

Fakta om vand, H₂O

Generelt

Vand er helt unikt og den eneste substans, der naturligt findes på jorden i tre tilstandsformer: fast (is), flydende (vand), og gasform (vanddamp).

Jorden er et lukket system. Det er det samme vand, der eksisterer i dag, som eksisterede på Jorden for millioner af år siden. 75% af jordens overflade er dækket med vand, fig. 1.



Fig. 1 Jorden udfoldet med Nordpolen i centrum ¹

97% af Jordens vand findes i havene, og kun de resterende 3% er ferskvand, som kan bruges som drikkevand og mere end 75% er bundet i polernes iskapper.

Vand bevæger sig rundt på Jorden i en cyklus på fem dele, fig. 2.:

Fordampning
Kondensering
Nedbør
Infiltrering
Overfladeafløb.

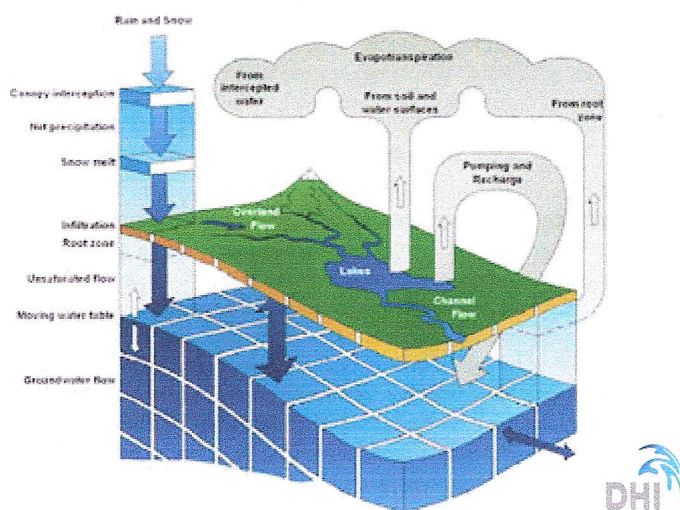


Fig. 2 DHI-model - beskriver vandets bevægelse rundt på Jorden ²

3 typer vand

Der er tre typer vand ferskvand, brakvand og saltvand.

Ferskvand har en opløst saltkoncentration på mindre end 0,5‰.

Brakvand har en koncentration på mellem 0,5 & 35‰ og er en blanding af ferskvand og saltvand som typisk opstår, hvor ferskvand løber ud i havet. Saltvand indeholder 35 ‰ eller mere opløst salt. (Det vil sige, at der i en liter saltvand (1000 gram) skal være minimum 35 gram salt, NaCl).

¹ Spørgehornet 'Jorden er flad', DR 2010

² www.dhigroup.com

Af Jordens ferskvand (de 3%) kan mennesket kun bruge 3 ‰ som drikkevand. Dette vand findes i grundvandsmagasiner, floder og ferskvandssøer. Bajkalsøen i Sibirien rummer ca. 1/5 af verdens sø-ferskvand.

Over 100 år vil et vandmolekyle være 98 år i havet, 20 mdr. i fast form (is), omkring 2 uger i floder og søer og mindre end en uge i atmosfæren.

Det meste saltvand er som nævnt i havene. Enkelte søer er saltvandssøer, som f.eks. Lake Assal i Dibouti, fig. 3 eller Don Juan Pond på Antarktis, fig. 4 med henholdsvis ca. 30% og 40% opløst salt.



Fig. 3 Lake Assal i Dibouti ³

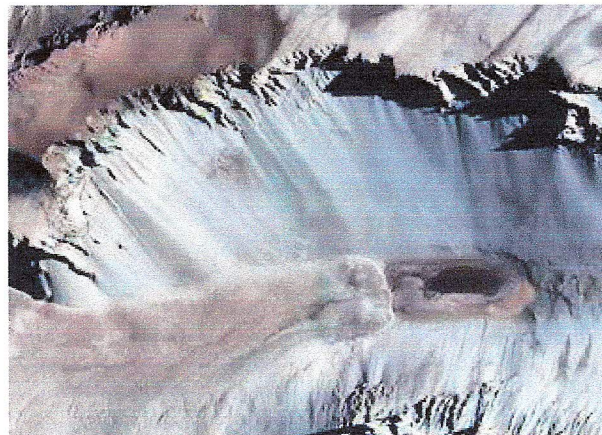


Fig. 4 Don Juan Pond på Antarktis ⁴

Ferskvand koger ved 100°C, fryser ved 0°C og har en pH på 7, (hvilket hverken er syre eller base).

Vand består af 3 atomer. 2 hydrogenatomer og 1 oxygenatom, H₂O, der bindes sammen af en elektrisk ladning.

Vand kan opløse flere stoffer end nogen anden væske, og vand fører derfor kemikalier, mineraler og næringsstoffer med sig rundt i økosystemerne.

Der er blevet identificeret mere end 70.000 forskellige stoffer, der kan forurene vand. Hvis alle nye kilder til forurening af vand kunne fjernes, ville 98% af alt grundvand være fri for forurenende stoffer om 10 år. Vådområder fungerer som højst effektive vandrensningsanlæg, der absorberer kemikalier og filtrerer forurening fra.

Global opvarmning har, pga. effekter som hævet havoverflade og ændring i årstidernes mønster, evnen til at påvirke verdens ferskvandsressourcer.

Omkring 70% af et voksent menneskes kropsvægt udgøres af vand.

Et menneske kan leve uden mad i mere end en måned, men kun uden vand i omkring en uge. Når et menneske føler tørst, har det mistet omkring 1% af sit optimale vandindhold.

Et menneske skal drikke 2 liter vand dagligt for at leve sundt. Et menneske drikker i gennemsnit 75.000 liter vand gennem et liv.

Man kan blive forgiftet af at drikke for meget vand for hurtigt. Det sker, fordi vand fortynder natriumindholdet i blodet og forårsager ubalance i vandet i hjernen.

Selvom sodavand, kaffe og te er næsten 100% vand indeholder de også koffein. Koffein virker dehydrerende, idet det forhindrer vand i at vandre til de steder i kroppen, hvor det skal

³ en.wikipedia.org

⁴ NASA/Goddard Space Flight Centre

bruges. Vand regulerer kroppens temperatur. Hvis man har feber, skal man derfor drikke meget vand og vand fjerner affald fra kroppen, når det udskilles.

Saltvand kan bruges som drikkevand, hvis det bliver afsaltet.
Når vand indeholder meget calcium og magnesium, kaldes det "hårdt vand".

Hver dag får solen en trillion tons vand til at fordampe. Et enkelt træ kan afgive 265 liter vand pr. dag via fordampning.

Ferskvandsdyr forsvinder 5 gange så hurtigt som landlevende dyr.

Mere end 1/6 af jordens befolkning er uden en sikker vandforsyning og mennesket bruger mere og mere vand pr. år. Den globale mængde vand, der bruges af mennesker, er tredoblet siden 1950.

En amerikaner bruger 5 gange så meget vand som en europæer, og i udviklingslandene bruges meget mindre vand pr. person.

Vand på flaske kan være 1000 gange dyrere end vand fra hanen, og det behøver ikke være sundere. I dag skal drikkevand møde skrappe krav for at sikre en god kvalitet.

Op til 90% af spildevandet i udviklingslandene bliver sendt ud i floder o.a. uden behandling først.

Det meste af vores ferskvand bliver brugt til at dyrke afgrøder. Mens en person i gennemsnit har brug for 4 liter vand direkte, bliver der brugt mellem 2000 og 5000 liter vand til at producere den føde en person har brug for. Det kræver 450 liter vand at producere et æg og 148.000 liter vand at producere en ny bil⁵.

Dannelse af is

For at is kan dannes, må vandet nedkøles til frysepunktet, der for ferskvand er 0 °C, mens det for havvand er noget lavere, idet frysepunktet aftager til -1,3 °C ved et saltindhold på ca. 25‰.

Det er bemærkelsesværdigt, at ferskvand har maksimal densitet ved 4 °C, mens det for brakvand, med en salinitet på 25‰ har maksimal densitet ved ca. -1,3 °C, fig. 5.

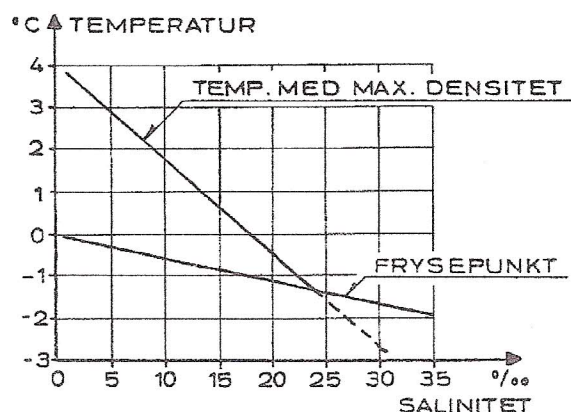


Fig. 5 Frysepunkt og temperatur med maksimal densitet (massefylde) som funktion af temperatur og salinitet (saltindhold)⁶

Ovennævnte forhold spiller en afgørende rolle ved dannelse af is. Ser vi på forholdene for ferskvand, fremgår det af fig. 6, at efterhånden som overfladevandet afkøles p.g.a. en

⁵ Teksten er inspireret af Mette Christiansen, KU

⁶ Reeh, N.: Isens fysiske egenskaber. ISVA - DTU 1972.

overliggende kold luft, vil vandet blive tungere og gå til bunds, mens det varmere bundvand stiger til vejs, indtil vandtemperaturen (i 'hele' vandsøjlen) bliver 4 °C.

Ved yderligere afkøling af vandet under 4 °C vil overfladevandet stabilisere sig, idet vandet under 4 °C bliver lettere. Den cirkulation, der fandt sted i begyndelsen, standser og kun overfladelaget afkøles, mens det underliggende vand godt kan have temperaturer op til 4 °C. Det er forklaringen på, at ferskvandssøer fryser hurtigere til end havet, idet vandet i hele søen – der i øvrigt ofte er af ringe dybde – først bliver kølet ned til 4 °C, i en periode inden den egentlige vinter sætter ind, og derefter skal kun det øverste lag nedkøles til 0 °C, for at tilfrysningen kan finde sted, fig. 6.

Frossen vand vejer 9% mindre en flydende vand, hvilket medfører, at is flyder på vand.

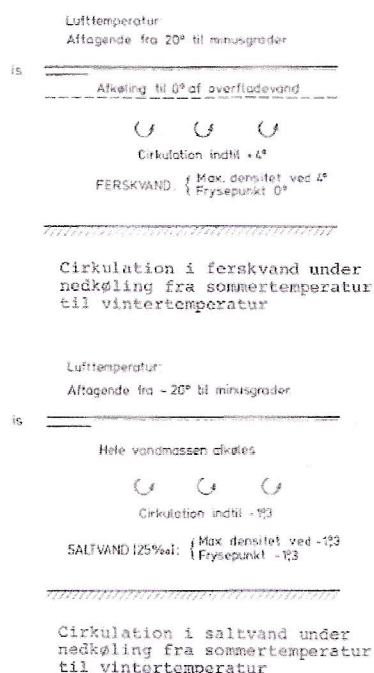


Fig. 6 Vandcirkulation under nedkøling ⁷



Fig. 7 Sprogø NØ fyr påvirkes af is i Storebælt ⁸

Samme proces vil gentage sig i brakvand, blot med et ændret frysepunkt og en anden temperatur svarende til maksimal densitet.

For havvand med salinitet over 25‰, der ikke har noget densitetsmaksimum, vil cirkulationen fortsætte, til 'hele' vandmasse er nedkølet til frysepunktet, og isdannelsen vil derfor først begynde, når hele vandmassens varmereserve er opbrugt.

Dette er en forenklet fremstilling af forholdene, da tilstedeværelsen af turbulens i vandet samt f.eks. tolagsstrømninger, hvor et øvre – ikke så salt – lag overlejrer et mere saltholdigt og dermed tungere lag, komplicerer processen, og spiller en afgørende rolle for isdannelse i bælterne og sundet⁹ (i de indre danske farvande, fig. 7).



René Zorn

Januar 2013

PS. **Husk** – Isen skal være 13 cm før man bevæger sig ud på den.

Formodentlig gammel erfaring, hvor man sagde, at isen skal have en tykkelse på 5 tommer.

Jeg har regnet på 'det', og det ser fornuftigt ud.

⁷ P. Tryde: Havis og dens virkning på konstruktioner, ISVA – DTU 1978.

⁸ R. Zorn, M.B. Bryndum & F.T. Christensen: Ice-Induced vibration of Sprogø NE Lighthouse, DHI 1994

⁹ René Zorn Morten Hvidberg-Knudsen, DHI, 'Vejret' nr.4 29.årgang, november 2007