

PUNKTKILDERS PÅVIRKNING AF GRUNDEVANDSKVALITETEN I DANMARK

Seniorrådgiver, geolog Walter Brusch
Seniorforsker, ph.d. Karen G. Villholth
GEUS

Fagleder, ph.d. John Flyvbjerg
Fagleder, cand. mag. Carsten Bagge Jensen
Region Hovedstaden

Civilingeniør Katrine Smith
Miljøstyrelsen

ATV JORD OG GRUNDEVAND

Vintermøde om jord- og grundvandsforurening
Vingstedcentret

8. – 9. marts 2011

RESUME

Artiklen præsenterer de overordnede resultater fra et igangværende projekt, hvor der på baggrund af de seneste 25 års data i JUPITER databasen foretages en detaljeret analyse af punktkilders påvirkning af grundvandsressourcens kvalitet. Analysen viser bl.a., at *halogenerede alifatiske kulbrinter* er den punktkilderrelaterede stofgruppe, som er fundet oftest i grundvandet. Boringer forurenede med halogenerede alifater forekommer først og fremmest i byområder og i størst antal i hovedstadsområdet. *De aromatiske kulbrinter* er fundet næsten lige så hyppigt som de halogenerede alifater, men forekommer sjældnere i koncentrationer, som overstiger kvalitetskriterierne for aromatiske kulbrinter i grundvand og stofferne forekommer også ofte udenfor byområderne. *MTBE* findes mindst hyppigt og sjældent i koncentrationer over kvalitetskriteriet. For alle tre stofgrupper er der muligvis en tendens til, at koncentrationerne i grundvandet har været faldende gennem de seneste 10 år.

INDLEDNING

Siden 1980'erne har regionerne og de tidligere amter opsporet, undersøgt, risikovurderet og oprenset forurenede lokaliteter (punktkilder). Derudover er der undersøgt og oprenset et stort antal grunde af Oliebranchens Miljøpulje, Forsvaret, private grundejere m.v. Formålet med denne indsats har været at beskytte grundvandsressourcerne mod forurening med miljøfremmede stoffer. Det er især miljøfremmede stoffer som klorerede opløsningsmidler samt olie- og benzinstoffer, der har været i fokus i forbindelse med punktkilderne.

Samtidig med denne undersøgelses- og oprydningssindsats er der indsamlet store mængder data vedr. grundvandets påvirkning af forurening fra bl.a. punktkilder. Disse data omfatter vandanalyser fra vandværkernes indvindingsboringer, fra grundvandsovervågningen i det landsdækkende overvågningsprogram for vandmiljøet samt fra undersøgelses- og overvågningsboringer etableret i forbindelse med forureningsundersøgelser. GEUS er det nationale center for grundvandskemiske data og samler indberettede data fra miljømyndigheder, vandforsyninger og andre i grundvandsdatabasen JUPITER.

I GEUS' regelmæssige rapporteringer vedr. den nationale grundvandsovervågning er der gennem årene givet et godt overblik over grundvandets indhold af en række stoffer, som har betydning for grundvandskvaliteten - herunder forskellige grupper af miljøfremmede stoffer, som typisk stammer fra punktkilder. Der har imidlertid ikke tidligere været foretaget en nærmere analyse af punktkildernes påvirkning af grundvandet på landsplan, herunder hvilke faktorer, som har betydning for tilstedeværelsen af miljøfremmede stoffer i grundvandet, samt hvilken udvikling man hidtil har set og fremover kan forvente mht. grundvandets indhold af miljøfremmede stoffer fra punktkilderne.

Region Hovedstaden og GEUS har derfor med støtte fra Miljøstyrelsens Teknologiprogram i 2010 igangsat et projekt, som har til formål at foretage en nærmere analyse af typiske punktkildeforurenings påvirkning af grundvandsressourcen med miljøfremmede stoffer. Projektet har været fulgt af en styregruppe med repræsentanter for de fem danske regioner og Videncenter for Jordforurening. Arbejdet er i skrivende stund (januar 2011) i den afsluttende fase.

FORMÅL

Formålet med projektet er med udgangspunkt i eksisterende grundvandsdata fra GEUS database JUPITER og øvrig viden at undersøge:

- Hvilke informationer kan der udledes af de tilgængelige data vedr. punktkilders påvirkning af grundvandsressourcen?
- Hvordan forventes den fremtidige udvikling af grundvandskvaliteten at blive på baggrund af den nuværende viden om punktkildernes påvirkning af grundvandsressourcen

Denne artikel præsenterer nogle af projektets overordnede resultater. Samtlige resultater vil blive publiceret senere på året i en rapport fra Miljøstyrelsens Teknologiprogram.

FREMGANGSMÅDE

Der er i projektet fokuseret på tre hovedgrupper af miljøfremmede organiske stoffer, som typisk stammer fra punktkilder (se tabel 1):

- Halogenerede alifatiske kulbrinter (hovedsageligt klorerede opløsningsmidler og disses nedbrydningsprodukter)
- Aromatiske kulbrinter
- MTBE og to nedbrydningsprodukter heraf

Der er etableret en projektdatabase, som er en delmængde af JUPITER-databasen med kvalitetssikrede vandkemiske analysedata for stofferne fra de tre hovedstofgrupper i tabel 1. De kemiske analysedata stammer fra vandprøver fra flg. tre hovedgrupper af boringer:

- *GRUMO-boringer:* Der er tale om egentlige overvågningsboringer, hvor vandprøver typisk er udtaget fra korte indtag (0,5 – 1 m filterlængde). Boringerne er en del af den landsdækkende grundvandsovervågning, som varetages af miljøcentrene og GEUS. Boringerne er overvejende placeret i det åbne land. Dog findes der også overvågningsoplunde i byområder, bl.a. i hovedstadsområdet
- *Indvindingsboringer:* Vandprøverne repræsenterer typisk blandingsvand fra vandværkernes indvindingsboringer med lange filtre/indtag (flere meter). Typisk udtaget i forbindelse med vandværkernes kontrol af råvandskvaliteten
- *"Andre" boringer:* Vandprøver fra små private vandforsyningsanlæg, nedlagte vandforsyningsboringer, vandværkernes egne monitoringsboringer samt boringer fra miljøundersøgelser.

Stofgruppe Enkelstof/nedbrydningsprodukt	Trivialnavn	Forkortelse
Halogenerede alifatiske kulbrinter:		
Tetrachlorethylen	perchlorethylen	PCE
Trichlorethylen	-	TCE
1,1-Dichlorethylen	vinylidendichlorid	1,1-DCE
cis-1,2-Dichlorethylen	-	c-1,2-DCE
trans-1,2-Dichlorethylen	-	t-1,2-DCE
Chlorethylen	vinylchlorid	VC
1,1,1-Trichlorethan	-	1,1,1-TCA
1,1,2-Trichlorethan	-	1,1,2-TCA
1,1-Dichlorethan	ethylidendichlorid	1,1-DCA
1,2-Dichlorethan	ethylenchlorid	1,2-DCA
Chlorethan	ethylchlorid	-
Tetrachlormethan	tetrakulstof	TeCM
Trichlormethan	chloroform	TCM
Dichlormethan	metylenchlorid	DCM
Chlormethan	methylchlorid	CM
1,2-Dibrommethan	-	-
Dichlormonobrommethan	-	-
Dibrommonochlormethan	-	-
Tribrommethan	bromoform	
Aromatiske kulbrinter:		
Benzen	-	-
Toluen	-	-
o-Xylen	-	-
m-Xylen	-	-
p-Xylen	-	-
Ethylbenzen	-	-
Naphthalen	-	-
MTBE:		
Methyl-tert-butylether	-	MTBE
Tert-butylalkohol	-	TBA
Tert-butylformiat	-	TBF

Tabel 1: De tre hovedstofgrupper og enkeltstoffer, som er undersøgt i projektet

RESULTATER OG DISKUSSION

Hvor hyppigt forekommer de miljøfremmede stoffer i grundvandet?

Tabel 2 viser et samlet overblik over forekomsten af miljøfremmede stoffer på baggrund af alle data i projektdatabasen. En boring er registreret som "med fund", hvis mindst et enkeltstof fra en af de tre stofgrupper er fundet i vand fra boringen mindst en gang. Boringen er registreret som "med fund over grænseværdien", hvis mindst et stof er fundet i koncentrationer over gældende kvalitetskriterier mindst en gang.

Stofgruppe	Alle boringer (1984 – 2009)		
	Antal boringer	Fund (%)	Fund over GV (%)
Halogenerede alifatiske kulbrinter	7466	30,0	12,7
Aromatiske kulbrinter	7310	26,7	4,3
MTBE (+ nedbr. produkter).	3488	11,7	0,8

Tabel 2: Fund-hyppighed af miljøfremmede organiske stoffer i alle boringstyper (GRUMO, indvindingsboringer, miljøboringer m.v.). GV = grænseværdi, dvs. det gældende kvalitetskriterium for grundvand jf. /1/.

Halogenerede alifatiske kulbrinter:

Det fremgår af tabel 2, at der i løbet af perioden 1984 – 2009 er fundet indhold af halogenerede alifatiske kulbrinter i 30 % af alle de boringer, som er analyseret for indhold af disse stoffer i perioden. I en del af disse boringer er der tale om meget lave koncentrationer (under gældende grænseværdier), hvoraf en del erfaringsmæssigt ikke genfindes ved efterfølgende analyser /2/. I 12,7 % af boringerne er der dog fundet så betydelige indhold af halogenerede alifatiske kulbrinter, at kvalitetskriterierne for grundvand er overskredet.

Boringerne med fund af klorerede opløsningsmidler er typisk beliggende i byområder eller i umiddelbar nærhed af byområder. Størstedelen af boringerne med fund findes i hovedstadsområdet, hvor der også er den største tæthed af registrerede forurenede grunde, som potentielt er punktkilder til forurening af grundvandet med halogenerede alifatiske kulbrinter, og hvor der er flest analyserede boringer.

En stor del af boringerne med fund af halogenerede alifater er miljøboringer, lukkede indvindingsboringer m.v. (dvs. fra gruppen "andre boringer").

Betragtes GRUMO boringerne separat, er de halogenerede alifater således kun fundet i 7 % af disse boringer i perioden 1990 – 2009. For GRUMO boringernes vedkommende er stofferne fundet i koncentrationer over grænseværdien i 1,3 % af boringerne.

I forbindelse med vandværkernes boringskontrol blev der i perioden 2004 – 2008 fundet halogenerede alifatiske kulbrinter i mindre end 10 % af de analyserede boringer. I mindre end 1 % af tilfældene var der tale om koncentrationer over grænseværdien. Disse indvindingsboringer er så godt som alle beliggende i byområder, /2/.

Aromatiske kulbrinter:

Der er fundet indhold af aromatiske kulbrinter i 26,7 % af de analyserede boringer i perioden 1984 – 2009 (se tabel 2). I 4,3 % af boringerne er aromaterne fundet i koncentrationer over kvalitetskriterierne for grundvand. Fundhyppigheden er således på niveau med de halogenerede alifatiske kulbrinter, men hyppigheden af fund over grænseværdien er betydeligt lave-

re (4.3 mod 12.7 %). At de aromatiske kulbrinter findes mindre hyppigt i høje koncentrationer (dvs. over kvalitetskriterierne) hænger formodentlig sammen med, at de aromatiske kulbrinter lettere nedbrydes af mikroorganismer i jord og grundvand end de halogenerede alifatiske kulbrinter. Desuden er kvalitetskriterierne for flere af de aromatiske kulbrinter højere end for de halogenerede alifater.

Boringerne med fund af aromatiske kulbrinter er ofte beliggende i byområder, men forekommer også i det åbne land. Størstedelen af boringerne med fund findes i hovedstadsområdet. Hovedstadsområdet har også det største antal registrerede punktkilder til forurening af grundvandet med aromatiske kulbrinter. Denne type punktkilder (som jo bl.a. omfatter benzinstationer, olietanke m.v.) er dog mere jævnt fordelt over landet end punktkilderne for halogenerede alifatiske kulbrinter, som typisk er mere forbundet med byzoner.

For GRUMO boringerne alene er der fundet indhold af aromatiske kulbrinter i 39 % af boringerne i perioden 1990 – 2009. Det er imidlertid kun i 0,5 % af boringerne, at der er tale om koncentrationer, som overskrider kvalitetskriterierne for grundvand. Disse data tyder på, at der også uden for områder med de kendte punktkilder sker en påvirkning af grundvandet med aromatiske kulbrinter. Denne mere diffuse påvirkning giver imidlertid sjældent anledning til overskridelser af kvalitetskriterierne i grundvandet.

I forbindelse med vandværkernes boringskontrol blev der i perioden 2004 – 2008 fundet benzen i ca. 2,2 % af de analyserede boringer (heraf 0,2 % over grænseværdien for drikkevand). Toluen, ethylbenzen og xyloenerne blev fundet i 1,5 – 6 % af indvindingsboringerne, men ikke i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand, /2/

MTBE:

Der er fundet indhold af MTBE og nedbrydningsprodukter i 11,7 % af de analyserede boringer, men kun i 0,8 % af boringerne er MTBE konstateret i koncentrationer over grænseværdierne (se tabel 2). MTBE og nedbrydningsprodukter er således den af de tre undersøgte stofgrupper, som findes mindst hyppigt i grundvandet. Det skal dog bemærkes, at der kun er analyseret ca. halvt så mange boringer for MTBE som for halogenerede alifater og aromatiske kulbrinter. Dette har dog næppe haft indflydelse på fundhyppigheden.

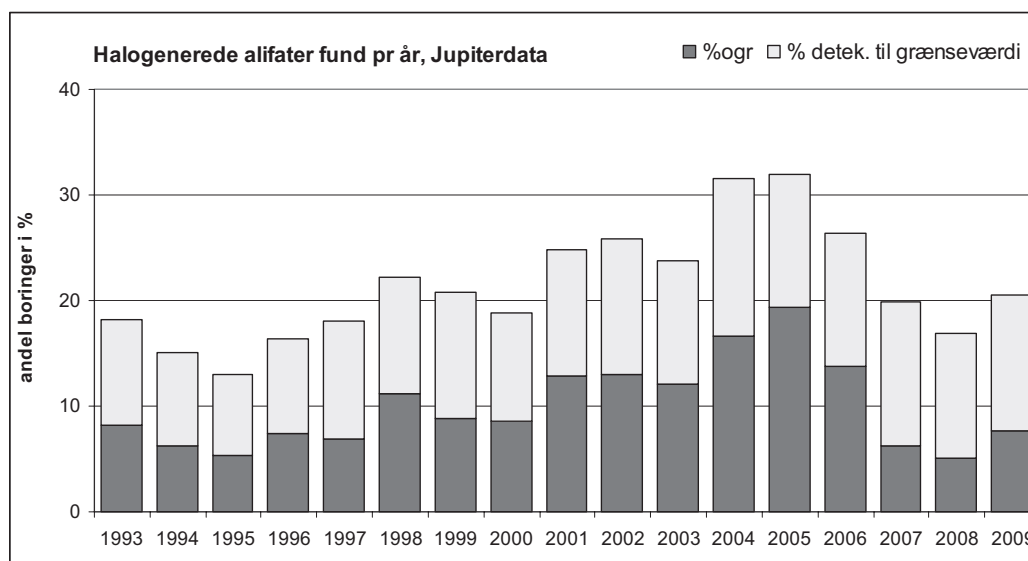
Størstedelen af boringerne med MTBE findes i hovedstadsområdet.

I forbindelse med vandværkernes boringskontrol blev der i perioden 2004 – 2008 fundet MTBE i 11 % af de analyserede boringer. Men kun i 0,4 % af boringerne er stoffet fundet i koncentrationer over grænseværdien for drikkevand på 5 µg/l (det drejer sig om i alt tre boringer beliggende ihhv. Hjørring og Svendborg).

Hvordan har grundvandets indhold af miljøfremmede stoffer ændret sig gennem tiden?

Halogenerede alifatiske kulbrinter:

Figur 1 viser udviklingen i fundhyppigheden for halogenerede alifatiske kulbrinter i perioden 1993 – 2009. Søjlernes højde viser den samlede fundhyppighed i de forskellige år, mens den nederste mørkest farvede del af søjlerne angiver, i hvor stor en andel af boringerne, der er truffet halogenerede alifater i koncentrationer over grænseværdien (kvalitetskriteriet for grundvand jf. /1/).



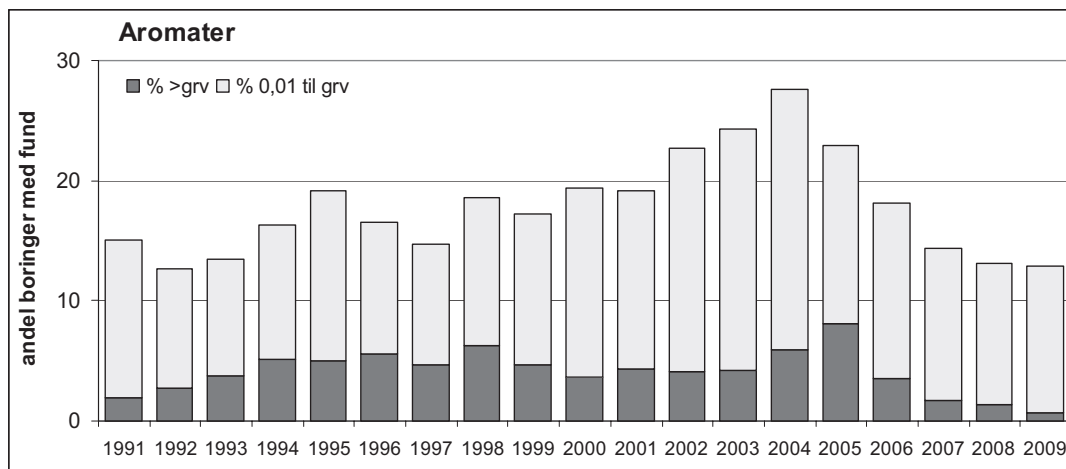
Figur 1: Halogenerede alifatiske kulbrinter: Udvikling i andel (%) boringer med fund for perioden 1993 til 2009 (data for alle tre boringskategorier: GRUMO, indvindingsboringer og "andre boringer"). Den mørke del af søjlerne angiver andelen af boringer med fund over kvalitetskriterierne for grundvand.

Som det fremgår af figuren, har der været en generel stigende tendens frem til 2004/2005 i både hyppigheden af fund og i hyppigheden af fund over grænseværdien. Efter 2005 ses der et fald i både hyppigheden af fund og fund over grænseværdien. Imidlertid er dette fald sammenfaldende med, at der i forbindelse med kommunalreformen har været et generelt fald i indberetningen af kemiske analysedata fra boringer til GEUS (se f.eks. /3/). Bl.a. har der kun i begrænset omfang været indberettet data fra miljøboringer og nedlagte indvindingsboringer. Da disse boringer generelt har en høj fundhyppighed, er faldet i fundhyppighederne efter 2005 formodentlig reelt mindre end det ser ud til i figur 1. Der er en tilsvarende tendens til faldende *gennemsnitskoncentrationer* af halogenerede alifater i boringerne fra starten af 2000, hvilket kunne tyde på et mere reelt fald i påvirkningen af grundvandet (data ikke vist). Dette er også tilfældet, når miljøboringerne - som ellers giver det største bidrag til fund og som giver anledning til mest usikkerhed pga. den faldende indberetning fra og med 2007 - udelades af analysen. (data ikke vist).

Aromatiske kulbrinter:

Figur 2 viser udviklingen i fundhyppigheden for aromatiske kulbrinter i perioden 1991 – 2009.

Som det fremgår af figuren, har der frem til 2004 været en generel stigende tendens i hyppigheden af boringer med fund af aromatiske kulbrinter. Efter 2005 ses der et fald i både hyppigheden af fund og fund over grænseværdien – altså samme tendens som gør sig gældende for de halogenerede alifatiske kulbrinter (sammenlign med figur 1). Som det er tilfældet for de halogenerede alifater, er der indberettet færre boringer, som er analyseret for indhold af aromatiske kulbrinter, fra og med 2007. Hyppigheden af boringer med fund af aromatiske kulbrinter er derfor nok reelt større end det fremgår af figur 2. Som for de halogenerede alifatiske kulbrinter, kan der spores en faldende gennemsnitskoncentration af aromatiske kulbrinter i boringerne (miljøboringer udeladt) fra slutningen af 1990'erne (data ikke vist).



Figur 2: Aromatiske kulbrinter: Udvikling i andel (%) boringer med fund for perioden 1993 til 2009 (data for alle tre borningskategorier: GRUMO, indvindingsboringer og "andre boringer"). Den mørke del af søjlerne angiver andelen af boringer med fund over kvalitetskriterierne for grundvand.

MTBE:

Som for de to øvrige stofgrupper er der for MTBE's vedkommende gennem årene været en faldende tendens i både hyppigheden af fund og den gennemsnitlige koncentrationen af MTBE i boringer med fund.

KONKLUSION

På baggrund af den foretagne gennemgang og analyse af grundvandskvalitetsdata fra JUPI-TER for perioden 1984 - 2009 kan der konkluderes flg. vedr. grundvandets påvirkning med miljøfremmede stoffer fra punktkilder:

- *De halogenerede alifatiske kulbrinter* (hovedsageligt klorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter heraf) er den punktkilderrelaterede stofgruppe, som træffes oftest i grundvandet. Der er således på landsplan fundet halogenerede alifater i 30 % af alle boringer, som er analyseret for indhold af denne stofgruppe. I 12,7 % af boringerne var der overskridelser af kvalitetskriterierne for grundvand for et eller flere af de enkeltstoffer, som indgår i gruppen.
- Boringer forurenede med halogenerede alifater forekommer først i fremmest i byområder og i størst antal i hovedstadsområdet.
- *De aromatiske kulbrinter* træffes næsten lige så hyppigt i grundvandet som de halogenerede alifater, men forekommer kun i koncentrationer over kvalitetskriterierne i 4,3 % af de undersøgte boringer.
- *MTBE* findes i 11,7 % af boringerne, men kun i koncentrationer over kvalitetskriteriet i 0,8 % af boringerne.
- For alle tre stofgrupper er der en stigende tendens i fund-hyppigheden fra begyndelsen af 1990'erne og ca. 10 år frem til 2004/2005. Herefter kan der observeres et fald i

fundhyppighederne. En del af dette tilsyneladende fald skyldes imidlertid et fald i antallet af indberettede boringer fra og med 2007 pga. de af kommunalreformen afledte organisatoriske ændringer i miljøadministrationen.

- Betragtes de gennemsnitlige koncentrationer af hver af de tre stofgrupper i boringer med fund ses en tendens til fald gennem det sidste årti. Lokalt træffes der dog fortsat høje koncentrationer af stofferne i grundvandet i områder, hvor der er mange punktkilder.

LITTERATURHENVISNINGER

- /1/ Liste over kvalitetskriterier i relation til forurenede jord og kvalitetskriterier for drikkevand. Opdateret juni og juli 2010. www.mst.dk
- /2/ Grundvand. Status og udvikling 1989 – 2008. GEUS, 2009.
- /3/ Datastrømme, dataansvarsaftalen, kvalitetssikring og samarbejde. Artikler fra ATV-møde d. 30 november 2010. ATV Jord og Grundvand 2010.