



# Vand

## – Den vigtigste ressource

Af Erik Nygaard, seniorrådgiver, GEUS og Torben O. Sonnenborg, seniorforsker, GEUS

Det flydende stof, vand, udgør to tredjedele af Jordens overflade og er en af de vigtigste forudsætninger for, at der findes liv på Jorden. Med Solen som energikilde indgår vandet i et evigt kredsløb. Det fordamper til gas, fortætter til skyer, falder som nedbør, og samler sig i de vanddækkede områder af jordoverfladen i form af sne, is, ferske vande og havet, samt til grundvandet under jordoverfladen. Undervejs i vandets kredsløb forde-ler det varmen på Jorden, det nedslider og omfordeler landjorden, og det vander afgrøderne. Vandet er hjemsted for millioner af planter og dyr, og vand er en hovedbestanddel i alle levende væsener. For mennesket er det især ferskvandet, der har betydning for livsbetingelserne og samfundenes udviklingsmuligheder. Både knaphed på ferskvand og alt for stor rigelig-hed kan bære kimen til internationale konflikter.



ILLUSTRATION: ANNABETH ANDERSEN, GEUS. OMTEGNET EFTER UNESCO/HP.

Vandressourcens og verdensbefolkningens procentvise fordeling.

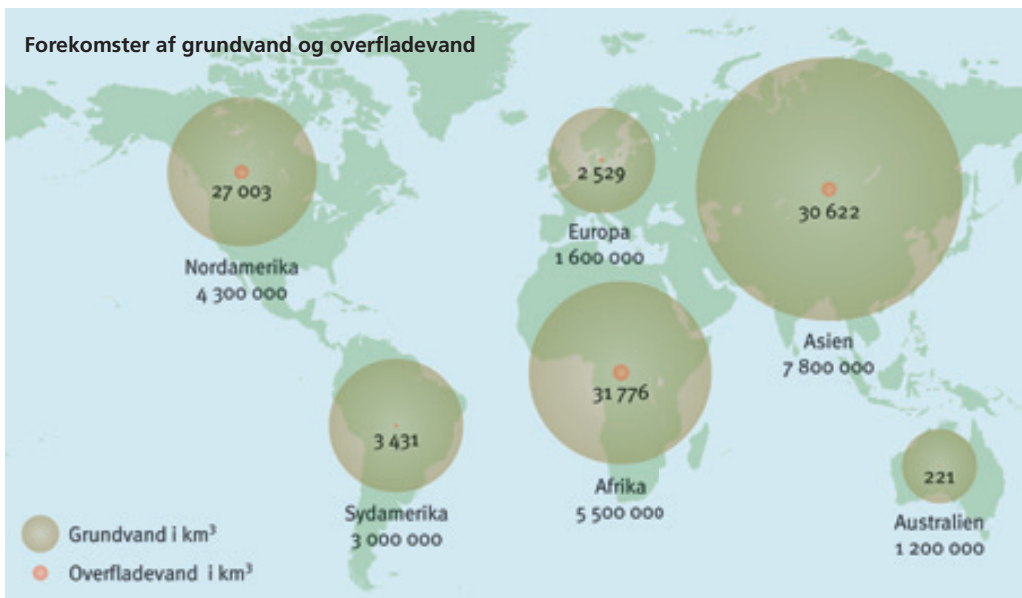


ILLUSTRATION: ANNABETH ANDERSEN, GEUS. OMTEGNET EFTER KARSTEN HØG JENSEN, INSTITUTT FOR GEOGRAFI OG GEOLOGI.

Jorden rummer meget mere grundvand end overfladevand. Alligevel består 80 % af den globale vandindvinding af overfladevand, mens kun 20 % er grundvand.

## Den globale vandbalance

På Jorden er der 1,4 milliard km<sup>3</sup> stof med sammensætningen H<sub>2</sub>O. Der er opløst salte i den største del af denne kolossale vandmængde, og det ferske vand, der er grundlaget for livet på landjorden, udgør derfor kun en lille del af jordens vandressource. Herudover er størstedelen af ferskvandet bundet som sne, iskapper, gletsjere, permafrost og i biologisk materiale. Yderligere er der en del ferskvand i atmosfæren og som jordvand. De opremsede typer af ferskvand kan kun i ringe grad dække behovet for fersk drikke- og produktionsvand, da de enten er vanskelige at udnytte eller findes i tyndt befolkede egne. Den ferske vandressource, som kan udnyttes som drikkevand af mennesker og dyr, består af den lille del af den samlede vandmængde, som findes i vandløb og søer, og som grundvand. Det er disse "udnyttelige" ferskvandsressourcer og deres fordeling på Jorden der bestemmer, hvor mennesker kan leve og hvilke udviklingsmuligheder vi har.

## Ferskvandets kredsløb og opholdstider

Den udnyttelige ferskvandsressource udgør ganske vist kun en beskedent del af vandet på Jorden, men udmærker sig til gengæld ved hele tiden at blive fornyet. Ferskvandsressourcen har ikke en fast størrelse, idet den afhænger af en balance mellem tilført vand fra nedbør og mistet vand til fordampning og afstrømning via vandløb eller grundvand. Men den lokale ferskvandsressources størrelse afhænger ikke kun af balancen mellem til- og afløb, men også af hvor meget vand der kan opmagasineres mellem nedbørsområdet og udløbet. I lavlandsområder med overskud af nedbør, som Danmark, siver en betydelig del af nedbøren ned i den porøse jord og bliver til det grundvand, som fylder al porøsiteten i en vis dybde. Grundvandet strømmer ganske langsomt og opholder sig derfor længe i jorden. Sandlag, der er mættede med grundvand, indeholder ca. 20 % vand. Dette grundvand er vores største

drikkevandsressource, som vi supplerer med lidt ferskvand fra vandløb og søer. I bjergområder, hvor nedbøren altovervejende strømmer gennem vandløb og i søer, uden at der foregår en opmagasinering i form af grundvand, er opholdstiden mellem nedbørssted og udløb kort og vandressourcen mindre. Et vandmolekyles alder kan ikke bestemmes, men en vandmængdes alder kan fastlægges i forhold til det tidspunkt, hvor den når ned til grundvandet. Man benytter derfor begrebet "vandets opholdstid" frem for dets alder, fordi opholdstiden kan beregnes. I stedet for at sige, hvor gammelt grundvandet er, beregner man altså den tid, grundvandet er undervejs, fra det dannes til det dræner ud af grundvandsmagasinet igen. Grundvandets opholdstid er ofte mellem 10 og 1000 år. I havet kan vandets opholdstid, afhængig af havstrømmene, være op til flere millioner år. I iskapper og gletsjere kan det frosne vand være flere hundrede tusinder år gammelt. Denne is udmærker sig ved at beholde en lagdeling, som stammer fra den sne, som den er dannet af. Ved at tælle lagene kan man finde både isens absolutte alder og hvor længe tilstanden som is har varet.

## Klimaændringers påvirkning af vandressourcen

Klimatiske ændringer har stor indflydelse på Jordens vandressource, selv om den samlede vandmængde på Jorden er næsten konstant. Det er især et samspil mellem ændringer i temperatur og nedbør, der påvirker vandressourcen. Stigende temperatur kan få en del af det ferskvand, som ellers er bundet i de polare iskapper og i Grønlands indlandsis, til at smelte, således at vandstanden i verdenshavene stiger. Med stigende vandstand i havet vil kystlinjen blive rykket længere ind i landet, og det niveau hvor det ferske vand strømmer ud i havet vil blive højere.

Dette betyder, at den udnyttelige ferskvandsressource bliver mindre. Blandt andre uheldige følger-virkninger vil der være fare for, at kloakledninger kan komme til at ligge under grundvandsspejlet, så de ikke længere dræner naturligt. Med temperaturændringer følger også ændringer i fordelingen af nedbør. Aktuelt forventes det, at der vil komme endnu mindre nedbør i de egne, hvor der allerede er vandmangel. Der er udbredt ørkendannelse i Middelhavsområdet, og Saharas areal øges hvert år. I de tempererede egne (fx Danmark) synes nedbøren omvendt at blive mere rigelig, hvilket kan betyde, at de vandlidende arealer bliver større. De seneste års voldsomme skybrud, der har medført oversvømmelser mange steder i Danmark, kan således tages som et varsel om den fremtidige situation.

Arealanvendelsen er overalt i verden optimeret til nutidens klimatiske situation. Dersom de klimatiske ændringer fremover sker meget hurtigere end hidtil, må der nødvendigvis skulle foretages store administrative og tekniske tilpasninger, med om-lægning af vandindvindings-, dræn- og kloakanlæg, afgrødevalg og sygdomsbekæmpelse, og – ikke mindst – folkeflytninger fra tørre og oversvømmede områder. Uheldigvis er befolkningstætheden verden over netop størst i de lavtliggende og kystnære områder.

### Danmarks vandressourcer

På trods af Danmarks begrænsede størrelse er der store regionale forskelle på vandbalancen. Nedbøren er størst i den vestlige del af landet og mindre mod øst. Samtidig er den overfladenære

Udnyttelsesgraden af grundvandet er størst i hovedstadsområdet og mindst i Vestjylland, hvilket er omvendt i forhold til ressourcens størrelse.

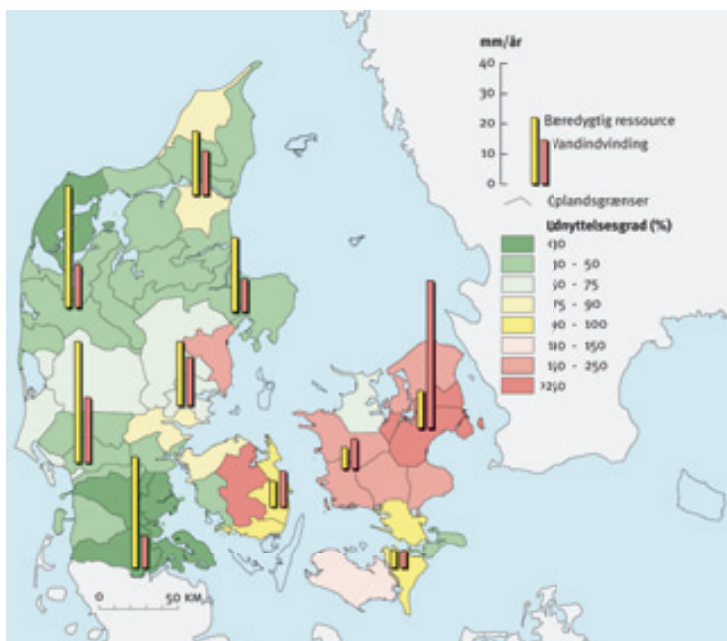


ILLUSTRATION: KRISTIAN A. RASMUSSEN, GEUS

jord mere sandpræget i vest end i øst. Samlet betyder de to faktorer, at der er betydelig mere vand til rådighed til grundvandsdannelse og vandløb i Vestdanmark end i Østdanmark. Grundvandsdannelsen er imidlertid så tilstrækkelig stor, at den danner basis for vandforsyningen i hele Danmark, hvor 99 % af alt drikkevand hentes fra grundvandet. Det samlede vandforbrug i Danmark er faldet siden starten af 1980'erne i takt med indførelsen af vandafgifter og vandmålere. Vi oppumper ca. 700 mio. m<sup>3</sup> grundvand om året, hvoraf ca. 400 mio. m<sup>3</sup> bruges af husholdninger og industri, ca. 200 mio. m<sup>3</sup> går til vanding af landbrugs- og gartneriafgrøder, mens den resterende del bruges af store virksomheder med egen vandindvinding. I dele af Danmark oppumpes der mere grundvand end der dannes. Dvs. en tilstand hvor vandløb, vådområder og søer påvirkes af grundvandsindvindingen. Specielt omkring København udnyttes vandressourcerne kraftigt, men også omkring de store provinsbyer, og i områder med stort markvandingsbehov overudnyttes grundvandet. Konsekvensen af denne overudnyttelse kan bl.a. være, at vandføringen om sommeren bliver for lille til at opretholde vandløbenes naturlige plante- og dyresamfund. Drikkevandsforsyningen har igennem de seneste 50 år været under en stigende påvirkning fra forurening. Intensiv landbrugsproduktion har givet anledning til nitrat- og pesticidforurening, og også punktkilder såsom benzinstationer, renserier og lossepladser har ført til problematiske forureninger af grundvandet. Det har derfor været nødvendigt at lukke en del af de kildepladser, hvor grundvandet produceres, fordi grænseværdien for et eller flere stoffer har været overskredet. Strategien inden for det sidste årti har derfor været at hente grundvandet op fra større dybde, hvor forureningen endnu ikke er nået ned, eller hvor den er nedbrudt inden den når så langt. Man forsøger også at beskytte de arealer på jordoverfladen, hvorfra vandet i indvindingsboringerne stammer. De klimaændringer, der forventes at påvirke det

hydrologiske system i fremtiden, vil indvirke på Danmarks vandressourcer. Det forventes således, at det hydrologiske system bliver mere ekstremt med våde vintre og tørre somre.

Dette vil resultere i, at grundvandsstanden vil stige i områder med sandede jorde, hvor den rigelige vintervedbør kan infiltrere jorden, mens grundvandsstanden vil falde svagt i områder med lerede jorde. Det forventes også, at der om sommeren vil ske en udtørring af de øvre jordlag, sådan som det allerede kendes fra de sydlige dele af Europa. Det må således forventes, at klimaændringerne får stor betydning både for fremtidens landbrug og vandforsyningen i Danmark.



FOTO: COLOURBOX