

Vands hårdhed

Introduktion / Baggrund:

Kalk og kridt i Danmarks undergrund har i årtusinder haft vekslende betydning for samfundsøkonomien. I stenalderen var flinten i kridtet et vigtigt råstof til fremstilling af redskaber, senere i renæssancen blev flinten brugt til bøsseflint. Siden slutningen af 1800-tallet har kridtet været råstof for cementfabrikation, og kridtet er den vigtigste reservoirebjergart for olieindvinding fra Nordsøen.

I Danmark indvindes ca. en tredjedel af drikkevandet fra kalklag, som findes i store dele af landet. Kalklag udgør derfor vigtige grundvandsmagasiner i Danmark.

Med udtrykket "hårdhed" menes vandets indhold af grundstofferne calcium og magnesium. Grundvandets indhold af calcium og magnesium skyldes primært tilførsel af disse ioner til grundvandet pga. udvaskning af kalken i jord- lagene over grundvandsmagasinet.

Hårdt vand kan give en række ulemper. Eksempelvis afsætter hårdt vand kalkaflejringer (kedelsten) i varmtvandsrør, vaskemaskiner mv. Desuden er hårdt vand mindre egnet til vask og rengøring, da vandets calcium- og magnesiumioner reagerer med sæbe og andre rengøringsmidler.

Det betyder, at jo større hårdhedsgrad, jo mere sæbe og rengøringsmiddel skal der bruges. Det er således vigtigt at kende vandets hårdhedsgrad for at kunne dosere korrekt, og derfor er doseringen på f.eks. vaskepulverpakker angivet i forhold til vandets hårdhed.

Hårdt vand har i sundhedsmæssig henseende absolutte fordele, da kalk formodes at modvirke optagelse af tungmetaller i organismen.

Vands totale hårdhed bestemmes af calcium- og magnesiumindholdet. Et stort indhold giver hårdt vand - et lille indhold giver blødt vand.

Hårdheden opgives i °dH (tyske grader hårdhed).

Hårdheden i °dH	Karakteristik
0 - 4	Meget blødt
4 - 8	Blødt
8 - 12	Middelhårdt
12 - 18	Temmelig hårdt
18 - 30	Hårdt
over 30	meget hårdt

Vi vasker mere og mere - 1,1 tons vasketøj per husstand om året! Det er en stigning på 10% siden 1992. Til gengæld er forbruget af vaskemidler faldet med ca. fire tons de sidste 3 år og det skyldes især de kompakte vaskemidler. Men forbruget er ikke faldet som forventet, bl.a. fordi mange forbrugere stadig doserer på 'slump'. Desuden er der sket en stigning i forbruget af ikke-kompakt vaskemiddel.

I Danmark er det muligt at købe vaskemidler, som bærer enten EU's Miljømærke Blomsten eller det Nordiske Miljømærke Svanen. Miljømærkerne sikrer forbrugeren, at produktet hører til blandt de mest miljøvenlige.

Fælles mål¹:

Fysik/Kemi

Eleverne skal:

- kunne forklare, hvordan indgreb i naturens stofkredsløb kan påvirke miljøet.
- kunne gøre rede for, hvorledes anvendelse af materialer kan påvirke ressourceforbruget, miljøet og affaldsmængden
- kende til eksempler på fysisk/kemiske beskrivelser af fænomener i naturen

Biologi

Eleverne skal:

- kunne gøre rede for eksempler på naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer og deres betydning for den biologiske mangfoldighed
- kunne forholde sig til aktuelle miljøproblemer og deres betydning for menneskets sundhed og den omgivende natur

Geografi

Eleverne skal:

- kunne kende til grundvandsdannelse og dens betydning for forekomsten af rent drikkevand
- kende konsekvenser af samfundenes forbrugsmønstre for natur og miljø.

Der fokuseres på brugen af fysisk og kemisk indsigt til løsning af en række opgaver i forbindelse med anvendelse og udvikling af teknik i hverdag og samfund. I undervisningen skal der lægges vægt på at belyse såvel nytteværdien som de miljømæssige konsekvenser.

Tværfaglighed:

Matematik:

Beregninger omkring vand – forbrug, besparelser og priser.
I de større klasse kan opgavesættet fra FSA 2001 laves.

Historie + Samfundsfag:

Vands betydning op gennem tiderne – specielt i konflikter.
Her er Mellemøsten et oplagt udgangspunkt.

Evaluering:

Der skildres mellem 3 forskellige evalueringer i dette forsøg:

- 1) Den umiddelbare evaluering sammen med eleverne efter forsøget er overstået. Her vil fokus primært være på de opnåede resultater. Evalueringen kunne handle om, hvorfor der er forskel på elevernes resultater, blev forsøget udført omhyggeligt, har vi nogen åbenlyse fejlkilder og stemmer vores forsøg overens med vandværkets målinger.
- 2) Den efterfølgende online debat eleverne imellem. Med samme udgangspunkt, nemlig forsøget og de efterfølgende overvejelser, diskutere eleverne fra de forskellige skoler de respektive resultater med hinanden. Udgangspunktet for samtalen kunne være forskellen på vandets hårdhed de forskellige steder og årsagerne hertil.

¹ <http://www.faellesmaal.uvm.dk/>

3) Lærernes evaluermøde efter eleverne har afleveret en skriftlig rapport. Udgangspunktet for evalueringen kunne bl.a. være:

- Var forsøget en succes ?
- Forløb den umiddelbare evaluering tilfredsstillende ?
- Var den efterfølgende online debat udbytterig ?
- Var de skriftlige rapporter på et tilfredsstillende niveau ?
- Var elevernes udbytte af forsøget og efterbehandlingen udbytterig ?
- Skal der justeres ting i forhold til forsøgsvejledning eller medfølgende materiale ?
- Ud fra elevernes online debat besluttet hvilke uddrag af debatten, der ligger online som "referat" af forsøget, således andre har mulighed for at danne sig et billede af forsøget og den efterfølgende behandling / evaluering.

Rapport:

Det er meningen, at eleverne afleverer en skriftlig rapport senest 14 dage efter forsøgets udførelse. Rapporten skal behandle følgende punkter og hvert punkt besvares fyldestgørende. Rapportens længde skal svare til ca. 1½ - 2 A4 side (elektronisk). Rapporten skal skrives således, det for læseren fremgår

- Hvad der er undersøgt ?
- Hvordan det er gjort ?
- Hvad der er kommet ud af det ?
- Hvilken betydning det kan have ?

Punkter til en forsøgsrapport:

- Forsøgets formål
- Teori
- Materialer og fremgangsmåde
- Resultater (både egne og andre skolars)
- Diskussion
- Konklusionen

En nærmere forklaring til punkterne kan findes på www.natlab.dk

Andre informationer / weblinks:

For at kende hårdheden på vandet i ens område kan nedenstående webside besøges:

http://www.geus.dk/program-areas/water/denmark/data_and_maps/haardhedskort-dk.htm

Ordforklaring på begreber i forbindelse med behandlingen af emnet kan findes på:

<http://www.bio-tex.dk/html/produkter/index8.html>

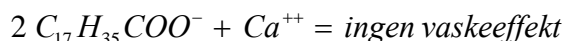
<http://www.bio-tex.dk/html/miljo/index.html>

Materiale til videre behandling i fx matematik findes bl.a. på

<http://www.mst.dk/udgiv/NyViden/2003/87-7972-345-4.htm>

Oplæg til forsøget Vands hårdhed:

Når vi vasker tøj bruger vi sæbe. Sæbens vaskeeffekt ligger i sæbens mulighed for at danne skum. Hvis sæben ikke danner skum bliver tøjet ikke rent. En af de største årsager til, at vand ikke danner skum er kalk. Det danske grundvand indeholder en del kalk-ioner, som reagerer med sæben:



For at undgå, at kalk-ionerne reagerer med sæbe-ionerne tilsætter man fosfat (fosper). Fosfaten indfanger kalk-ionerne, hvilket betyder at sæben har nemmere ved at danne skum. Fosfaten tilsættes i form af Na_3PO_4 .



Fordelen ved denne proces er, at kalken bindes til fosfaten og vi bevarer den vaskeeffekt som sæben har, selvom det reagerer med natrium.

Desværre har denne proces en ulempe i forhold til miljøet. Vores "spildprodukt" $Ca_3(PO_4)_2$ er et næringssalt, som hvis det udledes i vandløb eller søer, fungerer som gødning for det eksisterende planteliv. Det medfører en øget vækst i vegetationen i og omkring fx vandløb. Med tiden vil disse plante forgå og bundfalde. I yderste konsekvens kan det bidrage til iltmangel.

Ser man på den menneskelige faktor kan man konstatere, at langt den største del af de danske forbrugere ikke bruge den korrekte mængde vaskepulver. Hvis der tilsættes for meget vaskepulver vil det overskydende yderlig bidrage til forureningen af vandmiljøet.

Den mest åbenlyse effekt kan anskueliggøres ved at kigge på vands overfladespænding. Flere insekter er afhængig af denne overfladespænding – mest kendt er nok skøjteløberen. Sæbe bryder overfladespændingen, hvilket for skøjteløberen betyder at den drukner.

Ved at teste vandets hårdhed og dosere korrekt derefter, kan vi minimere den forurening som opstår i kølevandet af vores forbrug af vaskepulver.

Vaskepulver har desuden tidligere indeholdt mange andre forskellige kemiske stoffer, som senere har vist sig at være skadelige for miljøet. I dag har man i de fleste tilfælde fundet alternativer, som ikke er nær så skadelige.

Til fremstille af standard sæbeopløsning bruges:

200 ml vand (vand fra vandhanen er fint)
6 tsk. Natriumoleat svarende til 5,6 gram

Blandes i kolbe og omrystes godt – gerne lidt før eleverne skal bruge det.

Reagensglassene skal helst være af størrelsen 18 × 180 mm.

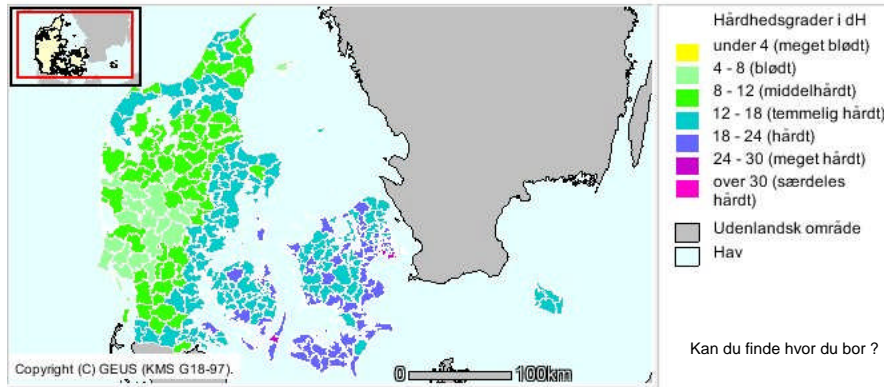
Forsøgsvejledning til vands hårdhed.

Vandets totale hårdhed bestemmes af calcium- og magnesiumindholdet. Et stort indhold giver hårdt vand - et lille indhold giver blødt vand.

Den totale hårdhed = forbigående + permanente hårdhed. Den totale hårdhed beregnes ud fra indholdet af calcium- og magnesiumioner. Den totale hårdhed angives normalt i tyske hårdhedsgrader ($^{\circ}$ dH).

Den forbigående hårdhed kan fjernes fra vandet ved kogning og svarer til den mængde calcium- og magnesiumioner, der skyldes den opløste kuldioxids opløsning af kalk. Den permanente hårdhed beregnes som forskellen mellem den totale og den forbigående hårdhed.

Der er ingen vandkvalitetskrav til hårdheden, men vandets totale hårdhed bør ligge mellem 5° og 30° dH.



Sæbe kan få vand til at skumme. Hvis vandet er hårdt, dvs. indeholder Ca^{++} , bruges ekstra meget sæbe for at opnå skumdannelse, fordi Ca^{++} binder sæben. Desto større hårdhed desto større sæbeforbrug. Dette princip kan anvendes til hårdhedsbestemmelse af vandets hårdhed.

Materialer:

Reagensglas med prop
Måleglas 100 ml
Plastsprøjte 2 ml
Standard sæbeopløsning (natriumoleat)

Metode:

Fyld 19 ml drikkevand i reagensglasset.

Fyld sprøjten op med sæbe – husk der må ikke være luft i sprøjten.

Tilsæt enkelte dråber ad gangen og ryst reagensglasset kraftigt mellem hver sæbetilsætning.

Når der dannes ca. 2 cm skum ovenpå vandet, aflæses sæbeforbruget på sprøjten.

Vandets hårdhed beregnes ved at indsætte sæbeforbruget i ml (X) i denne formel:

$$\text{Vandets hårdhed} = X \cdot 10^{\circ} \text{ dH}$$