

# Sundhedsrelaterede udfordringer for grundvandsnationen Danmark

Av Anders Carlsen

Anders Carlsen er Embedslæge i Viborg Amt

Innlegg på seminar  
29. oktober 1999.

## Godt drikkevand er grundlæggende for sundheden

Igennem vores liv både indtager vi og udskiller meget store mængder vand for at holde vores organer og celler i live og for at kunne udskille alle de affaldsstoffer, der dannes i organismen. 60-70 % af vores krop består af vand. I forhold til legemsvægten er væskebehovet størst hos børn. Ældre får med alderen aftagende nyrefunktion og får derfor også behov for forholdsvis større vædskeindtagelse for at kunne udskille affaldsstofferne.

Det er derfor vigtigt at drikkevandet har et udseende og en smag som gør, at vi ikke får modvilje mod at drikke tilstrækkeligt. Drikkevand skal derfor være klart, lugtfrit og velsmagende. Desuden er det vigtigt, at man føler at man trygt kan indtage vandet uden bekymringer om at vandet er forurenet med giftige stoffer som kan skade sundheden.

## Lovgivning

Lovgivningen vedrørende drikkevand i Danmark er i overensstemmelse med EU-s drikkevandsdirektiv fra 1980. I drikkevandsdirektivet og i danske lovbekendtgørelser og vejledninger er fastsat krav til kvaliteten af drikkevand samt regler for, hvorledes drikkevandsindvinding må finde sted, og hvorledes den skal kontrolleres.

Der er i 1999 vedtaget et nyt drikkevandsdirektiv som implementeres i dansk lovgivning i de kommende år.

## Hydrogeologiske forhold

Danmarks geologi er præget af kalkaflejringer overlejret med sand, ler og stedvise brunkulaflejringer stammende fra at Danmark tidligere har været havbund og oven på disse aflejringer istidsaflejringer i form af ler, sand og grus og sten. De geologiske forhold giver mulighed for dybtliggende grundvandsdannelse. I dag indvindes mere end 99% af Danmarks drikkevand fra grundvand. Det tager typisk mange hundrede år før grundvandet er fornyet, hvorfor

forurening af grundvandet har meget langvarige konsekvenser.

Risikoen for forurening af grundvandet afhænger af de lokale geologiske forhold. Tidligere troede man at lerlag effektivt kunne bremse nedsvivning af forurenede stoffer, men de sidste 10 år er det blevet klart at sprækkedannelse giver mulighed for langt større transport gennem lerlag end tidligere antaget. Sprækkedannelsen varierer afhængig af grundvandsstand, årstid og nedbør.

Ved nedsvivning af f.eks. nitrat og sulfat eller ved iltning i forbindelse med sænkning af grundvandsstanden kan der ske ændringer af redox- og pH forholdene, hvorved der (f.eks. fra pyritlag) kan frigives nikkel og andre forbindelser som herefter kan forurene grundvandet.

## **Forurening af grundvand skaber mange problemer**

Nogle af de stoffer, der er fundet som forurening i grundvand, er mistænkt for alvorlige egenskaber som at kunne fremkalde kræft, hvis de indtages i tilstrækkelig store mængder. Det gælder f.eks. mange klorholdige opløsningsmidler, visse pesticider og nitrat. For alle de stoffer man i dag kender som forureninger af drikkevand gælder, at man kun har en begrænset og hovedsagelig indirekte viden om deres sundhedsmæssige effekter både hvad angår de enkelte stoffer og især når de optræder flere samlet. Forurening af grundvandet har medført behov for en stadig udvidelse af analyse- og kontrolprogrammer de senere år.

Rensning af forurenede vand er ikke problemfrit og kræver yderligere kontrol af vandets kvalitet, hvorfor man i Danmark kun bruger rensning som sidste udvej.

De senere år har talrige vandværker i Danmark måttet etablere nye drikkevandsboringer på grund af forurening af grundvandet og mange har måttet nedlægges ikke mindst i større byer.

De senere udbredte sundhedsrelaterede trusler mod grundvandet og dermed drikkevandet i Danmark er forurening med bakterier, nitrat, pesticider, klorerede opløsningsmidler samt i visse områder nikkel.

## **Mikroorganismer**

Der findes ikke i Danmark en systematisk indsamling af oplysninger om mikrobiologiske drikkevandsforureninger. I perioden 1992 til 1997 kendes 16 tilfælde med bakteriel drikkevandsforurening som gav anledning til sygelighed. I alt 6.400 personer blev rapporteret syge, ud af 23.140 udsatte. I ét af tilfældene kunne sekundære tilfælde adskilles fra de primære og her fandtes 12% sekundære tilfælde. I kun et tilfælde kendes den sygdomsfremkaldende mikroorganisme (*Campylobacter*). Også efter 1997 kendes adskillige tilfælde med bakteriel drikkevandsforurening.

Årsagerne til forurening af drikkevand synes at være utætte kloakker, tekniske mangler i vandværker og utætte ledningssystemer, samt forurening fra dyr som er trængt ind i vandbeholdere.

En væsentlig udfordring i de kom-

mende år bliver at forbedre overvågningen både af den mikrobiologiske kvalitet af drikkevand og overvågningen af vandbårne infektioner i Danmark, herunder at undersøge omfanget af forurening med mikroorganismer, der ikke rutinemæssigt analyseres for som legionella, campylobacter og virus.

## Nitrat

Ved koncentrationer af nitrat over den maksimale grænseværdi på 50 mg/liter, optager voksne mere nitrat fra drikkevandet end fra kosten fordi nitrat optages langt lettere i tarmen, når det er opløst i vand end når det er bundet til fibre i grøntsager. Ud over at nitrat kan indtages med drikkevand eller føde dannes nitrat også i organismen, specielt i forbindelse med betændelsestilstande, herunder mave-tarm-infektioner. Omkring 25% af den nitrat der findes i blodet udskilles i spytet i mundhulen, hvor en del af nitraten reduceres af bakterierne i munden til nitrit, som derefter sluges.

De sundhedsskader der er forbundet med indtagelse af nitrat anses for knyttet til at nitrat omdannes til nitrit, og at nitrit kan forårsage udvikling af methæmoglobinæmi og kræft. Omdannelse af nitrat til nitrit er speciel for mennesker, hvorfor man ikke ser tilsvarende effekter hos dyr.

Normalt findes mindre end ca. 2% methæmoglobin i blodet. Stiger methæmoglobinkoncentrationen nedsættes ilttransporten. Der kommer blåfarvning af huden, når methæmoglobinkoncentrationen når op på

ca. 10%, men selv om der ikke er synlig blåfarvning af huden, kan ilttransporten være nedsat, hvilket kan have betydning for modstandskraften i forbindelse med f.eks. infektionssygdomme. Ved de fleste kendte tilfælde af manifest methæmoglobinæmi (blå børn) har der samtidig været mave-tarm-infektion.

Spædbørn drikker betydeligt mere i forhold til deres vægt og deres hæmoglobin omdannes lettere til methæmoglobin end ældre børns og voksnes. Samtidig kan der hos mindre børn ske en relativt større omdannelse af nitrat til nitrit. Mindre børn er således de mest følsomme for nitrat i drikkevandet.

Ud over dannelse af methæmoglobin kan nitrit i mavesækken reagere med såkaldte nitroserbare forbindelser i kosten og danne N-nitrosoforbindelser, der er påvist at have kræftfremkaldende effekter hos dyr. Hos mennesker er der mistanke om, at der på den måde kan fremkaldes mave- eller spiserørskræft.

Nitrat kan findes i koncentrationer over den maksimale grænseværdi i drikkevandsboringer i det såkaldte nitratbælte tværs over Jylland syd for Limfjorden, i et område omkring Esbjerg og enkelte andre steder i Danmark. Forurening af drikkevand med nitrat skyldes hovedsagelig nedsivning af nitrat fra gødning, hvorfor nitrat hovedsagelig findes i mindre dybe vandindvindinger med få aftagere. Det er således kun en beskedent del af befolkningen der forsynes med drikkevand, der ikke overholder grænseværdien og blå børn er

ikke observeret i Danmark siden midten af 1970-erne.

Der vil de kommende år ske en fortsat nedlæggelse af drikkevandsboringer med forhøjet nitrat. Samtidig er der imidlertid tendens til at nitratforureningen i nogle områder bevæger sig ned mod de dybere grundvandslag og nitratproblemet udgør derfor fortsat en væsentlig udfordring.

## **Pesticider**

I disse år findes tiltagende hyppigt forurening af grundvandet med pesticider, eller nedbrydningsprodukter af pesticider i takt med at flere boringer undersøges og i takt med at der analyseres for flere forskellige pesticider. Forurening af grundvand med pesticider har betydet lukning af en lang række vandboringer.

Det mest udbredte fund er BAM (2,6 dichlorbenzamid), der er et nedbrydningsprodukt af dichlobenil, som er aktivstoffet i produkterne Casaron og Prefix.

Pesticider er designet til at være giftige, idet de skal kunne slå insekter, ukrudt eller svampe ihjel. Direkte erfaringer om virkninger på mennesker kendes stort set kun for pesticider som nu er forbudt i vores del af verden. Befolkningsundersøgelser af disse pesticiders sundhedsskadelige effekter har ud over akutte forgiftninger tydet på effekter som brystkræft, testikelkræft, nedsat sædkvalitet, foster-skader og skader på nervesystemet.

Vurderingerne af de i dag tilladte pesticiders sundhedsmæssige virknin-

ger hviler hovedsageligt på undersøgelser af aktivstoffet på forsøgsdyr og reagensglasforsøg foretaget af de virksomheder, der producerer pesticiderne.

Undersøgelser på dyr klarlægger imidlertid ikke alle de mulige effekter hos mennesker. Det gælder f.eks. mere komplekse effekter på indlæring og adfærd. Pesticidprodukter indeholder foruden aktivstof en række hjælpestoffer f.eks. bærestoffer, opløsningsmidler og absorptionsfremmende stoffer hvis sundheds- og miljøskadelige effekter kun er undersøgt i begrænset omfang. Ligeledes er nedbrydningsprodukter som regel betydelig mindre undersøgt end aktivstofferne selv.

Man ved således for lidt om pesticidernes effekter til, at man kan fastsætte pålidelige grænseværdier. Derfor satte man i EU i Drikkevandsdirektivet fra 1980 grænseværdien for hvert pesticid til den tids detektionsgrænse som typisk var omkring 0,1 mikrogram pr. liter. Desuden satte man en grænse på 0,5 mikrogram pr. liter for den samlede koncentration af pesticider. Disse grænseværdier var udtryk for en grundholdning om, at pesticider slet ikke bør findes i drikkevand.

I det nye drikkevandsdirektiv er grænseværdierne for pesticider uændrede selv om detektionsgrænsen for pesticider er blevet ca. 10 gange lavere. Dette er udtryk for et politisk kompromis ved forhandlingerne om direktivet.

Grænseværdien for pesticider i

drikkevandsdirektivet anvendes i direktivet om godkendelse af bekæmpelsesmidler, hvor kravet vedrørende nedsivning til grundvandet er at koncentrationen i grundvandet ikke kommer til at overskride grænseværdien i drikkevandsdirektivet. Det var derfor vigtigt for Danmark at få så lave grænseværdier som muligt for bedst at kunne beskytte grundvandet mod forurening med pesticider.

Anvendelsen af pesticider har været debatteret heftigt i Danmark gennem mange år. Efter et stort flerårigt udredningsarbejde har det såkaldte Bichel-udvalg i starten af 1999 anbefalet at anvendelsen af pesticider i Danmark reduceres betydeligt. Den danske regering vil i slutningen af 1999 fremlægge en pesticidhandlingsplan på baggrund af udvalgets arbejde.

## **Klorerede opløsningsmidler**

Mange af de mest anvendte klorerede opløsningsmidler som tri- og tetrachlorethylen samt deres nedbrydningsprodukter har fået påvist kræftfremkaldende effekter og deres anvendelse er i dag langt mere begrænset end tidligere. Nedsivning af klorerede opløsningsmidler som tri- og tetrachlorethylen har medført at en lang række drikkevandsboringer i større byer har måttet nedlægges. I enkelte store byområder, bl.a. omkring København renses man vandet for de klorerede opløsningsmidler med stripping og kulfilter, da der ikke kan skaffes tilstrækkeligt vand på anden måde.

## **Nikkel**

Nikkel kan frigives fra pyritlag ved iltning som kan skyldes nedsivning af nitrat, sulfat eller sænkning af grundvandstanden og dette giver problemer flere steder i Danmark. Det væsentligste sundhedsmæssige problem ved for meget nikkel i drikkevandet er forværring af bestående nikkelallergi. Da ca. 10 % af befolkningen har nikkelallergi, har nikkelforurening af drikkevandet betydelige konsekvenser.

## **Samlet konklusion**

I Danmark betragtes adgangen til drikkevand fra uforurenet grundvand som en naturlig rettighed og beskyttelsen af grundvandet har derfor høj politisk prioritet. I store dele af Danmark findes stadig rigelige uforurenede grundvandsressourcer, men de kan kun bevares ved en stadig kraftigere indsats mod forureningskilder og i nogle områder mod overforbrug. De største trusler mod grundvandet findes på Sjælland hvor et stort vandforbrug i Københavnsområdet sammen med mange tætliggende forureningskilder har medført mangel på uforurenet grundvand og en betydelig sænkning af grundvandsstanden.

## **Litteratur**

1. Anna M. Fan et al. Regulatory Toxicology and Pharmacology 23, 35-43. 1996. Health Implications of Nitrate and Nitrite in Drinking Water: An Update on Methemoglobinemia Occurrence and Reproductive and Developmental Toxicity.

2. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse. Miljø- og Energiministeriet. Grundvandsovervågning 1998.
3. Elle Lauersen. Nordiska Hälsovårdshögskolan, Göteborg. MPH 1999:1. Microbiological contamination of drinking water.
4. Miljøstyrelsen. Miljøprojekt nr. 380, 1998. Status for lukkede borer ved almene vandværker.
5. Miljøstyrelsen. Rapporter fra Bichel-udvalget. 1999.
6. Miljøstyrelsen. Redegørelse Nr. 2, 1998. Vandmiljø-98.
7. Miljøstyrelsen. Redegørelse Nr. 3, 1995. Vandmiljø-95.
8. Miljøstyrelsen. Vejledning Nr. 2, 1997. Boringskontrol på Vandværker.
9. Nordisk Ministerråd. TemaNord 1994:585. Vattenburna infektioner i Norden.
10. WHO 1996. Guidelines for drinking-water quality. Volume 2.

*InterConsult Group ASA er et av Norges ledende flerfaglige rådgivende ingeniørselskap. Det har mer enn 700 medarbeidere fordelt på kontorer i Norge og utlandet. Det internasjonale engasjementet kanaliseres gjennom det heleide datterselskapet Interconsult International AS. Selskapet utøver sin kjerneaktivitet innen sektorene tekniske installasjoner og bygg, infrastruktur og samfunn, samt energi og miljø.*

Rent drikkevann er en av verdens største utfordringer. ICG er ledende rådgivere innen det nasjonale og internasjonale vann- og avløpsmiljøet. Kompetanseutviklingen skjer via nærhet til marked og kunde, prosjektutvikling og i egen FoU-avdeling.

**InterConsult Group ASA**

Postboks 6412 Etterstad  
0605 Oslo  
Telefon 22 63 59 00  
Telefaks 22 63 59 90

