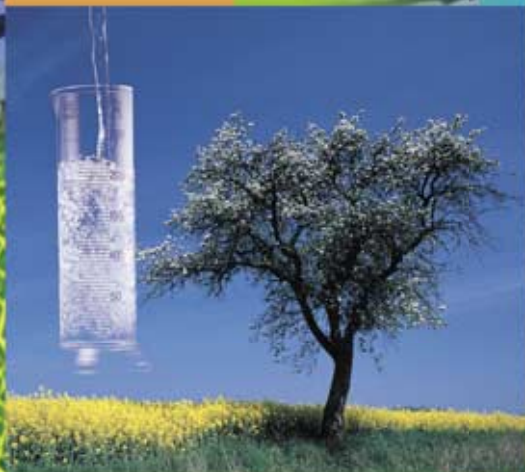




# ENERGI

nøglen til livet  
2006



## Indhold

	side
Indledning	2
Lærervejledning	3
Løft vandet 4.-6. klasse	5
Løft vandet 7.-8. klasse	10
Løft vandet 9.-10. klasse	15
Supplerende litteraturliste	20



KATTEGATCENTRET GRENAÅ  
- mere under overfladen

Energi Danmark  
NRGI altid til stede

GRUNDFOS 

# Løft vandet

## – idékatalog for 4.-10. klasse

“Løft Vandet” er en konkurrence for skoleklasser i hele Danmark. I konkurrencebeskrivelsen kan du læse, at opgaven er simpel, men den kan udføres avanceret:

“Vand skal løftes 1 m i højden. Find en metode til at løfte vandet – og gør det”.

Utraditionelle og “skæve” idéer vil blive prioriteret i bedømmelsen af opgaven, og det er vigtigt, at I tager udgangspunkt i fænomener og metoder fra naturen og/eller det omgivende samfund.

Hvis du følger vandets kredsløb i naturen og menneskenes brug af vand i boligerne, i industrien og i landbruget, vil du opdage mange eksempler på, at vand bliver løftet og transporteret ved hjælp af naturlove og/eller menneskets snilde.

Det kræver altid energi at udføre et arbejde. Det kræver således også energi at løfte vand. Derfor vil vi også gerne have jer til beskæftige jer med den energiomsætning, der skal til for at løfte vand 1 meter i højden.

Sammen med din klasse skal du nu finde ud af, hvordan I vil løse opgaven. For at hjælpe jer lidt på vej, har vi skrevet dette idékatalog. Her beskriver vi nogle fænomener og metoder, der kan løfte vand. Vi angiver også nogle forsøgsopstillinger, der vil kunne løfte vandet et stykke af vejen; men I skal selv finde ud af, hvordan forsøgsopstillingerne kan udvikles, så opgavens ordlyd bliver løst.

God arbejdslyst.

# Lærervejledning

Begreber som menneske, energi og miljø indgår på forskellig vis i de fælles mål for hhv. natur/teknik, fysik/kemi, matematik og dansk. Denne landsdækkende skolekonkurrence kan, som omtalt i forordet, således bruges som udgangspunkt for et tværfagligt samarbejde eller et projektorienteret forløb i et eller flere af disse fag.

Formålet for fagene siger bl.a. :

## Natur/teknik

– at eleverne gennem oplevelser og erfaringer med natur og teknik opnår indsigt i vigtige fænomener og sammenhænge. At eleverne udvikler forståelse af samspillet mellem menneske og natur i deres eget og fremmede samfund. At eleverne udvikler ansvarlighed over for miljøet som baggrund for engagement og handling.

## Fysik/kemi

- at eleverne tilegner sig viden og indsigt i naturfaglige forhold. At stimulere og videreudvikle elevernes interesse og nysgerrighed over for den omgivende verden. At eleverne får mulighed for at erhverve sig viden om nogle af de videnskabelige procedurer, der har stor indflydelse på menneskers livsforhold og kultur.

## Matematik

– at eleverne bliver i stand til at forstå og anvende matematik i sammenhænge, der vedrører dagligliv, samfundsliv og naturforhold. Analyse og argumentation skal indgå i arbejdet med emner og problemstillinger. At eleverne oplever og erkender matematikkens rolle i en kulturel og samfundsmæssig sammenhæng. At eleverne bliver i stand til at forholde sig vurderende til matematikkens anvendelse.

## Dansk

– at fremme elevernes oplevelse af sproget som en kilde til udvikling af personlig og kulturel identitet, der bygger på æstetisk, etisk og hi-

storisk forståelse. At fremme elevernes lyst til at bruge sproget personligt og alsidigt i samspil med andre. At eleverne skal styrke deres bevidsthed om sproget og udvikle en åben og analytisk indstilling til deres egen tids og andre perioders udtryksformer.

Der henvises i øvrigt til uddragene af de centrale kundskabs- og færdighedsområder på følgende side. Samtidig anbefaler vi at inddrage billedkunst eller sløjd i det tværfaglige samarbejde, idet det er oplagt, at elevernes arbejde udtrykkes i et produkt, der kan løfte vandet 1 meter.

## Idékataloget

Til konkurrencen har vi udarbejdet dette idekatalog. Her beskriver vi nogle fænomener og metoder, der kan løfte vand. I hver artikel angiver vi også nogle forsøgspstillinger, der vil kunne løfte vandet et stykke af vejen; men eleverne skal selv finde ud af, hvordan forsøgspstillingerne kan udvikles, så opgavens ordlyd bliver løst.

Idekataloget består af 12 artikler, der enkeltvis eller samlet kan benyttes som erstatning for eller som supplement til de eksisterende undervisningsmaterialer i fagene. Alle artikler fylder 1 side og kan umiddelbart trykkes ud og kopieres til eleverne.

Idekataloget er samlet, så artiklernes rækkefølge udtrykker en faglig progression i sværhedsgrad og indhold. De første artikler kan umiddelbart bruges af 4.-6. klasse, mens de sidste artikler indeholder stofområder fra fysik/kemi i 9. og 10. klasse.

Vi har valgt ikke at skrive fagligt niveau på de enkelte artikler, idet vi har tillid til, at den enkelte lærer ud fra sit kendskab til sine elever og daglige differentierede undervisning, kan udvælge netop de artikler, der passer bedst til den enkelte klasse.

Afslutningsvis vil vi gerne betone, at utraditionelle og "skæve" idéer vil blive prioriteret i

# Lærervejledning

bedømmelsen af opgaven. Det er således vores håb, at den enkelte klasse/lærer med dette idekatalog kan finde inspiration til løsning af opgaven på baggrund af fænomener og metoder fra naturen og/eller det omgivende samfund.

## Udpluk fra fagenes trinmål og slutmål :

### I natur/teknik skal eleverne lære:

- At beskrive, ordne og anvende viden om materialer og stoffer og deres forskellige egenskaber
- At beskrive og forklare hverdagsfænomener
- At kende træk af teknologiens historie og anvendelse
- At planlægge og gennemføre iagttagelser, undersøgelser og eksperimenter
- At vælge og bruge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven
- At indsamle data og informationer i tabeller og diagrammer
- At ordne og formidle resultater og erfaringer på forskellige måder
- At søge svar med udgangspunkt i førstehånds-erfaringer

### I fysik/kemi skal eleverne lære:

- At gøre rede for, diskutere og tage stilling til samfundets ressource- og energiforsyning
- At beskrive og forklare eksempler på energiomsætninger
- At beskrive og forklare eksempler på fremstilling af produkter samt vurdere produktionsprocessers belastning af miljøet
- At beskrive hverdagslivets teknik og dens betydning for den enkelte og samfundet
- At identificere og formulere relevante spørgsmål
- At opstille enkle hypoteser planlægge, gennemføre og vurdere undersøgelser og eksperimenter
- At vælge udstyr, redskaber og hjælpemidler, der passer til opgaven

### I matematik skal eleverne lære:

- At kende til eksperimenterende og undersøgende arbejdsformer
- At arbejde med informationer fra dagligdagen, som indeholder matematiske udtryk
- At kende til hvordan tal kan forbindes med begivenheder i dagligdagen
- At beskrive og tolke data og informationer i tabeller og diagrammer
- At indsamle og behandle data samt udføre simulationer, bl.a. ved hjælp af computer
- At beskrive enkle problemløsninger, bl.a. ved hjælp af tegning
- At samarbejde med andre om at løse problemer, hvor matematik benyttes
- At opstille hypoteser og efterfølgende ved at "gætte og prøve efter" opbygge faglige begreber og indledende generaliseringer

### I dansk skal eleverne lære:

- At bruge talesproget forståeligt og klart i samtale, diskussion og samarbejde
- At bruge sproget som handlemulighed og anvende det i en form, der passer til situationen
- At læse sikkert og med god forståelse
- At bruge forskellige læsemåder, at fastholde væsentlige i teksten samt at læse og gengive andres tekster
- At søge informationer på forskellige måder samt forholde sig til dem
- At litteratur fra forskellige tider kan afspejle den tid, den er blevet til i
- At udtrykke sig i billeder, lyd og tekst i små produktioner

# Løft vandet

4.-6. KLASSE

## Løft vandet med hydraulik

Hydraulik bruges talrige steder i hverdagen: Donkrafte, kraner, elevatorer, tippelad, biler, fly, trucks, bulldozere og meget mere.

Hydraulik bygger på den egenskab, at væsker ikke kan presses sammen. Derfor kan man ved at sætte tryk på en væske overføre energi fra ét sted til et andet.

Ved at lave et lukket system med 2 engangssprøjter, en plastikslange og noget vand kan du lave din egen hydrauliske kran. Følg opskriften nedenfor, og prøv derefter at udvikle kranen, så du til sidst kan løfte noget vand 1 meter lodret fra gulvet.

## Brug:

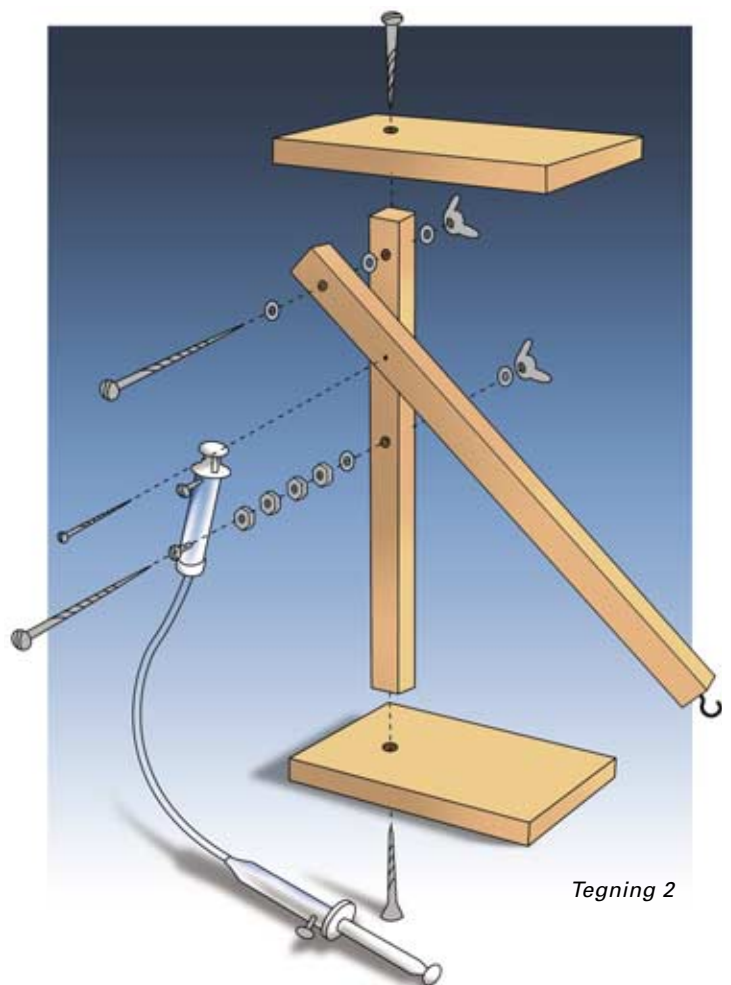
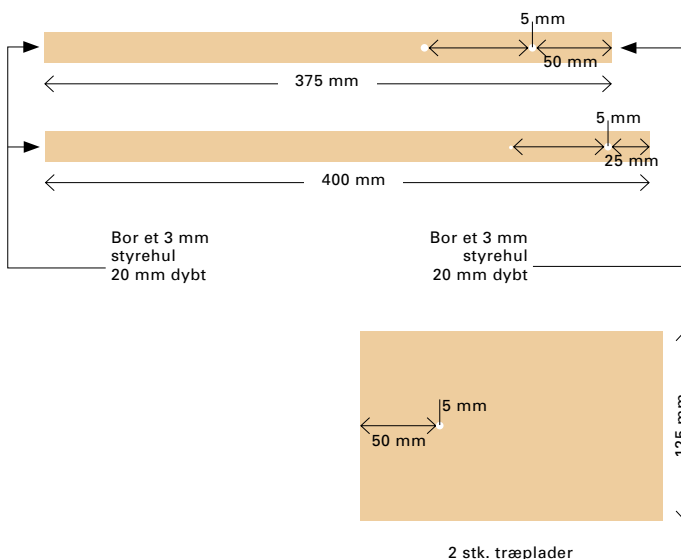
2 træplader (12,5 cm X 20 cm X 2 cm), 1 træliste (38 cm X 2,5 cm X 2 cm), 1 træliste (40 cm X 2,5 cm X 2 cm), 2 skruer (8 X 32 mm), 2 maskinskruer (5 X 50 mm), spændeskiver, 2 vingebolte og 4 almindelige bolte (5 mm), 1 søm (30 mm), 1 krog, 2 engangssprøjter (10 ml), 60 cm plastikslange, 1 planteholder (strips), vand og 2 korte metalskruer (6 X 9 mm).

De to korte metalskruer skrues ind i engangssprøjterne, så vandet ikke kan presse stemplet helt ud (se tegning 2).

Din plastikslange skal passe præcis til dine engangssprøjter. Sæt slangen på den ene engangssprøjte, og fyld både slange og sprøjte med vand. Sæt herefter en tom sprøjte på den frie ende af slangen.



Tegning 1



Tegning 2



# Løft vandet

Når du nu presser på begge sprøjter samtidig, vil du se, at vand ikke kan presses sammen.

Hvis du derimod kun presser på den ene sprøjte, vil du se, at vandet kan presse stemplet på den anden sprøjte op. Dette er drivkraften i din kran.

Bor nu huller i de fire stykker træ som vist på arbejdstegning 1. Saml herefter kranen som vist på tegning 2. Den nederste maskinskruer skal holde den øverste engangssprøjte på plads. Derfor skal du sætte din plastikstrip rundt om sprøjten (nederst). Herefter fører du maskinskruen gennem øjet på planteholderen. Skru de fire bolte på maskinskruen, inden du fæstner denne skrue til kranen (se tegning 2).

Sæt sømmet gennem stemplet på den øverste engangssprøjte og ind i kranens vippearms. Nu er din kran færdig, og du vil kunne løfte noget vand ved at hænge det i en beholder i kranens krog. Hvor højt kan din kran løfte vandet? og hvordan kan du udvikle din hydrauliske kran?

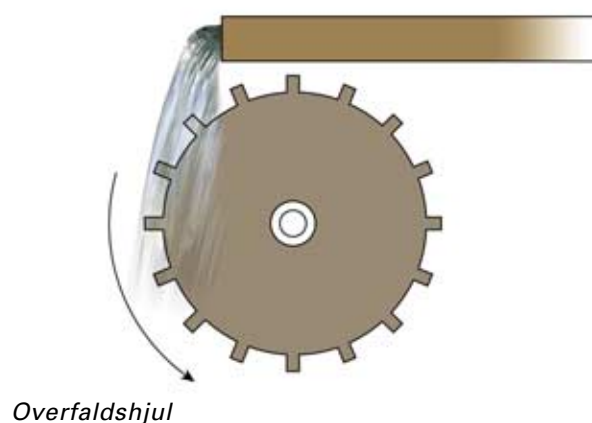
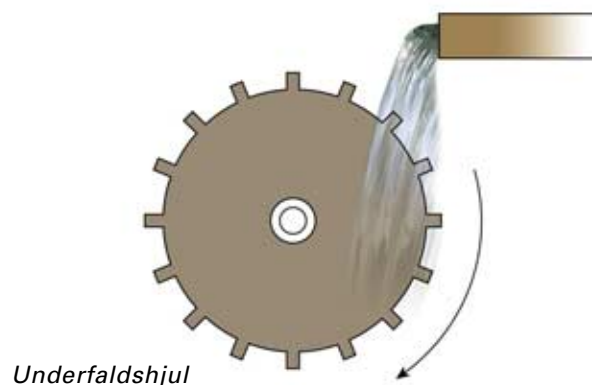
## Løft vandet med vandkraft

Vandkraft havde stor betydning i Danmark indtil omkring år 1900. På dette tidspunkt var der cirka 3000 vandmøller i Danmark. Vandmøllerne blev mest brugt til at male korn med og til at drive save i savværker.



Det centrale i en vandmølle er vandhjulet. Der skelnes mellem tre slag vandhjul: Overfaldshjulet (se tegning), hvor vandet falder ned på forsiden af hjulet, og driver det venstre om. Overfaldshjulet bruges når faldhøjden er mere end 2 meter.

Underfaldshjulet (se tegning), hvor vandet falder ned på bagsiden af hjulet, og driver det højre om. Underfaldshjulet har ikke så god virkningsgrad som overfaldshjulet.

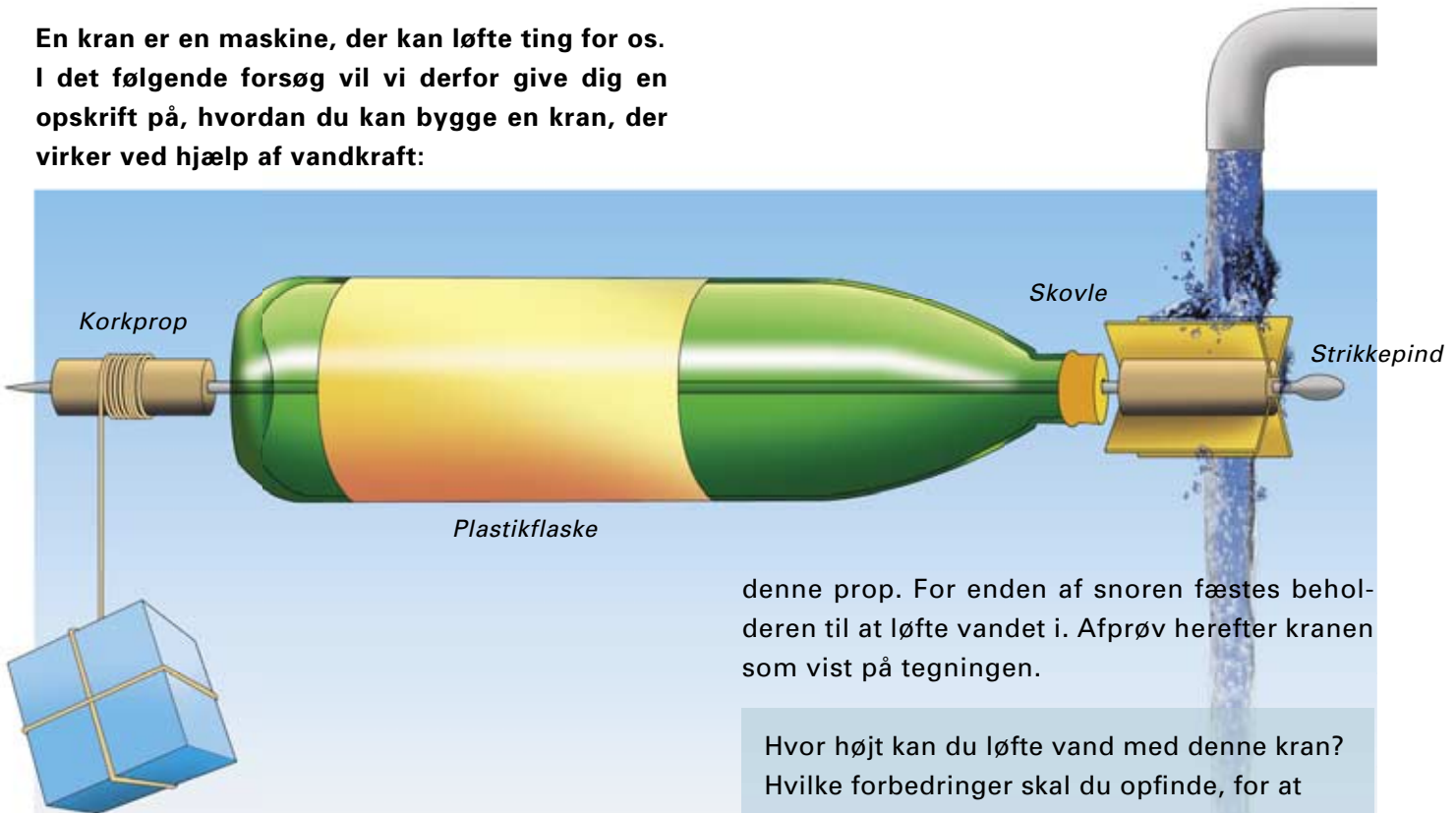


Overfaldshjulet. I denne type vandhjul sidder skovlene på indersiden af hjulet.

Fælles for alle vandmøller er, at vandets energi via vandhjulet får en aksel til at bevæge sig (rotere). Ved hjælp af tandhjul eller taljer og trisser kan man herefter overføre energien til en maskine, der kan udføre et stykke arbejde for os.

# Løft vandet

En kran er en maskine, der kan løfte ting for os. I det følgende forsøg vil vi derfor give dig en opskrift på, hvordan du kan bygge en kran, der virker ved hjælp af vandkraft:



## Brug:

1 plastikflaske, 2 korkpropper, 4 små stykker plastik eller balsatræ, 1 strikkepind (mindst 5 cm længere end flasken), 30 cm snor, beholder til vand, 1 hobbykniv, 1 bor (diameter som strikkepind) og rindende vand (Find på en metode til at genbruge vandet i dette forsøg, i stedet for at bruge rent drikkevand fra vandhanen).

Lav fire skovle til vandhjulet i plastik eller balsatræ. Skær forsigtigt fire riller i den ene korkprop til skovlene (se tegning). Placer skovlene i de fire riller. Bor herefter et hul lodret igennem begge propper – præcis i midten. Lav også et hul på samme størrelse præcis i midten af flaskens bund.

Pres nu strikkepinden igennem vandhjulet, og placer vandhjulet øverst på strikkepinden. Før strikkepinden igennem flasken og ud gennem hullet i bunden. Placer den sidste korkprop på enden af strikkepinden, og fastgør snoren til

denne prop. For enden af snoren fæstes beholderen til at løfte vandet i. Afprøv herefter kranen som vist på tegningen.

Hvor højt kan du løfte vand med denne kran?  
Hvilke forbedringer skal du opfinde, for at kranen kan løfte vand en meter i højden?

## Løft vandet med opdrift

Har du nogen sinde tænkt over, hvorfor et stort tungt skib kan flyde, mens en lille sten vil synke til bunds, hvis du smider den i vandet?

Eller har du tænkt over, hvorfor det er meget lettere at løfte noget tungt, når det er i vandet, end når det er på land?

Disse spørgsmål optog også grækeren Arkimedes for ca. 2.200 år siden. Arkimedes løste problemet og fandt den naturlov, som vi i dag kalder opdrift eller "Arkimedes' lov":

Når en ting (f.eks. en sten) sænkes ned i noget vand, vil den skubbe lige så meget vand til side, som den selv fylder. Vandet vil derfor trykke opad på stenen med en kraft, der svarer til vægten af det vand, der blev skubbet til side.

# Løft vandet

Da  $1 \text{ dm}^3$  vand vejer 1 kg, vil en sten på  $1 \text{ dm}^3$  blive 1 kg lettere.

Dette kan du vise ved et forsøg:

## Brug:

1 lod (100 gram), 1 sytråd, 1 fjeder-vægt, 1 balje (akvarium) med vand.



Bind sytråden i loddet, og hæng den derefter i fjedervægten. Kontroller at vægten nu viser 100 gram. Sænk så loddet ned i vandet, og bemærk at loddet nu vejer mindre end 100 gram.

Hvor stor er opdriften på dit lod?

Kan du nu forstå, hvorfor det er meget lettere at løfte noget tungt, når det er i vandet?

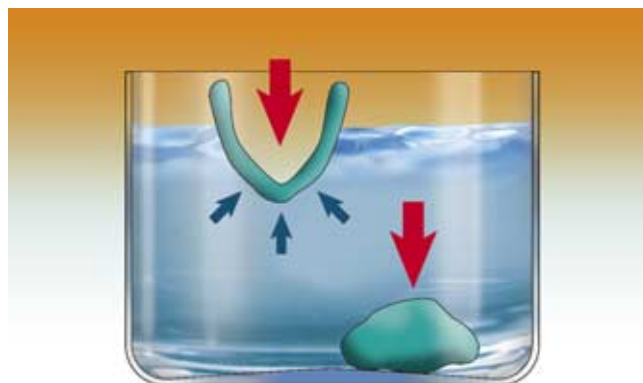
Arkimedes' lov kan også forklare, hvorfor et skib flyder:

Et skib er lavet af ret tynde jernplader, og der er meget luft inde i skibet. Derfor vil et skib presse så meget vand væk, at opdriften vil få skibet til at flyde.

Dette kan du også vise ved et forsøg:

## Brug:

1 balje (akvarium) med vand, 1 klump modellervoks.



Vis først, at klumpen af modellervoks synker til bunds, når du placerer den i vandoverfladen. Form derefter et skib af din modellervoks. Vis at din modellervoks nu kan flyde. Hvis du er omhyggelig, vil du kunne forme dit skib, så det kan lastes med vand.

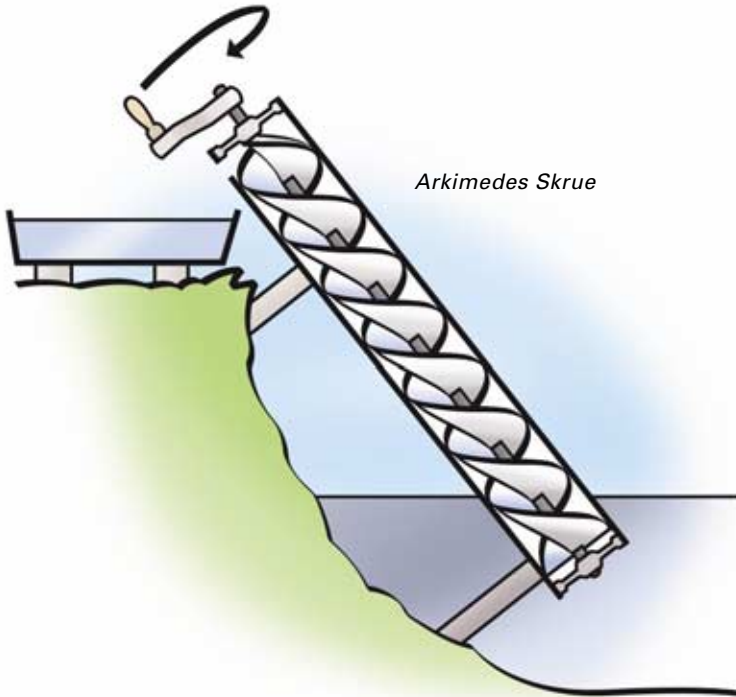
Hvor meget vand kan dit skib lastes med uden at synke?

Du vil nu kunne løfte vandet i skibet, hvis du får vandstanden i baljen til at stige. Dette kan gøres, enten ved at hælde mere vand i baljen, eller ved at placere ting, der er tungere end vand i bunden af baljen. Få selv ideer ved at kigge på nedenstående tegning:

Hvordan kan du udvikle forsøget, så du til sidst har løftet vandet 1 meter i højden?



# Løft vandet



Arkimedes Skrue

## Løft vandet med Arkimedes Skrue.

En af de ældste pumper, der stadig bruges mange steder i verden, blev opfundet allerede for ca. 2.200 år siden af den græske matematiker Arkimedes. Apparatet kaldes Arkimedes Skrue, og det kan hæve vand op fra floderne, så det kan bruges til kunstvanding (se tegning).

### Brug:

1 klar plastslange (diameter 8 eller 12 mm), 30 cm rundstok (diameter f.eks. 4 cm), 10 cm tyk ståltråd, 1 hylster fra en kuglepen eller en tusch, 1 træperle, 1 sav, ståltråd, tape, bor samt 1 lille

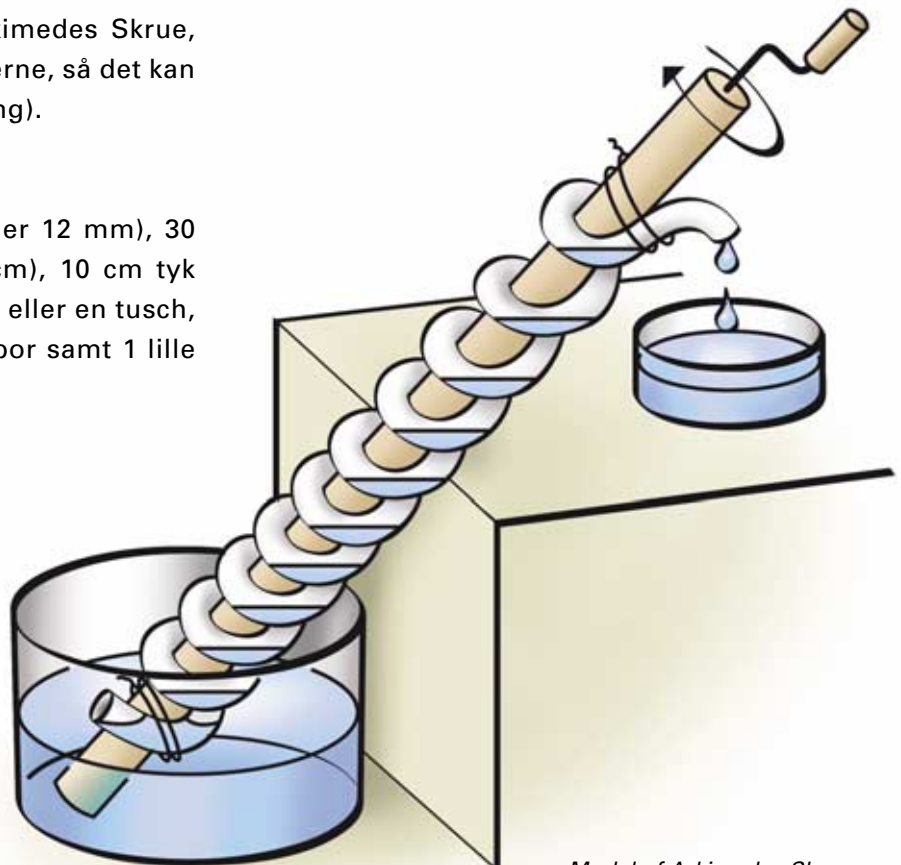
balje med vand.

Opvarm evt. din plastslange i et vandbad inden spiralen formes. Den bløde plastslange snos herefter omkring rundstokken, som vist på tegningen. Spiralen fastgøres med ståltråd og tape.

Form håndtaget af den tykke ståltråd. Selve gribestykket skal være ca. 3½ cm langt. Sav 3 cm af dit hylster, og placer det som vist på tegningen. Bor herefter et hul i rundstokken og i perlen. Hullerne skal passe præcist til dit håndtag.

Når håndtaget er sat på, kan du placere din Arkimedes Skrue i baljen med vand, og hæve vandet, som Arkimedes gjorde for 2200 år siden.

Hvor lang skal din snegl være, for at løfte vandet 1 meter?



Model af Arkimedes Skrue

# Løft vandet

7.-8. KLASSE



## Løft vandet med mekanik

Mekanik betyder egentlig læren om kræfters indflydelse på legemer. Mekanik handler derfor om redskaber og maskiner, der kan overføre energi (en kraft) fra et sted til et andet.

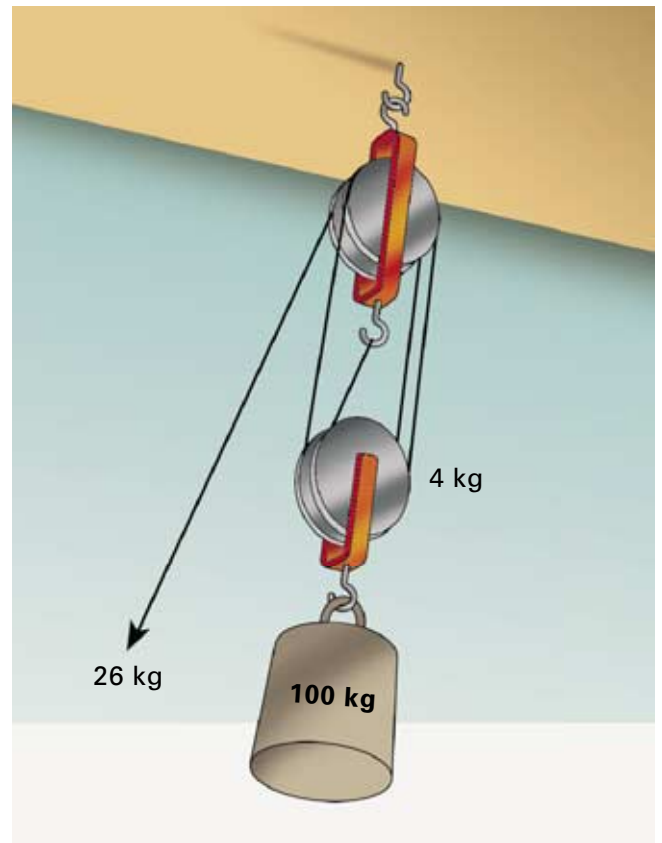
Mennesker har altid brugt redskaber og (senere) maskiner som hjælpemidler. Allerede i stenalderen vidste man, at man med en vægtstang skal bruge mindre kraft på at løfte en stor byrde. Senere opfandt man trisser og taljer.

Med én trisse opnår man en mere bekvem og sikker arbejdsstilling, og med to eller flere trisser kan man endda opnå en kraftbesparelse (se tegning).

Prøv selv at lave forsøg med trisser. Brug en fjedervægt til at vise hvor stor kraft, du skal bruge til at løfte f.eks. et 100 gram lod.

En talje består af to blokke, hver med to trisser. Den øverste fastgøres f.eks. i loftet. Den nederste blok fastgøres til den byrde, som man vil løfte (se tegning).

På tegningen er den samlede vægt af byrden 104 kg. Denne vægt bæres af fire reb, og da rebene er stramme, må de bære lige meget hver – altså  $104 \text{ kg} : 4 = 26 \text{ kg}$ . Kraftbesparelsen er altså her på 75%.



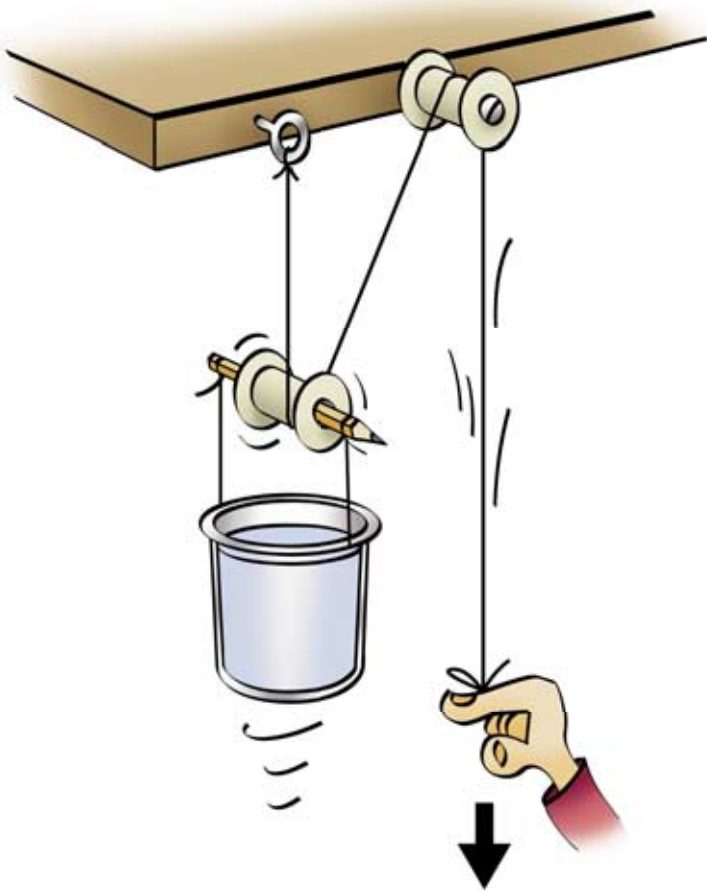
Prøv selv at lave forsøg med taljer, og vis at kraftbesparelsen afhænger af antallet af reb.

Kraner er kraftbesparende maskiner, hvor man ved hjælp af vægtstænger, trisser og taljer kan løfte store byrder med et minimum af energi. Ofte er kranerne udstyret med et spil (hejseværk), der gør det muligt at arbejde med lange wirer, kæder eller reb. Et spil er i virkeligheden en stor trisse med et bremsesystem, der hindrer, at wiren løber den forkerte vej.

# Løft vandet

Prøv selv at bygge en kran, der kan løfte vand 1 meter lodret. Hvis din skole har trisser og taljer til rådighed, kan du selvfølgelig bruge disse, men trisser og taljer kan også laves ved genbrug af gamle ruller til sytråd.

Få selv ideer til kranens udformning ved at kigge på nedenstående tegninger:



Hvis din skole har Lego Education til rådighed, kan du med mekanikkassen bygge meget avancerede kraner, der endog kan styres via computer.

Find selv en metode til at løfte vandet 1 meter i højden.

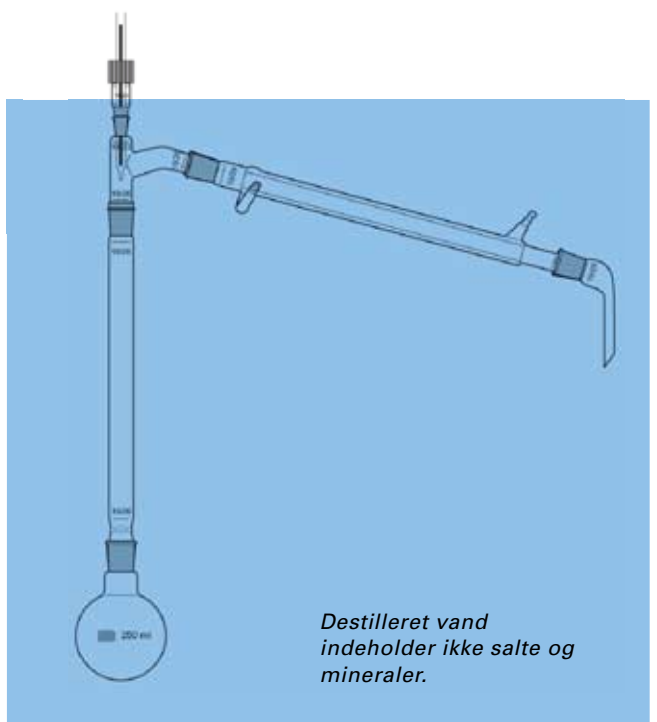
## Løft vandet med destillation.

Alle stoffer kan eksistere i tre forskellige tilstandsformer: Fast, flydende og luftformig. Vand findes således i tilstandsformerne: Is, vand og vanddamp.

Ved hver af disse tilstandsformer har det enkelte stof vidt forskellige egenskaber, og overgangen fra en tilstandsform til en anden tilstandsform afhænger af stoffets temperatur og omgivelsernes tryk. Overgangen fra en tilstandsform til en anden tilstandsform er forskellige for hvert stof.

Overgangen fra fast til flydende stof kaldes: Smeltepunktet. Vand har smeltepunktet  $0^{\circ}\text{C}$ . Overgangen fra flydende til luftformig stof kaldes: Kogepunktet. Vand har kogepunktet  $100^{\circ}\text{C}$ .

Da vand jo også kan fordampe ved lavere temperaturer end  $100^{\circ}\text{C}$ , er det mere korrekt at sige, at kogepunktet er den temperatur, ved hvilken vanddampens tryk er lige så stor som omgivelsernes. Damptrykket over vand er 1 atmosfære ved  $100^{\circ}\text{C}$ .

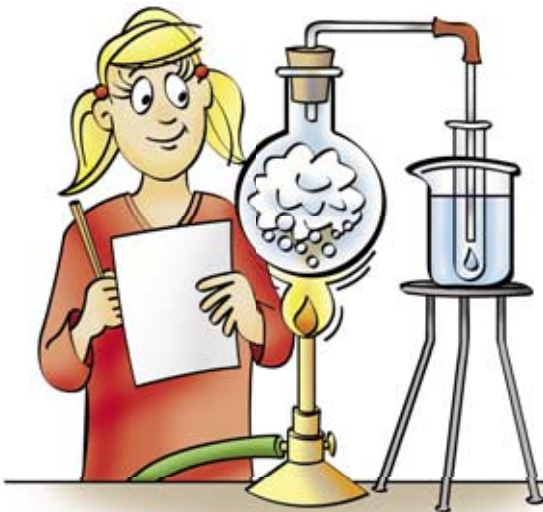


# Løft vandet

Ved at opvarme vand til kogepunktet ændrer du tilstandsformen fra vand til vanddamp. Når vanddampens temperatur falder fortættes dampen atter til vand. Dette princip anvendes i et destillationsapparat.

Da vanddampens temperatur er højere end temperaturen på den omgivende luft, vil vanddampen stige opad indtil den afkøles og fortættes. Dette kan du udnytte til at løse opgavens ordlyd. Start med at lave nedenstående forsøg; men husk:

**Overhold alle sikkerhedsregler**  
**– vanddamp ved 100°C kan give brandsår.**



## Brug:

Stativ, klemme og muffe, gummiprop med 2 huller, 2 glasrør, slange (30 cm), Kolbe (250 ml), bægerglas, reagensglas, bunsenbrænder, parafinolie og vand.

Fyld kolben  $\frac{1}{4}$  med vand. Placer et glasrør i gummiproppen som vist på tegningen (smør hullet med et par dråber parafinolie, så det er nemmere at samle og skille udstyret). Sæt slangen på glasrøret og placer det sidste glasrør i den anden ende af slangen.

Anbring proppen i kolben og placer kolben solidt i stativet. Fyld bægerglasset med koldt vand

og anbring reagensglasset heri. Det frie glasrør placeres nu i reagensglasset (se tegning).

Opvarm nu kolben ved hjælp af bunsenbrænderen. Når vandet koger, vil vanddampen fortættes som destilleret vand i reagensglasset.

Hvor højt kan du løfte vandet med denne forsøgsopstilling?  
 Hvordan kan du udvikle forsøgsopstillingen, så du til sidst har løftet vandet 1 meter i højden?

## Løft vandet med forbundne kar.

Hvis du tager et U-rør og hælder vand i det, så vil vandoverfladerne i de to grene stille sig i samme vandrette plan – lige højt på begge sider.

Det overrasker dig sikkert ikke, for du møder jo fænomenet mange steder i din hverdag: I tekander, i vandlåse og i andre "forbundne kar" (se tegning).



"Kar" er et gammelt ord for "beholder"

# Løft vandet

Men hvis du studerer fænomenet nærmere, vil du kunne løse opgaven med at løfte vand 1 meter ved hjælp af forbundne kar.

Læg mærke til, at vandoverfladerne er i samme niveau, selvom der er mere vand i tekanden, end der er i tuden, og mere vand i toilettet, end der er i afløbet.

Årsagen til at vandoverfladerne stiller sig lige højt er, at luften (atmosfæren) trykker med samme kraft på begge vandoverflader.

Luftens normaltryk er 1013 millibar (mb), og det svarer til cirka 1 kg pr. cm<sup>2</sup>. Fra de daglige vejrudsigter ved vi, at dagens lufttryk kan ændre sig med højtryk og lavtryk; men uanset det aktuelle lufttryk, vil trykket på vandoverfladerne i dine forbundne kar altid være lige stort.

Hvis man derimod kunstigt skaber en forskel i luftens tryk på de to vandoverflader, vil den vandoverflade, hvor trykket er mindst, stille sig højere end vandoverfladen med det store tryk. Dette kan du udnytte til at løse opgavens ord-lyd. Start med at gennemføre nedenstående forsøg:

## Brug:

1 vandluftpumpe, 1 glasrør (f.eks. diameter 7 mm), 1 vandbeholder med slange-studs, 2 plastslanger (indvendig diameter som glasrøret) og vand.



Hvis din skole ikke har en vandbeholder med slangestuds ved bunden, kan denne enten laves af en 5 liters plastdunk og en løs slangestuds med pakninger. En slangestuds med pakninger kan købes hos det lokale byggemarked.

Forbind glasrøret og vandbeholderen med den ene plastikslange. Hæld vand i systemet, og noter, hvor højt vandoverfladen står i glasrøret.

Med vandluftpumpen kan du nu fjerne luften (lufttrykket) over vandet i glasrøret. Monter vandluftpumpen på en vandhane, og forbind pumpen med glasrøret ved hjælp af den sidste plastslange (se tegning).

Åbn nu for vandet på vandhanen. Bemærk, at vandet hurtigt stiger i glasrøret.

Hvor højt kan du på denne måde løfte vandet? Arbejd videre med forsøget, indtil du har løst opgavens ordlyd.

## Løft vandet med biologien.

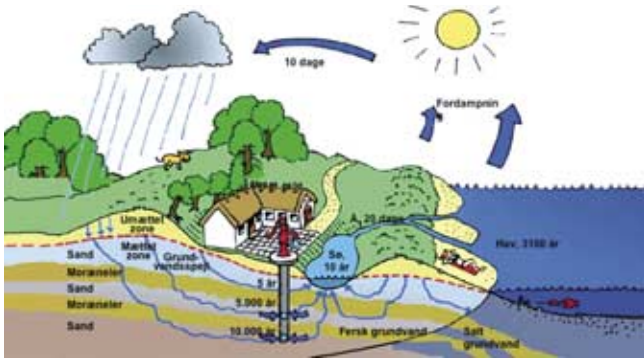
Hvor der er liv, er der også vand. 70% af Jordens overflade er dækket af hav. Dertil kommer alle åer, floder, vandhuller, søer og lign. Der er også vand i jorden, og luften indeholder også altid vanddamp.

Vandet indgår i et evigt kredsløb, der kan vare fra nogle få minutter til 10.000 år:

Det vand, der fordamper fra Jordens overflade, samler sig til skyer. På et tidspunkt vil det falde ned på Jorden igen i form af nedbør.

Noget af nedbøren siver igennem planternes rodnet og samler sig til sidst i grundvandet. Grundvandet siver langsomt ud mod havet, og herfra vil det på et tidspunkt fordampe op i luften igen.

# Løft vandet



Vandets kredsløb

Andet af nedbøren vil enten hurtigt fordampe igen, eller løbe ud i åer, floder, søer og lign. Også herfra vil noget af vandet fordampe, mens andet vil blive "drukket" af dyr og planter.

Dyr sveder og tisser, og på den måde vil vandet på et tidspunkt vende tilbage til luften.

Men planter "sveder" også. F.eks. kan der på en varm sommerdag fordampe flere hundrede liter vand fra et birketræ.

Dette biologiske fænomen kan hjælpe dig til at løse opgaven med at løfte vand én meter:

## Brug:

En høj plante (f.eks. en stuebirk), 3-5 gennemsigtige plastikposer, elastikker samt lys og vand.

Sæt plastikposerne fast om nogle af plantens øverste blade. Vand planten og lad den stå varmt og lyst.

Efter et par dage vil der være dannet små vanddråber på indersiden af plastikposerne.

Prøv om du på denne måde kan få planten til at "løfte" vandet 1 meter.



# Løft vandet

9.-10. KLASSE

## Løft vandet med stempelpumpe

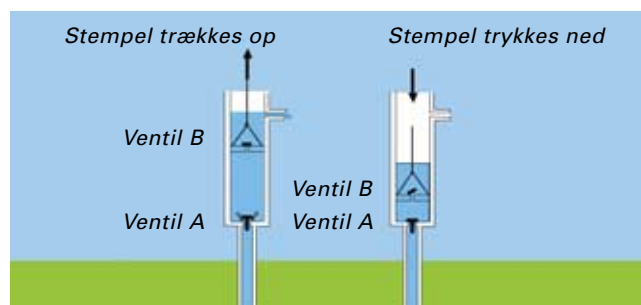
En dansker bruger i gennemsnit 120 liter vand om dagen i den private husholdning.

2 liter indtages gennem vores mad og drikke, og de sidste 118 liter vand bruges til at koge og rense maden i, til opvask, vask af tøj, rengøring i hjemmet, toiletbesøg, opvarmning og – selvfølgelig – personlig hygiejne.

Det vand vi i dag får ud af vandhanerne i vores boliger er grundvand, der er blevet pumpet op på et vandværk. Ofte ligger grundvandet mange meter under jordens overflade. Derfor bores der et rør ned i de vandførende lag. Derefter pumpes vandet op gennem dette rør og ind i vandværksbygningen, hvor det iltes og renses inden det pumpes videre ud til vores boliger.

De moderne pumper er centrifugalpumper, der ved hjælp af elektricitet kan pumpe vandet videre med stort tryk. I gamle dage måtte man pumpe vandet op med håndkraft, og bære det ind i husene i tunge spande.

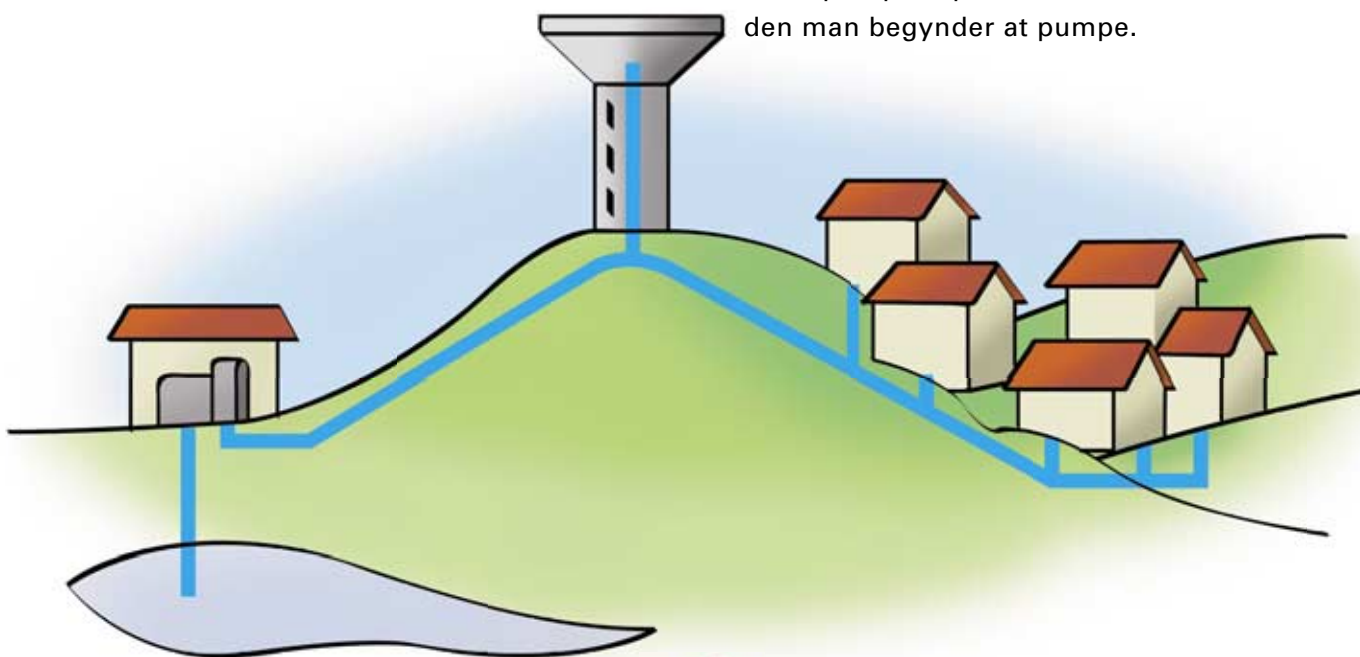
De gammeldags gårdpumper er stempel-pumper, der ved hjælp af to kontraventiler og et stempel kan løfte vandet op til 9 meter lodret (se tegning).



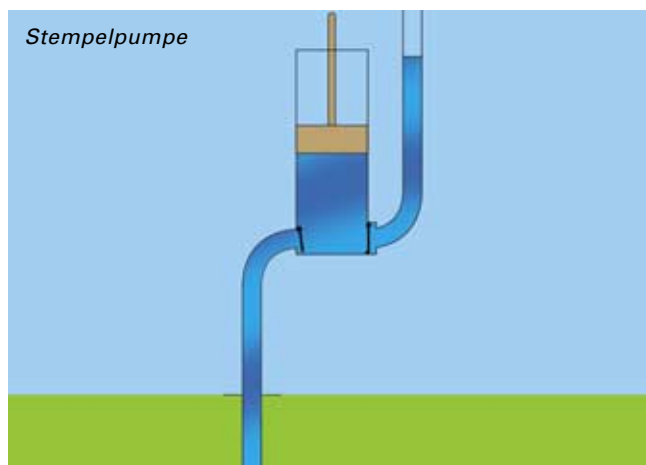
Kontraventilerne bevirker, at vandet kun kan løbe opad i pumpen. Når stemplet bevæges opad i stempelrøret skabes et undertryk mellem stempel og den nederste kontraventil, derfor "suges" vandet op gennem kontraventilen.

Når stemplet herefter bevæges nedad i stempelrøret vil vandet blive presset gennem den øverste kontraventil til rummet over stemplet. Fortsætter man de ovennævnte bevægelser, vil vandet stige højere og højere i pumpen og til sidst nå op til tuden.

Hvis der er utætheder ved ventilerne og/eller stemplet, hjælper det ofte at hælde noget vand ned i pumpen (på den øverste kontraventil), inden man begynder at pumpe.



# Løft vandet



Stempelpumpe

Tegningen er en funktionstegning over en anden type stempelpumpe, der ligeledes indeholder to kontraventiler og et stempel. Prøv selv at beskrive, hvordan denne stempel-pumpe virker.

Ved henvendelse til [jaabo@grundfos.com](mailto:jaabo@grundfos.com) kan din klasse få tilsendt et samlesæt til sidstnævnte stempelpumpe.

Prøv om du med denne stempelpumpe kan løfte vand en meter lodret.

## Løft vandet med elektricitet.

Du bruger energi hver dag, faktisk hele døgnet rundt. For der er altid nogle apparater, der er tændt et eller andet sted i dit hjem. Et moderne menneske kan ikke leve en almindelig hverdag uden at bruge elektricitet.

Energien fra elektriciteten omsættes ved hjælp af forskellige elektriske apparater til enten varme, lys eller bevægelse.

Bevægelse ved hjælp af elektriske apparater skabes i langt de fleste tilfælde ved hjælp af en elektromotor – også kaldet en elmotor.

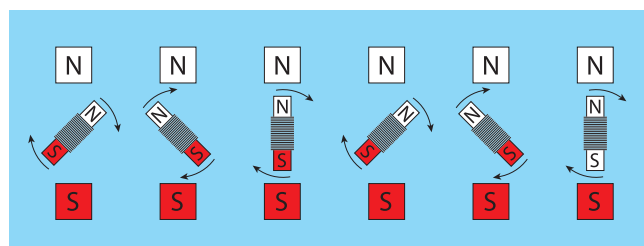
Hvis du gennemgår alle de elektriske apparater,

du møder i din hverdag, vil du blive overrasket over, hvor mange elmotorer du på en eller anden måde gør brug af.

Elmotorer bruges i f.eks. ventilatorer, elpiskere, støvsugere og du kan selvfølgelig også bruge en elmotor til løse opgaven med at løfte vand 1 meter i højden.

En elmotor består af en elektromagnet (en spole), der kan rotere, samt to modsatrettede magneter.

Princippet i en elmotor er, at elektromagneten (spolen) skiftevis tiltrækkes og frastødes af de to magneter, så spolen derved sættes i rotation (se tegning).



Bevægelsen (rotationen) kan kun opretholdes, fordi strømmens vej gennem spolen skifter retning to gange for hver omdrejning. Fra H.C. Ørsteds griberegul ved vi jo, at når strømmen skifter retning, vil elektromagnetens poler og så skifte retning.

Strømmen i en elmotor afbrydes derfor, hver gang spolen er ud for de to modsatrettede magneter, og ved næste bevægelse sluttet strømmen igen, men nu i modsat retning indtil spolen igen er ud for de to modsatrettede magneter (se tegning).

Ved at gennemføre nedenstående forsøg, kan du bygge din egen elmotor med udstyr fra fysiklokalet:

**Brug:**



# Løft vandet



Spole (400 vindinger), drejeleje med 2 lameller og banastik, lige jernkerne, 2 splitter (eller tape), 2 messingfjedre, 2 stangmagneter, 2 polstænger, 2 stativer med samlemuffer og gribeblo, strømforsyning (6 V =).

Lav forsøgsopstillingen som vist på tegningen. Vær særlig omhyggelig, når du skal placere de 2 magneter og fjedrene. Fjedrene skal netop røre mellemrummene mellem lamellerne, når stangmagneterne er udfør jernkernen (se tegning).

Når forsøgsopstillingen er omhyggeligt afstemt skrues langsomt op for strømmen til 6 V (=), og din el-motor vil begynde at rotere.

Du har nu en el-motor med en roterende aksel. Denne rotation kan du f.eks. anvende i en kran.

Find selv en metode, hvorved du kan anvende el-motorens bevægelsesenergi til at løfte vand 1 meter lodret.

Du kan også vælge, at arbejde videre med andre eldrevne kraner.

**Løft vandet med forbrænding.**

Fra kemien ved du, at en forbrænding er en kemisk proces, hvor oxygen ( $O_2$ ) forbinder sig med et andet stof under frigivelse af energi. F.eks.:  
 $O_2 + C = CO_2 + \text{energi}$

Du ved sikkert også, at det meste af den røg, der kommer ud af skorstenene f.eks. på vores kraftværker er vanddampe, der frigives under forbrændingen eller senere i processen. Det er derfor nærliggende at fremstille og løfte vand ved forbrænding.

Vand ( $H_2O$ ) består af et hydrogenmolekyle ( $H_2$ ) og et oxygenatom ( $O$ ). Begge grundstoffer er gasser, som din skole har i trykbeholdere i fysiklokalet. Men selvom du blander disse gasser i det rigtige forhold (2:1) i et bægerglas, vil der ikke dannes vand. Den kemiske reaktion sker kun, hvis der tilføres energi.

Men sætter man en tændstik til, vil det udløse en EKSPLOSION.

Hvis du vil lave vanddamp ved forbrænding af hydrogen, skal processen foregå som en kontrolleret forbrænding – uden brug af ren oxygen. Du kan foretage en kontrolleret forbrænding af hydrogen ved at gennemføre nedenstående forsøg:

**PAS PÅ FARLIGT FORSØG. FØLG NØJE VEJLEDNINGEN OG SNAK GERNE MED EN FYSIKLÆRER INDEN FORSØGET:**

**Brug:**

Hydrogen fra en trykflaske (eller fremstil selv hydrogenen på anden måde), urinpose, bægerglas (1 liter), trefod, tilspidset glasrør og tændstikker.

# Løft vandet



Fyld urinposen med hydrogen.

Sæt det tilspidsede glasrør på poseslangens åbning. Placer bægerglasset på trefoden med bunden i vejret.

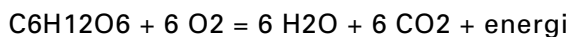
Tryk let på urinposen, så hydrogenen strømmer ud af det tilspidsede glasrør.

Antænd nu den udstrømmende gas og hold flammen under bægerglasset i niveau med glassets åbning (se tegning).

Efter kort tid vil den dannede vanddamp fortættes på bægerglassets inderside.

Hvordan kan du videreudvikle dette forsøg, så vandet løftes 1 meter i højden?

Vanddamp dannes også som affaldsstof ved andre forbrændinger. F.eks. ved forbrænding af sukker:



Hvordan kan du ved et forsøg vise, at der dannes vand ved forbrænding af sukker?

Find andre eksempler på forbrændinger, hvorved der dannes vand som affaldsstof.

Udnyt din viden og dine færdigheder til at løfte vand 1 meter lodret ved forbrænding.

## Løft vandet med elektrolyse.

Med et elektrolyseapparat kan du spalte vand i dets to bestanddele:

Hydrogen (H<sub>2</sub>) og oxygen (O<sub>2</sub>).

Da begge luftarter er lettere end vand, vil de altid stige opad i et reagensglas eller glasrør med vand. Hydrogen vil boble op og samles over vandoverfladen i det lille reagensglas ved katoden (negativ pol), mens oxygen tilsvarende vil samles over anoden (positiv pol).

I princippet er det kun reagensglassets længde, der afgør, hvor højt du på denne måde kan løfte hydrogen og oxygen.



Elektrolyseapparat

Da konkurrencen jo går ud på at løfte vand, må du herefter få de to luftarter til at forenes til vand igen. Dette kan gøres ved hjælp af en brændsels-celle, for en brændsels-celle virker populært sagt, som et omvendt elektrolyse-apparat:

I en brændsels-celle tilføres hydrogen til anoden, mens oxygen tilføres katoden. Hvert brintmolekyle spaltes i en hydrogenion [H<sup>+</sup>] og en elektron [e<sup>-</sup>], som vælger hver deres vej i kredsløbet.

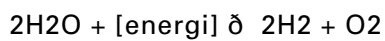
# Løft vandet

Se en animation af en brændselscelle på [www.minihydrogen.dk](http://www.minihydrogen.dk)

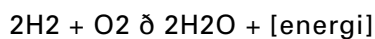
Hydrogenionen tager den nærmeste vej igennem membranen i brændselscellen, men det kan elektronen ikke. Den vælger derfor ledningen og frigives på denne måde som elektrisk strøm (se tegning).

Ved katoden forenes hydrogenionen og elektronen med oxygenatomer og herved dannes der vand. Hele processen i dette kredsløb fra vand og til vand ser således ud:

Elektrolyse:



Brændselscelle:



Prøv selv om du med disse to metoder kan løfte vand 1 meter i højden.



# Supplerende litteraturliste

## **Den levende verden 3. klasse**

Peter Bering, Kim Conrad Petersen, Gyldendal

## **Den levende verden 4. klasse**

Peter Bering, Kim Conrad Petersen, Gyldendal

## **Den levende verden A 5.-6. klasse**

Peter Bering, Kim Conrad Petersen, Gyldendal

## **Den levende verden B 5.-6. klasse**

Peter Bering, Kim Conrad Petersen, Gyldendal

## **Natur/teknik i 3.-6 klasse**

Niels Hansen med flere, Geografforlaget

## **Natur/teknik i 4.-6 klasse**

Niels Hansen med flere, Geografforlaget

## **Natek 4**

Carl Veje, Dorthe Christensen, Malling Beck

## **Natek 5**

Carl Veje, Dorthe Christensen, Malling Beck

## **Natek 6**

Carl Veje, Dorthe Christensen, Malling Beck

## **Natur/teknik 4. klasse**

Frank Jensen, Jan tidemand, Gad & Grafisk  
(nu: Alinea)

## **Vand – et livsvigtigt kemikalie**

Gunnar Cederberg, Gyldendal

## **Ny fysik/kemi 1-9**

Ejvind Flensted-Jensen med flere, Gyldendal

## **Ny Prisma 7 – 10**

Ib Bergmann med flere, Malling Beck

## **Regn med vandet – Faktor matematik**

Jens Andersen, Poul Larsen, Malling Beck

## **Matematik og science – Faktor matematik**

Svend Hessing, Malling Beck

## **Gode links**

[www.nrgi.dk](http://www.nrgi.dk)

[www.kattegatcentret.dk](http://www.kattegatcentret.dk)

[www.grundfos.dk](http://www.grundfos.dk)

[www.emu.dk](http://www.emu.dk)

[www.miljoerejsen.dk](http://www.miljoerejsen.dk)

[www.globalemiljoe.dk](http://www.globalemiljoe.dk)

[www.elmuseet.dk](http://www.elmuseet.dk)

[www.vestbirk-vandkraft.dk](http://www.vestbirk-vandkraft.dk)

[www.energien.dk](http://www.energien.dk)

[www.tekniskmuseum.dk](http://www.tekniskmuseum.dk)

[www.minihydrogen.dk](http://www.minihydrogen.dk)

[www.brintbil.dk](http://www.brintbil.dk)

[www.brintamt.dk](http://www.brintamt.dk)

[www.windpower.org/vild\\_med\\_vind](http://www.windpower.org/vild_med_vind)

[www.nesa.dk/skole](http://www.nesa.dk/skole)