

# Primærproduksjon

## BAKGRUNNSTOFF:

Oksygen er nødvendig for alt liv. I akvatiske miljøer er imidlertid oksygen en begrenset ressurs. Planter og dyr bruker oksygen i respirasjon/celleåndingen, mens fotosyntese øker oksygeninnholdet;

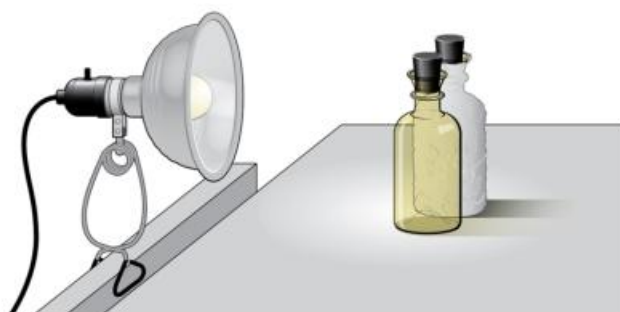


Primærproduksjonen er et mål på hvor raskt karbon tas opp og bindes i organiske forbindelser, og dette kan måles ved å registrere endringer i oppløst oksygen over tid.

En metode for å måle oksygenproduksjon er **lys- og mørkeflaske-metoden**. Man plasserer da en vannprøve i to flasker, hvor én lagres i mørket og én i lys:

- For vannprøven i mørket vil det kun foregå respirasjon, noe som vil redusere oksygeninnholdet. Dette vil vise respirasjonsraten.
- For vannprøven som står i lyset vil det skje både respirasjon og fotosyntese. Forskjellen mellom oksygen produsert ved fotosyntese og oksygen forbrukt ved respirasjon kalles **nettoproduktivitet**.
- Forskjellen i oksygeninnivå mellom lys- og mørkeflasken over tid gir et mål på den totale oksygenproduksjonen ved fotosyntese, kalt **bruttoproduktivitet**.

Ved hjelp av en oksygensensor kan elever undersøke hvordan lys, temperatur og næringsstoffer påvirker fotosyntese og respirasjon i akvatiske økosystemer.



Figur 1 Lys- og mørke flaske metode for å måle oksygenproduksjon

## MÅL

- Måle respirasjonsrate i et akvatisk miljø ved hjelp av en oppløst oksygensensor.
- Bestemme netto- og bruttoprimærproduksjon i et akvatisk miljø.

## UTSTYR

- Chromebook, datamaskin eller nettbrett, samt Graphical Analysis
- Go Direct® Optisk oppløst oksygensensor
- Hevert-slange og slangeklamme
- Aluminiumfolie
- Spruteflaske med destillert vann
- 7 vannflasker og propper, samt lysfiltre/nettinglag
- 500 mL vannprøve (enten fra ferskvann, sjøvann eller fra algekultur)
- Strikk
- Vernebriller

## FREMGANGSMÅTE

### Dag 1

1. Fyll sju flasker med vannprøven. **NB! Det er viktig at det ikke kommer noe luft i prøven.** (bruk hevert slange og slangeklemme eller fyll flaskene under vann. Fyll flaskene komplett og sett på propp/kork slik at det ikke er noe luft i flasken).
2. Merk flaskene: *Mørk, Start, 2 %, 10 %, 25 %, 65 %, 100 %*.
3. Pakk flasken merket *Mørkt* med aluminiumfolie slik at ingenting lys trenger gjennom.
4. Pakk de øvrige flaskene med nettinglag og fest med gummistrikk etter informasjon i *Tabell 1*. Dette vil tilsvare hvor mye lys som trenger gjennom flaskene.
5. Start Graphical Analysis app/nettleser og koble til oppløst oksygen sensoren. Øverst i høyre hjørne trykkes *Vis innstillinger*. Huk av for måler og fjern graf.
6. Fjern proppen og plasser sensoren i flasken merket Start. Ikke rør i vannprøven. Når verdien på sensoren har stabilisert seg noteres resultatet i *Tabell 2*. Prøven kan kastes etterpå.

| Tabell 1 |                   |       |
|----------|-------------------|-------|
| Prøve    | Antall nettinglag | % Lys |
| 1        | 0                 | Start |
| 2        | 0                 | 100%  |
| 3        | 1                 | 65%   |
| 4        | 3                 | 25%   |
| 5        | 5                 | 10%   |
| 6        | 8                 | 2%    |
| 7        | Aluminiumfolie    | Mørk  |

## **Primær Produksjon**

7. Vask sensoren med destillert vann.
8. Etter instruksjon fra læreren din plasseres de resterende flaskene 2-7 nær en lyskilde.

### **Dag 2**

9. Benytt same sensor som i går og koble den til enheten din på samme måte som i punkt 5 under dag 1.
10. Plasser sensoren i prøve 2. Ikke rør i prøven (vi vil ikke at det skal komme oksygen fra luft ned i prøven). Når verdien har stabilisert seg noteres resultatet i tabell 2.
11. Gjenta steg 10 for de resterende prøvene. Du trenger ikke vaske sensoren med destillert vann før du er ferdig med å ha undersøkt alle prøvene.

### **DATA**

| <b>Tabell 2</b> |              |                                   |
|-----------------|--------------|-----------------------------------|
| <b>Prøve</b>    | <b>% Lys</b> | <b>Oppløst oksygen, DO (mg/L)</b> |
| 1               | Start        |                                   |
| 2               | 100%         |                                   |
| 3               | 65%          |                                   |
| 4               | 25%          |                                   |
| 5               | 10%          |                                   |
| 6               | 2%           |                                   |
| 7               | Mørk         |                                   |

### **DATABEHANDLING**

1. Finn respirasjonsraten. Regn ut hvor mange timer det er siden du startet eksperimentet på dag 1. Trekk oppløst oksygen verdien (forkortes DO) fra startprøven, fra DO-verdien fra mørkeprøven. Del resultatet på tiden (antall timer). Noter resultatet som respirasjonsraten i tabell 3.

$$\text{Respirasjonsraten} = (\text{DO mørk} - \text{DO start}) / \text{tid}$$

## Primær Produksjon

| Tabell 3                                                              |  |
|-----------------------------------------------------------------------|--|
| Respirasjonsrate ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) |  |

2. Bestem den totale (brutto) produksjon for hver prøve. For å gjøre dette trekker du DO-verdien i prøve 7 (mørkeprøven) fra DO-verdien i hver av prøvene 2–6. Del hver verdi på forsøksvarigheten i timer. Noter resultatet som bruttoproduksjon i tabell 4.

$$\text{Brutto produksjon} = (\text{DO av prøve} - \text{DO mørk}) / \text{tid}$$

3. Bestem netto produksjonen i hver prøve. For å gjøre dette trekker du DO-verdien i prøvene 2–6 fra DO-verdien i prøve 1 (startprøven). Del resultatet på forsøksvarigheten i timer. Noter resultatet som nettoproduksjon i tabell 4.

$$\text{Netto produksjon} = (\text{DO start} - \text{DO prøve}) / \text{tid}$$

| Tabell 4 |       |                                                                        |                                                                       |
|----------|-------|------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| Prøve    | % lys | Brutto produksjon ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) | Netto produksjon ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\cdot\text{hr}^{-1}$ ) |
| 2        | 100%  |                                                                        |                                                                       |
| 3        | 65%   |                                                                        |                                                                       |
| 4        | 25%   |                                                                        |                                                                       |
| 5        | 10%   |                                                                        |                                                                       |
| 6        | 2%    |                                                                        |                                                                       |

4. Lag to grafer, en for bruttoproduksjon og en for nettoproduksjon som en funksjon av lysintensitet. - og nettoproduktivitet som funksjon av lysintensitet.

## SPØRSMÅL

1. Er det grunnlag for å si at fotosynteseaktivitet har økt oksygenmengden i vannprøven. Forklar.
2. Er det grunnlag for å si at det er skjedd respirasjon i prøvene. Dersom det er tilfelle, hvilke organismer kan stå bak? Autotrofe eller heterotrofe? Forklar.
3. Hvilken effekt har lyset hatt å si for primærproduksjonen? Forklar.
4. Ved å referere fra grafene som viser produksjon som funksjon av lys, ved hvilken lysintensitet vil du forvente ingen nettoproduksjon? Og ingen bruttoproduksjon?
5. Hvordan vil turbiditet påvirke primærproduktiviteten i en dam?

## TIPS FOR LÆRER OG EVT UTVIDELSE AV FORSØKET

1. For best resultat anbefaler vi at du kjøper en algekultur, for eksempel av Chlorella. Dette kan kjøpes direkte fra Norcca, som er produkter fra Nivas alge-lab. Disse selger direkte til skoler. (for å lage vannprøver av Chlorella kultur tilsettes 5 ml Chlorella til 1 L med vann). Du vil da ikke tenke på om det er algeoppblomstring og kan gjøre forsøket hele året, samt at du kan forsikre deg mot at du har for mange andre organismer enn alger i prøven din, noe som igjen vil påvirke resultatet. Om du ikke bruker algekultur anbefales ferskvann under i oppblomstringstid.
2. En annen faktor som vil kunne påvirke resultatet er dersom det kommer luft i prøvene. Det er derfor viktig å unngå. Ha vannprøven i en stor beholder med en gummislange og bruk hevert prinsippet for å fylle prøveflaskene. Fyll helt opp og sett på propp uten at det er ekstra luft i flaskene. Elevene kan gjerne gjøre dette selv, men viktig å vise dem hvordan dette gjøres korrekt.
3. Som lyskilde anbefaler vi å bruke enten direkte sollys. Dersom du vil bruke kunstig lys kan man bruke all slags lys, men vi anbefaler LED-lys. Unngå å bruke glødelamper som avgir varme.
4. Ettersom elevene skal se på relative endringer i oppløst oksygen trenger man ikke å kalibrere sensoren før bruk. Men husk å la elevene benytte samme sensor begge forsøksdagene. Dersom dette ikke går, anbefaler vi å kalibrere sensorene. Følg instruksjon for hvordan dette gjøres.
5. Estimert tidsbruk: Dag 1; en 45-minutters skoletime. Dag 2 evt 3. ca 15 minutter for datainnsamling, resten av tiden kan benyttes til diskusjoner etc.
6. NB! Dersom du ønsker å se eksempler fra resultater, eller svar på elev spørsmålene kan du ta kontakt med oss.
7. Tips for utvidelse:
  - Finn ut hvilken effekt nitrogen og fosfat har for primærproduksjonen. Se I sammenheng med eutrofiering.
  - Mål oppløst oksygen ved ulike temperaturer – hvordan påvirker temperatur primærproduktivitet?
  - Beregn mengden karbon som er fiksert ved å bruke omregningsfaktorene:  
 $\text{mg O}_2/\text{L} \times 0.698 = \text{mL O}_2/\text{L}$   
 $\text{mL O}_2/\text{L} \times 0.536 = \text{mg karbon fiksert/L}$