

Måling af P og N i rensedammen

Kort om forløbet

I forløbet skal eleverne tage vandprøver fra rensedammen samt bundprøver ved ind- og udløb på en rensedam. Via målinger af indholdet af næringsstoffer samt visuelle vurderinger, skal eleverne give et bud på den økologiske tilstand af rensedammen. Ved at sammenligne næringsstof indholdet i bundprøver fra ind- og udløb kan eleverne desuden undersøge rensedammens regnvandsrensende effekt.

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

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

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

Formål

At arbejde med rensedammen som løsningsforslag til menneskeskabte klimaudfordringer i form af øgede regnmængder. At undersøge hvordan man kan undgå at vandmiljøet påvirkes af vores udledning af regnvand, der har samlet skidt fra bymiljøers overflader. Samtidig arbejdes med dele af nitrogen og fosfors stofkredsløb.

Eleverne kommer til at opnå teoretisk viden om;

- klimatilpasning til øgede regnmængder
- funktionen af og opbygning af rensedamme
- koblingen mellem næringsstoffer og ilt i en sø
- referenceværdier for N, P og pH

Eleverne kommer til at lave praktisk arbejde med at

- udtage vand- og bundprøver
- kemiske analyser af vand- og bundprøver
- vurdering af rensedammens økologiske tilstand og regnvandsrensende effekt

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.



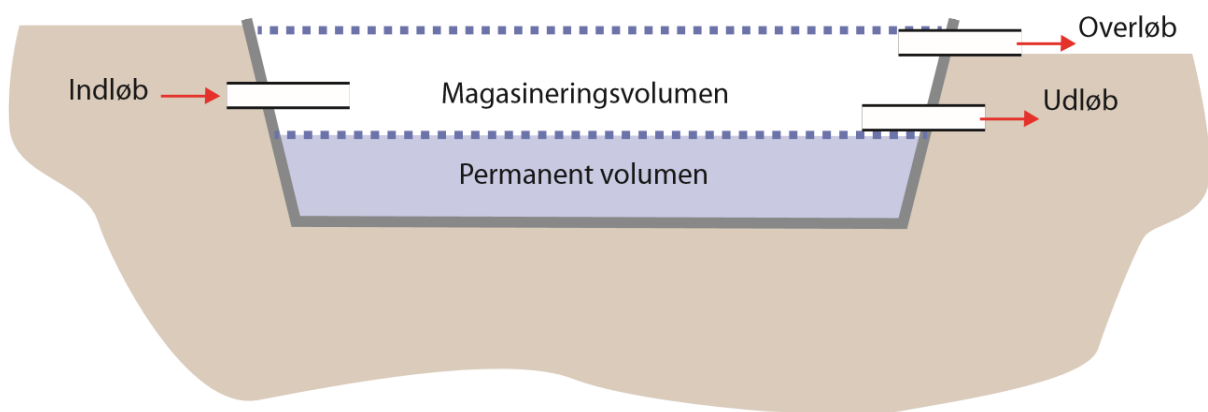
Foto: Lisa Risager (dingeo.dk)

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.

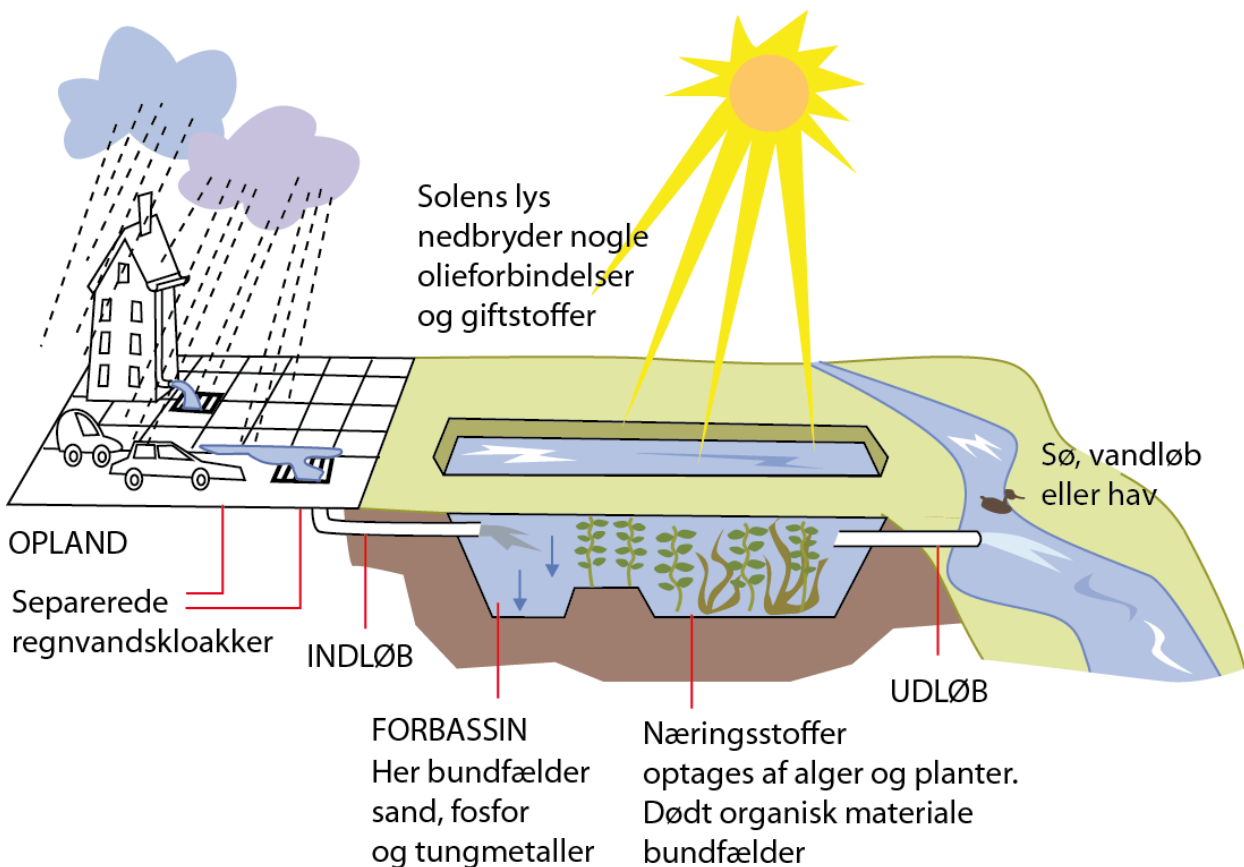


For ikke at skade naturen ved at lukke store mængder belastet overfaldevand direkte ud i vandløb, sø eller hav, skal rensedammen opfylde to krav;

- 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 renses 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.

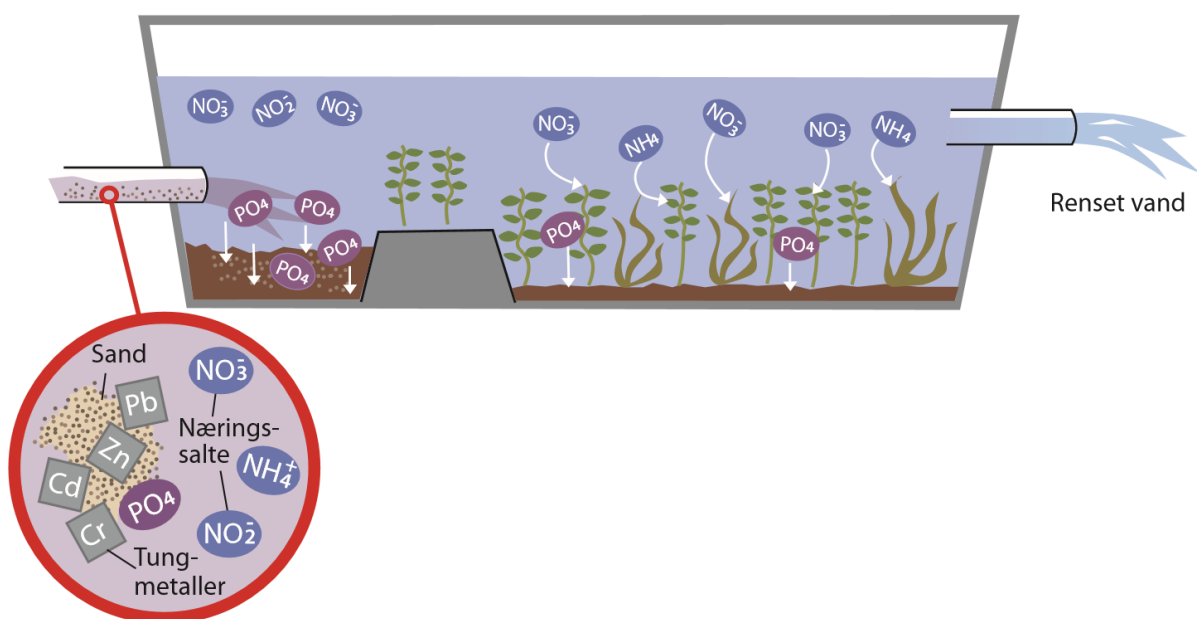
Rensedammen

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.



Derfor kan næringsstoffer belaste

Næringsstofferne nitrat (NO_3^-), nitrit (NO_2^-), ammonium (NH_4^+) og fosfat (PO_4^{3-}) er alle næringsalte, som planter skal bruge for at vokse. Kommer der næringsalte til et næringsfattigt miljø, vil det give mere plantevækst og mere liv i miljøet.

Kommer der for mange næringsalte i vandet, vil det dog resultere i, at de hurtigt voksende organismer (planter som vandpest og andemad samt alger) overgror vandet. Disse organismer skygger for sollyset til planterne på bunden. Bundplanterne kan derfor ikke danne ilt og som konsekvens bliver der iltfattigt på bunden.

Efterhånden som de overskyggende organismer skiftes ud af nye, vil gamle plantedele falde til bunds, og sammen med de døde bundplanter, være grobund for bakterier i vandet. Nedbrydning af gamle planterester af bakterier er iltkrævende, og processerne vil dræne vandet for den resterende ilt.

I de resulterende iltfattige områder overlever kun få dyr og planter, og livet i vandet vil langsomt kvæles.

Næringsalte kommer til rensedammen i bølger

Vandet i rensedammen opsamles fra et opland af fortove, veje, hustage og andet og ledes i rør til dammens indløb. Mængden af næringsalte der kommer med regnvandet afhænger af hvilken type opland regnvandet kommer fra. Der kommer mest fra industrikvarterer, mindre fra midtbyen og mindst fra villakvarterer som resultat af hvor meget der fx svines på veje og andre områder med fliser eller asfalt.

Har det ikke regnet (eller været tøvejr) længe vil den første regn der kommer fra oplandet til rensedammen indeholde en masse stoffer som over længere tid er blevet opbygget på veje og tage. Dette kan give en meget koncentreret "puls" af belastet vand til rensedammen. Bliver det dog ved med at regne i længere tid vil vandet, der ledes til rensedammen være forholdsvis rent, da det meste skidt nu er skyllet igennem. Derfor kan tilstrømningen af vand til tider være mindre belastet end det der allerede er i rensedammen og hermed fortynde forureningen heri.

Således vil man opleve at kunne måle en større koncentration af næringsalte opløst i vandet ved dammens udløb ift. indløb. Dog vil næringssaltene i høj grad fordele sig jævnt ud i rensedammens vand og påvirker således hele dammens økologiske tilstand.

Hvis man derimod måler på de partikelbundne stoffer, som fx næringsstoffet fosfor, i bundmaterialet, vil man forvente at se at indholdet er større ved indløbet end ved udløbet. Med mindre, selvfølgelig, at forbassinet ved indløbet netop er blevet oprenset.

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 fejlkoblinger 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.

Målinger og reference værdier

I dette afsnit er opgivet *referenceværdier*, som I skal bruge i jeres vurdering af rensedammens økologiske tilstand. En *referenceværdi* er tal man kan sammenligne med, og på den måde have en ide om, hvilken betydning tallet har. Uden en reference værdi kan man ikke vide, om den værdi man måler sig frem til er stor eller lille, god eller dårlig.

Vandets pH har stor betydning for omsætningen i rensedammen da de fleste bakterier ikke kan leve ved pH under 5,5 og har det bedst ved neutral pH. Mange dyr (fx snegle, fisk og dafnier) forsvinder desuden hvis pH er under 5,5. pH måles med almindeligt indikator papir eller anden pH måler.

Referenceværdier pH

Sur brunvandet sØ: 5.5 - 6
Ren næringsrig sØ: 6.5 – 8.5
Forurenat sØ: 7.5 - 11

Næringsstofindhold i form af nitrat, ammonium og fosfat kan måles med et vandanalysesæt (fx dette fra Frederiksen <http://www.frederiksen.eu/shop/product/vandanalysesæt-oekotest>).

Totalt indhold af N fås ved at lægge målinger fra nitrat, nitrit og ammonium sammen

Referenceværdier fosfat

Næringsfattig sØ: 0 – 0,03 mg PO₄/L
Ren næringsrig sØ: 0,015 – 0,3 mg PO₄/L
Forurenat sØ: > 0,3 mg PO₄/L

Referenceværdier total N (både NO₃⁻, NO₂⁻ og NH₄)

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

Forberedelse

Oplæg på klassen

Start forløbet i klassen med gennemgang af teoriafsnittet.

Hypoteser og læringsmål

Formålet med den konkrete øvelse er at undersøge rensedammens økologiske tilstand, samt dens rensende effekt på det regnvand der føres gennem den. Det gøres ved at måle på pH og næringsstof indhold i rensedammens vand samt fosfor i bundprøver ved ind- og udløbet.

- Hele klassen formulerer i fællesskab en overordnet problemstilling. Et eksempel kunne være "Hvordan kan etableringen af rensedamme løse udfordringer skab af klimaforandringer" eller "Hvordan kan etableringen af rensedamme have en positiv indflydelse på et områdets vandkvalitet".
- Arbejd i klassen med hypoteser på hvordan man ud fra målinger af næringsstofindhold vurderer, om rensedammen fungerer som den skal.
- Formuler sammen med læreren læringsmål for forløbet

Kom eventuelt omkring følgende arbejdsspørgsmål

1. Hvorfor skal vi bruge rensedamme?
2. Kan man forvente, at der er forskel på næringsstofindholdet ved ind- og udløb i en rensedam, og hvorfor?
3. Hvad kan man ellers måle på for at undersøge vandkvalitet?
4. Hvorfor kan næringsstoffer belast miljøet ?

Prøve redskaber

1. Der skal laves prøvetagningsinstrumenter til to type prøver

- *Bundprøve tager:*

Lav en lang (ikke-spids) pind med fastgjort beholder (fx overskåret plastflaske)

Denne skal bruges til at grave brundmateriale op fra rensedammens bund, uden at komme til at stikke hul i bundens underliggende membran.

- *Vandprøve tager:*

Fx en spand i en snor

Denne skal bruges til at tage vandprøver – også steder hvor I måske ikke kan nå ned til vandoverfladen.

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 man vælger rensedammen, som man vil besøge, kan man finde informationer om den konkrete rensedam herunder bl.a. adressen. Man vil også finde et oversigtskort over rensedammen, hvor de vigtigste elementer er tegnet ind, så man vil kunne finde dem ude i felten.
3. Sørg for at printe et oversigtskort så I kan orientere jer ved rensedammen.
4. Planlæg turen til rensedammen.
 - Tidspunkt for afgang
 - Hvordan foregår transport til rensedammen?
 - Hvad skal medbringes, og hvem medbringer hvad?
 - 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

Prøvetagning ved rensedammen

- Vandprøvetager (se konstruktion i opgaven)
- Bundprøvetager (se konstruktion i opgaven)
- Oversigtskort over rensedammen
- Prøve glas med skruelåg til vand- og bundprøver
- Mærkater og tusch til markering af prøver
- Resultatskema, skriveredskaber og skriveunderlag

Efterbehandling

- Vandanalyse kit (fx fra vandanalysesæt-økotest fra Frederiksen)
- pipetter

Sådan gør du

Formål

I skal undersøge rensedammens økologiske tilstand, samt dens rensende effekt på det regnvand der føres gennem den. Det gøres ved at måle på pH og næringsstof indhold i rensedammens vand samt fosfor i bundprøver på udvalgte lokationer i rensedammen.

Som minimum tages vand- og bundprøver fra tre lokationer, hvoraf indløb og udløb er to af disse. Se på oversigtskortet for at finde rensedammens ind- og udløb.

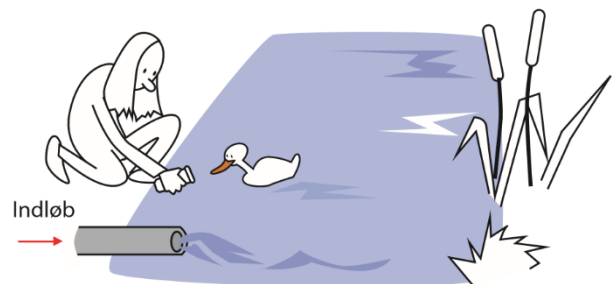
Vejledning til prøvetagning

Vær omhyggelig med ikke at ødelægge rensedammens kanter, når I tager prøver.

Notér resultater i resultatskemaet som findes under *Kopiark* på Skolen i Skoven.

1. Find måle-lokaliteten.
2. Lav først en visuel vurdering ud over vandet ved måle-lokaliteten – ser det rent eller beskidt ud? Tag evt. billede.
3. Tag en vandprøve. Beskriv vandets udseende (klart/grumset samt farve) og lugt (ingen, mudder, råddent æg, kloak-agtigt....).
4. Hæld vandprøven over på et prøveglas med skruelåg og marker etiketten tydeligt med målelokaliteten.
5. Tag en bundprøve og undgå at stikke hul i forbassinets membran.
6. Overfør mudder fra bundprøven til et prøveglas med skruelåg og marker etiketten tydeligt med måle lokaliteten.

Tag en vandprøve ved indløb og udløb.



Resultatskema

Måling	Indløb	Udløb	1.	2.
Visuel vurdering ud over vandet					
Vandets udseende					
Vandets lugt					
Nedenstående målinger udføres hjemme på skolen					
<p>pH</p> <p>Sur brunvandet s\emptyset: 5.5 - 6</p> <p>Ren næringsrig s\emptyset: 6.5 – 8.5</p> <p>Forurennet s\emptyset: 7.5 – 11</p>					
Bundfald i vandprøver (1-5)					
Nitrat (NO ₃ -)					
Ammonium (NH ₄ +))					
Nitrit (NO ₂ -)					
<p>Total N (sum af 3 ovenstående)</p> <p>Næringsfattig s\emptyset: 0 – 0,4mg N/L</p> <p>Ren næringsrig: 0,3 – 1,5 mg N/L</p> <p>Forurennet s\emptyset: 7.5 – 11 mg N/L</p>					
<p>Fosfat (PO₄) opløst i vandprøve</p> <p>Næringsfattig s\emptyset: 0 – 0,03 mg PO₄/L</p> <p>Ren næringsrig s\emptyset: 0,015 – 0,3 mg PO₄/L</p> <p>Forurennet s\emptyset: > 0,3 mg PO₄/L</p>					
Fosfat (PO ₄) målt i bundprøve					

Bearbejdning

Vejledning til analyse af prøverne

- Ryst bundprøven grundigt.
- Lad derefter alle prøver stå oprejst på et bord, og undgå at forstyrre glassene under analyserne.
- Læs grundigt vejledningen til jeres vandanalyse kit.
- Gennemgå først proceduren mundtligt.
- Gennemgå mulige fejlkilder i analysen.
- Se på analysens følsomhed ift. referenceværdierne og tal om hvor grundig man skal være ift. at vurdere koncentrationerne ud fra farvereaktioner. Tal om hvordan man kan give estimeringer af koncentrationer og koncentrations forskelle ved at sammenligne prøverne med farveskemaet og med hinanden.
- Indskriv jeres måleresultater i resultatskemaet.
- Hvis ét resultat afviger kraftigt fra de øvrige, så gentag analysen.

Målinger

Vandprøver

Brug vandanalyse kittet til at måle følgende på samtlige vandprøver; pH, NO₃⁻, NO₂⁻ og NH₄, og fosfor.

Udregn totalindholdet af opløst N i vandprøverne ved at lægge disse koncentrationer sammen.

Bundprøver

Vent med at analysere på prøven til partiklerne i prøverne er bundfældet, og der kommer en mere eller mindre klar vandsøjle i toppen. Brug en pipette til forsigtigt at tage det øverste vandlag fra bundprøverne. Test indholdet af fosfor i prøven via vandanalysekittet.

Bundfald

De partikler som er opløst i vandprøverne, har nu haft mulighed for at bundfælde. Se på de forskellige prøver og vurder hvilke prøver der har mere bundfald end andre. Giv vandprøverne karakterer fra 1-5 hvor 5 er meget bundfald, og 1 er lidt.

Databehandling

1. Lav en illustration (graf, søjlediagram eller andet) af de målte værdier af næringsstofindhold langs rensedammen fra indløb til udløb.
2. Lav et gennemsnit og giv en overordnet vurdering af vandkvaliteten i rensedammen ud mængden af næringsstoffer i vandprøverne.

3. Beskriv eventuelle forskelle i fordelingen af næringsstoffer i vandsøjlen og i bundmaterialet langs rensedammen fra indløb mod udløb.

Opsamling og konklusioner

1. Hvordan stemmer vurderingen af rensedammens vandkvalitet overens med jeres forventninger til en rensedam ift.?
 - a. Forventninger hjemmefra
 - b. Forventninger efter bare at have set på og lugtet til vandet
2. Er der forskel på vandprøvemålingerne langs rensedammen? Hvorfor/hvorfor ikke?
3. Er der forskel på bundprøve målingerne langs rensedammen? Hvorfor/hvorfor ikke?
4. Er der forskel på mængden af bundfald i de forskellige vandprøver? Og hvad kan det betyde?
5. Hvordan vil man kunne regne på effektiviteten af rensedammen ved at tage udgangspunkt i jeres måle data?

Man regner med ca. 70% opløst fosfor og 40% total nitrogen fjernes i en veldimensioneret rensedam (Reference: " Faktablad om dimensionering af større infiltrationsbassiner" fra Ålborg universitet).

6. Kom med mulige forklaringer på resultater der ikke passer med jeres forventninger.

Perspektivering

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

Kommunikation

Der er mange måder at synliggøre, hvad du har opnået med forløbet på. Brug evt. animationer til at vise hvordan rensedammen virker. For vejledning hertil, læs *Animér et klimatilpasningsanlæg* under kopiark.

Sammenlign udbyttet af forløbet med de formulerede læringsmål, og svar på:

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



www.naturanimation.dk

Specifikke fagord og termer der kan bruges til kommunikation af emnet.

- Global opvarmning
- Klimatilpasning
- Rensedam
- Recipient
- Næringsstoffer
- Vandkvalitet
- Referenceværdier
- Total N
- Bundfælde

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:

- Indikator dyr og vandkvalitet
- Iltforhold i rensedammen
- Tilpasning til periodevis oversvømmelser
- Salinitet i rensedammen
- Dimensionering af bassin (kan bruges på alle typer regnvandsbassiner)