

# Bestemmelse af vandkvalitet i en sø ved hjælp af makroindeks

LÆRERVEJLEDNING



# Søen som økosystem

## Lærervejledning

Der er mange ting, man kan kigge på, når man arbejder med søen som økosystem. Elevvejledningen omhandler makro-indeks til brug ved forureningsbestemmelse, men her i lærervejledningen gives kort eksempler på, hvad man ellers kan arbejde med.

Alt materialet er målrettet gymnasiet, da der på nettet findes masser af tilgængeligt materiale for grundskoler

## Uorganiske målinger

Udstyr:

- Kits til bestemmelse af nitrat, ammonium, fosfat mv
- Iltmåler
- Termometer

Som beskrevet i elevvejledningen giver uorganiske målinger et øjebliksbillede, mens faunaen er et udtryk for den gennemsnitlige vandkvalitet i søen. Men derfor kan de to typer målinger sagtens supplere hinanden.

## Mikroskopering af søens plankton

Udstyr:

- Planktonnet
- Glas eller andre beholdere til transport
- Opslagsværker eller bestemmelsesduge
- Mikroskoper, objektglas og dækglas
- Stereolupper og petriskåle

Planktonnet kastes ud og trækkes gennem vandet tilbage mod land. Vandprøver med det indsamlede plante- og dyreplankton bringes med tilbage til laboratoriet, hvor eleverne kan undersøge livet i vandet i mikroskoper og stereolupper. Arterne bestemmes ud fra opslagsværker eller bestemmelsesduge.

Muligheder for arbejdsspørgsmål eller videre arbejde

- Tegne de forskellige arter
- Opstille fødekæde/fødenet
- Snakke energistrømme gennem fødekæde
- Arbejde med fotosyntese og respiration
- De forskellige dyrs og planters opbygning og tilpasning
- Iltforhold og forurening

### Måling af sigtdybde

Udstyr:

- Secchiskive

Hvis der er mulighed for at komme ud på søen, er det oplagt at måle sigtdybden, og bruge det til at snakke om fotosyntese, iltforhold, eutrofiering mv

### Springlag

Udstyr:

- I felten: Iltmåler og termometer, der kan hejses ned gennem vandsøjlen
- I laboratoriet: akvarium, flamingoplade, salt, frugtfarve og termometer (samt køleskab)

Hvis der er mulighed for at komme ud på søen, er det oplagt at undersøge, om der er dannet et springlag (kræver dog at søen har en vis dybde). Mål iltindhold og temperatur ned gennem vandsøjlen og tegn grafer, der viser værdierne som funktion af dybden

I laboratoriet kan springlag illustreres både med temperaturforskelle (termoklin) og salinitetsforskelle (haloklin):

Temperaturspringlag (termoklin)

- 1 liter vand på 4-5°C hældes i et akvarium
- Et lille stykke flamingo lægges på vandoverfladen
- 1 liter vand på ca. 20°C tilsat frugtfarve hældes forsigtigt på flamingostykket, så der opstår mindst mulig omrøring
- Når springlaget er illustreret, kan det nedbrydes ved "efterårsstorm" = omrøring

Saltspringlag (haloklin) - gælder selvfølgelig ikke for ferske vande

- 1 liter vand tilsættes 35 gram salt, saltes røres ud, og vandet hældes i et akvarium
- Et lille stykke flamingo lægges på vandoverfladen
- 1 liter vand (samme temperatur som det vand, der er i akvariet, men bare uden salt) tilsættes frugtfarve og hældes forsigtigt på flamingostykket, så der opstår mindst mulig omrøring
- Akvariet kan vippe forsigtigt frem og tilbage
- Når springlaget er illustreret, kan det nedbrydes ved "efterårsstorm" = omrøring

### Vanddyrs tilpasninger

Udstyr:

- Fangstketsjer
- Hvid plastikbakke
- Ske
- Prøveglass eller syltetøjsglas
- Bestemmelsesdug eller -bog
- Stereolup
- Saltkar

Der skræbes med ketsjeren i den øverste del af bunden og mellem bladene, altid imod strømmen. Det værste mudder skylles væk fra ketsjeren, hvorefter indholdet tømmes over i en plastikbakke med vand. Når vandet er faldet til ro, kan dyrene i prøven overføres til prøveglas/syltetøjsglas, og enten artsbestemmes og undersøges på stedet eller bringes med hjem til laboratoriet. Nogle dyr, for eksempel snegle, sidder fast på sten, hvorfor man skal tage stenene op af vandet og forsigtigt overføre dyrene til glassene.

Dyrets navn (gruppe)	Tegning	Træk, der viser tilpasning til			
		Iltoptagelse	Vandstrøm	Fødesøgning	Undgåelse af rovdyr

### Bestemmelse af primærproduktion

Udstyr:

- To klare glasflasker
- Stanniol
- Iltmåler
- Snor
- Store, tomme sodavandsflasker eller dunke, flamingo eller andet, der kan flyde

Har man flere dage til rådighed, kan primærproduktionen bestemmes ved hjælp af iltmetoden. Her forudsættes det, at der i vandprøverne kun er planteplanton, intet zooplanton eller større vanddyr. Forsøget giver de bedste resultater i solskin

- De to flasker fyldes med vand fra søen - det er vigtigt, der ikke er dyr med i flaskerne!
- Iltindholdet (startværdien) måles øjeblikkeligt.
- Flaskerne skal være fyldt helt op, så hvis der er røget noget vand ud ved iltmålingen, skal det efterfyldes
- Den ene flaske pakkes ind i stanniol (kaldes mørkeflaske)
- Den anden flaske pakkes ikke ind (kaldes lysflaske)
- Flaskerne bindes fast til tomme sodavandsflasker, plastikdunke eller lignende, så de holdes flydende, lidt under vandoverfladen. Husk at forankre "forsøgssopstillingen" til bunden, en bådebro eller tilsvarende, så den ikke flyder væk
- Følgende processer vil nu finde sted:
  - Lysflaske: fotosyntese (brutto primærproduktion = BPP) og respiration (R)
  - Mørkeflaske: respiration (R)
- Efter noget tid (eksempelvis 4 timer) måles ilt-indholdet i de to flasker og BPP, NPP og R kan bestemmes
- Regne-eksempler ses på næste side

### ILTMETODEN - Regneeksempel

Startværdi: 8 mg O<sub>2</sub>/liter

Efter tre timer måles følgende:

- Mørkeflaske: 4 mg O<sub>2</sub>/L. Ændring i forhold til start: - 4 mg O<sub>2</sub>/L
- Lysflaske: 13 mg O<sub>2</sub>/L Ændring i forhold til start: + 5 mg O<sub>2</sub>/L

$$BPP = NPP + R$$

$$NPP = BPP - R$$

R: I mørke kan algerne ikke lave fotosyntese, så her vil der kun ske respiration og dermed iltoptag. I dette eksempel har algerne respireret 4 mg O<sub>2</sub>/L på 4 timer, hvilket svarer til 1 mg O<sub>2</sub>/L/time. Algerne *bruger* altså 1 mg O<sub>2</sub>/L/time

NPP: Algerne danner ved deres fotosyntese en vis mængde ilt, hvoraf de selv bruger en del til respiration. I lys laver alger således både fotosyntese og respiration, så den iltproduktion, vi kan se er sket her, er et udtryk for NPP. I dette eksempel er iltproduktionen 5 mg O<sub>2</sub>/L, hvilket svarer til 1,25 mg O<sub>2</sub>/L/time. Dette er som sagt et udtryk for algernes nettoprimærproduktion, NPP.

BPP: Da bruttoprimærproduktionen er et udtryk for den samlede produktion, kan den rent matematisk findes således:

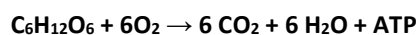
$$BPP = NPP + R$$

$$BPP = 1,25 \text{ mg O}_2/\text{L/time} + 1 \text{ mg O}_2/\text{L/time}$$

$$BPP = \underline{2,25 \text{ mg O}_2/\text{L/time}}$$

I dette eksempel er alle værdier udtrykt ved iltproduktion/iltforbrug. Hvis man ønsker det, kan man omregne til glukose i stedet ved brug af kemiske mængdeberegninger.

For respirationens vedkommende ville beregningerne se således ud (ikke afstemt mht. ATP):



Kendt: Iltforbrug = 1 mg O<sub>2</sub>/L/time

Ønskes: Glukoseforbrug i mg glukose/L/time

$$V_{\text{vand}} = 1 \text{ L}$$

$$c(O_2) = 1 \text{ mg/L} = 0,001 \text{ g/L}$$

$$m(O_2) = c \cdot V = 0,001 \text{ g/L} \cdot 1 \text{ L} = 0,001 \text{ g}$$

$$M(O_2) = (16,00 \text{ g/mol}) \cdot 2 = 32,00 \text{ g/mol}$$

$$n(O_2) = \frac{m(O_2)}{M(O_2)} = \frac{0,001 \text{ g}}{32,00 \text{ g/mol}} = 3,125 \cdot 10^{-5} \text{ mol}$$

Det ses af reaktionsskemaet, at reaktionsforholdet mellem glukose og ilt er 1:6

$$n(C_6H_{12}O_6) = 1/6 \cdot n(O_2) = 1/6 \cdot (3,125 \cdot 10^{-5} \text{ mol}) = 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol}$$

Massen af glukose kan nu beregnes:

$$M(C_6H_{12}O_6) = (6 \cdot 12,00 \text{ g/mol}) + (12 \cdot 1,008 \text{ g/mol}) + (6 \cdot 16,00 \text{ g/mol}) = 180,10 \text{ g/mol}$$

$$m(C_6H_{12}O_6) = M(C_6H_{12}O_6) \cdot n(C_6H_{12}O_6) = 180,10 \text{ g/mol} \cdot 5,2 \cdot 10^{-6} \text{ mol} = 0,0009365 \text{ g} = \underline{0,937 \text{ mg}}$$

Konklusion: Pr. Liter vand respireres der pr time 0,937 mg glukose under forbrug af 1 mg ilt