-laboratorium. Herefter er prøverne/filtrene opbevaret på frost i sterile reagensglas, indtil de blev transporteret til Aalborg Universitet, hvor analysen blev udført. Denne procedure var tilstrækkeligt til at opnå gode replikater.

På den korte bane er metoden et godt supplement til andre metoder, der kvalitativt kan bruges til at undersøge, om der forekommer nedbrydning af olieforurening i grundvandszonen. Lignende metoder til kvalitativt at dokumentere nedbrydning er i /6/ beskrevet som 'smoking guns', og det er anbefalet, at kvalitativ indikation på nedbrydning kan indgå som et argument for at inddrage konservative nedbrydningsrater i risikovurderinger. Den testede metode har potentialet til på lignende vis at danne grundlag for at anvende konservative nedbrydningsrater på trin III i JAGG eller i den kommende GrundRisk. Specielt på lokaliteter, hvor der er tale om lavtydende filtre, kan denne metode være relevant til at underbygge, at der forekommer en nedbrydning, da det på disse lokaliteter kan være vanskeligt at udtage grundvandsprøver med kontrolleret prøvetagning og dermed dokumentere nedbrydning via kontraster/ændringer i f.eks. ilt og redoxpotentiale.

På den lange bane vurderes der at være et stort perspektiv i at identificere indikatororganismer for nedbrydning af fyringsolie fra forskellige lokaliteter; specielt hvis det viser sig, at navngivne arter ofte/altid vokser op i forurenede grundvand, evt. afhængigt af redoxforhold eller andre metadata. Et bibliotek med indikatorarter kan dernæst bruges til sammenligning, hvis der udføres DNA-sekventeringsundersøgelser på andre lokaliteter og danne grundlag for en kvalitativ dokumentation af naturlig nedbrydning.

Umiddelbart kan det måske virke usandsynligt, at de samme arter vil vokse op på vidt forskellige lokaliteter, når vi ved, at der naturligt er rigtig mange forskellige arter i jorden. Men lignende undersøgelser fra drikkevandsforureninger og fra studier i renseanlæg (se <http://www.midasfieldguide.org>) har vist, at artssammensætningen ofte er overraskende ens, og at op mod 80 % af biomassen udgøres af relativt få arter.

Endeligt må det forventes, at tilstedeværelsen af gode kulstofkilder i uforurenede jord og grundvand er meget begrænset, så når der pludselig er store mængder omsættelig kulstof til rådighed (f.eks. fyringsolie), så vil sammensætningen af denne kulstofkilde være meget styrende for, hvilke arter der vokser op, evt. afhængigt af redoxforholdene og/eller andre metadata. Hvis der kan identificeres få, men vigtige indikatorarter,

som ikke allerede er kendt i den videnskabelige litteratur, åbner det op for, at der kan udføres detaljerede molekylærbiologiske undersøgelser af de enkelte organismer, så der kan etableres viden om nedbrydnings-pathways m.m.

Da der kan håndteres relativt mange prøver (>300 prøver pr. kørsel med sekventeringsudstyret), kan der – til opbygning af en database – indsamles grundvandsprøver fra en lang række lokaliteter, som kan filtreres og konserveres/nedfryses, indtil der er indsamlet et større antal grundvandsprøver fra forskellige lokaliteter. Disse prøver vil kunne danne grundlag for at vurdere, om der er enkeltarter, der altid vokser op og medvirker til nedbrydning af fyringsolie, eller om andre parametre, som eks. tilstedeværelse af elektronacceptorer, har indflydelse på, hvilke indikatorarter der vokser op og medvirker til nedbrydning af fyringsolien.

Referencer

- /1/ Oprydning på forurenede lokaliteter – Hovedbind og Appendikser. Miljøstyrelsens Vejledning nr. 6 og 7, 1998.
- /2/ Naturlig nedbrydning af miljøfremmede stoffer i jord og grundvand. Miljøprojekt 408, 1998.
- /3/ Avancerede molekylærbiologiske metoder til dokumentation af naturlig nedbrydning. Jordforurening.info 2. 2012.
- /4/ Erfaringsopsamling på udbredelsen af forureningsfaner i grundvand på villatanksager. Miljøprojekt nr. 1309. 2009.
- /5/ The ecology of anaerobic degraders of BTEX hydrocarbons in aquifers. FEMS Microbiology Ecology. 93. 2017.
- /6/ Litteraturgennemgang af strategier til dokumentation af nedbrydning af oliestoffer i den umættede zone. Miljøprojekt nr. 1413. 2012.
- /7/ Bacterial diversity in the active stage of a bioremediation system for mineral oil hydrocarbon-contaminated soil. Microbiology. 152. 2006.
- /8/ Degradation of a benzene-toluene mixture by hydrocarbon-adapted bacterial communities. Annual Microbiology. 61. 2011.
- /9/ GrundRisk. Beregningsmodel til risikovurdering af grundvandstruende forureninger. Rettet udgave. Miljøprojekt nr. 1865, 2016.

BYUDVIKLING

– samarbejde om boligbyggeri i tidligere industriområder

Af Rebekka Rask
Kyndesen
og Maria Tropp
Hag, Region
Hovedstaden

Byggeriet er i fremgang, og der investeres milliarder af kroner i byudvikling rundt om i Danmark – også på forurenede arealer. Region Hovedstaden og Københavns Kommune har arbejdet sammen om at belyse, hvordan samarbejdet mellem myndighederne og de involverede i byggeprojekterne kan forbedres, når der bygges i tidligere industriområder.

Hvorfor er der behov for at forbedre samarbejdet?

Flere kommuner planlægger byudvikling på arealer i tidligere industriområder. Nogle af disse områder er allerede kortlagte som muligt eller konstateret forurenede. I andre områder er der endnu ikke taget stilling til kortlægningen. Det betyder, at oplysninger om aktiviteter, der kan have forurennet, eller en egentlig forurening, først opdages, når der graves i forbindelse med byggeprojekter. Det medfører ofte, at byggeriet forsinkes og fordyres, fordi myndighederne f.eks. stiller krav om yderligere undersøgelser eller oprensning forud for byggeriet. Dette kan være krav, som byggherrer ikke forudså ved den tidlige planlægning af byggeriet.

I byudviklingsområder er denne problematik særligt fremtrædende. Det skyldes, at de arealer, der omdannes til boligområder, ofte er forurenede industrigrunde. Byudvikling har stor politisk bevågenhed, fordi det har stor betydning for kommunen, at der sker en udvikling i form af befolkningstilvækst og forskønnelse af byen. Derfor er der stor interesse i, at processen forløber optimalt.

Formålet med byudviklingsprojektet

Region Hovedstadens samarbejdsprojekt med Københavns Kommune har taget udgangspunkt i byudviklingsområder i Københavns Kommune og har haft til formål at smidiggøre sagsgangene af jordforureningssager i byudviklingsområder til gavn for alle, der er involverede i byggeriet.

Myndighederne samarbejder

Boligbyggeri på forurenede eller muligt forurenede grunde kræver en § 8-tilladelse efter jordforureningsloven. Kommunen er myndighed på området og udarbejder tilladelsen, og regionen er høringspart. Regionens rolle i høringen af § 8-tilladelsen er at sikre, at byggeprojekter på forurenede grunde ikke besværliggør, forhindrer eller fordyrer regionens opgave med at undersøge og oprense jordforurening. Regionen skal også sikre, at beboerne i de kommende boliger ikke udsættes for en risiko fra jordforureningen. Kommunen og regionen begynder ofte dialogen om § 8-tilladelsen i høringsperioden. På dette tidspunkt kan et byggeprojekt være langt fremskredet.

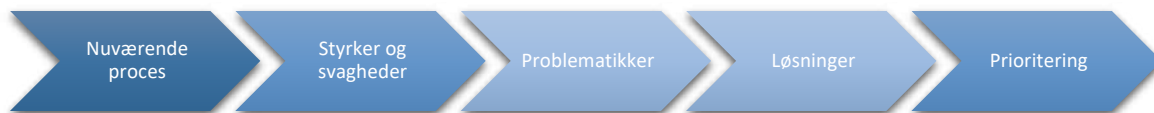
Hvordan skaber vi en god proces?

I løbet af projektet med at forbedre processen fra en idé til endeligt byggeri blev de mange involverede i byggeprojekterne inddraget, f.eks. byudviklere, bygherrer, miljørådgivere, arkitekter og miljø-, plan- og bygningsmyndigheder. Alle involverede har en stor aktie i at smidiggøre processen for, at byggeprojekterne forløber bedre.



For at opnå en fælles forståelse er det vigtigt, at alle er i dialog med hinanden. Region Hovedstaden og Københavns Kommune inviterede derfor til en workshop med 70 repræsentanter fra de forskellige fagområder, der indgår i byggeri på forurenede grunde.

På workshopen blev deltagerne placeret i grupper med repræsentanter fra de forskellige faggrupper. Dette var med til at sikre, at alle kom til orde, og at der skete en bred erfaringsudveksling. Idéerne til en ændret tilgang til samarbejdet er således sket med input fra alle, og de vil derfor være bredt forankret og lettere at implementere.



Programmet for workshopen:

- Præsentation af det nuværende sagsforløb for byggeri på forurenede grunde.
- Gruppedrøftelse af styrker og svagheder ved det nuværende sagsforløb.
- Gruppedrøftelse med identifikation af problematikker til videre arbejde.
- Gruppedrøftelse af løsninger på de væsentlige problematikker.
- Plenumprioritering af temaer til videre arbejde i Region Hovedstaden og Københavns Kommune.

Hvad blev vi klogere på?

Fire fokusområder gik igen hos workshopdeltagerne:

Tidlig dialog imellem alle involverede

Det var tydeligt, at rådgivere og bygherrer oplever, at sager, hvor de har været i tidlig dialog med myndighederne, og hvor sagen derfor har været belyst tidligt, har fungeret godt. Når regionen eksempelvis inddrages for sent i processen og stiller yderligere krav, kan det have tidlige og økonomiske konsekvenser.

Tidligt overblik over krav fra myndighederne

Det kom frem, at rådgivere og bygherrer ofte mangler viden om baggrunden for myndighedskrav og myndighedernes forskellige roller. Miljørådgiverne kan have svært ved at rådgive bygherrer, når rådgiverne mangler overblik over kravene fra myndighederne. Det kan medføre, at der ikke afsættes penge nok til de nødvendige forureningsundersøgelser. Rådgiverne udtrykte ønske om informationsmateriale om myndighedskrav.

Fælles forståelse for de forskellige fagområders opgaver og roller

Generelt viste dialogen på workshopen, at der er et behov for bedre kendskab til de forskellige fagområders roller og bevæggrunde for at kunne sikre det bedst mulige samarbejde.



Systematisk kortlægning ønskes gennemført i København

På workshopen blev det også drøftet, at den endnu ikke gennemførte systematiske kortlægning i Københavns Kommune medfører en u hensigtsmæssig proces, når regionen skal vurdere, om der er grundlag for kortlægning undervejs i byggeprocessen. Prioritering af vidensniveau 1-kortlægning i byudviklingsområder blev fremhævet som en vigtig del af at opnå en smidigere proces.

Projektets anbefalinger

Projektet har resulteret i en række anbefalinger til, hvordan arbejdet med boligbyggeri på forurenede grunde kan optimeres. Herunder de højst prioriterede:

- Tidlig dialog
- Tidligt overblik over myndighedskrav
- Årlige dialogmøder på tværs af faggrænser
- Bedre forståelse for de forskellige fagområders opgaver og roller

Hvad gør vi nu?

Projektets anbefalinger bygger på inddragelse af erfaring fra arbejdet med § 8-tilladelser i både Københavns Kommune og Region Hovedstaden samt på inddragelse af de involverede parter i byggeri på forurenede grunde. Projektet har dannet grundlag for udarbejdelse af anbefalinger, som er forankret hos alle de involverede i § 8-processen. Region Hovedstaden og Københavns Kommune har igangsat en række tiltag på baggrund af projektarbejdet.

Tidlig dialog

Region Hovedstaden deltager nu i tidlige opstartsmøder på store og/eller komplicerede sager i alle kommuner. Dette giver miljørådgiveren mulighed for at præsentere og få en fælles drøftelse af projektet med både kommunen og regionen. Her kan der ske en forventningsafstemning om krav i § 8-tilladelsen og spørgsmål omkring kortlægning.

Derudover vil møderne give mulighed for tidligt at drøfte en mere helhedsorienteret planlægning og undersøgelse inden for et større byudviklingsområde med mange matrikler og kilder til forurening.

Tidligt overblik over myndighedskrav

Region Hovedstaden har arbejdet videre med ønsket om, at rådgiver og bygherrer tidligt i forløbet får overblik over de krav, myndigheden stiller. Region Hovedstaden har udarbejdet en kortfattet vejledning med minimumskrav til oplysning og undersøgelse af en forurening før en § 8-tilladelse. Kommunerne har kommenteret vejledningen, og den danner således et fælles udgangspunkt for myndighederne. På et gå-hjem møde i januar 2018 præsenterede Region Hovedstaden vejledningen for rådgivere, bygherrer og kommunerne.

Vejledningen giver et overblik over, hvilke oplysninger og undersøgelser der som minimum skal redegøres for, før myndighederne kan behandle udkast til § 8-tilladelsen. Vejledningen findes på Region Hovedstadens hjemmeside og kan uddeles på mødet tidligt i § 8-forløbet, se <https://www.regionh.dk/til-fagfolk/miljoe/jordforurening/bor-du-paa-en-forurennet-grund/Sider/Maa-jeg-bygge-og-grave-pa-en-forurennet-grund.aspx>

Årlige dialogmøder på tværs af faggrænser

På workshopen blev det tydeligt, at alle inviterede havde stor glæde af at mødes, og at årlige møder vil kunne skabe en god platform for videndeling på tværs af faggrænser. Sådanne møder kan understøtte en bedre forståelse for de forskellige fagområders opgaver og roller. Desuden vil et årligt møde skabe mulighed for at drøfte samarbejdet imellem de involverede på området. Her vil kommunerne kunne orientere om status for, hvad der rør sig, og hvad der forventes at ske det kommende år. Region Hovedstaden vil også have mulighed for at deltage og orientere om nyt. Desuden vil det være muligt at drøfte faglige problemstillinger og have en generel erfaringsudveksling.

På den baggrund har Københavns Kommune i efteråret 2017 afholdt et dialogmøde med deltagelse af miljørådgivere, bygherrer og Region Hovedstaden.

Bedre forståelse for de forskellige fagområders roller

Region Hovedstaden og Københavns Kommune oplever, at nye rådgivere kan have nytte af at få en introduktion til den myndighedsbehandling, der sker i kommunen og regionen, og høre om baggrunden for de krav myndighederne stiller til ansøgningsmaterialet til en § 8-tilladelse. Det er vores forventning, at gentagne intromøder vil kunne danne grundlag for en bedre forståelse af hinandens opgaver og roller. På baggrund af projektarbejdet har København Kommune været værter for den første introdag i foråret 2017.

Hvad har vi erfaret?

Arbejdet med projektet og de mange aktører har givet os alle et mere nuanceret syn på, hvilke problemstillinger andre fagområder kan have, når der bygges på forurenede grunde. Vi har derved fået en større forståelse for hinandens roller og bevæggrunde.

Workshopen har givet flere idéer til løsninger, og vi er nu på vej mod en mere smidig proces, når der byudvikles på forurenede grunde. Projektet har skabt grundlag for en bedre dialog mellem alle de involverede parter i byggeri på forurenede grunde.

Projektgruppen bestod af

- Region Hovedstaden, Enhed for Miljø og Klima
- Københavns Kommune, Jord og Affald
- Københavns Kommune, Byens Udvikling



Farvel til Morten

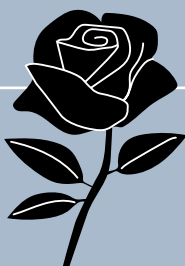
Det er med meget stor sorg, at vi i VMR (Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer) har måttet tage afsked med vores kære chef Morten Sommer Sørensen, der den 14. februar 2018 sov stille ind efter længere tids kræftsygdom.

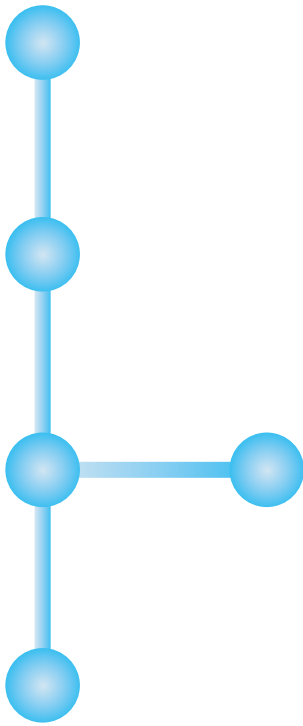
Morten vil blive savnet, og han vil især blive husket både for sin høje faglighed på miljøområdet, sin motiverende ledelse, og for den imødekommende og engagerede person han var.

Morten brændte for at skabe konsensus på miljømæssige udfordringer. Dette har været den gennemgående røde tråd i Mortens karriere fra han som kandidat fra Syddansk Universitet i Teknologi, Biologi og Kemi begyndte som miljøkonsulent i Nordjyllands Amt. Siden har Morten været omkring Fyns Amt som vicekontorchef, kontorchef i Miljøministeriet, Miljøcenter Odense, samt projektchef i NIRAS. Både den offentlige og private miljøsektor har dermed haft gavn af Mortens evne til at se og implementere nye løsninger. Dette, sammen med hans diplomatiske sans og politiske tæft, har gjort Morten til en vellidt og højt respekteret samarbejdspartner i både den offentlige og private sektor.

Mortens engagement i udviklingen af indsatsen for rent grundvand og en sammenhængende grundvandsbeskyttelse har ligeledes været et gennemgående arbejdsfelt, hvor Morten har ydet et værdifuldt bidrag til anvendelsen af data for at styrke indsatsen. I regionerne vandt Morten også anerkendelse for at udvikle Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer til at være et solidt samlingspunkt for den fællesregionale udvikling af miljøopgaverne i regionerne.

Morten blev 60 år og efterlader sig sin kone Trine, tre børn og børnebørn.





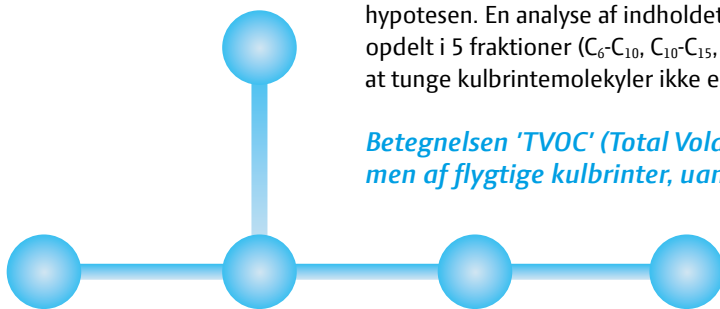
Tunge kulbrintemolekyler måles ikke på kulrør og ORSA-rør # Hard facts

Af Per Loll,
Theodora Tsitseli og
Claus Larsen, Dansk
Miljørådgivning A/S,
Børge Hvidberg og
Per Novrup,
Region Midtjylland
og Maybrit Jannerup,
Region Sjælland

Miljøstyrelsens afdampningskriterium for 'sum af kulbrinter' er defineret som sum af C_6 - C_{35} . Ind imellem hører man et udsagn i branchen om, at der ikke konstateres tunge kulbrinter i luftprøver på hhv. kulrør (aktiv opsamling) og ORSA-rør (passiv opsamling). Det ganske plausible argument er, at disse molekyler ikke er tilstrækkeligt flygtige, og at afdampningskriteriet for 'sum af kulbrinter' med fordel kunne defineres som sum C_6 - C_{25} (eller C_6 - C_{20}), hvorved man evt. kan opnå en lavere detektionsgrænse på analyserne.

DMR har i forbindelse med gennemførelsen af nogle andre projekter haft en større mængde poreluft- og indeluftsdata til rådighed, der har muliggjort en undersøgelse af hypotesen. En analyse af indholdet af TVOC (Total Volatile Organic Compounds C_6 - C_{35}), opdelt i 5 fraktioner (C_6 - C_{10} , C_{10} - C_{15} , C_{15} - C_{20} , C_{20} - C_{25} , C_{25} - C_{35}) underbygger på fineste vis, at tunge kulbrintemolekyler ikke er flygtige (i betydende koncentrationer).

Betegnelsen 'TVOC' (Total Volatile Organic Compounds) benyttes for summen af flygtige kulbrinter, uanset hvilket opsamlingsmedie der er tale om.



De indgående datasæt

Poreluftdata (Dräger kulrør)

I forbindelse med en intern undersøgelse har vi fået udleveret alle DMR's poreluft-resultater fra perioden juni 2016 til juni 2017 fra Eurofins. Heriblandt var der 2.008 poreluftprøver med 100 L poreluft opsamlet på Dräger kulrør (aktiv opsamling), som var blevet analyseret for indhold af oliekulbrinter i fraktioner. Detektionsgrænsen ifm. TVOC-analyserne har været $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Indeluftdata (ORSA-rør)

Region Midtjylland og DMR har i november 2015 og maj 2016 gennemført to landsdækkende målekampagner med passiv opsamling af udeluft og indeluft på ORSA-rør over ca. 14 dage til fastlæggelse af danske baggrundsniveauer for TVOC, BTEXN og C₉/C₁₀-aromater, /1/ og /2/. Kun ganske få udeluftprøver indeholdt TVOC (C₆-C₃₅) over detektionsgrænsen, hvorfor der kun er medtaget indeluftanalyser i nærværende sammenhæng. I de to målekampagner er der analyseret hhv. 131 og 142 indeluftprøver for TVOC opdelt i fraktioner.

Region Sjælland og DMR A/S har gennemført et udviklingsprojekt, hvor der er foretaget sammenlignende målinger af TVOC, BTEXN og C₉/C₁₀-aromater opsamlet på hhv. ORSA-rør og ATD-Tenax-rør på en pulje af indeklimasager i Region Sjælland; i alt 10 sager med 90 målepunkter /3/. I denne sammenhæng inddrages resultaterne fra ORSA-analyserne. Ingen udeluftprøver opsamlet på ORSA-rør indeholdt TVOC (C₆-C₃₅) over detektionsgrænsen, hvorfor der kun er medtaget indeluftanalyser i nærværende sammenhæng. I de tre indeklimastudier er der således samlet set tale om 353 indeluftprøver opsamlet på ORSA-rør med opsamlingsperioder på mellem 9 og 20 dage (primært ca. 14 dage). Detektionsgrænsen ifm. TVOC-analyserne har været på mellem 32 og 67 µg/m³, afhængigt af opsamlingsperioden (hovedsageligt ca. 43 µg/m³).

Indledende datagranskning

Ifm. dataanalysen er der indledningsvist indlagt et 'signifikansfilter' på 200 µg/m³, svarende til to gange Miljøstyrelsens afdampningskriterium, således at kun prøver med et betydende indhold over analysemetodernes detektionsgrænser er medtaget i databehandlingen. Et hensyn ift. valget af denne grænse har bl.a. været muligheden, for at summen af kulbrinter (C₆-C₃₅) reelt kan fordeles på de enkelte kulbrintefraktioner med hver deres detektionsgrænse, se tabel 1.

Af det samlede antal poreluftprøver (N = 2.008) er 803 prøver med indhold af TVOC (C₆-C₃₅) over detektionsgrænsen (40 %), mens 618 prøver (31 %) har betydende indhold af TVOC (>200 µg/m³).

For det samlede datasæt af indeluftmålinger (N = 353) er 192 prøver med indhold af TVOC (C₆-C₃₅) over detektionsgrænsen (54 %), mens 51 prøver (14 %) har betydende indhold af TVOC (>200 µg/m³). Herunder er det interessant, at andelen af prøver med indhold over detektionsgrænsen samt betydende indhold er næsten konstant for de tre understudier (2 målerunder i baggrundsniveaustudiet og det sammenlignende studium af ORSA-rør og ATD-Tenax-rør); hhv. 51-60 % over detektionsgrænsen og 14-15 % med betydende indhold (>200 µg/m³).

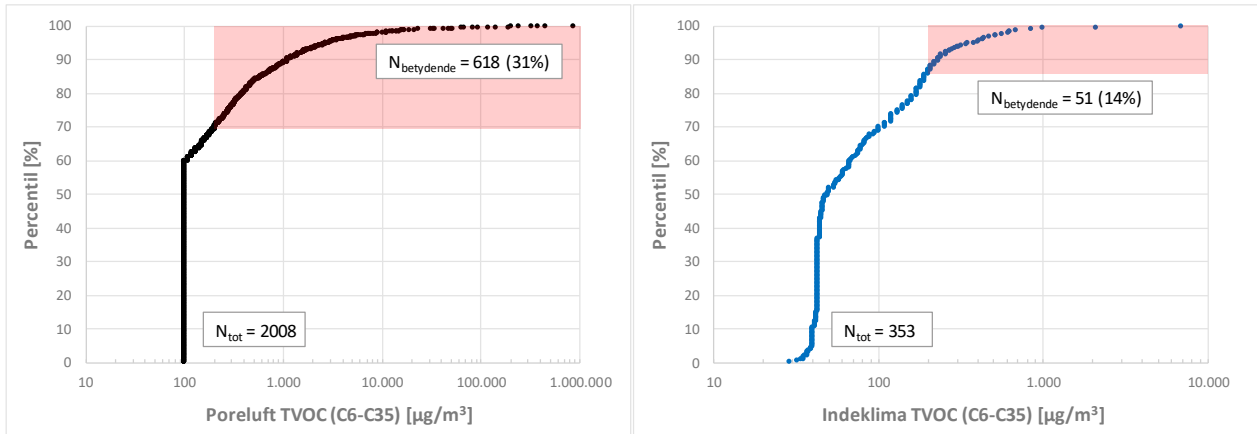
TABEL 1 DETEKTIONSGRÆNSER (µG/M³) FOR KULBRINTEFRAKTIONER PÅ KULRØR OG ORSA-RØR UNDER DE GIVNE OPSAMLINGSBETINGELSER.

Kulbrintefraktion	Poreluft (kulrør)#	Indeluft (ORSA-rør)*
TVOC (C ₆ -C ₃₅)	100	43
C ₆ -C ₁₀	50	43
C ₁₀ -C ₁₅	30	35
C ₁₅ -C ₂₀	30	35
C ₂₀ -C ₂₅	50	52
C ₂₅ -C ₃₅	60	369

= ved 100 liter opsamling.

* = ved 14 dages opsamlingstid.

FIGUR 1 FORDELINGSFUNKTIONER FOR TVOC (C₆-C₃₅) I PORELUFT (SORT) OG INDELUFTPRØVER (BLÅ) OG ANGIVELSE AF DE PRØVER, DER HAR TVOC-INDHOLD >200 µG/M³ (LYSERØDE FELTER).

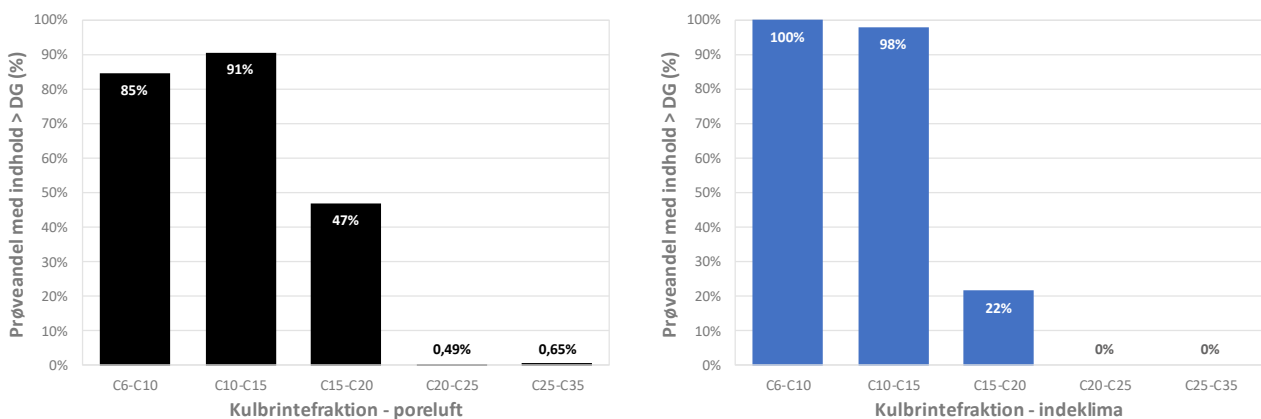


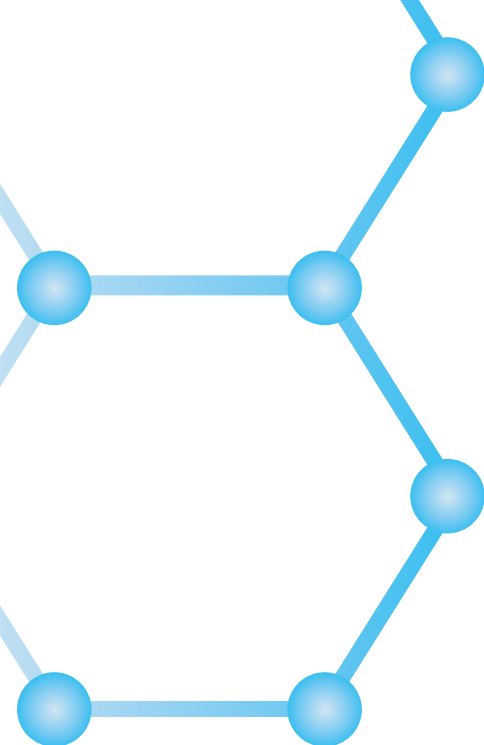
Fordelingsfunktioner for TVOC-indholdet (C₆-C₃₅) i de to datasæt fremgår af nedenstående figur sammen med prøveandelen med betydende kulbrinteindhold. For poreluftprøverne er der tale om TVOC-indhold på mellem 200 og 870.000 µg/m³, mens der for indeklimeprøverne er tale om indhold på mellem 200 og 6.900 µg/m³ i de data, der arbejdes videre med.

Fordeling på fraktioner

I nedenstående figur er vist den procentdel af de hhv. 618 poreluftprøver og 51 indeklimeprøver med betydende indhold af TVOC (C₆-C₃₅ >200 µg/m³), som har indhold over detektionsgrænsen i de fem kulbrintefraktion, jf. tabel 1.

FIGUR 2 ANDEL AF PORELUFT (SORT) OG INDELUFTPRØVER (BLÅ) MED BETYDENDE TVOC-INDHOLD, SOM HAR INDHOLD I DE FEM KULBRINTEFRAKTIONER OVER DETEKTIONSGRÆNSEN.





Som det fremgår af figur 2, så er der kun et fåtal af poreluftprøverne (3-4 stk.), som har indhold i de tungere kulbrintefraktioner ($C_{20}-C_{25}$ og $C_{25}-C_{35}$) over detektionsgrænserne, mens **ingen** indeluftsprøver har indhold over detektionsgrænserne i disse fraktioner. Dette kan betyde, at disse kulbrintefraktioner ikke findes (i betydende koncentrationer) i poreluft og indeluft, at de ikke adsorberes på de benyttede opsamlingsmedier, og/eller at de ikke ekstraheres fra medierne igen. For poreluftprøverne er der tale om 4 punkter med indhold i $C_{20}+$ fraktionerne. I alle fire prøver er der konstateret betydende koncentrationer i de tre letteste fraktioner (C_6-C_{10} , $C_{10}-C_{15}$ og $C_{15}-C_{20}$).

I modsætning til fraktionerne $C_{20}-C_{25}$ og $C_{25}-C_{35}$ har mellem 85 og 100 % af poreluft- og indeluftsprøverne indhold i fraktionerne C_6-C_{10} og $C_{10}-C_{15}$ over detektionsgrænserne. Stort set alle indeluftsprøver med betydende TVOC-indhold har indhold over detektionsgrænserne i disse kulbrintefraktioner (98-100 %). I fraktionen $C_{15}-C_{20}$ har næsten halvdelen af poreluftprøverne (47 %) og ca. 1/5 af indeluftsprøverne (22 %) indhold over detektionsgrænserne.

Selvom prøverne ikke er fra de samme lokaliteter, og de fleste indeluftsprøver er fra lokaliteter uden jordforurening, er det bemærkelsesværdigt, at der tilsyneladende er et relativt skifte i kulbrinte-sammensætningen fra poreluft til indeluften. I indeluften har alle prøver med betydende TVOC-indhold indhold over detektionsgrænsen i fraktionen C_6-C_{10} , mens det kun gælder for 85 % af poreluftprøverne. I modsætning hertil har 47 % af poreluftprøverne med betydende indhold, indhold over detektionsgrænsen i fraktionen $C_{15}-C_{20}$, mens det kun gælder for 22 % af indeluftsprøverne. Dette kunne tyde på, at mange af de interne bidrag, der findes i danske hjem, befinder sig i fraktionen C_6-C_{10} og kun i mindre grad i fraktionen $C_{15}-C_{20}$.

Diskussion

I forbindelse med regionernes seneste forhandling af analyseaftalen med analyselaboratorierne er fraktionen $C_{25}-C_{35}$ inkluderet, så TVOC-analysen er i overensstemmelse med Miljøstyrelsens afdampningskriterium (C_6-C_{35}). Dette medførte dog også en hævet detektionsgrænse for TVOC fra 50 til 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ved 100 liter på kulrør), som har været lidt svær at vænne sig til, og som kan give udfordringer i prøvetagningssituationer, hvor vi gerne vil arbejde med et reduceret prøvevolumen (f.eks. i faldstammer, jf. /4/).

Set i lyset af ovenstående resultater ville det være at foretrække, hvis fremtidige analyseaftaler går tilbage til en TVOC-analyse på både kulrør og ORSA-rør med (a) kvantificering af fraktionerne C_6-C_{25} (eller evt. C_6-C_{20}) og (b) en lavere detektionsgrænse. Det er tilsyneladende kun et fåtal af sager, der vil drage nytte af en kvantificering af kulbrinter i fraktionen $C_{20}+$, mens mange sager vil kunne drage nytte af en lavere detektionsgrænse; f.eks. ifm. anvendelse af lavere poreluftvolumen, jf. /4/ og /5/. Ydermere vil en lavere detektionsgrænse på kulrør give mulighed for at mindske opsamlingsvolumenet og dermed afkorte opsamlingstiden.

DMR, Region Midtjylland og Region Sjælland har på baggrund af ovenstående indledt en dialog med Miljøstyrelsen om en eventuel revision af afdampningskriteriet for 'sum af kulbrinter' (/6/), således at der opnås overensstemmelse imellem de kulbrintefraktioner, der inkluderes i sumkriteriet, og de opsamlingsmedier og analysemetoder der anvendes. Herunder kunne det være hensigtsmæssigt, hvis der var sammenhæng imellem afdampningskriteriet og den kemiske analyse af flygtige kulbrinter på ATD-rør (nu C_6-C_{18}). Endelig kunne det overvejes at skabe sammenhæng imellem afdampningskriteriet og analysemetoder for mineralsk terpentin (C_7-C_{12}).



Såfremt der ønskes et større datagrundlag for en eventuel revision af sumkriteriet, end det som er præsenteret i denne artikel, kunne der laves et opdateret studium baseret på den samlede database af regionernes kemiske analyser (kulrør, ORSA-rør og ATD-rør).

Force Technology gennemfører pt. et udredningsprojekt i Teknologipuljeregi for Region Sjælland og Region Midtjylland. Dette projekt skal primært belyse de tekniske aspekter ved passiv opsamling og analyse af TVOC på ATD- og ORSA-rør, men også relevante historiske og administrative aspekter (f.eks. fastsættelsen af det danske TVOC-kriterium), og det er meningen, at dette udredningsprojekt skal munde ud i nogle praktiske anbefalinger vedr. måling af TVOC i en dansk kontekst.

Referencer

- /1/ Hydrocarbon background levels in Denmark – Outdoor and indoor air. P. Loll, T. Tsitseli, P. Novrup og B. Hvidberg. Udkast til miljøprojekt, januar 2018.
- /2/ Nye danske baggrunds niveauer for olieculbrinter i udeluft og indeklime. P. Loll, P. Novrup og B. Hvidberg. Præsentation på ATV-møde "Nyt om indeklime – undersøgelsesmetoder og risikovurdering". 15. september 2016.
- /3/ ATD-rør og ORSA-rør giver forskellige resultater for TVOC. P. Loll og M. Jannerup. Miljø og Ressourcer, 2 (3-12), 2017.
- /4/ Målinger i afløbs- og kloaksystemet ved indeklimeundersøgelser på forurenede grunde. L.S. Clausen, K.B. Nielsen og B. Hvidberg. Miljøprojekt nr. 1954, 2017.
- /5/ Effektive poreluftstrategier. A.H. Kristensen, P. Loll, C. Larsen og P. Larsen. Miljøprojekt nr. 1587, 2014.
- /6/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurennet jord og kvalitetskriterier for drikkevand. Opdateret juni 2015. Miljøstyrelsen.



Hos Sten og Grus Prøvestenen A/S modtager de forurenede jord og brugte byggematerialer fra erhvervslivet, hvorefter de enten opbevarer eller renser materialerne, inden de sendes videre i systemet.

Forurenede jord i et cirkulært kredsløb

*Af Martin Bennetzen,
Regionernes Videncenter
for Miljø og Ressourcer*

Der flyttes årligt

6.000.000
tons

forurenede eller forventede forurenede jord i Danmark. En stor del af denne jord ender på deponianlæg uden at blive rensede, men denne praksis bør kunne ændres, da der er potentiale for en bedre genanvendelse af jorden.



Barrierer for genanvendelse

Store mængder forurennet jord ryger i dag til deponi, selvom det kunne renses og genanvendes. En rapport fra Dansk Affaldsforening, DI og Dansk Energi viser, at der i 2015 blev deponeret 2,17 mio. tons forurennet jord, hvilket svarede til 75 % af den samlede deponerede affaldsmængde. Dette tal er væsentligt højere, end det burde være, siger miljøchef for Sten og Grus Prøvestenen A/S, Michael Quist. Virksomheden beskæftiger sig blandt andet med rensning af forurennet jord og behandling af byggematerialer til genanvendelse og modtog fra november 2016 til december 2017 knap 60.000 tons forurennet jord på deres anlæg. Kun 6 % af denne jord blev rensset – en rensning der ikke nødvendigvis betyder, at jorden derefter indgår i et cirkulært kredsløb. 'Vi renser kun ned til, hvad markedet styrer os efter – dvs. at vi typisk renser det ned til de værdier, der gør, at vi kan køre det til deponi,' fortæller Michael Quist.

Hos Sten og Grus Prøvestenen har de en vision om at skabe en cirkulær og bæredygtig forretningsmodel, hvor så mange materialer som muligt bliver genanvendt – det gælder både jord og byggematerialer. Den tilgang bliver dog udfordret af den danske lovgivning, mener Michael Quist. Ifølge ham er lovgivningen på området for lempelig og grænseværdierne for, hvor forurennet jorden må være, når man deponerer den, for høje. Michael Quist peger på jorddepoternes modtagerkriterier som en del af problemet. I nogle tilfælde modtager jorddepoterne jord med en koncentration, der er 10 gange højere end grænseværdien for, hvad man i Danmark karakteriserer som forurennet jord. Skærpede man modtagerkriterierne, ville man dermed presse jordaktørerne til i højere grad at tænke i rensning og genanvendelse.

Sten og Grus Prøvestenen står ikke alene med deres betragtninger af barriererne for genanvendelse af jord. I en undersøgelse af jordstrømme foretaget af NIRAS for Miljøstyrelsen i 2017 fremgår det af de adspurgte kommuner og jordmodtagere, at de ser økonomien som den primære driver for deres beslutning om, hvordan jorden skal håndteres. Genanvendelse af jord fordyrer typisk processen, da det ofte indebærer mere transport eller mellemdeponi. Derfor bliver den korteste vej til deponi i de fleste tilfælde valgt. De adspurgte aktører peger ligeledes på, at det er både billigere og kræver mindre administrativt arbejde at benytte jomfruelige råstoffer i stedet for at genanvende jord.

Det er en balancegang

Men hvori består problemet i at deponere forurennet jord på et godkendt jordmodtageranlæg i stedet for at rense den? Ifølge Michael Quist er det en kortsigtet løsning, hvor man flytter jorden rundt i stedet for at fremtidssikre ressourcen. Når man deponerer et læs forurennet jord hos en jordmodtager, er det ikke længere en hovedpine for entreprenøren eller vognmanden, der afleverer jorden. Men i fremtiden skal anlægget måske lukkes, og grunden bruges til noget andet, og så står den næste generation med en masse forurennet jord, der skal håndteres. Michael Quist foreslår, at man regulerer mere på området ved for eksempel at sænke grænseværdien, for hvor forurennet deponeret jord må være, eller giver et økonomisk incitament til de aktører, der genanvender i stedet for at deponere.





Et sådant økonomisk incitament ses for eksempel i Storbritannien, hvor staten siden 1996 har opkrævet afgifter ved deponering af jord. Disse afgifter er steget løbende fra 7 £ pr. deponeret ton jord i 1996 til 86,40 £ pr. ton i dag. I dag har afgiften dermed oversteget det gebyr, jorddeponierne kræver for at modtage jord til deponi. Formålet med afgiften er, at entreprenører og andre aktører på jordflytningsområdet bliver nødsaget til at tænke i alternativer til jorddeponi og rykke branchens opfattelse af jord som affald hen imod jord som en ressource. Statistikker fra det britiske Miljø-Fødevare- og Landbrugsministerium viser, at mængden af deponeret affald – herunder jord – faldt med 0,7 % fra 2012 til 2014, imens mængden af affald, der blev genanvendt, steg med 7,9 %. Samme statistikker viser, at jord i 2014 udgjorde 45 % af den samlede deponerede affaldsmængde i Storbritannien. Til sammenligning var dette tal i 2015 i Danmark 75 %.

I Miljøstyrelsen kan man principielt godt lide ideen om at genanvende mere jord, men mener ikke, at der på nuværende tidspunkt foreligger noget belæg for, om det samfundsøkonomisk kan betale sig at rense jorden mere, end vi gør i dag. 'Der er jo et affaldshierarki, som jord skal følge, så derfor skal man som udgangspunkt prioritere genanvendelse over deponering - men der skal også være proportionalitet imellem, hvad det koster at udføre, og hvad samfundet får ud af det' siger funktionsleder hos Miljøstyrelsen Niels Bukholt. 'Danmark er ikke et sted i dag, hvor vi udelukkende af principielle årsager kan rense alt jord for at gøre det nemmere for fremtidige generationer', tilføjer han.

Der mangler sammenhæng på tværs

Hos Sten og Grus Prøvestenen A/S mener de, at det er muligt såvel som hensigtsmæssigt at genanvende jord og byggematerialer mere, end vi gør i dag. Det kræver dog en samlet indsats på tværs af kommuner, regioner og stat. Derudover efterspørger miljøchefen, at man ændrer proceduren for risikovurdering ved placering af jord. I dag laver myndighederne en site-specifik risikovurdering, når det skal besluttet, hvor jord må flyttes hen. Han mener, denne procedure skaber en usikkerhed hos både jordmodtagere og bygherrer, da reglerne varierer fra sag til sag. 'Det er noget vi ser, når myndighederne trækker forsigtighedsprincip-kortet på sager, de ikke følger sig sikre på. Det har vi set på et par store sager, hvor den aftalte § 8-tilladelse til jordhåndteringen bliver trukket tilbage og lavet om, og derved påvirker både os som jordmodtager og bygherren i en negativ retning i forhold til det aftalegrundlag, vi har lavet', siger Michael Quist og tilføjer, at han gerne ser, at man gør reglerne mere generelle, så man som jordmodtager har nogle mere faste rammer at gå ud fra.

Ønsket om mere ensartethed på jordområdet ses ligeledes i NIRAS' undersøgelse. Her fremgår det, at forskelle i kommunernes praksis omkring håndtering af jord skaber en forvirring, der ikke gavner genanvendelsen. Analysen påpeger, at forskelle i krav til analysefrekvens, systemer til anmeldelse af jordflytning samt forskellig brug af regelsæt fra kommune til kommune gør det uforudsigeligt, hvad der kan forventes, der gives tilladelse til og på hvilke vilkår. Det øger tilbøjeligheden hos de enkelte jordaktører til at gøre, som de plejer og køre jorden til godkendte jordmodtageranlæg.

Også Miljøstyrelsen peger på, at der er et behov for en mere ensartet praksis for jordhåndtering. Derfor arbejder de lige nu på en bekendtgørelse, der skal samle de kriterier, der i dag eksisterer på jordflytningsområdet. Målet er at forbedre systemet og administrationen af jordhåndteringen for at gøre processen nemmere og hurtigere for både myndigheder og erhverv. Selve lovgivningen og kravene på området skal de nye kriterier dog ikke ændre på. Bekendtgørelsen kommer tidligst til at træde i kraft i 2019.

Referencer

- /1/ Dansk Affaldsforening, DI og Dansk Byggeri: BEATE Benchmarking af affaldssektoren, 2016
- /1/ Miljøstyrelsen: Kortlægning af Jordstrømme, 2017
- /3/ Mike Summersgill: Remediation and Redevelopment of Derelict Land in the UK – Lessons Learnt over Three Decades; Challenges Remaining, 2014
- /4/ Department for Environment Food and Rural Affairs: UK Statistics on Waste, 2016

Af Jan Petersen, freelancer

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

Bekendtgørelse om krav til udledning af visse forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder, BEK nr. 1433 af 21/11/2017

Bekendtgørelsen fastsætter krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder, og den trådte i kraft den 1. januar 2018. Læs mere på retsinfo.dk

Bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster, BEK nr. 1522 af 15/12/2017

Bekendtgørelsen fastlægger konkrete miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster for hvert vandområdedistrikt, og den trådte i kraft den 1. januar 2018. Læs mere på retsinfo.dk

Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand, BEK nr. 1625 af 19/12/2017

Bekendtgørelsen fastsætter regler om fastlæggelse af miljømål, herunder hvad der nærmere forstås ved god overfladevandtilstand, godt økologisk potentiale og god kemisk tilstand for overfladevand for kunstige og stærkt modificerede vandområder og god tilstand for grundvand. Bekendtgørelsen, indeholdende tekniske justeringer, trådte i kraft den 1. januar 2018, og den finder anvendelse for fastlæggelse af miljømål for vandområdeplanperioden 2015-2021 og de følgende perioder.

Læs mere på retsinfo.dk

Lov om ændring af lov om miljøbeskyttelse og lov om vandforsyning mv., LOV nr. 45 af 23/01/2018

Ændringerne omhandler målrettet arealbeskyttelse for at beskytte grundvandet mod pesticider, og den trådte i kraft den 1. februar 2018. Læs mere på retsinfo.dk

Afgørelser fra Højesteret

Ingen relevante for den seneste periode.

Principielle afgørelser fra Natur- og Miljøklagenævnet (NMKN)

Ingen oplyste principielle afgørelser vedrørende råstofloven eller jordforureningsloven i den seneste periode.

Læs om NMKN's øvrige afgørelser på nmkn.dk/rastofloven og nmkn.dk/jordforureningsloven

Spørgsmål til miljø- og fødevareministeren

§ 20-spørgsmål S472 (26. januar 2018) om forurening fra gammelt giftdepot i Grindsted.

Markedsanalyse for jordforureningsyndelser i de nære markeder

Danish Soil Partnership (DSP) har fået udarbejdet en markedsanalyse med fokus på byområderne Stockholm, Hamburg og Wrocław. Formålet med markedsanalysen er at give de danske virksomheder, som arbejder med jordforureningsyndelser (udviklere, rådgivere, entreprenører mv.), og som ønsker at internationalisere sig, et værktøj til at vælge, hvor det giver mest mening at søge hen ud fra den forventede efterspørgsel, potentielle partnere og konkurrenter.

Af COWI A/S for Regionernes Videntcenter for Miljø og Ressourcer, Teknik og Administration nr. 1, 2018. Læs hele udgivelsen på miljoegressourcer.dk

Ny liste med grænseværdier for drikkevandskvalitet

Miljøstyrelsen har udgivet en liste over drikkevandskvalitetskriterier for stoffer, som der ikke er fastsat drikkevandskvalitetskrav for i bekendtgørelse om vandkvalitet og tilsyn med vandforsyningsanlæg. Kvalitetskriterierne er sundhedsmæssigt baserede og kan anvendes af myndighederne, hvis der er et lokalt behov for at sikre drikkevandets kvalitet i forbindelse med forureningssituationer. Af Miljøstyrelsen, januar 2018. Læs mere på mst.dk



2. Forureningsstoffer

Varslingssystemet for udvaskning af pesticider til grundvand (VAP). Sammendrag af monitoringsresultater med fokus på juli 2014 til juni 2016

Ved varslingsystemet for udvaskning af pesticider til grundvand (VAP) undersøges det, om godkendte pesticider og deres nedbrydningsprodukter udvaskes til grundvandet, når de anvendes i landbrugsdrift i de maksimalt tilladte doser. Ved undersøgelserne er der blandt andet fortsat fund af 1,2,4-triazol, der er et nedbrydningsstof af svampemidlet tebuconazol, i grundvandet både under sandjorde og opsprækkede lerjorde. Samlet set er der i perioden undersøgt for 15 godkendte pesticider og 28 nedbrydningsprodukter. Heraf blev 17 af stofferne påvist i grundvand, og 8 af dem i koncentrationer over grænseværdien på 0,1 µg/l.

Af A.E. Rosenbom, E.B. Haarder, N. Badawi, L. Gudmundsson, F. von Platten-Hallermund, C.H. Hansen, C.B. Nielsen, F. Plauborg og P. Olsen (GEUS). Rapport, GEUS, december 2017 (ISBN nr. 78-87-7871-478-7). Læs mere på pesticidvarsling.dk

Bekæmpelsesmiddelstatistik 2016

Rapporten, der er baseret på salgsstatistik og sprøjtejournaldata for 2016, viser, at belastningen fra pesticider er faldet med 57 % i forhold til det beregnede niveau i 2011, og at dette er det næstlaveste niveau siden 2011.

Af J.E. Ørum (Københavns Universitet) og M.S. Holtze (Miljøstyrelsen), *Orientering fra Miljøstyrelsen nr. 22, december 2017* (ISBN nr. 978-87-93614-41-3). Læs mere på mst.dk

3. Afværge

Passiv ventilation som afskæring af forureningsspredning til grundvandet

Der er igennem snart to årtier blevet etableret og drevet anlæg med passiv ventilation på en række danske lokaliteter. En af disse er beliggende i Askov, hvor passiv ventilation siden 1999 har fungeret som afskærende afværgeforanstaltning med henblik på at sikre mod forureningsspredning til det underliggende grundvandsmagasin og indvindingen til et nærliggende vandværk. I rapporten gennemgås undersøgelser og drift af 17 års afværge på lokaliteten i Askov, hvor passiv ventilation er gennemført i kombination med afværgepumpning. Det fremgår af rapporten, at passiv ventilation, under de rette geologiske forhold, kan være en effektiv metode til løbende at fjerne chlorerede opløsningsmidler fra umættet zone.

Af S.R. Lenschow og A.G. Christensen (NIRAS A/S), *Miljøprojekt nr. 1977, januar 2018* (ISBN nr. 978-87-93614-59-8). Læs mere på mst.dk

4. Risikovurdering

GrundRisk – Screeningsværktøj til grundvandstruende forureninger

Rapporten omhandler udviklingen af en automatiseret metode til risikoscreening af grundvandstruende forureninger (GrundRisk delprojekt 1) med det formål at identificere de V1- og V2-kortlagte jordforureninger, der kan udgøre en trussel for grundvandet.

GrundRisk Screening er målrettet den offentlige indsats over for jordforurening, og det bygger på en trinvis risikovurdering. Indledningsvist foretages en sortering baseret på information i DKJORD/JAR. Ved trin I tildeles forureningskilden forureningsstof, koncentration og areal samt en infiltrationsrate og en dybde til grundvandet. Ved trin II bestemmes dæklagets tykkelse og type, og sammen med forureningstypen vurderes det, om forureningen forventes at nå grundvandet, og en forureningskoncen-

5. Grundvand

ATV-mødet "Grundvandsbeskyttelsen – hvordan står det til?"

På mødet, der omhandlede grundvandsbeskyttelsen i Danmark, var der blandt andet indlæg om grundvandstruende stoffer (herunder pesticider og PFAS), regionernes grundvandsbeskyttende indsats, kommunernes indsatsplanlægning samt mulighederne for at anvende den statslige grundvandskortlægnings hydrologiske modeller til indsatsplanlægningen.

Abstractsamling fra ATV Jord og Grundvands møde nr. 96, 28. november 2017, kan hentes på atv-jord-grundvand.dk

6. Overfladevand

Havneforureninger: Innovativ løsning nedstrøms et national testsite baseret på styret udstrømning og naturlig nedbrydning i et dynamisk miljø (Fase 1)

Rapporten omhandler havnearealet syd for Gasværksgrunden i Horsens, hvor der er etableret ni borer til dataindsamling fra det havnenære miljø til belysning af tidevands- og stormflodspåvirkning og deraf afledte hydrauliske, temperatur-, ilt- og salinitetsmæssige ændringer i forureningsfanen. To af disse borer er placeret i forbindelse med etablering af en ny kajindfatning, hvori der er en kontrolleret udstrømning fra havnearealet. I rapporten er data for de første 6-8 måneder efter etableringen præsenteret. Resultaterne bekræfter havneområdets dynamiske forhold, hvor en stor del af arealet er påvirket af tidevand. Der er desuden udviklet en metode, der muliggør mikrobiologisk prøvetagning samt in situ forsøg med naturlig nedbrydning af phenoler.

Af M. Lund, D.A. Søgaard, T.R. Andersen (VIA University College) og H. Blæsbjerg (Region Midtjylland), Miljøprojekt nr. 1976, december 2017 (ISBN nr. 978-87-93614-59-8).

Læs mere på mst.dk

Vurdering af forureningsflux fra Rønland og den gamle fabriksgrund

Rapporten omhandler forureningspåvirkningen fra Cheminovas nye Rønland og den gamle fabriksgrund på vandkvaliteten i Nissum Bredning. Projektet er overordnet inddelt i tre dele bestående af en teoretisk modellering af recipientpåvirkningen (dynamisk grundvandsmodel opstillet af Aarhus Universitet), feltundersøgelser af recipientpåvirkningen og en beskrivelse af principper for vurdering af recipientpåvirkning. Undersøgelsen viser samlet set, at vandet i Nissum Bredning er forureningspåvirket, men ikke i en grad så det overskrider vandkvalitetskriterierne, og det vurderes på den baggrund, at Cheminovas afværgeforanstaltninger fungerer efter hensigten.

Af L. Bennedsen og M. Christophersen (Rambøll A/S), Miljøprojekt nr. 1973, december 2017 (ISBN nr. 978-87-93614-49-9). Læs mere på mst.dk



7. Geologi

Byen og dens undergrund

Efterhånden som byerne vokser, og der er kommet fokus på klimaforandringer, er der også kommet mere fokus på indretningen af byerne, så de bliver robuste over for de øgede nedbørsmængder. Viden om undergrunden under byerne, og planlægningen af udnyttelsen af den er derfor vigtig, men det er ikke altid let at lave geologiske undersøgelser og kortlægninger i byerne, f.eks. kan traditionelle geofysiske/seismiske undersøgelser være vanskelige at udføre pga. pladsmangel, og der kan være meget støj på signalerne. Beliggenhed, udvikling, klimaforandringer og bygeologi er emnerne, der behandles i det nye temanummer af Geoviden.

Af S. Mielby (GEUS), J. de Beer (NGU), T.M. Pallesen (I-GIS A/S), J. Schokker (TNO) og P.B.E. Sandersen (GEUS), *Geoviden* nr. 4, 2017 (ISSN 1604-6935). Læs hele udgivelsen på geoviden.dk

Digitale jordartskort fra GEUS

Jordartskortene over Danmark viser, hvilke jordarter vi finder overfladenært, dvs. under pløje- og kulturlaget (typisk i 1 meters dybde). De digitale jordartskort i målestoksforholdet 1:25.000 og 1:200.000 kan nu downloades gratis fra geus.dk i forskellige formater f.eks. som pdf- eller shapefiler. Det detaljerede jordartskort i målestoksforholdet 1:25.000 dækker pt. 88 % af landet, mens 1:200.000 kortet dækker hele landet.

Af GEUS, januar 2018. Download 1:25.000 på geus.dk eller 1:200.000 på geus.dk

Danmarks lumske ler

I denne artikel beskrives egenskaberne ved plastisk ler. Artiklen fokuserer på de byggetekniske udfordringer, som denne lertype medfører, men derudover indeholder artiklen blandt andet også en god beskrivelse af begreber som kvældetryk, kornstørrelse og lermineralers opbygning.

Af T.R. Simonsen, *Aktuel Naturvidenskab* nr. 6, december 2017, s.14-19 (ISSN 1399-2309).

8. Andet

ATV-mødet "Jordhåndtering i Danmark - alt det vi kan, gør og burde gøre"

De mange bygge- og anlægsprojekter over alt i landet skaber en masse overskudsjord, som er mere eller mindre forurenset. Jorden havner mange steder f.eks. som opfyld i havne, deponering i råstofgrave, på landbrugsjord eller i støjvolde. På mødet var der blandt andet indlæg om forskellige måder at håndtere overskudsjord på og om Miljøstyrelsens arbejde med at forenkle regelsættet og øge genanvendelsen.

Abstractsamling fra ATV Jord og Grundvands møde nr. 20, 25. januar 2018, kan hentes på atv-jord-grundvand.dk

Hvor sur er jorden egentlig?

Artiklen omtaler en ny pH-måler, der i modsætning til tidligere gør det muligt at måle jordens pH-værdi direkte i jorden.

Af S.H. Knudsen, *Aktuel Naturvidenskab* nr. 6, december 2017, s.4 (ISSN 1399-2309).



**Regionernes Videncenter
for Miljø og Ressourcer**

**Regionernes Videncenter
for Miljø og Ressourcer**
Dampfærgevej 22
2100 København Ø
mail@miljoeogressourcer.dk
www.miljoeogressourcer.dk

Miljø og Ressourcer
udgives af Regionernes Videncenter
for Miljø og Ressourcer udkommer fire
gange årligt på papir og elektronisk

Redaktør: Kit Jespersen
Design: BGRAPHIC
Tryk: PRinfoParitas
ISSN 2445-7051 Trykt version
ISSN 2445-706X Online