

# Alger i rensedammen

## Kort om forløbet

I dette forløb skal eleverne ud og fange alger i en rensedam samt tage en vandprøve med hjem herfra. På skolen undersøges vandets indhold af alger og et vækstforsøg sættes op, som skal undersøge algernes optimale vækstforhold samt indholdet af næringsstoffer i vandet fra rensedammen.

Forløbet er et af flere forløb udviklet til brug ude på klimatilpasningsanlæg rundt i landet og del af et større tema omkring klimatilpasning til fremtidens regnvandsmængder. Se temasiden "klimatilpasning". Øvelsen kan suppleres med andre øvelser på rensedammen, hvor den rensende effekt bliver undersøgt via forskellige metoder.

I finder en lokal rensedam ved at søge på "Klimatilpasningsanlæg" på kortet, hvor I også kan læse oplysninger om det konkrete klimatilpasningsanlæg.

Under kopiark finder I forløbet opdelt i mindre sektioner, som kan printes efter behov til eleverne.

## Formål

Formålet er at arbejde med rensedammen som løsningsforslag til menneskeskabte klimaudfordringer i form af øgede regnmængder samt undersøge algers vækst.

Eleverne kommer til at opnå teoretisk viden om:

- klimatilpasning til øgede regnmængder
- rensedammens opbygning og funktion
- koblingen mellem indhold af alger og næringsstoffer i et vandmiljø

Eleverne kommer til at lave praktisk arbejde med at

- udtage algeprøver fra en rensedam
- udtage vandprøve fra rensedam
- undersøge algers morfologi
- opstille vækstforsøg med alger

## Teori

### Klimatilpasning til fremtidens regnmængder

På grund af klimaforandringer oplever vi i Danmark stigende temperaturer og øgede regnmængder. Den stigende regnmængde, og det faktum at der udbygges af veje, fortove, bygninger og andet, som regnvandet ikke bare kan sive ned i, gør at presset øges på kloakledningerne, som ikke længere kan håndtere den mængde vand, der ledes i dem.

Vores kloaknet skal håndtere to typer af vand. Spildevandet som er et produkt fra vores husholdning og industri (toiletter, køkken- og håndvaske, maskiner, produktion) og *overfaldevand* (nedbør i form af regn og sne). Når det regner meget, bliver en fælles kloakledning meget hurtigt fyldt op, og vi risikerer at spildevandet skyller tilbage op gennem afløb inde i husene. Mange steder har man derfor separat kloakeret, således at spildevand og overfladevand adskilles. Regnvandskloakken er slet ikke forbundet med spildevandet, og ved store regnskyl vil tilbageløb eller overløb ske ud i naturen eller på vejene. Det separerede regnvand er renere end spildevand, men dog ikke rent nok til at kunne ledes direkte ud i naturen, da regnvandet på dets vej samler forurening op fra veje, tage og fortove. Det er dyrt (og ikke altid praktisk muligt) at grave nye større regnvands kloakledninger ned, så vi undgår overløb. Derfor må de øgede regnvandsmængder fra byerne håndteres på en anden måde.

Det der er behov for, er et sted hvor de store mængder regnvand fra regnvandskloakkerne oplagres, og hvor regnvandet renses, før det lukkes ud i søer og vandløb. Løsningen er f.eks. en rensedam.



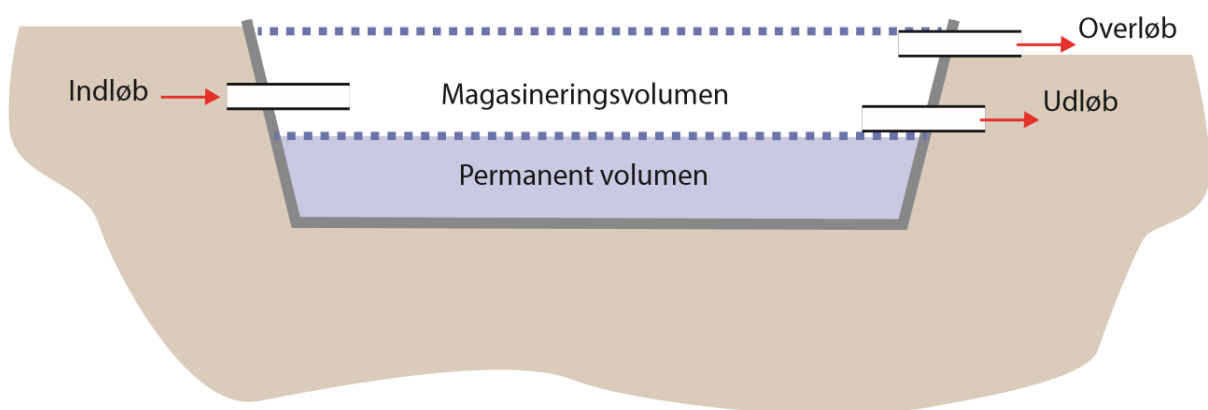
Foto: Lisa Risager (dingeo.dk)

## Rensedammens opbygning og funktion

Rensedammens funktion er oplagring af overfaldevand fra veje, fortorve og andre overfalder. Spildevand fra vores husholdning er så forurenede at det er nødt til at blive ledt til en rigtigt rensningsanlæg med komplicerede og dyre processer. Overfaldevand er ikke helt så belastet med forurenende stoffer og kan derfor i stedet ledes til en rensedam, som både fungerer som oplagring og som et mindre dyrt og kompliceret rensningsanlæg.

Herved sparer vi energi og penge på rensning af de vandmængder, som øget nedbør skaber i kloakkerne. Vi undgår også at vejene oversvømmes, når regnvandskloakkerne overfyldes ved meget store regnskyl.

Rensedammen indeholder altid vand og er således en sø. Men dammen er udformet så der er plads til store mængder ekstra regnvand.

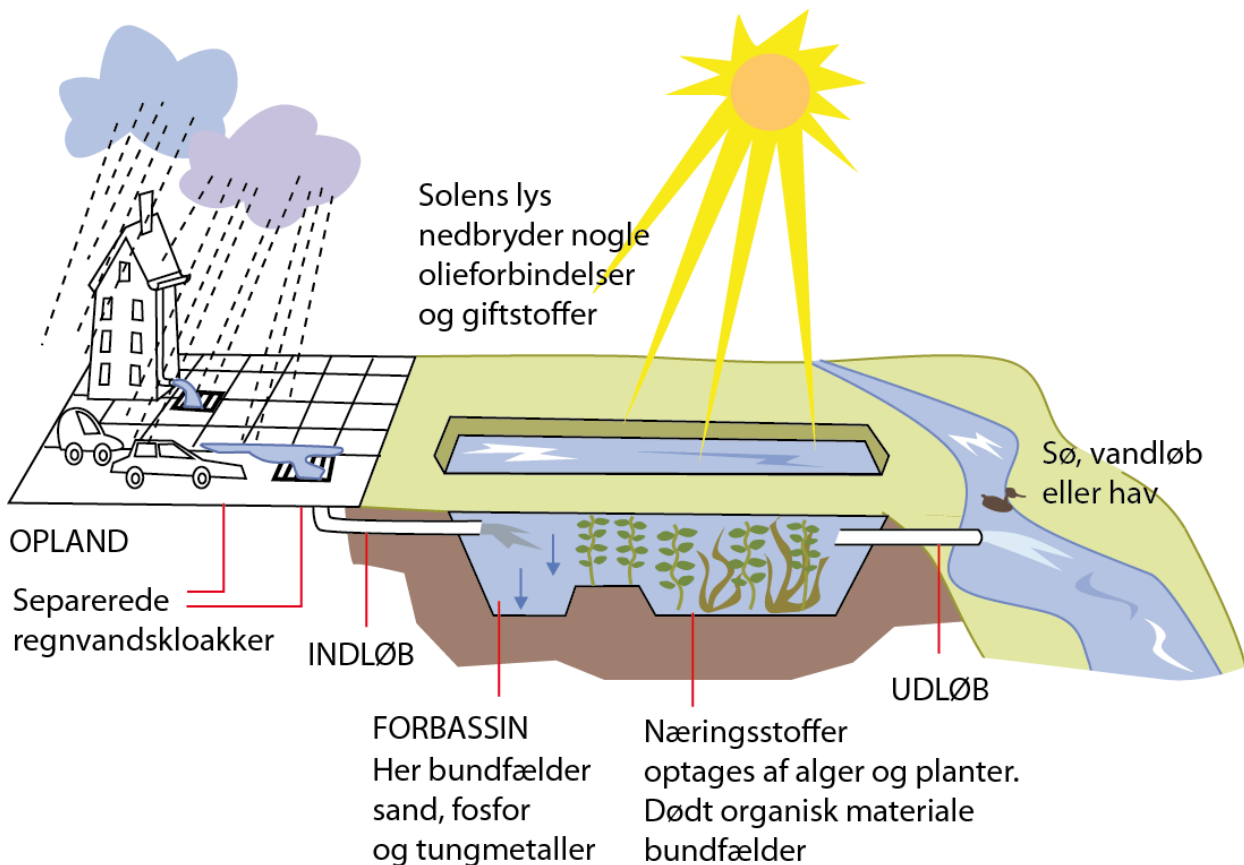


For ikke at skade naturen ved at lukke store mængder belastet overfaldevand direkte ud i vandløb, sø eller hav, skal rensedammen opfylde to krav;

- Den skal mindske indholdet af næringsstoffer, tungmetaller og organisk materiale fra regnvandet, før det lukkes ud
- Den skal kunne rumme store mængder overfaldevand, så den kan forsinke vandstrømmen og kun langsomt lukke vandet ud i sø, vandløb eller hav. Herved undgår man at forstyrre den naturlige balance, der hvor vandet lukkes ud.

Rensedamme har et mere eller mindre synligt forbassin ved indløbet. Her bliver det meste faste stof i vandet - f.eks. sand - bundfældet. Rensedammens bund, eller i hvert fald forbassinets bund, er dækket af en membran (nævn evt. eksempler på materiale så de forstår hvad det er) som sikrer at forurenende stoffer ikke siver ned gennem jordlagene til grundvandet fra rensedammen.

Ved rensedammens udløb løber eller pumpes vandet i rør eller kanaler - videre ud til f.eks. et vandløb. Modtageren af vandet (sø, å, vandløb eller hav) kaldes for *recipienten*.



## Sådan renser rensedammen

### *Belastet vand – næringsalte og forurening*

Det vi kalder *belastet vand* kan være belastet af flere faktorer.

- Det kan have et højt indhold af næringsalte (nitrat og fosfat). Næringsalte er livsvigtige grundstene for planter, og indgår i den naturlige cyklus, hvorfor det er vigtigt at vi tilbagefører næringsalte efter vi fx har høstet en afgrøde. Men et for højt niveau af næringsalte kan påvirke naturen negativt, og fx føre til lavt iltindhold i søer, og derfor vil vi gerne sikre at der ikke kommer for mange næringsalte ud i naturen.

- Det kan også være belastet af giftstoffer. Et eksempel på dette er pesticider og tungmetaller som vi gerne vil undgå kommer ud i naturen.

### Forbassin

Den første rensning sker allerede i forbassinet, hvor partikler, som regnvand har samlet op, bundfældes. Dette sker idet forbassinet afgrænses af en kant, som forhindrer vandet i at strømme hurtigt ud af forbassinet. Vandet flyder i stedet over kanten stille og roligt. Idet vandet opbremses vil større partikler, som ellers hvirvles op i vandet, falde til bunds. Bundmaterialet i forbassinet graves op med jævne mellemrum da det indeholder det meste af forureningen i regnvandet. F.eks. vil tungmetaller generelt og næringsstoffet phosphor være bundet til de bundfældede partikler.

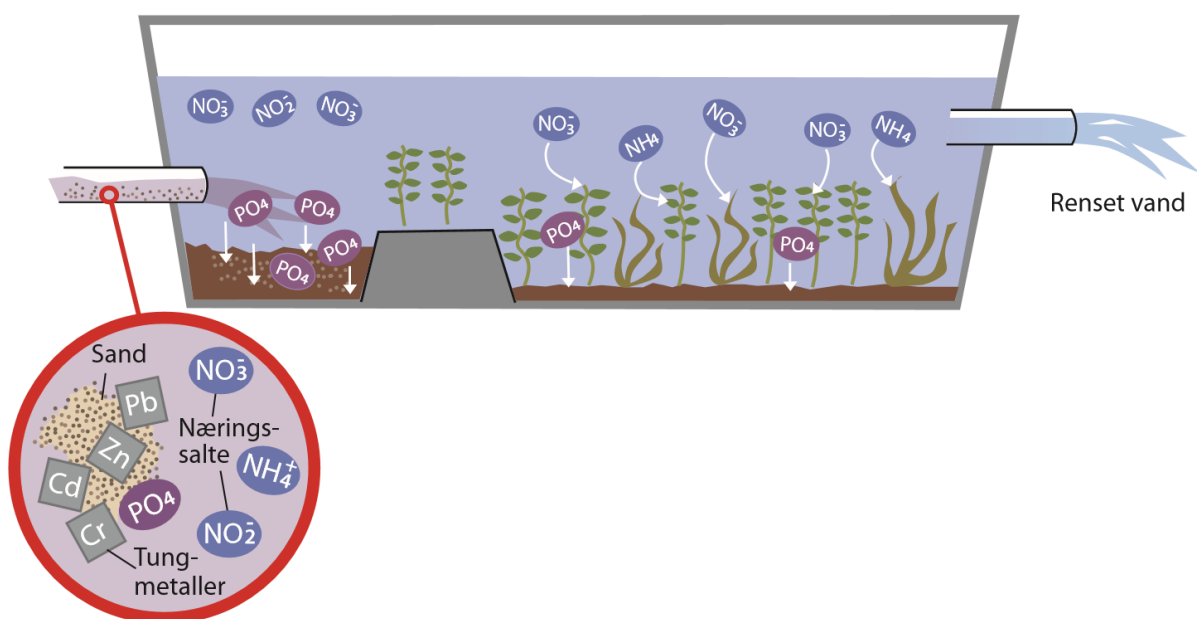
### Rensedammen

I selve rensedammen bindes nærings saltene fra regnvandet ved at planterne anvender dem. Når planterne dør, falder de til bunden og nedbrydes. Phosphor som ikke er bundfældet i forbassinet, frigives i vandet eller bindes direkte til vandets små partikler og falder også til bunds. På den måde ender de næringsfyldte stoffer på bunden, som jævnlige renses op.

Nogle giftstoffer fra regnvandet, f.eks. pesticider, nedbrydes oppe i vandsøjlen, enten via omdannelse i mikroorganismer eller via energi fra solens stråling.

Flowet gennem rensedammen er meget langsomt, da der skal være ro og tid til at næringsstoffer kan forbruges, giftstoffer kan omdannes og resterende partikler med tungmetaller og phosphor kan bundfælde.

Slammet fra bunden bliver med jævne mellemrum gravet op af rensedammen således at de forurenende stoffer fjernes. Slammet bliver destrueret forsvarligt af det lokale rensningsanlæg.



## Alger og næringsstoffer

Alger er ikke planter, men mange alger indeholder som planterne farvestoffet klorofyl og kan lave fotosyntese. De fotosyntetiserende planktonalger lever i vandsøjlen i søer, hvor de udnytter de opløste næringsstoffer i vandet. Algerne lever i de øverste vandlag, hvor solens lys trænger ned. De kan bevæge sig op og ned i vandsøjlen for at få tilstrækkelig lys til at lave fotosyntese, men ikke så meget UV stråling at de bliver skadet.

Hvis der tilføres store mængder næringsstoffer, mens der også er sol og varme, kan der forekomme store algeopblomstringer, hvor oftest en eller få alge arter deler sig uhæmmet og udkonkurrer alle øvrige arter i kampen om adgang til lys. Når kun få arter er tilstede siger man, at biodiversiteten (diversiteten af liv) falder.

Når algerne opblomstrer, bliver vandet meget uklart, og sollyset kan ikke længere nå ned til bundplanterne, som dør og forrådner. Også alger der dør og erstattes i vandsøjlen falder til bunds og forrådner. Da forrådnelsesprocesser er iltkrævende, vil alt ilten hurtigt blive forbrugt på søbunden, uden at nyt tilføres, da bundplanterne er døde og ikke længere laver fotosyntese. Et sådan iltsvind vil medføre, at også bunddyr og til sidst, fisk i vandsøjlen, vil dø. Først når sol eller næring fjernes, og vandmasserne opblandes af storme eller regnskyl, vil der igen komme ilt til bunden. Men da skal alt liv til at genindvandre på ny.

Tilføres moderate mængder næringsstoffer, vil der ikke nødvendigvis opstå iltsvind, men visse algearter kan godt dominere vandsøjlen og gøre vandet grumset.

## Biodiversitet

*Biodiversitet* er et mål for, hvor mange arter, der er i et område. En kornmark indeholder millioner af kornplanter, men biodiversiteten er ekstrem lille, da korn er den eneste art i det område. I naturen er det ønskværdigt med en høj biodiversitet, da vi således får en mere varieret natur med plads til mange flere arter og individer side om side.

I vand (sø, vandløb, hav) vil højt indhold af næringsstoffer medføre en lav biodiversitet, idet det kun er få arter, der trives under disse forhold. På den måde siger biodiversiteten også noget om vandets kvalitet.

Et simpelt mål for diversitet = antal arter/antal individer.

## **Sikkerhed og hygiejne**

En rensedam tager som udgangspunkt kun imod regnvand, som ikke er mere beskidt end vand fra en vandpyt. Dog kan der være fejkoblinger i rørsystemet i oplandet til rensedammen, hvor enkelte huse fejlagtigt har koblet deres spildevand til regnvandsledningen. Det er derfor vigtigt med god hygiejne, når man arbejder med vand og andre materialer fra rensedammen. Tager man f.eks. madpakke med ud til arbejdet med rensedammen, bør man vaske fingre før man spiser.

Selvsagt er det heller ikke tilladt at svømme eller soppe i rensedammen. Både pga. sundhedsfaren ved det potentielt beskidte vand, og fordi man hvirvler bundmateriale op, hvorved de bundne næringsstoffer frigives til vandet. Derudover er der risiko for, at skade dammens bund-membran som skal forhindre nedsivning af forurenende stoffer til grundvandet.

## Forberedelse

### Oplæg på klassen

Start forløbet i klassen med gennemgang af teori afsnittet.

### Hypoteser og læringsmål

Formålet med den konkrete øvelse er at: 1. vurdere vandkvalitet på forskellige lokaliteter i rensedammen, 2. undersøge algers morfologi og 3. lave et vækstforsøg med alger, hvor I giver et bud på næringsindholdet i rensedammens vand.

- Hele klassen formulerer i fællesskab en overordnet problemstilling. Et eksempel kunne være "Hvordan kan vi via indirekte indikatorer undersøge søers indhold af nærringsalt?", eller "Hvordan kan etableringen af rensedamme løse udfordringer skabt af klimaforandringer?"
- Formuler sammen med læreren læringsmål for forløbet
- Overvej i klassen, hvad der har indflydelse på algers vækstforhold, og om rensedammen er ren eller forurennet.

Kom eventuelt omkring følgende arbejdsspørgsmål:

1. Hvorfor skal vi bruge rensedamme?
2. Hvordan kan man sige noget om næringsstofindhold i vandet ved at se på vandets alger?
3. Vil man forvente, at der er et højt eller lavt næringsindhold i en rensedam?



## Planlægning

1. For at løse opgaven skal I ud til en rensedam. På kortfunktionen på "skoven-i-skolen" kan du finde mulige rensedamme under temaet "Klimatilpasningsanlæg".
2. Find den nærmeste rensedam på kortet.  
Når I klikker jer ind på rensedammen I gerne vil besøge, kan I finde informationer om den konkrete rensedam herunder bl.a. adressen. I vil også kunne se et oversigtskort over rensedammen, hvor de vigtigste elementer er tegnet ind, så I vil kunne finde dem ude i felten.
3. Sørg for at printe et kort, så I kan orientere jer derude. Marker minimum tre måleområder, hvor I vil tage en vandprøve og fange alger. Ét skal være indløbet og ét af de andre ved udløbet.
4. Planlæg turen, så alle ved, hvad de skal når I når ud til rensedammen.
  - Hvornår skal vi afsted?
  - Hvordan kommer vi derhen?
  - Hvad skal vi have med, og hvem tager hvad med?
  - Skal klassen arbejde sammen, eller skal den opdeles i grupper?
  - Hvilke områder ved rensedammen skal undersøges og hvordan?
  - Hvad skal dokumenteres, hvordan og af hvem?
  - Sikkerhed og hygiejne.

## Materialer

- Oversigtskort over anlægget (fra kortfunktionen på "Skoven i Skolen")
- Et kegleformet planktonnet størrelse 25 mikrometer til indsamling af planteplankton
- En spand med snor til vandprøve
- Glas til algeprøver (syltetøjsglas og prøverør eller andet, der kan lukkets forsvarligt) – et til hver målelokalitet.
- Mærkater til prøver
- Skrivemateriale, skriveunderlag og skema til resultater
- Evt. kamera
- Filterpapir
- Engangspipette

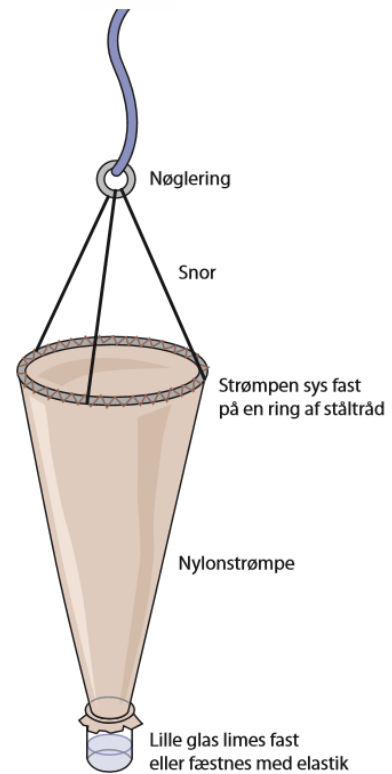
## Lav et planktonnet

I kan købe et planktonnet eller selv lave et.

### Materialer:

- Nylon strømpebukser
- Øsken/nøglering
- Kraftig Snor
- Ståltråd
- Lille opsamlingsglas – fx pilleglas
- Elastik
- Evt. lim

1. Strømpebukserne klippes omkring knæet og ved anklen.
2. Ved anklen fæstnes opsamlingsglasset med elastikket og evt. lim. Strømpen skal sidde yderst på glasset og fæstnes i toppen af glasset, sådan at alger ikke kan komme til at sidde fast i løse ender eller små fordybninger.
3. Ved knæet laves en fast åbning af ståltråd, der laves til en cirkel.
4. På cirklen bindes tre snore, som samles i nøgleringen.
5. Fra nøgleringen bindes snoren, der bruges til at trække nettet.



## Sådan gør du

### Formål

I skal fange alger og tage vandprøver med hjem til følgende analyser; 1. vurdering af vandkvalitet på forskellige lokaliteter i rensedammen, 2. undersøgelse af algers morfologi og 3. lave et vækstforsøg med alger, hvor I giver et bud på næringsindholdet i rensedammens vand.

1. Find lokaliteterne på det medbragte kort og husk at notere på resultatskemaet hvilken målelokalitet, der undersøges.
2. Noter alle resultater i "resultatskemaet".
3. Beskriv først vandets udseende.  
*Grumset vand tyder på mange alger og materiale i vandet og dermed dårlig kvalitet. Flydende genstande kan tyde på, at vandet er forurenat med affald. Bobler fra bunden og en rådden lugt tyder på iltmangel i bundmaterialet, hvor der dannes svovlgasser.*
4. Notér, om der er bundplanter, eller om overfladen er dækket af trådalger eller andemad.  
*Bundplanter med blade giver ilt til vandet og tyder på god vandkvalitet. Mange alger tyder på et højt næringsindhold i vandet. Dækker andemad hele søen, kan det indikere iltmangel nede i vandet.*
5. Lav en samlet vurdering af rensedammen ud fra udseende og lugt alene.
6. Kør planktonnettet gennem vandet 10 gange, således at hele nettet netop er under overfladen. Dette skal gøres ens på alle måleområder for at kunne sammenligne resultaterne.  
Undgå trådalger, men fang de små planktonalger.  
Planktonet fra vandet vil blive fanget i dit prøveglas nederst i nettet. Hæld algeprøven over i prøveglas, som tydeligt afmærkes med målelokalitet.
7. Sammenlign til sidst algefangsten fra de tre målelokaliteter og se, hvor I fanger flest alger. Vurdér i hvilket glas, der er flest alger (mest uklart).

## Resultatskema

### 1. Hypotese før I går i gang. Er rensedammen ren eller næringsstof belastet?

.....

### 2. Gå til jeres målelokalitet

- Der udfyldes et skema for hver målelokalitet

### 3. Vurdér vandkvaliteten ud fra udseende

- Beskriv lugten af vandet: .....
- Beskriv farven af vandet: .....
- Hvilke grønne vækster kunne I se (sæt kryds)

Bundplanter  Trådalger  Andemad



Andemad



Trådalger

(Bundplanter tyder på god vandkvalitet, mens de hurtigt voksende alger og andemad tyder på mere næringsrigt vand).

- Giv en foreløbig vurdering af vandkvaliteten (sæt kryds)

Rent  Nogenlunde rent  Forurenet

### 4. Sammenligning af algetæthed på lokaliteterne

Måling	Indløb	Udløb	....	....	....
Algeindhold – rangér efter uklarhed					

Tegn her skitse af rensedammen og indtegn måleområder eller brug evt. print af oversigtskort til at markere lokaliteterne.

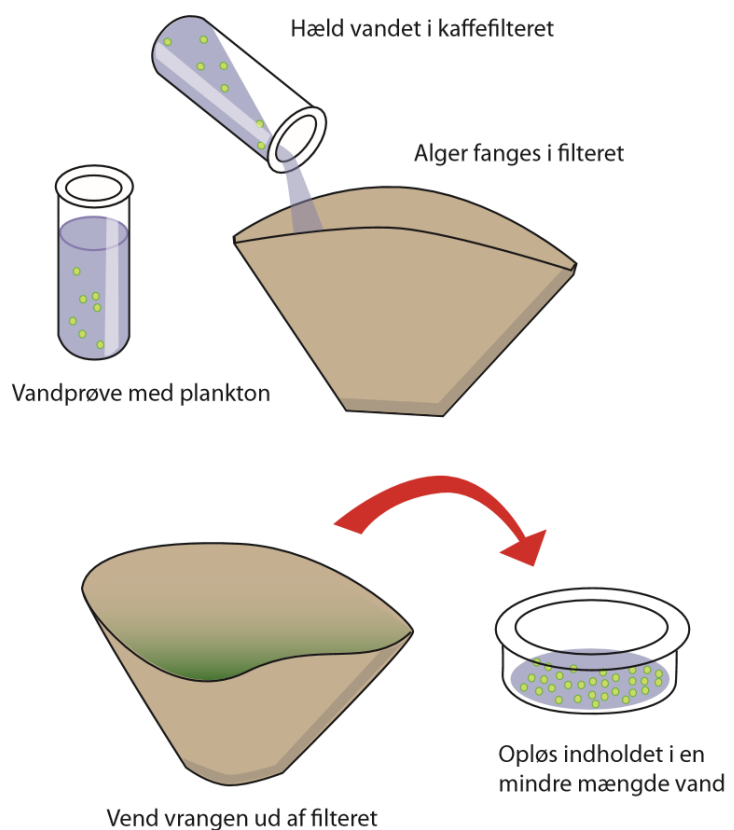
## Bearbejdning

### 1. Se på jeres resultatskema

- Indikerer algetætheden, at der er forskel på næringsbelastningen ved de undersøgte lokationer?
- Hænger en evt. forskel godt sammen med, hvad man ville kunne forvente ud fra rensedammens funktion?
- Er der sammenhæng mellem jeres vurdering af vandkvaliteten ud fra udseende og luft og indholdet af alger. Hvorfor/hvorfor ikke?

### 2. Se på algernes morfologi

- En dråbe fra hver algeprøve undersøges i mikroskop.
- Er der ingen alger at se i prøverne, skal I opkoncentrere prøven, så algerne bliver lettere at finde. Dette gør I ved at filtrere jeres vandprøve igennem et filter og derefter opløse "grumset" i en mindre volumen vand. Se figur til højre.



- Notér de forskellige typer af alger, I har, find og tegn hver type eller tag et billede. Læg mærke

til algens farve og form, om den har svømmetråde (flageller) eller pigge, om den er en-cellet eller består af mange små enheder.

- Søg på "Alger" på Wikipedia.

De alger I kigger på er *Mikroalger*, og på Wikipedia kan I finde billeder af mange forskellige grupper af mikroalger fx furealger, grønalger, gulalger osv. Se på billederne, og se om I genkender nogle.

- Er biodiversiteten (antallet af forskellige typer) af alger høj i rensedammen? Hvad tyder det på?

### 3. Lav et vækstforsøg, som giver en indirekte måling af næringsindhold i rensedammens vand

- a. Brug resultatskemaet til vækstforsøg
- b. Filtrer vandprøverne igennem et kaffefilter ned i nye krukker.
- c. Lav yderligere 10 krukker med samme volumen vandhanevand, hvor til I tilsætter gødning i stigende koncentrationer. Notér på hver krukke, hvor meget gødning, der er kommet i og udregn, hvor stor koncentrationen af hhv. N og P, der er i vandet på hver. Til det skal I bruge koncentrationen af de enkelte gødningsstoffer. Det finder I på gødningsemballagen - og derefter skal I undersøge, hvor mange milligram gødning I har blandet i en liter.

Hold værdierne indenfor de nedenfor angivne værdier:

#### *Referenceværdier fosfat*

Næringsfattig sø: 0 – 0,03 mg PO<sub>4</sub>/L

Ren næringsrig sø: 0,015 – 0,3 mg PO<sub>4</sub>/L

Forurenet sø: > 0,3 mg PO<sub>4</sub>/L

#### *Referenceværdier total N (både NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> og NH<sub>4</sub>)*

Næringsfattig sø: 0 – 0,4mg N/L

Ren næringsrig: 0,3 – 1,5 mg N/L

Forurenet sø: 7.5 – 11 mg N/L

- d. Tilsæt 2 ml algevæske fra rensedammen til hver krukke.  
Hvis ikke der er synligt mange alger i jeres fangst, da brug metoden under "algernes morfologi" til at opkoncentrere algerne.
- e. Lad krukkerne stå i samme temperatur og lysforhold i en uge med låg på.
- f. Undersøg krukkerne efter en uge og se, om der er kommet algetilvækst. Lad krukkerne stå en uge mere, hvis der ikke er.
- g. Sammenlign prøverne med vand fra rensedammen med rækken af gødede krukker. Giv desuden en karakter efter grønfarvning af vandet i krukkerne på resultatsekamet.
- h. Giv et bud på, hvad koncentrationen af næringsstoffer er i rensedammen ud fra sammenligning af krukernes vækst.
- i. Giv derefter en vurdering af om rensedammen er næringsfattig, ren næringsrig eller forurenet (se reference værdier).
- j. Dette sammenholdes med tidligere observationer i felten.

## Resultatskema - vækstforsøg

Krukke	Indhold	Alge koncentrat tilsat	Gødnings volumen tilsat	Udregnet koncentration af N og P	Algevækst efter 1-2 uger (giv karakter efter grønfarvning)
1	Filtreret sø-vand - indløb	2ml	0 ml	-	
2	Filtreret sø-vand - udløb	2ml	0 ml	-	
3	Vandhane vand	2ml			
4	Vandhane vand	2ml			
5	Vandhane vand	2ml			
6	Vandhane vand	2ml			
7	Vandhane vand	2ml			
8	Vandhane vand	2ml			
9	Vandhane vand	2ml			
10	Vandhane vand	2ml			
11	Vandhane vand	2ml			
12	Vandhane vand	2ml			

Koncentrationen af N og P i krukkerne, udregnes ved at bruge information fra flasken med gødning om indhold af N og P og udregne den endelige koncentration i den færdige blanding.

Værdierne skal holdes inden for nedenstående reference værdier:

### Referenceværdier fosfat

Næringsfattig sø: 0 – 0,03 mg PO<sub>4</sub>/L  
 Ren næringsrig sø: 0,015 – 0,3 mg PO<sub>4</sub>/L  
 Foruren sø: > 0,3 mg PO<sub>4</sub>/L

### Referenceværdier total N (både NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup> og NH<sub>4</sub>)

Næringsfattig sø: 0 – 0,4mg N/L  
 Ren næringsrig: 0,3 – 1,5 mg N/L  
 Foruren sø: 7.5 – 11 mg N/L

## Opsamling og perspektivering

1. Hvordan kan algevækst sige noget om vandkvaliteten i en sø?
2. Hvordan hjælper rensedamme med at løse klimaudfordringer?
3. Hvad kan gøre det svært at anlægge flere rensedamme?
4. Hvad er konsekvenserne for naturen, hvis vi ikke anvender rensedamme i Danmark?
5. Giv bud på, hvorfra næringssaltene i regnvandet stammer fra?

Hold jeres udbytte af forløbet op mod jeres formulerede læringsmål og svar på:

- *Hvad har jeg lært?*
- *Hvordan har jeg lært det?*

## Kommunikation

Brug evt. jeres algekrukker til at fortælle om næringsforholdene i jeres rensedam, samt hvad der giver algeopblomstringer. Supplér evt. med billeder af de alger I har studeret i mikroskopet.

Specifikke fagord og termer, der kan bruges til kommunikation af emnet:

- Global opvarmning
- Klimatilpasning
- Rensedam
- Recipient
- Næringsstoffer
- Vandkvalitet
- Referenceværdier
- Algeopblomstring

## Forslag til videre arbejde

På temasiden om klimatilpasning kan du læse mere, samt finde flere opgaver rettet mod rensedammen og andre typer klimatilpasningsanlæg.

Det er oplagt at inddrage flere øvelser omkring rensedammen i ét samlet forløb. Der vil her være overlap mellem indholdet af de forberedende øvelser, men også dele som er unikke for de specifikke opgaver.

Følgende opgaver om rensedammen kan kombineres:

- Næringsstoffer i rensedammen
- Dyrelivet i rensedammen
- Planters tilpasning til land og til vand
- Salt rensedammen
- Sigtdybde i rensedammen
- Dimensionering af bassin
- Æstetik og funktionalitet