

# DRIKKEVAND

Drikkevandsforsyning til fremtidige generationer

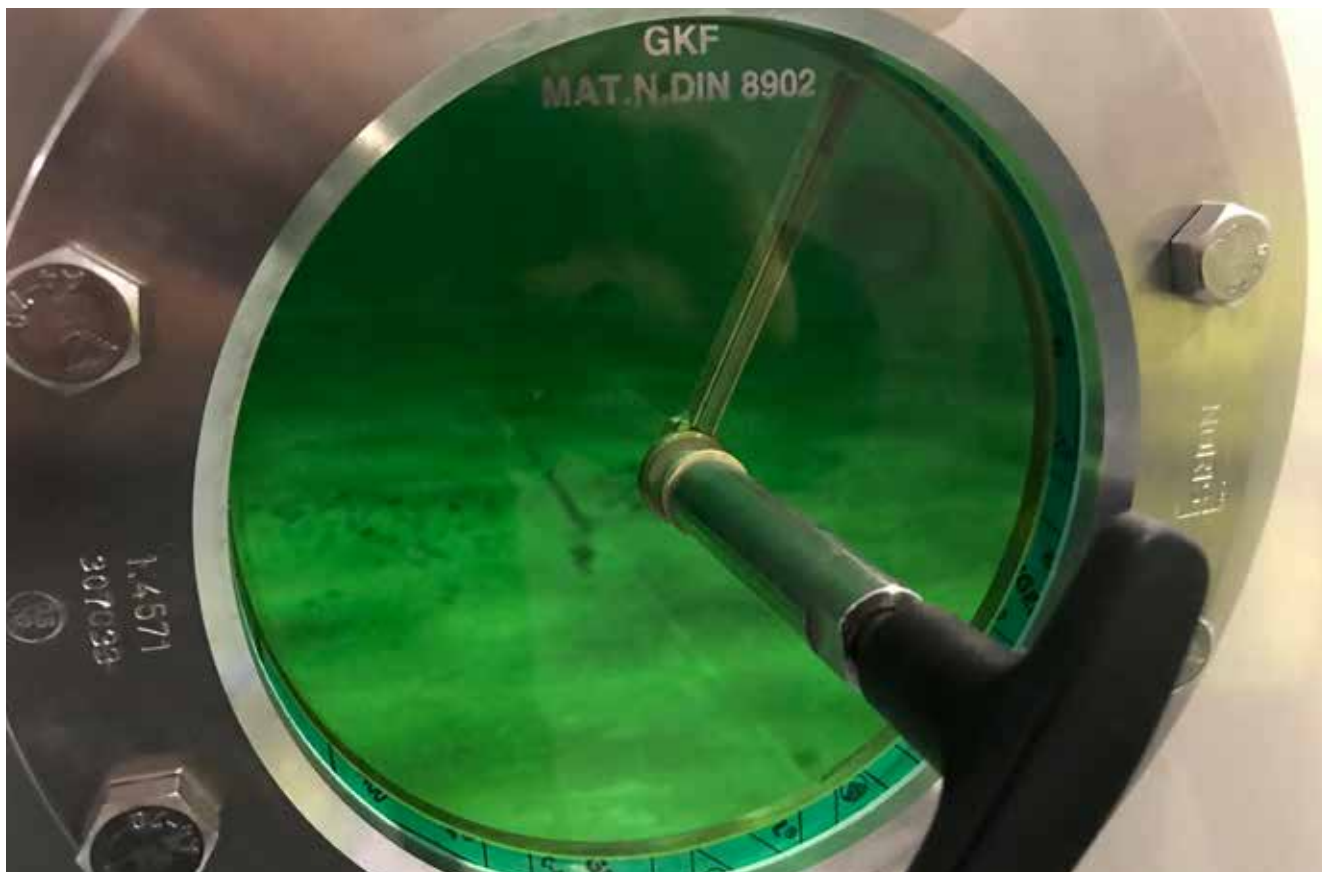


Sammen gør vi det bedre





Her ser du resterne af en træ-rørledning fra den gamle vandforsyning til Kronborg dateret til 1576. Behovet for rent drikkevand er altså ikke en ny opfindelse og Helsingør var et af de første steder i Danmark, hvor man på denne måde lavede decideret vandforsyning.



Her et kik ind i den ene af de to rentvandstanke på vandværket. Tanken rummer 1.250.000 L helt rent drikkevand. På bunden ses et lag af okker og mangan, som slipper forbi filtrene i små mængder. Det er helt ufarligt og renses op med jævne mellemrum.

## INDLEDNING

---

Sammen gør vi det bedre - overskriften på det hæfte du sidder med nu, kommer fra en tro på, at sammen kan vi løfte de faglige udfordringer der ligger i den nye naturfagsprøve.

Helsingør Kommune og Forsyning Helsingør har, i samarbejde med medarbejdere på de lokale værker og lærere fra lokale skoler, udarbejdet et forløb, der er lige til at bruge i din daglige undervisning.

Vi inviterer elever og lærere med indenfor på værkerne, så der kommer sammenhæng mellem teori, forsøg og virkelighed. Vi kalder det Walk the Science.

Selv om materialet er rettet mod de fællesfaglige prøver, kan det også bruges i den almindelige undervisning.

For at I får det fulde udbytte, er det vigtigt, at man er inde i materialet og specielt rundvisningen, da der vil være steder, du som lærer har ansvaret for det, der skal foregå. I viser nemlig rundt sammen, så den traditionelle opdeling mellem vært og besøgende opløses...

Vi håber, at alle får en god oplevelse på Forsyning Helsingørs værker, og at besøgene bidrager til den faglige forståelse i klasseværelset - for sammen er vi bedre.

Med venlig hilsen

Marianne Thomsen og Kasper Vejlgård, lærere i Helsingør Kommune og  
Claus Bo Frederiksen, seniorkonsulent for Forsyning Helsingør A/S

Eventuelle spørgsmål til besøgene rettes til Forsyning Helsingør  
(se booking side [www.fh.dk/WTS](http://www.fh.dk/WTS)).

Hvis du har forslag eller kommentarer til indholdet i hæfterne, så skriv til Sunrid på [sfj@fh.dk](mailto:sfj@fh.dk) og skriv Walk the Science i emnefeltet.





Til venstre ses et tværsnit af et filter. Cylinderen til højre viser den pumpe, som sidder i selve borerøret i alle vandboringerne.

# INDHOLD

---

Sådan bruger I materialet! .....	6
Oversigt over forløbet (før - under - efter) .....	7
Læringspipeline: .....	8
Hvorfor arbejde med drikkevand .....	9
F1: Planter og vækstbetingelser .....	10
F2: Model af vandets kredsløb .....	12
F3: Mini-vandkredsløb.....	14
F4: Skydannelse .....	15
F5: Fordampning og kondensation (fortætning) .....	16
F6: Fra boring til vandhane.....	17
F7: Kvalitet af vandet på det enkelte vandværk .....	19
F8: Forbered besøget .....	20
U1: Grundvandsspejlet.....	21
U2: Iltning af råvand .....	22
E1: Regn på dit vandforbrug.....	24
E2: Planche og opsamling på besøg .....	26
E3: Interesseudsættninger i forhold til vand.. .....	27
E4: Ideer til det videre arbejde med fokusområdet .....	29
E5: Fremstilling af videnskabelig artikel.....	30

# SÅDAN BRUGER I MATERIALET!

---

## Til eleverne

I skal nu arbejde med det fælles faglige fokusområde: Drikkevandsforsyning til fremtidige generationer. Brug tid på, sammen med jeres lærere, at snakke om, hvad I skal lære (læringsmål), og om I skal have en særlig vinkel på emnet ud over det, som materialet lægger op til.

I skal besøge vandværket på Agnetevej, men først skal I igennem en del aktiviteter, som gør jer i stand til at få rigtig meget ud af besøget. Når I er afsted, så lyt godt efter – stil rigtig gode spørgsmål – og frem for alt tag fantastiske noter. Man kan ikke huske så meget, som man tror, når man først er tilbage i klasseværelset.

Efter besøget skal I igen lave aktiviteter, hvor I skal bruge det, I har lært. Så husker I det nemlig bedst.

I kan hele tiden holde styr på, hvor i forløbet, I er, ved at gå tilbage og se i "læringspipelinen" eller forløbsoversigten. Husk, at jeres lærer kan have valgt aktiviteter fra og valgt andre til.

God fornøjelse ☺

## Til læreren

En mere udførlig indføring i tankerne bag materialet findes i lærervejledningen til materialet, som kan hentes på [www.fh.dk/wts](http://www.fh.dk/wts)

Her finder du også videomateriale og elevhæfter til besøgene.

Materialet er bygget op omkring FØR-UNDER-EFTER besøget. Der er mål og aktiviteter til alle tre dele.

For at I får det optimale udbytte af rundvisningen, er det vigtigt, at du som minimum har sat dig ind i flowet i rundvisningen. Der vil være steder, hvor rundviseren forventer, at du er "på" med fagligt indhold (røde hotspots).

Vi anbefaler også, at du har sat dig ind i læringsmålene – og diskuteret dem med eleverne – da de er styrende for besøg, aktiviteter og forsøg. Læringsmålene skal desuden opgives, hvis du anvender dette tværfaglige materiale som udgangspunkt for et af de fælles faglige fokusområder.

## OVERSIGT OVER FORLØBET (FØR - UNDER - EFTER)

---

- F1 Planter og vækstbetingelser
  - F2 Vandets kredsløb
  - F3 Mini-vandkredsløb
  - F4 Skydannelse
  - F5 Fordampning og kondensation
  - F6 Fra boring til vandhane
  - F7 Vandkvalitet
  - F8 Forbered besøget
  - Ankomst til vandværk, pumpehus ved SIF
  - Indgang i værket, tøj, tasker og sikkerhed
  - 2 i én, iltning, filtre og rentvandstanke
  - Lærerspot: Vandets vej gennem værket
  - Filterskyllning, rentvandstanke II
  - Lærerspot: UV og algevækst
  - Pumpesal, laboratorie, teknik, kompressorum, SRO-rum
  - U1 Elevforsøg: Grundvandsspejl
  - U2 Elevforsøg: Iltning af råvand
  - E1 Vandforbrug
  - E2 Planche i klassen og opsamling på forsøg
  - E3 Hansen og Sørensen
  - E4 Ideer til det videre arbejde med fokusområdet
  - E5 Videnskabelig artikel - evaluering
- 

---

### FARVEKODER

- Aktiviteter, der skal laves på skolen inden besøget
- Aktiviteter, hvor rundviseren fortæller under besøget
- Aktiviteter, hvor lærer og elever er ekstra aktive under besøget
- Aktiviteter, der skal laves, når man er tilbage på skolen efter besøget

## LÆRINGSPIPELINE:

### Før

- 1-3. Fagligt fokus:** Vandets kredsløb og indvirkning på planter vækst.  
**Aktiviteter:** Undersøgelse af plantevækst, model og modelforsøg af vandets kredsløb.
- 4-5. Fagligt fokus:** Vands tilstandsformer og egenskaber samt deres betydning for vandets kredsløb.  
**Aktiviteter:** Undersøgelse af fordampning og fortætning samt skydannelse og tryk.
- 6-7. Fagligt fokus:** Vandværkets opbygning, vandkvalitet og de forskellige processer i vandbehandling.  
**Aktiviteter:** Procesdiagram og informationsøgning på konkrete vandprøver.

### Under

- 1 Fagligt fokus:** Nedsivning, forurening og grundvandsmodeller.  
**Aktiviteter:** Modelforsøg af indtrængende havvand i boring.
- 2 Fagligt fokus:** Iltningens betydning for vandbehandling og vandkvalitet.  
**Aktiviteter:** Undersøgelse af forskellige metoder til iltning.

### Efter

- 1+3. Fagligt fokus:** Vandforbrug og interessemodsatninger.  
**Aktiviteter:** Beregninger på vandforbrug, spareforslag og "interesse"-rollespil.
- 2. Fagligt fokus:** Repetition af - og opsamling på - iltning af råvand.  
**Aktiviteter:** Fremlæggelser af behandlingsmetoder.
- 4-5. Fagligt fokus:** Det videre arbejde med fokusområdet og evaluering.  
**Aktiviteter:** Fordybelse i evt. selvvalgt område og videnskabelig artikel.



## HVORFOR ARBEJDE MED DRIKKEVAND?

---

Vand er et lille simpelt molekyle med kæmpe betydning. Vi har brug for det til at opretholde væskebalancen og mange organismer ville miste deres levested, hvis det flydende vand forsvandt. Ifølge vores bedste teorier opstod livet på Jorden også i vand og alle organismer på Jorden er som følge af dette helt afhængige af vand. Intet H<sub>2</sub>O – intet liv!

Drikkevand er noget vi bare bruger af, ofte uden at tænke over det. Det er først når vi rejser rundt i verden og opdager at vi ikke længere kan drikke vandet uden at risikere at blive syge, at vi opdager hvor heldige vi er, at rent drikkevand bare er noget, der kommer ud af vandhanen i Danmark. Tænk bare en helt almindelig dag igennem med bad, tøjvask, madlavning og opvask, havevanding, rengøring og ikke mindst vand til at drikke - så er du ikke længere i tvivl om vands betydning for dig.

Vandet er en vigtig ressource og vi skal passe på det. Vi kan nemlig ikke drikke alt vand. I Danmark har vi en høj kvalitet af drikkevand og der gøres meget for at sikre denne kvalitet, så det vand vi drikker ikke gør os syge. Det tager lang tid for regnvand at blive til drikkevand og vi bruger rent drikkevand hurtigere end det dannes - det giver os udfordringer. Derfor er det vigtigt, at vi tænker os godt om og bruger vores drikkevand fornuftigt.

I sommeren 2018 oplevede vi en lang periode med tørke. Mange steder indførte man vandingsforbud og brug af åben ild blev totalt forbudt pga. brandfare. I Helsingør blev det ikke kritisk, men andre byer i verden oplevede at løbe helt tør for drikkevand!

I disse år er der også mange vandboringer, som lukkes på grund af forurening med nitrat eller fund af nye pesticidrester, som vi ikke tidligere har testet for. En anden udfordring for vandforsyninger, hvor der indvindes overfladevand, er de øgede mængder mikroplast, man finder mange steder. Så der er udfordringer nok at tage fat på.



*Borehuset ved Snekkersten Idrætsforening. Her går boringen 150,5 meter ned i jorden. Boringen leverer vand til vandværket på Agnetevej lige i nærheden.*

**DET SKAL I BRUGE:**

3 x 3 forskellige planter (karse, påskelilje mm)  
Krukker (petriskåle, hvis I bruger karse)  
Muldjord (vat ved karse)  
Plantegødning  
Salt  
Sand  
Egne effekter afhængig af undersøgelsesdesign

Der er flere måder at lave denne aktivitet. I kan enten designe jeres egen undersøgelse (A) eller følge "opskriften" nedenunder (B).

Husk at starte med en hypotese og beslut jer for, hvilke(n) variabel/variable I vil ændre på - husk kun at variere på en variabel fra forsøg til forsøg.

**(A) SÅDAN GØR I - egen undersøgelse:**

Opstil en eller flere hypoteser om plantevækst!  
Vælg hvilke(n) variabel/variabler I vil variere på!  
Lav en materialeliste, forsøgsbeskrivelse og skitse af jeres forsøgsopstilling(er)!  
Gennemfør undersøgelserne og bearbejd jeres data!  
Lav en samlet konklusion ud fra jeres hypoteser!  
Vurdér jeres undersøgelse - Kan vi stole på resultaterne og er der opstået nye spørgsmål, vi skal undersøge?

**(B) SÅDAN GØR I - OPSKRIFT:**

I skal arbejde i grupper på 2-4 personer.

Plant de planter, der er ens på samme måde. I skal være meget nøjagtige med at plante dem så ens som overhovedet muligt (fx lige meget jord og lige langt ned i jorden). Tre forskellige planter mærkes nr. 1, tre planter mærkes nr. 2 osv.

Planterne mærket nr. 1 skal stilles i vindueskarmen og have vand og gødning. Planterne mærket nr. 2 behandles som nr. 1, men én vækstfaktor ændres.

Planterne mærket nr. 3 behandles igen som nr. 1, men én ny vækstfaktor ændres.

Ideer til ændring: fjern gødning, fjern vand, stil i mørke, plant i sand i stedet for jord, din egen idé. Husk, at I skal have 3 planter mærket nr. 4, 3 planter mærket nr. 5 osv., hvis I vil undersøge flere end to faktorer.

## Opstil en hypotese:

Hvilke forskelle forventer I at se på planterne? Hvorfor?

Hvorfor er det vigtigt, at alt andet er ens for planterne?

Opstil en hypotese - hvilke forskelle forventer du at se mellem planter under forskellige forhold?

## EFTERBEHANDLING:

Hvilke forskelle kunne I iagttage mellem de tre planter?

Hvordan passede det med jeres hypoteser?

Hvordan kan I forklare jeres iagttagelser?

Hvorfor skulle I lave tre planter af hver slags?



**Om det at lave modeller:**

Når man laver modeller i naturfag, er det et forsøg på at vise dele af virkeligheden. Man kan ikke få det hele med!

Derfor er det vigtigt, at man er opmærksom på, hvilke dele man ønsker at vise og hvilke dele der ikke er med.

**DET SKAL I BRUGE:**

A3 papir

Tuscher/farver

**SÅDAN GØR I:**

I skal arbejde alene eller to og to.

Det vand, der er på Jorden, har været her i milliarder af år. Det forsvinder ikke, selv om vi til daglig har en oplevelse af, at det drikkes, skyldes ud i toilettet, vandpytten forsvinder efter et regnvejr og så videre.

I skal nu lave jeres egen model af vandets kredsløb på et stykke A3 papir. I kan tegne, skrive med ord, lave flowdiagram/mindmap eller noget helt fjerde. Vi har lavet en opskrift til tegningen, men jeres lærer kan hjælpe jer med at "oversætte", hvis I har valgt en af de andre former:

- 1) Start med at lave en liste med alle de steder, hvor der findes vand i fast, flydende eller gasform. Det kan være som damp i luften, som is på Grønland, som grundvand, som saltvand dybt nede i havet osv.
- 2) Lav en tegning, hvor I har alle jeres steder med fra listen og lav pile, hvor der er transport. Fx fordampner noget af vandet i havet og bliver til damp i luften (atmosfæren).
- 3) Skriv navne på processerne fx fordampning, fortætning, nedsivning, regn osv.

Hvis vandet "strander" et sted, mangler der noget. Prøv derfor at overveje, hvordan det kommer videre - og tænk på, at vand godt kan være fanget det samme sted i tusindvis af år (fx på Grønlands indlandsis).

Når modellen er færdig, kan man sammenligne med naboen eller nabogruppen - husk at notere på din egen tegning, hvis du synes, de har noget vigtigt med.

## EFTERBEHANDLING:

Sammenlign jeres egen model med vores nedenfor.

Hvilke styrker og svagheder har modellerne?

Hvad kan modellerne bruges til - hvad kan de ikke bruges til?

Hvad er en god model?

Kig grundigt på jeres og vores model og overvej følgende:

Hvorfor taler vi om at vand har et kredsløb?

Hvilken energikilde leverer energien til transport af vandet?

Er der andre kræfter og energikilder, som også er vigtige?



Vores model af vands kredsløb.



**DET SKAL I BRUGE:**

Akvarie/malerbakke  
Kraftig lampe/sollys  
Karsefrø  
Sten  
Vat  
Plastfilm  
Evt. elastik  
Vand

**SÅDAN GØR I:**

I skal arbejde i grupper på 3-5 personer.

I skal fremstille en model af vandets kredsløb i naturen ud fra jeres lærers forslag.

Byg først modellen!

**Arbejdsspørgsmål:**

Hvad forestiller I jer, der vil ske, når I lader jeres model stå et stykke tid?

Kig til jeres forsøg efter en uges tid - eller når varmelampen har haft tid til at virke.

Hvad gik, som I havde forventet? Hvad gik ikke, som I havde forventet? Var der nogen fejlkilder?

Forklar, så godt som muligt, hvor de forskellige processer fra jeres model foregår ude i naturen.

Hvor kommer energien til at drive kredsløbet fra?

**Uddyb emnet:**

Arbejd med vindsystemer og forståelsen af hvordan vand flyttes rundt og fysikken bag ved.

Energibalancen i systemet og hvor energien kommer fra og hvor den "forsvinder" hen.

## SKYDANNELSE

---

### DET SKAL I BRUGE:

1½ l sodavandsflaske uden etiket.  
Gummiprop med 1 hul (20/25x25mm)  
Ventil  
Cykelpumpe  
Evt. temperaturcensur

### SÅDAN GØR I:

I skal arbejde 2 og 2 sammen.

Sæt ventilen i proppen, vær sikker på, den slutter helt tæt rundt om.

Før temperaturcensoren ned i flasken og prop til. Pump et par gange, så I er sikre på, den slutter tæt. Få meget gerne dataloggeren til at lave en graf over temperaturen.

Notér starttemperaturen.

Pump flasken så fuld af luft, som det lader sig gøre, uden at proppen smutter af.

Notér sluttemperaturen.

Fjern nu proppen hurtigt, mens I kigger nøje på, hvad der foregår inde i flasken.

### Arbejdsspørgsmål:

Hvad kunne I iagttage inde i flasken, og hvad skete der med temperaturen, da trykket faldt?

Kan I forklare - gerne ud fra luftmolekylerne opførsel - hvorfor det skete?

Hvad har jeres forsøg med skydannelse at gøre?

**DET SKAL I BRUGE:**

Bunsenbrænder  
Trefod  
Konisk kolbe  
Glasplade eller glaseret keramikflise ca. 12x18 cm  
Vand  
Sikkerhedsbriller

**SÅDAN GØR I:**

I skal arbejde 2 og 2

I kan med fordel placere glaspladen i køleskab/fryser før forsøget.  
Bring ca. 200 ml vand i kog i passende beholder.

Iagttag kogningen og dampen, der stiger op.

Fylder vanddamp mere eller mindre end vand, set ud fra dine iagttagelser?

Kan man egentlig se vanddamp (prøv evt. at ånde på en kold rude eller et spejl)?

Hent den kolde plade og hold den ind over "dampen".

Notér dine iagttagelser.

Sammenlign med forsøget med mini-vandkredsløbet. Hvilken del af kredsløbet efterligner pladen? Bunsenbrænderen? Kolben?

Hvad viser forsøget om luftens evne til at holde på vanddampen?



## FRA BORING TIL VANDHANE

### DET SKAL I BRUGE:

Proces-elementer på næste side  
3 stk. A5 papir i forskellige lyse farver  
Smartphone/kamera

### SÅDAN GØR I:

I skal arbejde 2 og 2

På den udleverede kopi er der tre forskellige former:

- Betyder, at her er der steder, hvor der foregår en proces eller er en ressource tilgængelig!
- ➔ Betyder transport af vand af forskellig kvalitet mellem stederne (firkanterne)
- ▲ Henviser til kvaliteten af det vand, der transporteres (i pilene).

Skriv "Før vandværket", "På vandværket" og "Efter vandværket" på hver sit A5-papir. Læg firkanterne op på de farvede stykker papir, så man kan se, hvor den "foregår".

I skal nu lægge firkanterne op i rigtig rækkefølge, efter hvilket sted vandet først kommer til på vejen mod vandhanen.

Dernæst placeres pilene mellem firkanterne, så de rigtige processer leder frem til næste sted.

Til sidst placeres trekkanterne oven over pilene, så man kan se kvaliteten af det vand, der transporteres.

Det skal se ca. således ud - A5 papirerne er ikke tegnet ind (for at det ikke skal være for nemt):

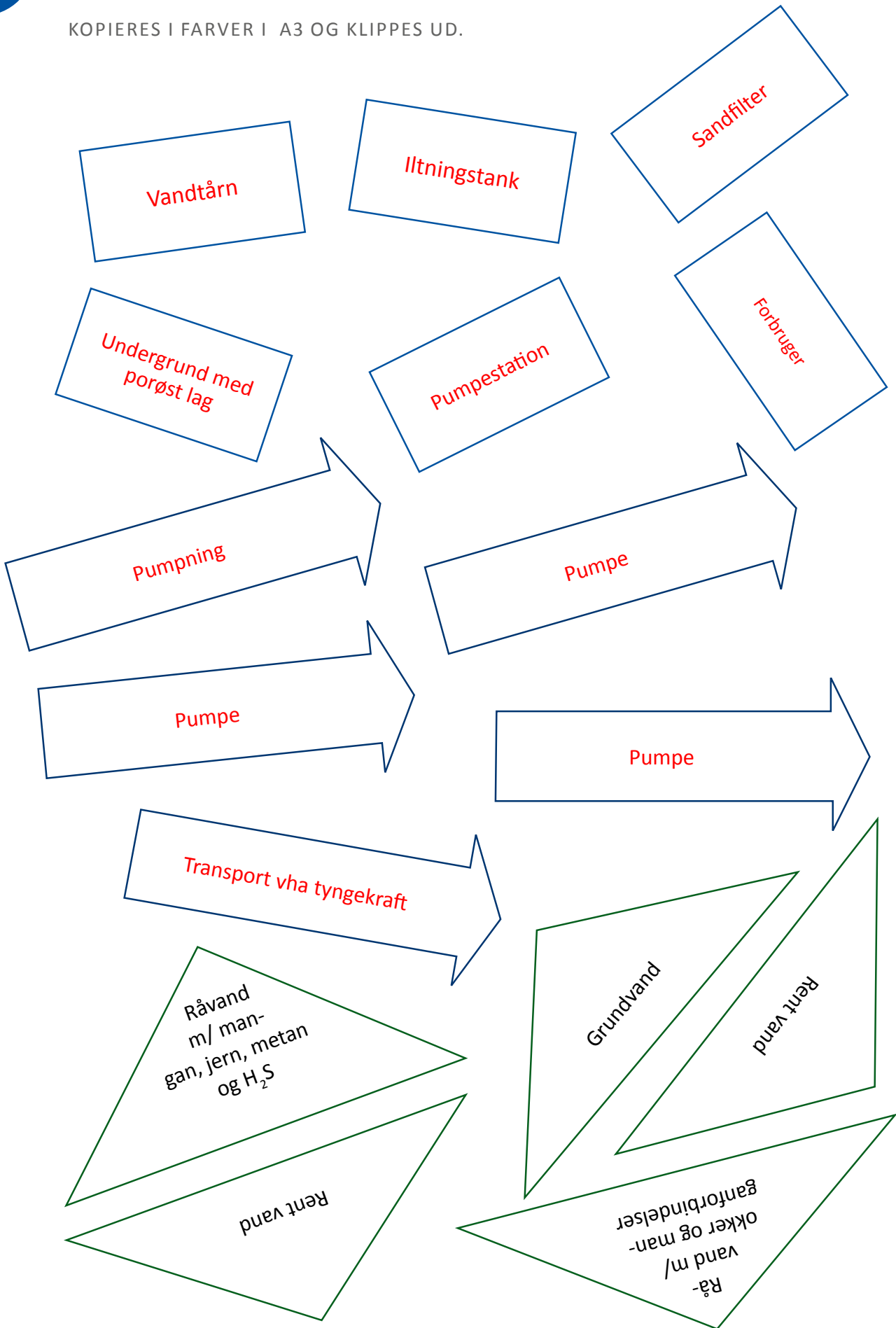


Få jeres lærer til at godkende jeres flowchart og tag så et billede.

Ekstraopgave: Skriv flere delprocesser og reaktionsligninger ind i jeres flowchart

FLOWCHART KOMPONENTER

KOPIERES I FARVER I A3 OG KLIPPES UD.





## KVALITET AF VANDET PÅ DET ENKELTE VANDVÆRK

---

### DET SKAL I BRUGE:

Kort (evt. elektronisk)  
Lineal (evt. elektronisk)

### SÅDAN GØR I:

I skal arbejde 2 og 2

På GEUS hjemmeside kan man få oplysninger om kvaliteten af drikkevandet i alle landets kommuner, heriblandt Helsingør. Kvaliteten kontrolleres ved en række tests, som gennemføres med regelmæssige tidsintervaller.

Link til GEUS\_Jupiterprojekt  
[www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter/tjek-din-vandkvalitet](http://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter/tjek-din-vandkvalitet)

Åbn linket og klik "vælg kommune".

Skriv "Helsingør" i kommune-feltet og tryk på "Søg".

Klik på det vandværk, der ligger tættest på skolen.

Nu kan man se "oppumpede mængder", "Rentvandsprøver" og meget mere - gå lidt på opdagelse...

Klik på en eller flere prøver under "Rentvandsprøver" og undersøg om grænseværdierne er overholdt.

Prøv at forklare, hvorfor nogle grænseværdier er minimumsværdier, mens andre er maksimumsværdier?

Drikkevand i Helsingør betragtes som en fødevarer, og det testes derfor som sådan.

Undersøg, hvorfor man tester for coliforme og E. Coli bakterier i drikkevandet.

Hvor lang tid går der ca. mellem to kontroller?

Hvilke typer af stoffer tester man drikkevandet for? Hvorfor?

I skal nu besøge vandværket på Agnetevej. Hvis I forbereder jer grundigt, får I meget mere ud af besøget. Vi anbefaler derfor, at I kigger folde- ren "Viden på farten - vandværk" igennem og samtidig noterer jeres egne spørgsmål, som I vil have svar på ude ved vandværket.

I kan også med fordel se videoer og løse opgaver inde på vandetsvej.dk, hvor processerne ligner dem, som foregår på vores vandværk.

På [www.fh.dk/wts](http://www.fh.dk/wts) ligger en video til jeres lærer, som forbereder ham/hende på de forsøg, som I skal lave på vandværket. Vi har erfaringer med, at elever også har set disse film og haft glæde af det, så det er I meget velkomne til.

Rundviseren vil følge vandets vej fra boring gennem afgangning og filtrering til ud- pumpning. Så jo længere I når frem i rundvisningen des renere bliver vandet.

**Husk, at I hele tiden kan SPØRGE rundviseren eller jeres lærer, hvis I kommer i tvivl om, hvor i processen I er!!**

#### Funfact:

Vidste du i øvrigt, at det flaskevand, som mange køber, fordi de tror, det er meget rent, ALDRIG ville blive sendt ud fra et vandværk i Danmark, fordi det ikke er rent nok?



## GRUNDEVANDSSPEJLET

---

Inden I tager afsted - se videoen til udskolingen

Følg linket: [www.fh.dk/wts](http://www.fh.dk/wts)

Vælg "Vand" i menuen til højre

### DET SKAL I BRUGE:

(alle materialer til forsøget findes på vandværket)

Akvarie 6 l

Drænrør 15 cm

Perlegrus

Modellervoks

Slange

Lineal

Frugtfarve

Plastsprøjte 100 ml

### SÅDAN GØR I:

I skal arbejde i grupper på ca. 4 personer.

Brug materialerne til at samle en model, som den jeres lærer viser jer. Tilsæt vand.

Set fra siden skal vandet nå halvvejs op til toppen af gruset.

Sug et par gange i drænrøret med sprøjte med påmonteret slange og observér højden af vandet i akvariet. Husk, at vandet flyder mange gange hurtigere i akvariet end i "rigtig" jord.

Hvilken proces i virkeligheden har du lige lavet en model af?

Tilsæt frugtfarve til "havvandet" og pump igen vand op fra drænrøret. Snak i gruppen om, hvad der sker.

Ville I drikke det vand, der kommer op fra boringen nu? Hvorfor/hvorfor ikke?

Hvad har det, I lige har lavet, at gøre med en varm periode om sommeren, hvor vi pumper rigtig meget vand op til havevanding, swimmingpools, drikke, bad, tøjvask mm.?

### DET SKAL I BRUGE:

(alle materialer til forsøget findes på vandværket)

Råvand

1 l plastbeholder med låg

1 l bægerglas i glas

Kompressor med slange

Piskeris

Håndmixer

6 Sugerør

### SÅDAN GØR I:

I skal dele klassen i fire grupper.

I første trin af vandrensningen fjernes svovlbrinte og metan fra vandet. Samtidig starter en anden proces, hvor bl.a. jern udfældes i vandet som okker (jernforbindelse). I skal nu overveje, hvordan det var, at vandværket sørger for at fjerne gasse og okker i vandet (og også gerne hvorfor). Spørg om hjælp, hvis I er i tvivl.

En af medarbejderne udleverer nu en plastbeholder med frisk råvand. Det er jeres opgave at sørge for at få så meget gas og okker ud af vandet på 15 minutter som muligt.

Som det fremgår af materialelisten, er der fire forskellige remedier til rådighed (står i kursiv).

Overvej før I går i gang, hvilken af de fire I helst vil have og hvorfor. Overvej også, hvilke der vil virke godt og hvilke, der ikke kommer til at fungere godt.

Bed så jeres lærer om at fordele remedierne mellem grupperne.

- 1) Design en metode med det, I har fået tildelt. I skal undgå at spilde. Få den godkendt af læreren eller medarbejderen fra Forsyning Helsingør.
- 2) Gennemfør forsøget og husk at tage tid.
- 3) Hæld det behandlede vand i det klare bægerglas.
- 4) Tag et billede med din telefon - og stil så beholderen hen til din lærer.
- 5) Gå sammen med en fra hver af de andre grupper og sammenlign. Okkeren ses som små fnug i vandet. Når der er plads ved de fire beholdere, kan I også prøve, om I kan lugte forskel. Okkeren er svær at se, men I kan lugte svovlbrinten. Fortæl hver især hvad I troede, der ville ske, og hvad der så rent faktisk skete. Fortæl gerne, hvis I blev overraskede over noget.

Få jeres lærer til at samle op på forsøget evt. sammen med medarbejderen.

**Vigtigt:** Husk at tage grundige notater til forsøget, så I har noget at arbejde med, når I kommer hjem.



*Iltning af råvand foregår i lukkede tanke med udsugning af gasser som svovlbrinte og metan.*



## REGN PÅ DIT VANDFORBRUG

---

### DET SKAL I BRUGE:

Lommeregner  
Papir

### SÅDAN GØR I:

Du kan arbejde alene eller i gruppe.

Hver dansker bruger i gennemsnit 101 liter vand til en pris af 71 kr. pr. kubikmeter  $m^3$  (2019). Pris og forbrug varierer dog alt efter geografisk placering og antal personer i familien. Jo færre personer des større vandforbrug og højere kubikmeterpris: [www.danva.dk/media/6199/2019\\_vand-i-tal.pdf](http://www.danva.dk/media/6199/2019_vand-i-tal.pdf)

Hvor mange liter rummer en kubikmeter hvis 1 l svarer til  $0,001 m^3$ ?

Hvor mange kubikmeter vand bruger hver dansker på et år - og hvad koster det?

Hver dansker bør kun bruge 30 kubikmeter vand om året, hvis man bor flere sammen.

Let: Hvor mange kubikmeter skal en gennemsnitsdansker spare om året for at nå det mål?

Mellem: Hvor mange liter skal en gennemsnitsdansker spare om året?

Svær: Hvor mange liter skal en gennemsnitsdansker spare om dagen?

Hvis vandet skal varmes op, koster det ca. 60% ekstra!

Hvad koster det at bruge en kubikmeter varmt vand? Hvor mange kr. er det mere end det kolde?

Undersøg vandforbrug hjemme og i klassen.

Lav en statistisk undersøgelse af vandforbruget i din klasse og prøv at sammenligne med det gennemsnitlige forbrug pr. dansker. Bruger I mere eller mindre?

I kan også prøve at lokke vandregninger ud af jeres forældre og regne på, om prisen i Helsingør er højere eller lavere end gennemsnittet.

Kom på baggrund af jeres undersøgelser med nogle forslag til familierne om, hvordan de kan spare mere på vandet og dermed på udgifterne.



*Inde i borehusene kan man tappe råvand til testning og smagsprøver. Dette vand har ikke set dagslys i over 50 år.*

### DET SKAL I BRUGE:

Skitsepapir til alle grupper  
A1 eller A2  
Skriveredskaber/farver  
Resultater fra okkerfældningsforsøg på vandværket

### SÅDAN GØR I:

I skal arbejde i de grupper, som I var inddelt i på vandværket.

Lav en skitse af vandets vej gennem vandværket. Hvor foregår hvilke processer - og særligt hvor foregår okkerfældningen?

Sammenlign jeres noter fra turen. Har I fået alle fakta med? Er der andre i gruppen, som har fanget noget, som du ikke har fået skrevet ned? Husk at notere...

Hver gruppe laver en planche over deres metodes fordele og ulemper. Planchen skal indeholde en vurdering af metodens anvendelighed i forhold til de andre metoder.

Nederst skal I tydeligt beskrive, hvorfor vi fjerner jern og mangan fra vandet - er det fx farligt?



*Kulfiltre renses luften fra afgangningen for svovlbrinte ( $H_2S$ ). Så kommer hele Snekkersten ikke til at lugte af rådne æg. Gassen er i øvrigt særdeles giftig og lumsk, da den lammer lugtesansen, men findes heldigvis ikke i sundhedsskadelige mængder i og omkring værket.*

## INTERESSEMODSÆTNINGER

---

### DET SKAL I BRUGE:

Hansen og Sørensen (case på næste side).

### SÅDAN GØR I:

I skal starte i mindre grupper. En gruppe skal "være" Hansen og en gruppe skal "være" Sørensen. Resten af grupperne leverer argumenter til enten Hansen eller Sørensen. I kan sammen med jeres lærer overveje, om en gruppe skal være kommunen.

Læs casen grundigt igennem. Prøv at dan jeres eget indtryk af, hvad der sker - og tænk samtidig på det, som I har set på vandværket. Hvad kan være mulige forklaringer? Gør jer samtidig helt klart hvilke interesser, der er på spil på begge sider.

Grupperne, der er Hansen, skal nu komme med alle de gode argumenter, de kan, for at det er Hansen, der har ret. Sørensen-grupperne gør det samme.

I afslutter aktiviteten med en klassediskussion, hvor I sætter de to grupper over for hinanden og diskuterer, hvordan I kan komme med en løsning.



*Alt det vand, der falder på vandværkets tag ledes ud i området foran vandværket mod Klostermosevej, hvor det siver ned i jorden i regnvandsfaskiner. På den måde bidrager vandværket til dannelsen af nyt grundvand - ringen er sluttet.*

## CASE: HANSEN OG SØRENSEN

Hansen og Sørensen bor begge ude på landet.

Hansen er landmand og lever af at dyrke fodermajs. Hansens far, farfar og oldefar har haft landbruget før ham, og mange af de lokale landmænd køber stadig fodermajs hos Hansen, selv om majsene er lidt dyrere end dem, de kan købe langvejs fra. Dette skyldes, at Hansen altid kan levere fodermajs hurtigt, når kunderne melder sig. Hansen er medejer af et lille privat vandværk, som blandt andet leverer det vand, som Hansen bruger, når han har brug for at vande sine marker.

Sørensen er arkitekt og arbejder nogle dage om ugen i en større by ca. 35 km væk. Han har købt et lille nedlagt husmandssted for 10 år siden og lavet en meget lille naturhave, som passer sig selv. Haven er næsten groet til, og Sørensen elsker at kigge på fuglene og de øvrige dyr i haven. Sørensen bor 2 km fra Hansens vandboring i retning mod havet, som ligger 3 km væk.

Sørensen har sin egen vandboring til eget forbrug, for det vil koste mange tusind kroner at få lagt rør ned, så han kan få vand leveret fra kommunens vandværk. Kommunen har accepteret, at Sørensen henter sit eget vand, så længe det er rent nok. Derfor kontrollerer kommunen ofte, at vandet er ok - og det er det altid. Hansen og Sørensen er i øvrigt blevet venner og besøger ofte hinanden.

MEN en sommer går det galt. Det har været meget tørt hele foråret, og sommeren bliver også varm og tør. Hansen pumper store mængder vand op fra sit vandværk, for hans fodermajs kræver meget vand, og han bliver alvorligt nervøs for, om han kan levere til sine kunder. Hvis han pludselig ikke kan levere, frygter han, at de vil begynde at købe andre steder.

Sørensen begynder i slutningen af juni at synes, at hans vand smager mærkeligt. Han får derfor ekstra besøg af kommunen, som opdager, at der er lidt salt i Sørensens vand. De fortæller ham, at hvis det ikke bliver bedre, lukker de hans boring - og så må han betale for tilslutning. Sørensen kigger efterfølgende på nogle kort og indser, at det sandsynligvis er Hansens øgede forbrug af vand, som medfører en forurening af hans eget vand.

Hansen tror ikke på Sørensens forklaring og vil ikke begynde at bruge mindre vand af frygt for, at hans majs skal visne på markerne. Sørensen bliver rasende og kræver penge af Hansen, men Hansen kan/vil ikke betale. De ender med at blive uvenner. Heldigvis bliver juli en rigtig regnvejrs måned, og Hansen vander derfor slet ikke. Ved næste kontrolbesøg er Sørensens vand igen af lidt bedre kvalitet, og de lukker derfor ikke boringen. Men uvenner er de stadig - og hvad så næste gang, der er tørke?



## IDEER TIL DET VIDERE ARBEJDE MED FOKUSOMRÅDET

---

### Her er nogle ideer:

Emnet "vand" er enormt og vi har valgt at fokusere på den del, der omhandler vands kredsløb og processerne på vandværket. Her følger en ikke udtømmende liste af ideer til andet undersøgende arbejde og aktiviteter:

I Danmark er det let at skaffe rent drikkevand, men det er langt fra tilfældet alle steder i verden. I kan undersøge andre metoder til at skaffe eller rense vand. Fx kan I kigge på tilsætning af iod eller chlor, destillation af havvand, filtrering med aktivt kul, bestråling eller metoder til at kondensere fugt fra luften.

Der er store regionale forskelle på opbygningen af lagene i jorden. I Helsingør har vi en ideel fordeling af ler- og sandlag, der gør at vandet filtreres meget grundigt på vej ned til kalken. I kan kigge på jordens opbygning og vandets flow gennem lagene (Darcys lov). Husk at vand altid søger den nemmeste vej styret af tryk og tyngdekraft. I kan også kigge på, hvilke områder vandet i vores borer kommer fra.

Drikkevandet testes for utallige stoffer. Særligt er man opmærksom på, om der er rester af pesticider eller deres nedbrydningsprodukter i vandet. I kunne kigge nærmere på disse stoffer og deres opbygning. Hvor giftige/farlige er de? Og hvor lang tid er de om at sive ned og/eller blive nedbrudt under forskellige forhold. Her kan I også kigge mere på det, I hørte om algevækst på vandværket (kim-tal).

Hele Danmarks undergrund er fuld af kalk (bortset fra Bornholm). Hvor kommer den kalk fra? Kalken opløses i vores drikkevand - man siger at vandet bliver "hårdt". I kan undersøge vand med forskellig hårdhedsgrad og dettes konsekvenser for brug af sæbe til bl.a. bad og tøjvask.

En anden spændende vinkel på vand er hele diskussionen af, hvordan livets opståen på Jorden er afhængig af vand. Forskerne tror, at der kræves flydende vand, for at livet kan opstå på andre planeter. Derfor kigger man meget på exoplaneter i den såkaldte "beboelige zone".

Hvad er betingelser for liv?

Hvad er liv?

Og hvorfor er det så afhængigt af vand?



Ressourcer:

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

### DET SKAL I BRUGE:

Div. billeder  
Computer  
Evt. begrebskort

### SÅDAN GØR I:

I skal arbejde i grupper på 2-3 personer.

Gå ind på [www.videnskab.dk](http://www.videnskab.dk) og vælg en artikel, som I synes lyder spændende. Læs artiklen i gruppen og snak om, hvad der gjorde følgende ting:

- Den virker interessant - så I havde lyst til at læse mere.
- Fagord, der forklarede emnet (lav evt. understregninger og begrebskort)
- Den er informerende - så I blev klogere på, hvad I læste om.
- Den havde måske billeder og illustrationer - så man bedre forstod, hvad man læste.

Nu skal I selv fremstille en artikel, der handler om rent drikkevand, og som ligner den artikel, I lige har læst.

Artiklen skal indeholde en beskrivelse af vandets vej fra vandboring til vandhanen.

I skal også komme ind på, hvordan vi sikrer os, at der er rent drikkevand i fremtiden. I bedømmelsen vil der desuden blive lagt vægt på, om I bruger fagord - og bruger dem rigtigt.

Artiklen kan udvides til også at omfatte en fremlæggelse med tilhørende naturfaglig problemstilling og relevante arbejdsopgaver.







## Kolofon

© Projektet er udarbejdet af Helsingør Kommune og Forsyning Helsingør A/S

På forsiden ser du det nye vandværk på Agnetevej 2. Værket er bygget i 2020 og er selvfølgelig primært lavet til at behandle råvand, så vi har rent drikkevand til rådighed. Men værket er også indrettet til besøgende, så det er let at vise rundt og så man kan følge vandets flow gennem værket.

Layoutidé: Pia Sørensen, Uddannelseshuset, Helsingør.

