

# Innledende laboratorieundersøkelser knyttet til mulig bruk av Phoslock<sup>®</sup> for å bedre tilstanden i Hålandsvatnet

Åge Molversmyr, Leon Moodley & Alan Le Tressoler



Foto: Åge Molversmyr


Prosjekttittel: Test Phoslock Hålandsvatnet 2020  
Prosjektnummer: 103176  
Institusjon: NORCE Norwegian Research Centre  
Oppdragsgiver(e): Randaberg kommune

Gradering: Åpen  
Rapportnr.: Miljø 12-2020  
ISBN: 978-82-8408-113-7  
ISSN: -  
Antall sider: 42  
Publiseringsmnd.: November 2020  
Sitering: Molversmyr, Å., L. Moodley & A. Le Tressoler 2020. Innledende laboratorieundersøkelser knyttet til mulig bruk av Phoslock® for å bedre tilstanden i Hålandsvatnet. *NORCE rapport, Miljø 12-2020.*  
Bildetekst og kreditering: Bilder i rapporten er tatt av Leon Moodley (NORCE).

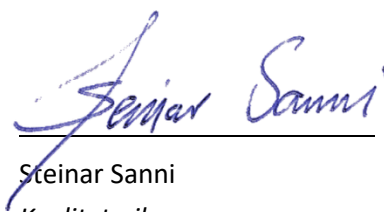
## Revisjoner

| Rev. | Dato | Forfatter | Kontrollert av | Godkjent av | Årsak til revisjon |
|------|------|-----------|----------------|-------------|--------------------|
|      |      |           |                |             |                    |
|      |      |           |                |             |                    |

Stavanger, 18. november 2020



Åge Molversmyr  
Prosjektleder



Steinar Sanni  
Kvalitetssikrer



Catherine Boccadoro  
Leder

---

---

## FORORD

---

*Randaberg kommune ønsket å få belyst muligheten for å benytte Phoslock i Hålandsvatnet som et innsjøinternt tiltak for å forbedre tilstanden i innsjøen.*

*NORCE ble tildelt et oppdrag med å gjennomføre et laboratorieforsøk for å belyse effekter i vannsøyle og i sediment i Hålandsvatnet ved dosering av Phoslock i mengder som er realistiske for en fullskala behandling, og samtidig belyse effektivitet under forhold som forekommer i innsjøen (høy pH, anaerobt bunnvann).*

*Phoslock til bruk i forsøket ble levert av Phoslock Environmental Technologies Ltd (kontaktperson: Nigel Traill).*

*Innsamling av sedimentkjerner ble utført av Åge Molversmyr og Alan Le Tressoler, mens laboratorieforsøket ble gjennomført av Leon Moodley og Alan Le Tressoler. Kjemiske analyser er utført av NILU [TEST 008; bestemmelse av lantan (La)] og Fjellab [TEST 081; bestemmelse av andre parametere].*

*Sammenstilling av resultater og utarbeidelse av rapport er utført av Åge Molversmyr, med bidrag fra Leon Moodley og Alan Le Tressoler. Steinar Sanni har vært faglig kvalitetssikrer for prosjektet.*

*Prosjektet er finansiert av Randaberg og Stavanger kommuner.*

*Stavanger, 18. november 2020*

*Åge Molversmyr, prosjektleder*

---

---

## INNHOLD

---

|   |    |
|---|----|
| SAMMENDRAG .....  | 1  |
| 1 INNLEDNING .....  | 3  |
| 2 MATERIALE OG METODER .....  | 3  |
| 2.1 Innsamling av sediment .....  | 3  |
| 2.2 Oppsett og utførelse av forsøk i laboratoriet .....                   | 4  |
| 2.3 Metoder for kjemiske analyser, og målinger utført under forsøket..... | 7  |
| 3 RESULTATER OG DISKUSJON .....   | 8  |
| 4 OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER .....                                      | 13 |
| 5 REFERANSER .....  | 15 |
| VEDLEGG.....  | 17 |

---

---

## SAMMENDRAG

---

Behandling av Hålandsvatnet med Phoslock er et mulig tiltak for å bedre tilstanden i innsjøen. Phoslock er et kommersielt produkt som består av modifisert bentonitt der kationer i bentonitten er byttet ut med treverdig lantan. Treverdig lantan har sterk evne til å binde fosfat, og Phoslock vil binde fosfat og danne et tungtløselig mineral som legger seg på sedimentet. Der vil det fortsette å binde fosfat, og hindre at dette lekker ut i vannmassene. På den måten vil det være effektivt mot problemene en har hatt i Hålandsvatnet de senere årene, der sedimentet (særlig gruntliggende sedimenter) antakelig bidrar med hoveddelen av fosforet som gir grunnlag for de store algeoppblomstringene.

Før en eventuell fullskala behandling med Phoslock, må en ha best mulig kunnskap om hva effektene av dette vil bli i innsjøen. Det ble derfor gjort innledende laboratorieforsøk hvor målsettingen har vært å belyse effekter i Hålandsvatnet ved dosering av Phoslock i mengder som er realistiske for en fullskala behandling, og samtidig belyse effektivitet under forhold som forekommer i innsjøen.

Laboratorieforskene var basert på intakte sedimentkjerner (sediment med overliggende vann), som ble samlet inn fra et område i vestlige del av Hålandsvatnet med dyp på rundt 10 meter. Hovedfokuset var på hvor effektivt Phoslock vil binde fosfor under forhold som vanligvis forekommer i Hålandsvatnet. De ulike «behandlinger» ble satt opp med en dosering av Phoslock som ble beregnet å kunne binde fosforet i vannsøylen, samt fosforet som finnes i de ca. 2,5 øverste cm av sedimentet på en form som potensielt kan lekke ut til vannmassene (doseringen: 650 g/m<sup>2</sup> sedimentoverflate). En dosering på det dobbelte av dette ble også testet, primært med tanke på utlekking av lantan fra Phoslock til vannsøylen. Behandlinger ble ellers gjort for å belyse bindingsevne ved høy pH (som en ofte observerer i Hålandsvatnet), der pH i vannsøylen ble manipulert til å ligge i området 9,5 – 10,0. Og bindingsevne anaerobe forhold ble belyst i kjerner der oksygenet i vannsøylen ble fjernet ved bruk av N<sub>2</sub>-gass. Alle behandlingene ble satt opp med 3 replikate kjerner, og inkuberingen ble utført i mørke i klimarom ved 16 °C. I kjerner som ikke ble gjort anaerobe, ble vannsøylen forsiktig omrørt og oksygenert. For alle behandlingene ble dessuten sedimentoverflaten forsiktig resuspendert mot slutten av forsøkene, for å belyse hvordan dette kan påvirke binding/utlekking av fosfor.

Resultatene indikerer at Phoslock vil ha god effekt i Hålandsvatnet under forhold med «normal» pH i overflatevannet, men også under anaerobe forhold som kan opptre i bunnvannet. I slike situasjoner viser forsøkene at Phoslock binder fosfor, og hindrer dette å lekke ut fra sedimentene. Ved høy pH er derimot effekten Phoslock svært liten, og dette gjelder både hvis pH er høy før tilsetning av Phoslock og hvis pH økes etter tilsetning. I begge tilfeller viser forsøkene at fosfor vil lekke ut fra sedimentene. Det betyr at behandling med Phoslock må unngås når algeveksten (og pH i vannet) er høy. Dette er i samsvar med produsentens anbefaling om at behandling skjer om vinteren eller våren, og hvis Phoslock da begrenser tilgangen på fosfor for algene (som forsøkene indikerer vil være tilfellet) er sannsynligheten stor for at det ikke vil oppstå høy algevekst og høy pH etterpå.

Det var ingen målbar effekt av resuspensjon av sedimentoverflaten som ble utført i kjernene, men forsøkene gir ikke entydig svar på hvilken effekt Phoslock vil ha med tanke på å hindre fosforutlekking forårsaket av resuspendert sediment i en reell situasjon i Hålandsvatnet.

Forsøkene viser at lantan finnes igjen i vannet etter tilsetning av Phoslock. Høyest innhold av filtrerbart lantan ble målt i kjernene som ble tilsatt dobbel dose Phoslock, hvor det ble funnet 85 µg/l dagen etter tilsetningen. Også i de andre behandlingene var lantaninnholdet høyt, men det ble generelt redusert noe i løpet av forsøksperioden. Lignende konsentrasjoner av filtrerbart lantan er påvist i vannet i flere innsjøer som er behandlet med Phoslock, der det også er vist at lantan kan påvises i lang tid etterpå (opptil flere år). Lantaninnholdet som her er påvist i innsjøer er generelt

lavere enn det som vil gi akutt giftvirkning på organismer i innsjøene, og det er ikke rapportert at det har gitt negative langtidseffekter. Giftvirkning er først og fremst knyttet til lantan på løst ioneform ( $\text{La}^{3+}$ ), som bare forventes å kunne opptre i vesentlig grad i sure innsjøer eller i innsjøer med bløtt vann (lav alkalitet) og høyt innhold av humusstoffer (løst organisk karbon). Det er liten risiko for at dette skal skje i Hålandsvatnet med tanke på vannkvaliteten der (pH, alkalitet, løst organisk karbon).

Man lantan er vist å kunne akkumulere i både planter og dyr. Mest utsatt er bunnlevende organismer på sedimenter der Phoslock har sedimentert, men det er også funnet akkumulert lantan i organismer som lever i vannsøylen. Selv om dette ikke har gitt direkte effekt på organismene, vil lantan kunne spres gjennom næringskjeden på denne måten. Det finnes dessuten lite kunnskap om hvilke effekter Phoslock kan ha på mikrobielle prosesser i sedimentet og overliggende vann. Disse forholdene bør vurderes nøye før en eventuell behandling iverksettes.

Bruk av Phoslock for innsjørestaurering anses imidlertid ikke å gi risiko for skade på mennesker, f.eks. ved konsum av fisk fra behandlede lokaliteter.

## 1 INNLEDNING

Hålandsvatnet har blitt tilført betydelige mengder næringsstoffer over mange år, og er en næringsrik (eutrof) innsjø. Siden 2005 har det vært årvisse og kraftige oppblomstringer av cyanobakterien *Planktothrix* (blågrønnalge), som også har vært giftproduserende og medført baderestriksjoner om sommeren.

Overbelastning med næringsstoffer over tid har medført at sedimentet i Hålandsvatnet er svært rikt på fosfor, som under gitte betingelser kan mobiliseres til vannsøylen og der gi grunnlag for algevekst (Molversmyr 2010). Størst potensiale for slik interngjødsling antas å være i fra sedimentene i grunnere deler av innsjøen, som normalt ligger grunnere enn termoklinen (temperatursprangsjiktet) som etableres om sommeren. Det fosforrike sedimentet vil også fungere som en buffer mot endringer i tilførsler utenfra, og interngjødsling vil forsinke effektene av tiltak i nedbørfeltet. Og når eksterne tilførsler ventelig fortsatt er større enn det innsjøen normalt vil tåle, er det lite tegn til at en vil se endringer i dagens situasjon med det første.

En gjennomgang av potensielle innsjøinterne tiltak i Hålandsvatnet konkluderte med at bruk av fosforbindende stoffer var mest aktuelt i Hålandsvatnet, og spesifikt binding av fosfor ved bruk av Phoslock (Molversmyr 2019). Phoslock er et kommersielt produkt utviklet i Australia, og består av modifisert bentonitt der kationer i bentonitten er byttet ut med treverdige lantan. Lantaninnholdet i bentonitten er om lag 5 %. Treverdige lantan har sterk evne til å binde fosfat, og Phoslock vil binde fosfat og danne et tungtløselig mineral som legger seg på sedimentet. Der vil det fortsette å binde fosfat som løses ut fra sedimentet, helt til bindingskapasiteten er oppbrukt. Mer informasjon om Phoslock er tilgjengelig på nettsiden [www.phoslock.eu/what-is-phoslock](http://www.phoslock.eu/what-is-phoslock).

Men før en eventuell fullskala behandling med Phoslock, bør en ha best mulig kunnskap om hva effektene av dette vil bli i Hålandsvatnet. Vil det være effektivt om en fortsatt skulle få høy pH i overflatevannet, eller om det blir anaerobt i bunnvannet? Og vil det kunne få negative konsekvenser for andre vannlevende organismer eller økosystemfunksjoner? Dette er blant spørsmålene en ønsker svar på, og det ble derfor gjort innledende laboratorieforsøk for å belyse noen av disse. Målsettingen har vært å belyse effekter i Hålandsvatnet ved dosering av Phoslock i mengder som er realistiske for en fullskala behandling, og samtidig belyse effektivitet under forhold som forekommer i innsjøen.

## 2 MATERIALE OG METODER

### 2.1 Innsamling av sediment

Laboratorieforskene var basert på kjerner med sediment og overliggende vann, som ble samlet inn fra et område i vestlige del av Hålandsvatnet med dyp på rundt 10 meter (figur 1) den 24.08.2020. Det ble tatt kjerner med en rørprøvetaker (Uwitec Corer; [www.uwitec.at](http://www.uwitec.at)) med prøverør av klar PVC (lengde: 60 cm, indre diameter: 86 mm).

Det ble tatt et antall kjerner som også sikret reservekjerner i tillegg til de som var planlagt brukt i forsøket. Alle kjernene inneholdt ca. 20 cm sediment og ca. 32 cm overliggende vann (ca. 1,8 L; mellom korker i bunn og topp). Kjernene ble transportert tilbake til laboratoriet i intakt form.



Figur 1. Hålandsvatnet, med prøvested.

## 2.2 Oppsett og utførelse av forsøk i laboratoriet

Ved ankomst i laboratoriet ble kjernene plassert i vannbad for å jevne ut temperatursvingninger, og forsøkene ble utført i et mørkt klimarom ved 16 °C. Kjernene ble påsatt lokk med en magnetrører, med gjennomføring for slange tilkoblet en akvariepumpe for å holde vannsøylen oksygenert (figur 2). Røring ble innstilt med en hastighet som ikke forstyrret sedimentoverflaten, og kjernene ble satt til henstand i to døgn før videre behandling og oppstart av forsøk.



Figur 2. bilder av oppsettet for kjernene i klimarommet.

Tabell 1 viser en skisse av forsøksoppsettet, og nærmere omtaler av de ulike behandlingene er gitt nedenfor. Alle behandlinger ble utført på 3 replikate kjerner.

Tabell 1. Skisse over oppsett av forsøk

| Behandling              | Beskrivelse (se ytterligere beskrivelser nedenfor)   |
|-------------------------|--|
| Kontroll                | Ingen behandling   |
| Phoslock – normal dose  | Normal dose Phoslock, ellers ingen behandling  |
| Phoslock – høy dose     | Høy dose Phoslock, ellers ingen behandling   |
| Høy pH – før Phoslock   | pH justert til og holdt ved 9.5 - 10.0 i én uke før dosering av Phoslock (normal dose), og videre gjennom forsøket       |
| Høy pH – etter Phoslock | pH justert til og holdt ved 9.5 - 10.0 fra ett døgn etter dosering av Phoslock (normal dose), og videre gjennom forsøket |
| Anaerob (før Phoslock)  | Vannsøyle gjort anaerob én uke før dosering av Phoslock (normal dose), og videre gjennom forsøket                        |



**Kontroll:**

Kjerner som ble beholdt i opprinnelig tilstand, uten noen behandling. Fungerer som kontroll i forhold til andre kjerner.

**Phoslock – normal dose:**

Kjerner tilsatt 15 ml av en slurry der 250 g Phoslock ble oppslemmet/rørt i 1 liter filtrert innsjøvann, som gir en dosering på 650 g/m<sup>2</sup>. Formål: følge utvikling når doseringen er på størrelse med det en antar kan være aktuelt for en reell behandlingssituasjon.

**Phoslock – høy dose**

Kjerner tilsatt 30 ml av en slurry der 250 g Phoslock ble oppslemmet/rørt i 1 liter filtrert innsjøvann, som gir en dosering på 1300 g/m<sup>2</sup>. Formål: som «Phoslock – normal dose», men primært for å se om høyere dose vil medføre at økte mengder lantan blir funnet i vannsøylen.

**Høy pH – før Phoslock**

pH i vannsøylen over sedimentet ble justert til 9,5 – 10,0 ved å tilsette små mengder 0,5 M NaOH. pH ble kontrollert og justert en til to ganger i døgnet, slik at pH ble holdt på angitt nivå. Dosering av Phoslock ble gjort én uke etter denne behandlingen. Formål: kartlegge effekt av Phoslock om dette tilsettes etter at høy pH har utviklet seg (som følge av høy algevekst), og i hvor stor grad fosfor som da i utgangspunktet vil lekke ut fra sedimentet vil bindes.

**Høy pH – etter Phoslock**

pH i vannsøylen over sedimentet ble justert til 9,5 – 10,0 ved å tilsette små mengder 0,5 M NaOH. pH ble kontrollert og justert en til to ganger i døgnet, slik at pH ble holdt på angitt nivå. Denne behandlingen ble gjort først etter at Phoslock var dosert. Formål: kartlegge effekt av Phoslock hvis høy pH skulle oppstå etter en behandling.

**Anaerob (før Phoslock)**

Vannsøylen over sedimentet ble gjort anaerob ved å boble med N<sub>2</sub>-gass, og kjernen ble deretter lukket med gummipropp. Det ble kontrollert at anaerobe forhold ble opprettholdt gjennom forsøket. Dosering av Phoslock ble gjort en uke etter denne behandlingen. Formål: kartlegge effekt av Phoslock om dette tilsettes etter at anaerobe forhold har utviklet seg i bunnvannet, og i hvor stor grad fosfor som da i utgangspunktet vil lekke ut fra sedimentet vil bindes.

**2.2.1 Dosering av Phoslock**

Ifølge Phoslock Environmental Technologies ønsker en normalt å behandle en innsjø med en mengde Phoslock som kan binde fosfor i vannmassen, samt den andelen av fosforet i sedimentet som potensielt kan løses ut. Vanligvis er beregninger basert på de øverste 4-5 cm av sedimentet. Der en ikke har data om fosforinnhold i vannmasser eller sediment, har en dosering på 250 g/m<sup>2</sup> vært anbefalt som standard.

Fosforinnholdet i vannmassene i Hålandsvatnet er moderat, men kan være høyt når fosfor er bundet i biomasse under kraftige algeoppblomstringer (f.eks. Molversmyr *et al.* 2020). Sedimentet er derimot svært fosforrikt, og en undersøkelse i 2009 viste at mesteparten av fosforet er på former som potensielt kan løses ut i vannmassene (Molversmyr 2010). Normalt regnes det som kalles ikke-apatitt-bundet uorganisk fosfor (som kan frigjøres ved høy pH eller oksygenvinn) samt organisk bundet fosfor å være formene som potensielt kan lekke ut i vannmassene. I Hålandsvatnet kan en anslå at om lag 3,5 mg P/kg tørrstoff er på en slik form i det øverste sedimentlaget (Molversmyr 2010; Nadelyaeva 2018), og dette utgjør mer enn 90 % av fosforet i sedimentet. Dette er svært høye tall, og høyere enn i innsjøer som hittil har vært behandlet med Phoslock (Dr. Said Yasseri, Limnological Solutions International Pty Ltd; pers. medd.).

Det høye fosforinnholdet i sedimentet gjør at doseringen ved en eventuell behandling av Hålandsvatnet vil være høy. Lantan, som er det aktive stoffet i Phoslock, kan potensielt ha negative effekter i miljøet (van Oosterhout *et al.* 2020), og høye doser kan gi økt risiko for skade. Samtidig må doseringen være høy nok til å immobilisere fosforet i sedimentet i tilstrekkelig grad. For forsøkene

ble det derfor som «normal dose» valgt en dosering på 650 g/m<sup>2</sup>, som beregnes å være nødvendig for å kunne binde fosforet i ca. 2,5 cm av det øverste sedimentet. En «høy dose» på 1300 mg/m<sup>2</sup>, tilstrekkelig for å binde fosforet i de øverste ca. 5 cm av sedimentet, ble også benyttet (se tabell 1).

Phoslock kommer som et granulater, som lett dispergerer i vann til sin opprinnelige partikkelstørrelse på 10-50 µm (Nigel Traill, Phoslock Environmental Technologies Ltd; pers. medd.), og danner en finpartikulær slurry. I en reell behandlingssituasjon tilsettes Phoslock via en slik slurry. For tilsetning til sedimentkjernene ble det laget en slurry ved å røre 250 g Phoslock i 1 liter filtrert innsjøvann som utgangspunkt for doseringen.

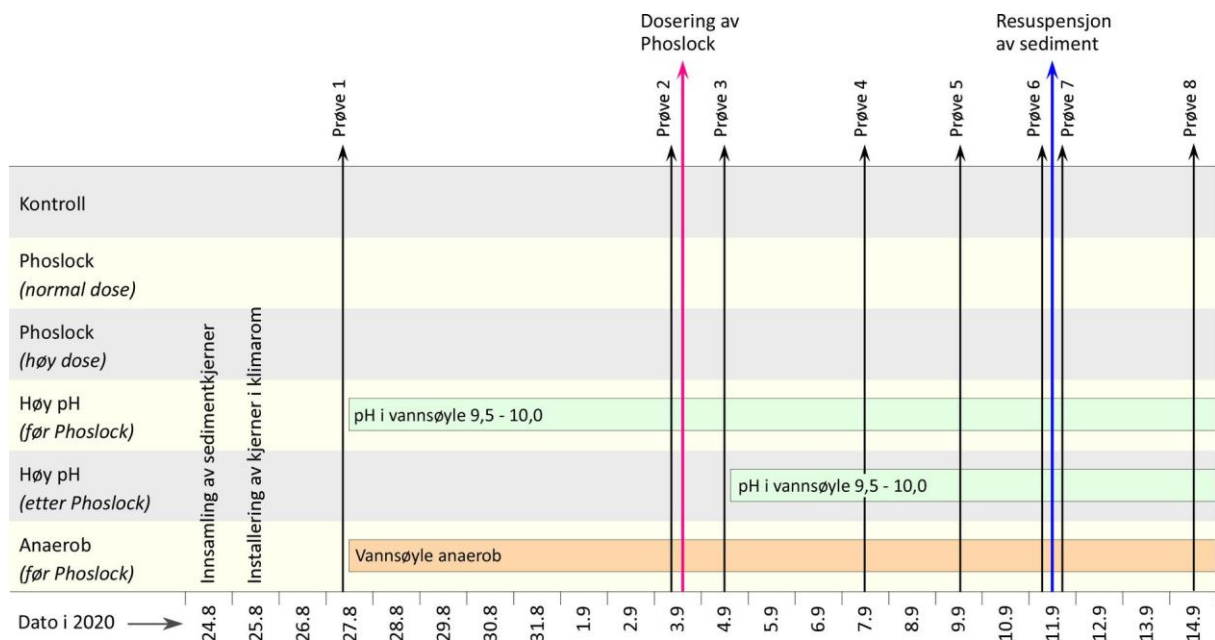
### 2.2.2 Resuspensjon av sediment

Hålandsvatnet er betydelig utsatt for vindpåvirkning, og det må antas at det fra tid til annen vil skje oppvirvling av sediment (resuspensjon) fra større eller mindre områder av sedimentoverflaten som følge av vindpåvirkning og bølgeaktivitet. Laboratorieforsøk med sediment fra Hålandsvatnet har vist at fosfor kan ventes å lekke ut fra resuspendert sediment i slike tilfeller (Molversmyr 2010), og det var derfor av interesse å undersøke om Phoslock som ligger på sedimentoverflaten vil motvirke eventuell utlekking i en situasjon med resuspensjon.

8 dager etter dosering av Phoslock ble det øverste sedimentlaget i kjernene resuspendert ved at rørehastigheten i kjernen ble økt forsiktig inntil en så at sedimentoverflaten ble lett resuspendert. Røring ble deretter tilbakelestilt til opprinnelig hastighet (som ikke forstyrret sedimentoverflaten), og forsøkene ble fortsatt. Den umiddelbare effekten ble undersøkt ved at prøvetaking ble foretatt rett før sedimentet ble resuspendert, og igjen ca. en halv time etter.

### 2.2.3 Tidslinje

En tidslinje for forsøkene, med angivelse av tidspunkt for igangsetting av behandlinger og uttak av prøver er vist i figur 3.



Figur 3. Skisse som viser tidslinjen i forsøkene, med igangsetting av behandlinger og uttak av prøver.

### 2.2.4 Uttak av prøver

Prøver for analyse av fosfat, nitrat og lantan ble tatt ut fra vannsøylen i kjernene etter et skjema som vist i tabell 2. For tidspunkt for uttak av de ulike prøvene vises til tidslinjen i figur 3.

Tabell 2. Uttak av vannprøver fra kjernene. P = fosfat, N = nitrat, La = lantan.

| Behandling              | Prøvetaking nr. |          |          |      |      |          |          |      |
|-------------------------|-----------------|----------|----------|------|------|----------|----------|------|
|                         | 1               | 2        | 3        | 4    | 5    | 6        | 7        | 8    |
| Kontroll                | P, N            | P, N, La | P, N     | P, N | P, N | P, N     | P, N, La | P, N |
| Phoslock – normal dose  |                 | P, N     | P, N, La | P, N | P, N | P, N, La | P, N, La | P, N |
| Phoslock – høy dose     |                 | P, N     | P, N, La | P, N | P, N | P, N, La | P, N, La | P, N |
| Høy pH – før Phoslock   |                 | P, N     | P, N, La | P, N | P, N | P, N, La | P, N, La | P, N |
| Høy pH – etter Phoslock |                 | P, N     | P, N, La | P, N | P, N | P, N, La | P, N, La | P, N |
| Anaerob (før Phoslock)  | P, N            | P, N     | P, N, La | P, N | P, N | P, N, La | P, N, La | P, N |

Prøver ble tatt ut ved hjelp av sprøyte, direkte fra vannsøylen i kjernene. Uttatt vannvolum ble erstattet med filtrert innsjøvann. For kjerner hvor vannsøylen var gjort anaerob ble lokk åpnet, og vannsøylen forsiktig omrørt før prøvetaking. Her ble uttatt vann erstattet med filtrert innsjøvann som på forhånd var boblet med N<sub>2</sub>-gass og gjort anaerobt.

Uttatt vann ble filtrert gjennom 0,45 µm membranfilter (Sarstedt Filtrapur S 0.45 sprøytefilter) direkte i forhåndsmerkede prøvebeholdere. Prøver til analyse av fosfat og nitrat ble konserverte ved frysing, mens prøver til analyse av lantan ble konserverte med suprapur HNO<sub>3</sub> (0,1 ml til 10 ml prøve).

I tillegg til prøvene tatt under forsøket (tabell 2) ble det tatt prøver av innsjøvannet for å bestemme alkalitet og innhold av løst organisk karbon. Dette er parametere som er nyttige for å tolke resultater fra forsøkene, og som en trenger ved planlegging av behandling av en innsjø med Phoslock.

### 2.3 Metoder for kjemiske analyser, og målinger utført under forsøket

Temperatur, pH og oksygen ble målt direkte i vannet i kjernene. For pH-målinger ble en Aqua-Medic pH elektrode koblet til et Seven Compact Mettler Toledo pH-meter benyttet. Oksygen ble målt med en optisk oksygensensor (Presens, Tyskland).

Følgende metoder ble benyttet for de kjemiske analysene:

#### Fosfat:

Metode basert på NS-EN ISO 15681-2:2004 [Vannundersøkelse - Bestemmelse av ortofosfat og totalt fosforinnhold ved automatisert analyse (FIA og CFA) - Del 2: Kontinuerlig gjennomstrømning (CFA) (ISO 15681:2003)].

#### Nitrat:

Metode utført etter NS-EN ISO 10304-1:2009 [Vannundersøkelse - Bestemmelse av oppløste anioner med væskekromatografi - Del 1: Bestemmelse av bromid, klorid, fluorid, nitrat, nitritt, fosfat og sulfat (ISO 10304-1:2007)].

#### Lantan:

Utført på ICP-MS, etter intern metode hos laboratoriet (NILU-U-110).

#### Løst organisk karbon:

Metode utført etter NS-EN 1484:1997 [Vannundersøkelse - Retningslinjer for bestemmelse av totalt organisk karbon (TOC) og løst organisk karbon (DOC)].

#### Alkalitet:

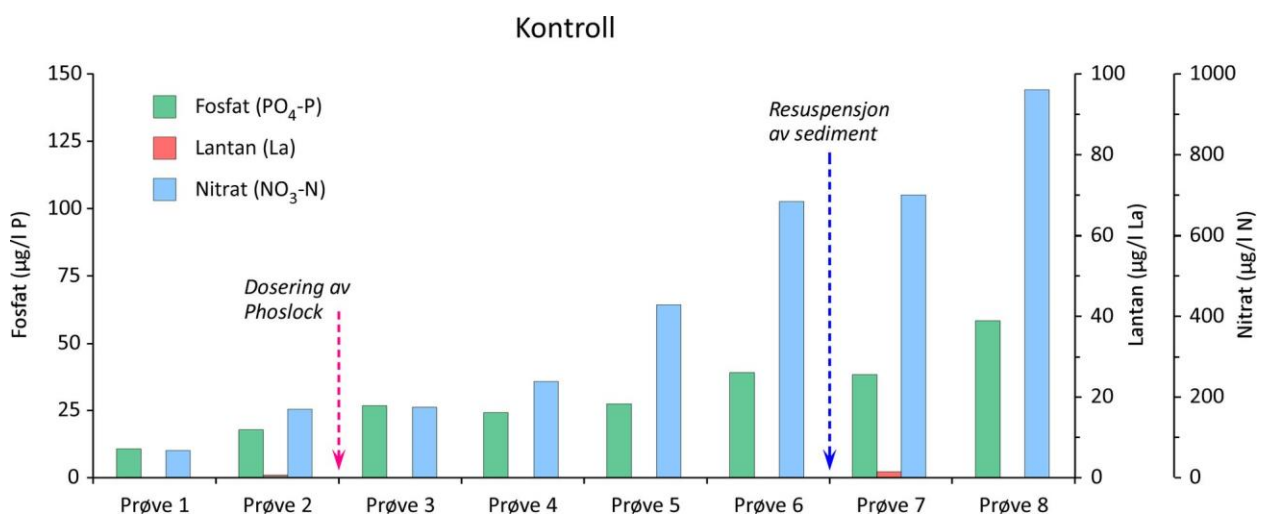
Metode basert på NS 4754:1981 [Vannundersøkelse - Alkalitet - Potensiometrisk metode].

### 3 RESULTATER OG DISKUSJON

Prøvene tatt av innsjøvannet for analyse av alkalitet og organisk karbon viser at Hålandsvatnet har relativt «bløtt» vann, med en alkalitet på ca. 1 mmol/l ( $0,95 \pm 0,085$ ) og relativt lavt innhold av løst organisk karbon på 5,3 mg/l ( $\pm 0,80$ ).

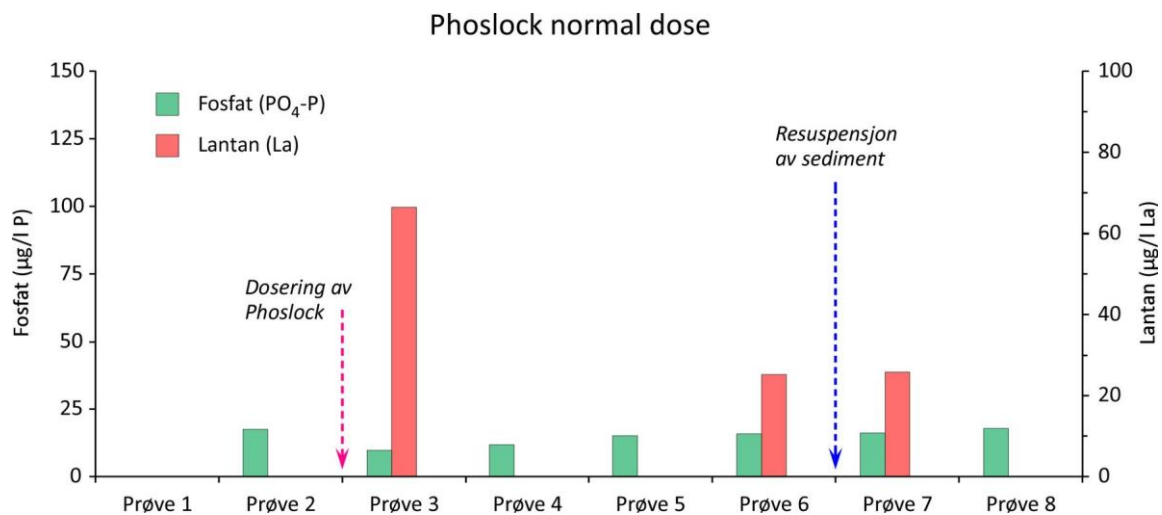
Målinger av temperatur pH og oksygen i vannet i kjernene viste at temperaturen holdt seg stabilt ved 16 °C ( $16,0 \pm 0,2$  °C) gjennom forsøkene. I ubehandlede kjerner var pH om lag 8,0 ( $\pm 0,2$ ) og oksygeninnholdet holdt rundt 90-95 % av metning. I kjernene som ble holdt ved høy pH, var pH i gjennomsnitt 9,68 ( $\pm 0,3$ ) i behandlingsperioden.

Figurene 4 – 9 viser resultatene for fosfat, nitrat og lantan som ble analysert i prøvene fra forsøkene (se figur 3 og tabell 2 for tidslinje for prøveuttak og for analyser som ble utført på prøvene). I kontrollene økte innholdet av både fosfat (om lag en femdobling) og nitrat (mer enn en tidobling) i løpet av forsøksperioden på 18 døgn (figur 4). Dette er ventelig resultatet av prosesser der organisk materiale akkumulert på sedimentoverflaten og i overliggende vann brytes ned, og frigjør næringsstoffene til vannet. Nitrogenforbindelser blir (under aerobe forhold som i kontrollene) ved bakteriell nitrifisering gjort om til nitrat. Det kommenteres at det var betydelige mengder nylig sedimentert materiale samlet på og nær sedimentoverflaten da kjernene ble hentet inn, som gjenspeiler den store biomassen av cyanobakterier (*Planktothrix*) i Hålandsvatnet gjennom sommeren. Mye organisk materiale vil stimulere nedbrytningen, og økningen (frigjøringen) av næringsstoffer antas å reflektere dette. Det må nevnes at målte nitratkonsentrasjoner i de tre replikate kontrollkjernene var relativt ulike (datavedlegg), men alle viste lignende utvikling gjennom forsøket. Ulikhetene kan skyldes ulik mengde av organisk materiale på og nær sedimentoverflaten i de tre kjernene, og i figur 4 har vi valgt å fremstille gjennomsnittet for de tre replikatene slik som for de ulike behandlingene.

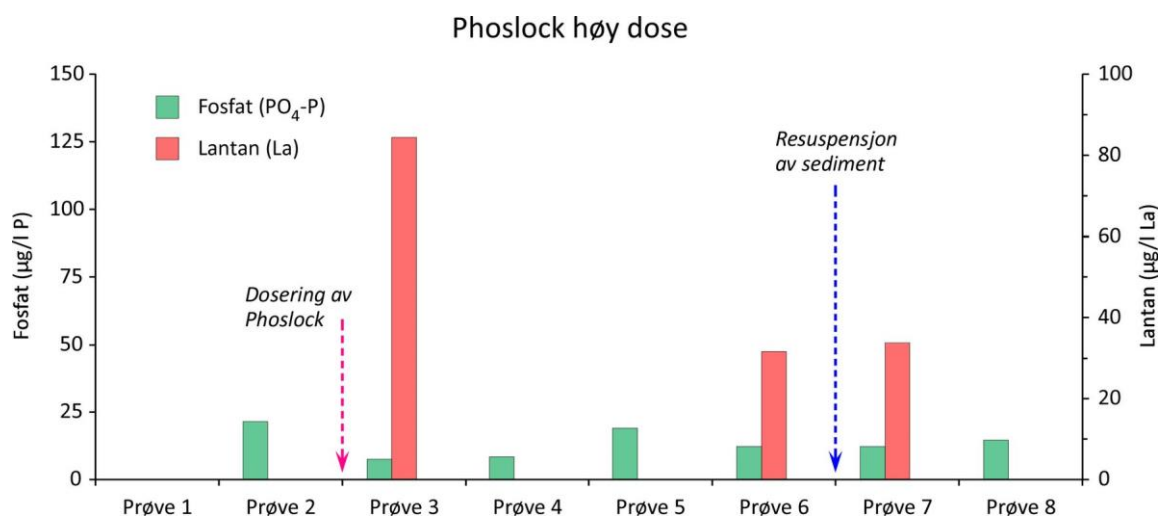


Figur 4. Resultater for behandling 1: kontroll (gjennomsnitt for 3 replikater).  
Se figur 3 for tidslinje.

Begge behandlingene med Phoslock alene (figur 5 og 6) viste at fosfor blir bundet og holdt tilbake. Her ble det målt lave fosforverdier (om lag 10-15 µg/l P) gjennom hele forsøksperioden, uten noen økning slik en observerte i kontrollkjernene. Det må likevel kommenteres at fosfatet tilsynelatende ikke ble fjernet helt, og at de kunne måles fosfatrester i alle prøvene. Men det er ikke sikkert at dette fosfatet ville være algetilgjengelig, og det vises videre til omtale av resultater for målinger av lantan nedenfor.



Figur 5. Resultater for behandling 2: Phoslock normal dose (gjennomsnitt for 3 replikater).  
Se figur 3 for tidslinje.



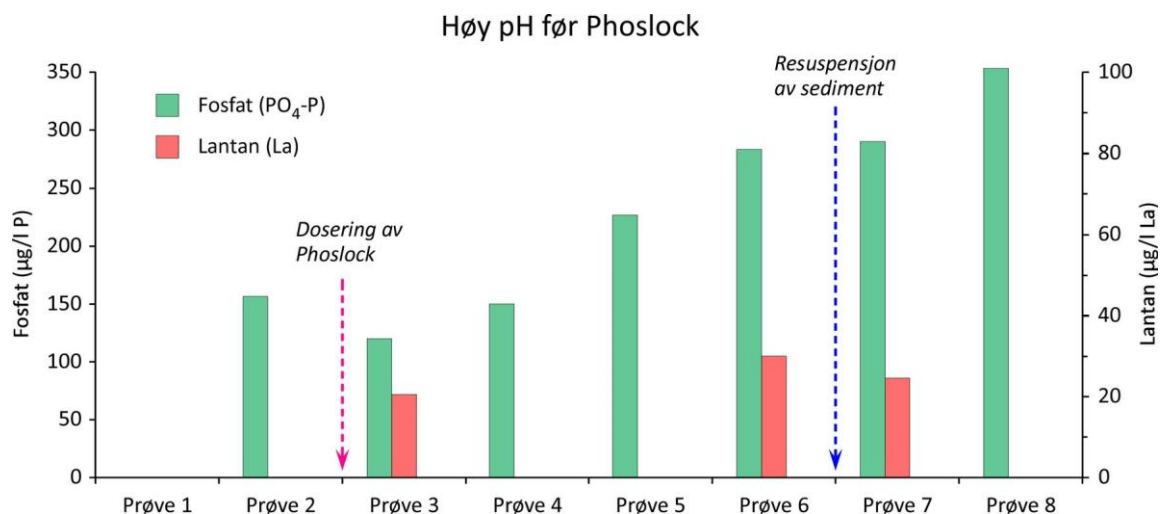
Figur 6. Resultater for behandling 3: Phoslock høy dose (gjennomsnitt for 3 replikater).  
Se figur 3 for tidslinje.

I Hålandsvatnet er utlekking av fosfor fra sedimentet under perioder med høy pH i vannet antatt å være av stor betydning (Molversmyr 2010). Høy pH følger av at planteplanktonet (algene) vokser raskt. CO<sub>2</sub> i vannet forbrukes av algene, og når dette skjer raskt vil mengden av frie hydroksylioner (OH<sup>-</sup>) øke (og kan måles som økt pH). I Hålandsvatnet øker gjerne pH til mellom 9,5 og 10,0 i perioder med kraftig algevekst om sommeren (Molversmyr *et al.* 2020). Hydroksylioner vil da bytte plass med fosfationer som er knyttet til jern i sedimentet (Søndergaard *et al.* 2003), og fosfat frigjøres dermed til vannsøylen, hvor det kan danne grunnlag for mer algevekst. Hvordan Phoslock ville fungere under slike forhold i Hålandsvatnet var særlig interessant å belyse.

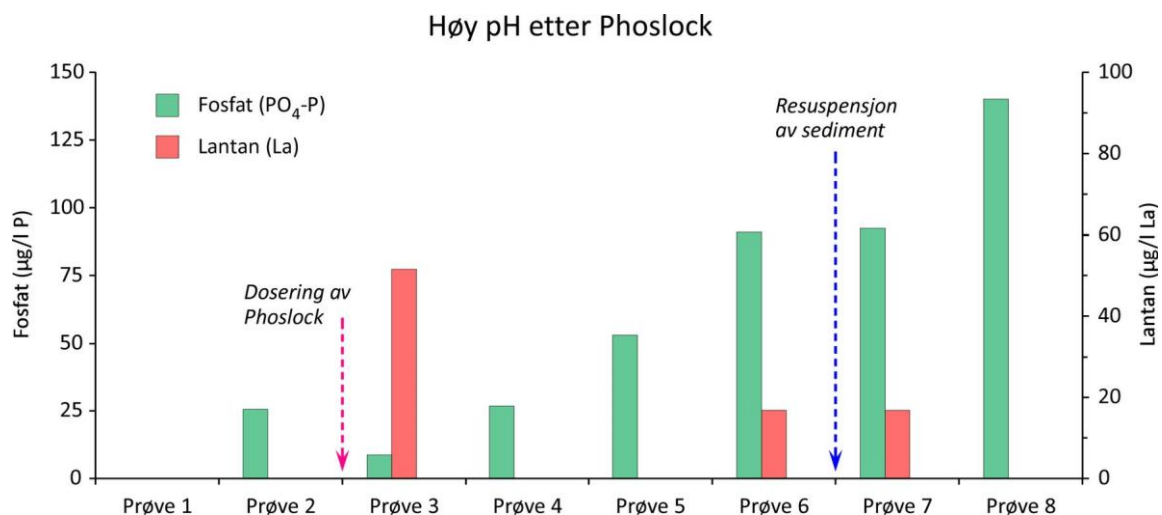
Behandlingene med høy pH indikerer at Phoslock har liten effekt under forhold hvor pH i vannet er høy. I kjernene som hadde høy pH i én uke før Phoslock ble dosert (figur 7) var fosfatinnholdet høyt ved doseringen, men sank bare lite i løpet av døgnet etter dosering. Deretter steg fosfatinnholdet i vannet jevnt gjennom resten av forsøksperioden. I behandlingen der pH ble økt etter at Phoslock var

tilsatt (figur 8; Phoslock tilsatt etter uttak av prøve 3) var det også økende fosfatinnhold gjennom resten av forsøksperioden.

Produsenten av Phoslock oppgir at fosforbindingen er mest effektiv i pH-området 5 – 9, men at binding også skjer utenfor dette pH-området. Men mindre effektivt hvis f.eks. konkurrerende hydroksylioner eller humusstoffer er til stede i større mengder, selv om binding til Phoslock vil skje over tid (Phoslock Environmental Technologies 2020). Resultatene fra denne undersøkelsen indikerer at Phoslock ikke vil binde fosfor effektivt i Hålandsvatnet under forhold hvor pH i vannet er høy (på nivå som ofte opptrer i her), i hvert fall i et kort tidsperspektiv. Det betyr at en eventuell behandling bør skje på en tid av året da algeveksten er lav og pH i «normalt» område (som her vil si pH 7,5 – 8,0). Hvis Phoslock da begrenser tilgangen på fosfor for algene (som forsøkene indikerer vil være tilfellet), er sannsynligheten stor for at det ikke vil oppstå høy algevekst og høy pH etterpå heller. Det er også produsentens anbefaling at behandling skjer om vinteren eller våren, før algeveksten tiltar.



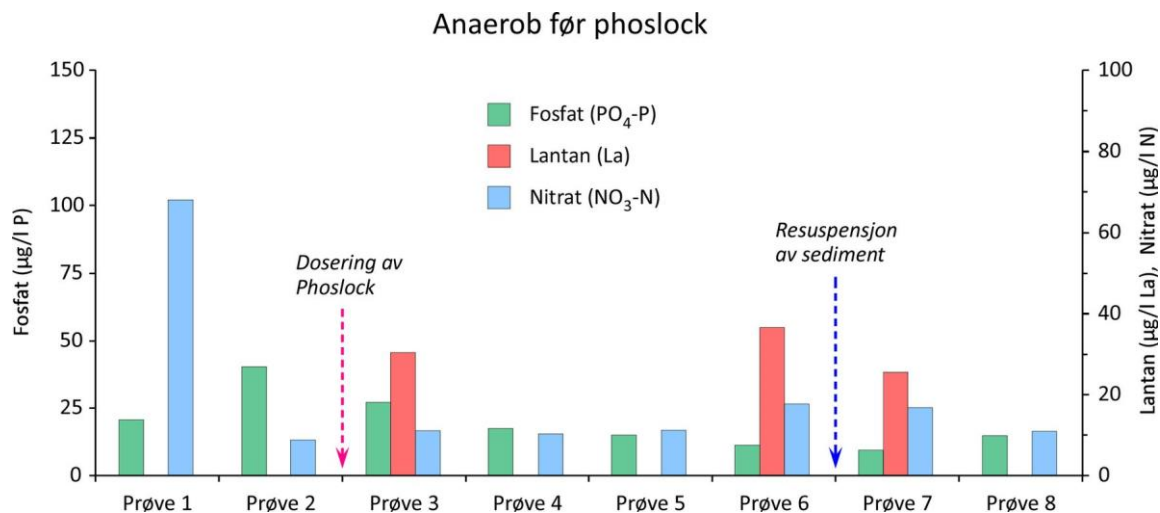
Figur 7. Resultater for behandling 4: høy pH før Phoslock (gjennomsnitt for 3 replikater).  
NB: annen skala på akse for fosfat. Se figur 3 for tidslinje.



Figur 8. Resultater for behandling 5: høy pH etter Phoslock (gjennomsnitt for 3 replikater).  
Se figur 3 for tidslinje.

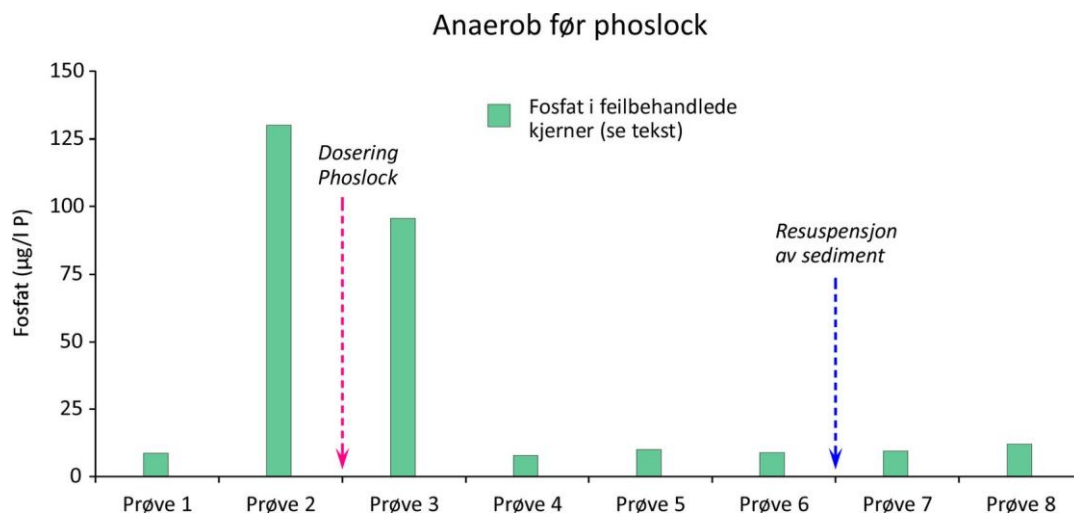
Behandlingen der oksygenet i vannsøylen i kjerner ble fjernet og vannet gjort anaerobt var ment for å kartlegge effekt av Phoslock i anaerobt bunnvann, der fosfor normalt vil lekke ut fra sedimentet. Resultatene (figur 9) viser at fosfatinnholdet i vannet økte noe fra før vannet ble gjort anaerobt (prøve 1) og gjennom uken frem til prøven tatt like før Phoslock ble dosert (prøve 2). En ser også at nitratinnholdet ble redusert vesentlig (til ca. 10 µg/l N) i samme periode. Dette skjer fordi nitrat-reducerende bakterier dominerer nedbrytningsprosessene når det blir anaerobt, så lenge det er tilstrekkelig nitrat til stede. Når nitraten er redusert tar andre bakterietyper over (sulfatreduserende), og først da vil fosfat lekke ut fra sedimentet i vesentlig grad.

Siden nitratinnholdet i vannet i utgangspunktet var lavt (< 100 µg/l N) vil en anta at det tok relativt kort tid før det var redusert til nivået som ble målt i prøve 2, og da var det litt uventet at fosfatinnholdet ikke var økt mer når prøve 2 ble tatt. Men fosfatinnholdet ville antakelig vært vesentlig høyere dersom perioden mellom prøve 1 og 2 var et par dager lengre. Uansett viser resultatene at fosfatinnholdet etter dosering av Phoslock ble holdt på et lavt nivå, tilsvarende det en målte i kjernene som kun ble behandlet med samme dose Phoslock (figur 5). Resultatene indikerer dermed at Phoslock effektivt kan holde tilbake fosfat som vil lekke ut fra sedimentet i anaerobt bunnvann i Hålandsvatnet.



Figur 9. Resultater for behandling 6: anaerob (før Phoslock; gjennomsnitt for 3 replikater).  
Se figur 3 for tidslinje.

Tilfeldighetene gjør at vi har data som støtter denne vurderingen. Den 31.08.2020 var det for to av de anaerobe kjernene behov for å etterfylle anaerobt vann, men det ble ved en feiltakelse etterfylt med kalibreringsløsning for oksygenmåleren. Disse to kjernene ble erstattet med to nye som var holdt i reserve, og som da fikk startet og gjennomført anaerob behandling slik som opprinnelig planlagt (men med en ukes tidsforskyving). Det er resultatene for de to sistnevnte, samt den opprinnelige kjernen som ikke ble feilbehandlet, som er gjengitt i figur 9. De to kjernene som ble feilbehandlet ble fortsatt gjennom forsøket slik som de andre kjernene, med uttak av prøver. Kalibreringsløsningen som ble tilsatt disse to feilhandlede kjernene inneholder fosfat, og analysene viser at det var høyt fosfatinnhold i prøve 2, noe redusert i prøve 3, og redusert til nivået for de andre kjernene fra prøvetaking 4 og ut forsøket. Dette er vist i figur 10, hvor gjennomsnittet for fosformålingene i de to feilhandlede kjernene er fremstilt. Resultatet indikerer at Phoslock fjerner fosfatet som ble tilsatt, som støtter antakelsen om at Phoslock vil binde fosfat effektivt også i anaerobt bunnvann.



Figur 10. Resultater for fosfat i anaerobe kjerner som ble feilbehandlet; se tekst. Se figur 3 for tidslinje.

Ikke i noen av behandlingene var det målbar effekt av resuspensjon av sedimentoverflaten som ble utført mellom prøvetaking 6 og 7, og fosfatinnholdet i kjernene økte ikke som følge av dette. Heller ikke i kontrollene der Phoslock ikke var tilført, kunne en se merkbar effekt. Her var imidlertid fosfatinnholdet på dette tidspunktet økt en del (antakelig som følge av mineralisering: se ovenfor), og innholdet av fosfat i løsning kan ha vært høyt nok til å hindre at fosfat ble frigjort fra suspendert sediment. Resultater fra tidligere utførte resuspensjonsforsøk med sediment fra Hålandsvatnet kan støtte denne antakelsen (Molversmyr 2010). Det er selvsagt også uklart i hvor stor grad den utførte resuspensjonen kan sammenlignes med resuspensjon som skjer i innsjøen under vindepisoder. Forsøkene gir ikke entydig svar på hvilken effekt Phoslock vil ha med tanke på å hindre fosforutlekking forårsaket av resuspendert sediment i en reell situasjon i Hålandsvatnet.

Målinger av lantan (La) viste at det var svært lavt innhold i vannet i kontrollkjernene (figur 4). I alle behandlingene med Phoslock ble det derimot påvist lantan dagen etter doseringen (prøve 3). Nivåene varierte mellom ca. 20 og 85 µg/l, og høyest konsentrasjon ble målt i behandlingen med høy dose Phoslock (figur 6). Mengden var redusert noe ved målinger 8 dager etter dosering av Phoslock (prøve 6), da konsentrasjonene varierte mellom ca. 15 og 35 µg/l. I litteraturen finnes eksempler fra Nederland hvor det er funnet lantaninnhold på samme størrelsesnivå i innsjøer etter behandling med Phoslock (van Oosterhout *et al.* 2020). Mengdene som ble påvist i forsøket fra Hålandsvatnet (som i Nederland) er 3-6 ganger høyere enn det som i Nederland er fastsatt som «Maximum Permissible Concentrations (MPC)» på 10,1 µg/l filtrerbart lantan (Sneller *et al.* 2000). På norsk kan dette oversettes til «maksimum tillatte konsentrasjon» (i Norge er det ikke fastsatt slik grense for lantan).

Lantan er den aktive komponenten i Phoslock, og er et metall som antas å kunne gi negative effekter i miljøet (Sneller *et al.* 2000; Herrmann *et al.* 2016; van Oosterhout *et al.* 2020), og det er særlig i løst ioneform ( $\text{La}^{3+}$ ) at lantan er forbundet med risiko. Forsøkene viser at det måles forøyede mengder lantan i vannet i minst en uke etter dosering, i prøver filtrert gjennom filter med porestørrelse 0,45 µm. Normalt oppfattes det som passerer gjennom et slikt filter som løst fraksjon, men lantan danner lett forbindelser (kolloider) med ulike stoffer i vannet som vil passere gjennom filteret. Det som måles som filtrerbart lantan trenger derfor ikke være aktivt og tilgjengelig i vannfasen. Spears *et al.* (2013) antar at konsentrasjonen av fritt lantan ( $\text{La}^{3+}$ ) er svært lav i innsjøer som har moderat eller høyere alkalitet, som de angir som  $> 0,8$  mEq/l. Hålandsvatnet har rundt 1 mmol/l (= 1 mEq/l), og tilhører denne gruppen innsjøer. Reitzel *et al.* (2017) konkluderte etter laboratorieforsøk med at forhøyet konsentrasjon av fritt lantan etter behandling med Phoslock bare forventes å opptre i innsjøer med bløtt vann (lav alkalitet) og høyt innhold av humusstoffer (løst organisk karbon). Hålandsvatnet har som nevnt moderat alkalitet og også moderat innhold av løst organisk karbon (rundt 5 mg/l), og forhøyet konsentrasjon av fritt lantan er neppe forventet etter en behandling.



Innholdet av filtrerbart lantan som ble målt i kjernene antas derfor i stor grad å være knyttet til løste organiske forbindelser. Det er også grunn til å anta at mye av fosfatet som ble målt i kjernene etter Phoslock-behandlingen er bundet til organiske lantankomplekser, og derfor ikke nødvendigvis ville være tilgjengelig for algevekst. Høyt innhold av løste organiske forbindelser kan også redusere evnen Phoslock har til å binde fosfat. Lürling *et al.* (2014) viste dette i laboratorieforsøk, også i noen grad ved konsentrasjoner av løst organisk karbon som en har i Hålandsvatnet. Men betydningen av dette antas imidlertid å være liten her.

Forsøkene viste at mengden filtrerbart lantan i vannet ble redusert noe i løpet av forsøksperioden. Andre undersøkelser har vist at en finner igjen lantan i vannsøylen i lang tid etter behandling av innsjøer. Spears *et al.* (2013) rapporterer f.eks. at lantan i 16 Phoslock-behandlede innsjøer kunne finnes igjen i vannsøylen i opptil 12 måneder etter behandling, og lengst tid i bunnvann. I en innsjø i Nederland som ble behandlet i 2008, rapporterer van Oosterhout *et al.* (2020) at det tok 75 dager før innholdet av filtrerbart lantan var lavere enn den nederlandske grenseverdien (MCP), og at en i de 10 påfølgende årene kunne måle forhøyede konsentrasjoner i forhold til de som var før behandlingen. Dette tilskrives sedimentasjon og resuspensjon, og kolloider med organiske forbindelser (se ovenfor) må ventes å kunne gjenfinnes i vannsøylen og være særlig utsatt for resuspensjon.

Lantaninnholdet som er påvist i innsjøer som er behandlet med Phoslock er generelt lavere enn det som vil gi akutt giftvirkning på organismer i innsjøene, og det er ikke indikasjon på at det har gitt negative langtidseffekter selv om både dyreplankton, fisk og bunndyr er vist å bli påvirket i kortere perioder etter en behandling (Copetti *et al.* 2016). I vann med lav alkalitet er det imidlertid funnet gifteffekter på både fisk og krepsdyr, som antas å skyldes påvirkning fra lantan (sitert av Herrmann *et al.* 2016), men Hålandsvatnet er som nevnt ovenfor ikke blant denne typen innsjøer.

Phoslock vil sedimentere og legge seg på sedimentoverflaten, som er intensjonen for å kunne hindre utlekking av fosfor fra sedimentene. Det er naturlig nok sedimentlevende organismer som da er mest utsatt for påvirkning. Van Oosterhout *et al.* (2020) fant lantan akkumulert i både vannplanter (makrofytter) og bunnlevende fjærmygglarver (Chironomider) i en innsjø etter behandling, og også vannlopper (*Daphnia*; Yang *et al.* 1999) og fisk (bl.a. regnbueørret; Landman *et al.* 2007) er vist å kunne akkumulere lantan etter en slik behandling. Selv om dette ikke har gitt direkte effekt på organismene, så vil det være veier for spredning gjennom næringskjeden. Men bruk av Phoslock for innsjørestaurering anses ikke å gi risiko for skade på mennesker, f.eks. ved konsum av fisk fra slike lokaliteter (Behets *et al.* 2020).

#### 4 OPPSUMMERING OG KONKLUSJONER

Det må fremheves at laboratorieforsøkene som er utført bare kan gi en pekepinn om hvordan Phoslock vil fungere i Hålandsvatnet og hvilke effekter en behandling med Phoslock vil ha der. Selv om det er vann og sediment fra Hålandsvatnet som er testet, vil kjerneforsøkene representere et avgrenset, statisk miljø som er forskjellig fra de faktiske forholdene i innsjøen.

Men resultatene indikerer at Phoslock vil ha god effekt i Hålandsvatnet under forhold med «normal» pH i overflatevannet, men også under anaerobe forhold som kan opptre i bunnvannet. I slike situasjoner viser forsøkene at Phoslock binder fosfor, og hindrer dette å lekke ut fra sedimentene. Ved høy pH er derimot effekten av Phoslock svært liten, og dette gjelder både hvis pH er høy før tilsetning av Phoslock og hvis pH økes etter tilsetning. I begge tilfeller viser forsøkene at fosfor vil lekke ut fra sedimentene. Det betyr at behandling med Phoslock må unngås når algeveksten (og pH i vannet) er høy. Dette er i samsvar med produsentens anbefaling om at behandling skjer om vinteren eller våren, og hvis Phoslock da begrenser tilgangen på fosfor for algene (som forsøkene indikerer vil være tilfellet) er sannsynligheten stor for at det ikke vil oppstå høy algevekst og høy pH etterpå.

Det var ingen målbar effekt av resuspensjon av sedimentoverflaten som ble utført i kjernene, men forsøkene gir ikke entydig svar på hvilken effekt Phoslock vil ha med tanke på å hindre fosforutlekking forårsaket av resuspendert sediment i en reell situasjon i Hålandsvatnet.

Lantan, som er den aktive komponenten i Phoslock, vil kunne gi negative effekter i miljøet, først og fremst som giftvirkning av lantan på løst ioneform ( $\text{La}^{3+}$ ). Men forhøyet konsentrasjon av fritt lantan etter behandling med Phoslock forventes bare å opptre i sure innsjøer eller i innsjøer med bløtt vann (lav alkalitet) og høyt innhold av humusstoffer (løst organisk karbon). Det er liten risiko for at dette skal skje i Hålandsvatnet med tanke på vannkvaliteten der (pH, alkalitet, løst organisk karbon).

I forsøkene ble det målt opp til 85  $\mu\text{g/l}$  filtrerbart lantan i vannet dagen etter tilsetning av Phoslock, og denne mengden ble redusert noe i løpet av forsøksperioden. Lantanet som måles på denne måten antas i stor grad å være knyttet til løste organiske forbindelser. Dette er lignende konsentrasjoner som er påvist i vannet i flere innsjøer som er behandlet med Phoslock, der det også er vist at lantan kan påvises i lang tid etterpå (opptil flere år). Det er ikke indikasjon på at det har gitt negative langtidseffekter.

Det er imidlertid funnet at lantan akkumuleres i både planter og dyr. Mest utsatt er bunnlevende organismer på sedimenter der Phoslock har sedimentert, men det er også funnet akkumulert lantan i organismer som lever i vannsøylen. Selv om dette ikke har gitt direkte effekt på organismene, vil lantan kunne spres gjennom næringskjeden på denne måten. Dessuten finnes lite kunnskap om hvilke effekter Phoslock kan ha på mikrobielle prosesser i sedimentet og overliggende vann. Disse forholdene bør vurderes nøye før en eventuell behandling iverksettes.

Bruk av Phoslock for innsjørestauring anses imidlertid ikke å gi risiko for skade på mennesker, f.eks. ved konsum av fisk fra behandlede lokaliteter.

## 5 REFERANSER

- Behets Ge.J., K.V. Mubiana, L. Lamberts, K. Finsterle, N. Traill, R. Blust & P.C. D'Haese, 2020. Use of lanthanum for water treatment A matter of concern? *Chemosphere* 239: 124780.
- Copetti, D., K. Finsterle, L. Marzali, F. Stefani, G. Tartari, G. Douglas, K. Reitzel, B.M. Spears, I.J. Winfield, G. Crosa, P. D'Haese, S. Yasserli & M. Lüring, 2016. Eutrophication management in surface waters using lanthanum modified bentonite: A review. *Water Research* 97: 162 – 174.
- Herrmann H., J. Nolde, S. Berger & S. Heise, 2016. Aquatic ecotoxicity of lanthanum – A review and an attempt to derive water and sediment quality criteria. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 124: 213-238.
- Landman, M.J., J. Brijs, C.N. Glover & N. Ling, 2007. Lake Okareka and Tikitapu Fish Health Monitoring 2007. *Scion Report prepared for Environment Bay of Plenty, New Zealand*.
- Lüring M., G. Waajen & F. van Oosterhout, 2014. Humic substances interfere with phosphate removal by lanthanum modified clay in controlling eutrophication. *Water Research* 54: 78-88.
- Molversmyr, Å., 2010. Undersøkelser av sedimentene i Hålandsvatnet. *International Research Institute of Stavanger, rapport IRIS - 2010/114*.
- Molversmyr, Å., 2019. Innsjøinterne tiltak i Hålandsvatnet – vurdering av muligheter og effekter. *NORCE Norwegian Research Centre AS, rapport 021-2019*.
- Molversmyr, Å., S.-E. Gabrielsen, C. Postler, S.W. Hereid & K.Ø. Våge, 2020. Overvåking av innsjøer og elver i Jæren vannområde 2019. *NORCE Norwegian Research Centre AS, rapport Miljø 3-2020*.
- Nadelyaeva, Y., 2018. Implication of forms and distribution of phosphorous in sediments of three Stavanger lakes and ponds of constructed wetland on the potential for sedimentary phosphorous release and future eutrophication. *University of Stavanger, Master's Thesis, Spring semester 2018*.
- Phoslock Environmental Technologies, 2020. Phoslock – an overview. *Informasjonsbrosjyre (lastet ned 06.11.2020): <https://irp-cdn.multiscreensite.com/5eb23149/files/uploaded/Phoslock%20-%20an%20Overview%20%20FINAL.pdf>*.
- Reitzel K., K.A. Balslev & H.S. Jensen, 2017. The influence of lake water alkalinity and humic substances on particle dispersion and lanthanum desorption from a lanthanum modified bentonite. *Water Research* 125: 191-200.
- Sneller, F.E.C., D.F. Kalf, L. Weltje, & A.P. van Wezel, 2000. Maximum permissible concentrations and negligible concentrations for rare earth elements (REEs). *National Institute for Public Health and the Environment, RIVM report 601501011*.
- Spears B.M., M. Lüring, S. Yasserli, A.T. Castro-Castellon, M. Gibbs, S. Meis, C. McDonald, J. McIntosh, D. Sleep & F. van Oosterhout, 2013. Lake responses following lanthanum-modified bentonite clay (Phoslock®) application: An analysis of water column lanthanum data from 16 case study lakes. *Water Research* 47: 5930-5942.
- Søndergaard, M., J.P. Jensen & E. Jeppesen, 2003. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. *Hydrobiologia* 506-509: 135-145.
- van Oosterhout, F, G. Waajen, S. Yasserli, M.M. Marinho, N.P. Noyma, M. Mucci, G. Douglas & Miquel Lüring, 2020. Lanthanum in water, sediment, macrophytes and chironomid larvae following application of lanthanum modified bentonite to lake Rauwbraken (The Netherlands). *Science of the Total Environment* 706: 135188.
- Yang, X., D. Yin, H. Sun, X. Wang, L. Dai, Y. Chen & M. Cao, 1999. Distribution and bioavailability of rare earth elements in aquatic microcosm. *Chemosphere* 39: 2443–2450.



---

---

## VEDLEGG

---

|   |    |
|---|----|
| Analuseresultater .....                   | 19 |
| Målinger i og oppfølging av kjerner ..... | 20 |



## Analyseresultater

| Behandling               | Prøve nr. | Dato       | Fosfat (µg/l P) |     |     | Nitrat (µg/l N) |     |     | Lantan (µg/l La) |      |
|--------------------------|-----------|------------|-----------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|------------------|------|
|                          |           |            | A               | B   | C   | A               | B   | C   | A                | B    |
| Kontroll                 | 1         | 27.08.2020 | 18              | 7   | 6,6 | 63              | 87  | 50  |                  |      |
| Kontroll                 | 2         | 03.09.2020 | 16              | 20  | 17  | 210             | 210 | 87  | 0,07             | 0,07 |
| Kontroll                 | 3         | 04.09.2020 | 19              | 34  | 27  | 200             | 230 | 91  |                  |      |
| Kontroll                 | 4         | 07.09.2020 | 29              | 20  | 23  | 470             | 180 | 64  |                  |      |
| Kontroll                 | 5         | 09.09.2020 | 28              | 30  | 24  | 1000            | 200 | 85  |                  |      |
| Kontroll                 | 6         | 11.09.2020 | 37              | 41  | 39  | 1600            | 290 | 160 |                  |      |
| Kontroll                 | 7         | 11.09.2020 | 36              | 41  | 38  | 1700            | 240 | 160 | 1,55             | 1,22 |
| Kontroll                 | 8         | 14.09.2020 | 59              | 63  | 53  | 1500            | 860 | 520 |                  |      |
| Phoslock – normal dose   | 1         | 27.08.2020 |                 |     |     |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – normal dose   | 2         | 03.09.2020 | 26              | 18  | 8   |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – normal dose   | 3         | 04.09.2020 | 13              | 8,5 | 7,3 |                 |     |     | 50,6             | 82,3 |
| Phoslock – normal dose   | 4         | 07.09.2020 | 11              | 13  | 11  |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – normal dose   | 5         | 09.09.2020 | 15              | 12  | 18  |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – normal dose   | 6         | 11.09.2020 | 13              | 15  | 19  |                 |     |     | 23,2             | 27,1 |
| Phoslock – normal dose   | 7         | 11.09.2020 | 13              | 15  | 20  |                 |     |     | 26,3             | 25,2 |
| Phoslock – normal dose   | 8         | 14.09.2020 | 14              | 16  | 23  |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – høy dose      | 1         | 27.08.2020 |                 |     |     |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – høy dose      | 2         | 03.09.2020 | 10              | 30  | 24  |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – høy dose      | 3         | 04.09.2020 | 7,8             | 7   | 7,3 |                 |     |     | 87,9             | 80,8 |
| Phoslock – høy dose      | 4         | 07.09.2020 | 8,2             | 7,4 | 9,1 |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – høy dose      | 5         | 09.09.2020 | 31              | 9,6 | 16  |                 |     |     |                  |      |
| Phoslock – høy dose      | 6         | 11.09.2020 | 12              | 9,2 | 15  |                 |     |     | 35,3             | 27,9 |
| Phoslock – høy dose      | 7         | 11.09.2020 | 13              | 9,1 | 14  |                 |     |     | 33,8             | 33,7 |
| Phoslock – høy dose      | 8         | 14.09.2020 | 14              | 9,5 | 20  |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – før Phoslock    | 1         | 27.08.2020 |                 |     |     |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – før Phoslock    | 2         | 03.09.2020 | 180             | 170 | 120 |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – før Phoslock    | 3         | 04.09.2020 | 140             | 130 | 90  |                 |     |     | 20,1             | 20,8 |
| Høy pH – før Phoslock    | 4         | 07.09.2020 | 240             | 110 | 100 |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – før Phoslock    | 5         | 09.09.2020 | 320             | 240 | 120 |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – før Phoslock    | 6         | 11.09.2020 | 390             | 310 | 150 |                 |     |     | 28,5             | 31,5 |
| Høy pH – før Phoslock    | 7         | 11.09.2020 | 410             | 310 | 150 |                 |     |     | 24               | 25,1 |
| Høy pH – før Phoslock    | 8         | 14.09.2020 | 490             | 370 | 200 |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – etter Phoslock  | 1         | 27.08.2020 |                 |     |     |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – etter Phoslock  | 2         | 03.09.2020 | 8,2             | 49  | 19  |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – etter Phoslock  | 3         | 04.09.2020 | 6,5             | 11  | 8,2 |                 |     |     | 56,2             | 46,8 |
| Høy pH – etter Phoslock  | 4         | 07.09.2020 | 28              | 23  | 29  |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – etter Phoslock  | 5         | 09.09.2020 | 64              | 43  | 52  |                 |     |     |                  |      |
| Høy pH – etter Phoslock  | 6         | 11.09.2020 | 130             | 66  | 77  |                 |     |     | 17,5             | 15,9 |
| Høy pH – etter Phoslock  | 7         | 11.09.2020 | 130             | 68  | 79  |                 |     |     | 18,6             | 14,8 |
| Høy pH – etter Phoslock  | 8         | 14.09.2020 | 210             | 110 | 100 |                 |     |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 1         | 27.08.2020 |                 | 6,4 |     |                 | 84  |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 2         | 03.09.2020 |                 | 41  |     |                 | 8,6 |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 3         | 04.09.2020 |                 | 35  |     |                 | 11  |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 4         | 07.09.2020 |                 | 8,1 |     |                 | 11  |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 5         | 09.09.2020 |                 | 8,7 |     |                 | 17  |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 6         | 11.09.2020 |                 | 9,4 |     |                 | 36  |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 7         | 11.09.2020 |                 | 8,1 |     |                 | 19  |     |                  |      |
| Anaerob (før Phoslock)   | 8         | 14.09.2020 |                 | 13  |     |                 | 17  |     |                  |      |
| Anaerob (nye kjerner)    | 1         | 03.09.2020 | 7,3             |     | 48  |                 |     | 52  |                  |      |
| Anaerob (nye kjerner)    | 2         | 10.09.2020 | 26              |     | 54  | 8,1             |     | 9,4 |                  |      |
| Anaerob (nye kjerner)    | 3         | 11.09.2020 | 24              |     | 22  | 11              |     | 11  | 46,2             | 14,6 |
| Anaerob (nye kjerner)    | 4         | 14.09.2020 | 20              |     | 24  | 11              |     | 8,8 |                  |      |
| Anaerob (nye kjerner)    | 5         | 16.09.2020 | 15              |     | 21  | 8,3             |     | 8,1 |                  |      |
| Anaerob (nye kjerner)    | 6         | 18.09.2020 | 12              |     | 12  | 7,5             |     | 9,3 | 25,3             | 47,9 |
| Anaerob (nye kjerner)    | 7         | 18.09.2020 | 11              |     | 8,6 | 12              |     | 19  | 17,6             | 33,5 |
| Anaerob (nye kjerner)    | 8         | 21.09.2020 | 18              |     | 13  | 7,5             |     | 8,1 |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 1         | 27.08.2020 | 9,8             |     | 7,4 | 100             |     | 170 |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 2         | 03.09.2020 | 130             |     |     | 6,1             | 8,6 |     |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 3         | 04.09.2020 | 140             |     | 51  | 12              | 11  | 6,5 |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 4         | 07.09.2020 | 6,7             |     | 8,6 | 8,4             | 11  | 9,8 |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 5         | 09.09.2020 | 9,9             |     |     | 7,9             | 17  |     |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 6         | 11.09.2020 | 8,2             |     | 9,3 | 12              | 36  | 11  |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 7         | 11.09.2020 | 7,8             |     | 11  | 16              | 19  | 11  |                  |      |
| Anaerob (feilbehandling) | 8         | 14.09.2020 | 13              |     | 11  | 9,5             | 17  | 10  |                  |      |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 1

Spec.: Control - A

| Date       | Time  | Temp (°C) | O <sub>2</sub><br>(µmol/l) | pH before | NaOH added<br>(ml) | pH<br>after | Samples<br>taken (ml) | Volume<br>added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|----------------------------|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 276,6                      | 7,93      |                    |             | 20                    |                      | Sampling 1   |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,1      | 288,2                      | 7,96      |                    |             |                       |                      |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,0      | 287,3                      | 8,02      |                    |             |                       |                      |  |
| 30.08.2020 | 08:30 | 16,1      | 289,9                      | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 08:11 | 16,0      | 286,5                      | 7,99      |                    |             |                       | 41                   | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:48 |           |                            |           |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 15:33 | 15,9      | 282,5                      | 7,90      |                    |             |                       |                      |  |
| 01.09.2020 | 10:35 | 15,9      | 289,6                      | 8,07      |                    |             |                       |                      |  |
| 02.09.2020 | 08:18 | 16,1      | 292,1                      | 8,09      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 09:02 | 16,0      | 283,0                      | 8,08      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 13:08 |           |                            |           |                    |             | 55                    |                      | Sampling 2   |
| 03.09.2020 |       |           |                            |           |                    |             |                       | 55                   |  |
| 04.09.2020 | 08:07 | 16,2      | 288,2                      | 8,05      |                    |             |                       |                      |  |
| 04.09.2020 | 15:28 | 16,1      | 286,4                      | 8,01      |                    |             | 20                    |                      | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 11:54 | 16,0      | 278,9                      | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 06.09.2020 | 11:58 | 16,0      | 282,8                      | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 07.09.2020 | 14:00 | 16,0      | 286,8                      | 7,98      |                    |             | 21                    | 71                   | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 09:53 |           | 281,7                      | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 08:38 | 16,0      | 282,9                      | 8,00      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 15:36 | 16,0      | 284,9                      | 8,01      |                    |             | 46                    | 46                   | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:25 | 16,0      | 285,1                      | 7,90      |                    |             |                       |                      |  |
| 11.09.2020 | 14:13 | 15,9      | 283,8                      | 7,87      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:43 |           | 283,6                      | 7,90      |                    |             | 31                    |                      | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:30 | 16,0      | 283,0                      | 7,90      |                    |             |                       | 52 + 60              |  |
| 13.09.2020 | 11:16 | 16,0      | 279,7                      | 7,97      |                    |             |                       |                      |  |
| 14.09.2020 | 13:14 | 16,1      | 293,5                      | 8,06      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 8   |



## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 2

Spec.: Control - B

| Date       | Time  | Temp (°C) | O <sub>2</sub><br>(µmol/l) | pH before | NaOH added<br>(ml) | pH after | Samples<br>taken (ml) | Volume<br>added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|----------------------------|-----------|--------------------|----------|-----------------------|----------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 275,9                      | 7,76      |                    |          | 20                    |                      | Sampling 1   |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,0      | 287,5                      | 8,02      |                    |          |                       |                      |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 285,5                      | 8,04      |                    |          |                       |                      |  |
| 30.08.2020 | 08:32 | 15,9      | 286,8                      | 7,98      |                    |          |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 08:13 | 15,9      | 286,7                      | 8,01      |                    |          |                       | 36                   | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:49 |           |                            |           |                    |          |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 15:34 | 15,9      | 283,5                      | 7,90      |                    |          |                       |                      |  |
| 01.09.2020 | 10:36 | 15,9      | 288,5                      | 8,02      |                    |          |                       |                      |  |
| 02.09.2020 | 08:19 | 16,0      | 291,8                      | 8,05      |                    |          |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 09:04 | 16,0      | 288,5                      | 8,10      |                    |          |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 13:10 |           |                            |           |                    |          | 55                    |                      | Sampling 2   |
| 03.09.2020 |       |           |                            |           |                    |          |                       | 55                   |  |
| 04.09.2020 | 08:09 | 16,1      | 286,6                      | 8,04      |                    |          |                       |                      |  |
| 04.09.2020 | 15:30 | 16,1      | 287,2                      | 8,05      |                    |          | 20                    |                      | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 11:58 | 16,0      | 285,7                      | 8,10      |                    |          |                       |                      |  |
| 06.09.2020 | 12:00 | 16,0      | 288,8                      | 8,14      |                    |          |                       |                      |  |
| 07.09.2020 | 14:03 | 16,0      | 289,6                      | 8,11      |                    |          | 21                    | 71                   | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 09:55 |           | 288,3                      | 8,11      |                    |          |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 08:41 | 16,1      | 286,2                      | 8,10      |                    |          |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 15:43 | 16,0      | 290,0                      | 8,14      |                    |          | 46                    | 46                   | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:28 | 16,0      | 290,3                      | 8,08      |                    |          |                       |                      |  |
| 11.09.2020 | 14:16 | 15,9      | 285,7                      | 7,97      |                    |          | 21                    |                      | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:46 |           | 278,9                      | 7,91      |                    |          | 31                    |                      | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:31 | 16,0      | 283,6                      | 7,90      |                    |          |                       | 52 + 60              |  |
| 13.09.2020 | 11:17 | 15,9      | 282,6                      | 8,01      |                    |          |                       |                      |  |
| 14.09.2020 | 13:16 | 16,1      | 292,4                      | 8,02      |                    |          | 21                    |                      | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 3

Spec.: Control - C

| Date       | Time  | Temp (°C) | O <sub>2</sub><br>(µmol/l) | pH before | NaOH added<br>(ml) | pH<br>after | Samples<br>taken (ml) | Volume<br>added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|----------------------------|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 281,3                      | 7,92      |                    |             | 20                    |                      | Sampling 1   |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,1      | 285,3                      | 7,93      |                    |             |                       |                      |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,1      | 274,7                      | 7,59      |                    |             |                       |                      | Fooling is appearing   |
| 30.08.2020 | 08:34 | 15,9      | 282,6                      | 7,94      |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 08:15 | 15,9      | 285,0                      | 7,96      |                    |             |                       | 20                   | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:50 |           |                            |           |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 15:37 | 15,9      | 288,4                      | 7,90      |                    |             |                       |                      |  |
| 01.09.2020 | 10:37 | 15,9      | 291,7                      | 8,05      |                    |             |                       |                      |  |
| 02.09.2020 | 08:20 | 15,9      | 289,1                      | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 09:05 | 16,0      | 288,4                      | 8,05      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 13:12 |           |                            |           |                    |             | 55                    |                      | Sampling 2   |
| 03.09.2020 |       |           |                            |           |                    |             |                       | 55                   |  |
| 04.09.2020 | 08:10 | 16,1      | 287,5                      | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 04.09.2020 | 15:31 | 16,1      | 284,6                      | 8,01      |                    |             | 20                    |                      | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 11:59 | 16,1      | 287,7                      | 8,10      |                    |             |                       |                      |  |
| 06.09.2020 | 12:02 | 16,1      | 289,1                      | 8,11      |                    |             |                       |                      |  |
| 07.09.2020 | 14:05 | 15,9      | 289,9                      | 8,07      |                    |             | 21                    | 31                   | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 09:57 |           | 289,4                      | 8,10      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 08:44 | 16,1      | 286,5                      | 8,08      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 15:46 | 16,2      | 288,8                      | 8,09      |                    |             | 46                    | 46                   | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:41 | 16,1      | 291,1                      | 8,08      |                    |             |                       |                      |  |
| 11.09.2020 | 14:18 | 16,1      | 285,4                      | 7,99      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:48 |           | 270,5                      | 7,85      |                    |             | 31                    |                      | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:32 | 16,0      | 282,5                      | 8,03      |                    |             |                       | 52 + 60              |  |
| 13.09.2020 | 11:18 | 16,0      | 284,8                      | 8,00      |                    |             |                       |                      |  |
| 14.09.2020 | 13:18 | 16,1      | 288,9                      | 7,97      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 4

Spec.: Phoslock Normal - A

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2<br>(µmol/l) | pH before | NaOH added<br>(ml) | pH<br>after | Samples<br>taken (ml) | Volume<br>added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|----------------|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 281,6          | 7,90      |                    |             |                       |                      |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,0      | 285,6          | 7,99      |                    |             |                       |                      |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 286,0          | 7,91      |                    |             |                       |                      |  |
| 30.08.2020 | 08:36 | 16,1      | 285,4          | 7,93      |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 08:16 | 15,9      | 288,6          | 7,95      |                    |             |                       | 29                   | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:52 |           |                |           |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 15:38 | 15,9      | 290,0          | 7,91      |                    |             |                       |                      |  |
| 01.09.2020 | 10:42 | 15,9      | 292,0          | 7,99      |                    |             |                       |                      |  |
| 02.09.2020 | 08:21 | 16,0      | 290,4          | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 09:07 | 16,0      | 287,7          | 7,97      |                    |             |                       |                      | Foiling appears  |
| 03.09.2020 | 13:14 |           |                |           |                    |             | 45                    |                      | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:20 |           |                |           |                    |             |                       | 15+45                | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:12 | 16,1      | 288,0          | 8,03      |                    |             |                       |                      |  |
| 04.09.2020 | 15:33 | 16,1      | 287,0          | 8,00      |                    |             | 30                    |                      | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 12:00 | 16,1      | 286,9          | 8,05      |                    |             |                       |                      |  |
| 06.09.2020 | 12:04 | 16,1      | 288,3          | 8,03      |                    |             |                       |                      |  |
| 07.09.2020 | 14:08 | 15,9      | 288,8          | 8,00      |                    |             | 21                    | 61                   | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 09:59 |           | 288,9          | 8,02      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 08:46 | 16,2      | 286,7          | 8,03      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 15:57 | 16,1      | 288,1          | 7,98      |                    |             | 46                    | 46                   | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:43 | 16,0      | 291,0          | 8,03      |                    |             |                       |                      |  |
| 11.09.2020 | 14:21 | 16,0      | 286,3          | 7,90      |                    |             | 32                    |                      | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:52 |           | 285,9          | 7,82      |                    |             | 31                    |                      | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:34 | 16,1      | 285,9          | 7,95      |                    |             |                       | 63 + 50              |  |
| 13.09.2020 | 11:20 | 16,1      | 287,6          | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 14.09.2020 | 13:20 | 16,1      | 291,8          | 7,99      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 5

Spec.: Phoslock Normal - B

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 281,9       | 7,88      |                 |          |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 280,7       | 8,00      |                 |          |                    |                   | Pb with air supply => exchanger with air supply nb 23 => ok.   |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 280,2       | 7,91      |                 |          |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 08:38 | 16,0      | 280,7       | 7,88      |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 08:17 | 15,9      | 284,2       | 7,85      |                 |          |                    | 97                | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:54 |           |             |           |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 15:39 | 15,8      | 285,5       | 7,80      |                 |          |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 10:43 | 15,9      | 287,8       | 7,86      |                 |          |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 08:24 | 15,9      | 282,6       | 7,85      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 09:09 | 15,9      | 281,6       | 7,86      |                 |          | 45                 |                   | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 13:16 |           |             |           |                 |          |                    | 15+45             | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 03.09.2020 | 19:21 |           |             |           |                 |          |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 08:13 | 16,1      | 278,3       | 7,86      |                 |          |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 15:34 | 16,1      | 282,1       | 7,87      |                 |          | 30                 |                   | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 12:01 | 16,1      | 281,1       | 7,90      |                 |          |                    |                   |  |
| 06.09.2020 | 12:05 | 16,0      | 285,5       | 7,92      |                 |          |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 14:10 | 15,9      | 286,1       | 7,94      |                 |          | 21                 | 161               | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 10:00 |           | 288,5       | 8,01      |                 |          |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 08:48 | 16,1      | 287,4       | 8,04      |                 |          |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 15:59 | 16,2      | 287,9       | 8,00      |                 |          | 46                 | 46                | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:46 | 16,1      | 290,4       | 8,04      |                 |          |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 14:24 | 16,1      | 286,8       | 7,98      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:55 |           | 268,0       | 7,84      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:35 | 15,9      | 272,2       | 7,84      |                 |          |                    | 63 + 50           |  |
| 13.09.2020 | 11:22 | 16,1      | 286,3       | 7,98      |                 |          |                    |                   |  |
| 14.09.2020 | 13:22 | 16,1      | 288,2       | 7,91      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 6

Spec.: Phoslock Normal - C

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2<br>(µmol/l) | pH before | NaOH added<br>(ml) | pH<br>after | Samples<br>taken (ml) | Volume<br>added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|----------------|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 284,4          | 7,76      |                    |             |                       |                      |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 283,2          | 7,97      |                    |             |                       |                      |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 283,5          | 7,90      |                    |             |                       |                      |  |
| 30.08.2020 | 08:40 | 15,9      | 287,3          | 8,02      |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 08:19 | 15,9      | 286,8          | 8,02      |                    |             |                       | 90                   | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:55 |           |                |           |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 15:42 | 15,8      | 285,8          | 7,89      |                    |             |                       |                      |  |
| 01.09.2020 | 10:45 | 15,8      | 290,1          | 8,08      |                    |             |                       |                      |  |
| 02.09.2020 | 08:26 | 15,9      | 288,1          | 7,87      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 09:11 | 15,9      | 284,3          | 7,95      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 13:18 |           |                |           |                    |             | 45                    |                      | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:22 |           |                |           |                    |             |                       | 15+45                | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:15 | 16,1      | 282,9          | 7,95      |                    |             |                       |                      |  |
| 04.09.2020 | 15:37 | 16,1      | 283,8          | 7,97      |                    |             | 30                    |                      | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 12:03 | 16,0      | 283,3          | 8,01      |                    |             |                       |                      |  |
| 06.09.2020 | 12:08 | 16,0      | 286,6          | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 07.09.2020 | 14:12 | 15,9      | 289,9          | 8,04      |                    |             | 21                    | 96                   | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 10:02 |           | 290,0          | 8,09      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 08:50 | 16,1      | 287,8          | 8,09      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 16:02 | 16,1      | 288,5          | 8,06      |                    |             | 46                    | 46                   | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:47 | 15,9      | 290,5          | 8,06      |                    |             |                       |                      |  |
| 11.09.2020 | 14:27 | 15,9      | 287,3          | 8,03      |                    |             | 32                    |                      | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:58 |           | 277,8          | 7,90      |                    |             | 31                    |                      | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:36 | 16,0      | 283,1          | 8,11      |                    |             |                       | 63 + 50              |  |
| 13.09.2020 | 11:24 | 16,1      | 289,9          | 8,14      |                    |             |                       |                      |  |
| 14.09.2020 | 13:24 | 16,2      | 281,5          | 7,98      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 7

Spec.: Phoslock High - A

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 283,3       | 7,72      |                 |          |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,1      | 288,2       | 8,03      |                 |          |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,0      | 287,1       | 8,04      |                 |          |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 08:41 | 16,0      | 290,6       | 8,07      |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 08:21 | 15,9      | 291,4       | 8,07      |                 |          |                    | 40                | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:56 |           |             |           |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 15:45 | 15,9      | 286,3       | 7,94      |                 |          |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 10:46 | 15,9      | 284,7       | 8,00      |                 |          |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 08:29 | 16,0      | 288,7       | 8,01      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 09:14 | 15,9      | 285,0       | 8,05      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 13:20 |           |             |           |                 |          | 45                 |                   | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:24 |           |             |           |                 |          |                    | 30+45             | Phoslock High dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:25 | 16,2      | 267,0       | 7,92      |                 |          |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 15:48 | 16,1      | 252,0       | 7,86      |                 |          | 30                 |                   | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 12:06 | 16,1      | 233,6       | 7,76      |                 |          |                    |                   | Air supply adjusted  |
| 06.09.2020 | 12:10 | 16,1      | 235,0       | 7,68      |                 |          |                    |                   | Air bubbling adjusted  |
| 07.09.2020 | 14:15 | 16,1      | 228,9       | 7,68      |                 |          | 21                 | 61                | Sampling 4. Air bubbling rearranged  |
| 08.09.2020 | 10:06 |           | 289,0       | 8,15      |                 |          |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 08:52 | 16,0      | 287,2       | 8,12      |                 |          |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 16:06 | 16,0      | 288,8       | 8,15      |                 |          | 46                 | 46                | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:49 | 15,9      | 290,5       | 8,09      |                 |          |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 14:31 | 15,9      | 287,3       | 8,05      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:02 |           | 285,2       | 7,98      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 7 - Difficult to filter   |
| 12.09.2020 | 15:39 | 16,0      | 286,6       | 8,10      |                 |          |                    | 63 + 50           |  |
| 13.09.2020 | 11:26 | 15,9      | 288,4       | 8,17      |                 |          |                    |                   |  |
| 14.09.2020 | 13:26 | 16,1      | 291,2       | 8,06      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 8

Spec.: Phoslock High - B

| Date       | Time  | Temp (°C) | O <sub>2</sub><br>(µmol/l) | pH before | NaOH added<br>(ml) | pH<br>after | Samples<br>taken (ml) | Volume<br>added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|----------------------------|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 288,4                      | 7,65      |                    |             |                       |                      |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 287,1                      | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 286,3                      | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 30.08.2020 | 08:43 | 15,9      | 288,6                      | 8,07      |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 08:24 | 15,9      | 290,1                      | 7,96      |                    |             |                       | 20                   | Lake water   |
| 31.08.2020 | 13:58 |           |                            |           |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 15:49 | 15,8      | 290,0                      | 7,83      |                    |             |                       |                      |  |
| 01.09.2020 | 10:47 | 15,8      | 288,4                      | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 02.09.2020 | 08:33 | 15,9      | 291,6                      | 7,89      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 09:17 | 15,9      | 287,9                      | 7,94      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 13:22 |           |                            |           |                    |             | 45                    |                      | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:26 |           |                            |           |                    |             |                       | 30+45                | Phoslock High dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:27 | 16,0      | 284,0                      | 7,99      |                    |             |                       |                      |  |
| 04.09.2020 | 15:51 | 16,0      | 285,8                      | 7,96      |                    |             | 30                    |                      | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 12:08 | 16,0      | 279,8                      | 7,97      |                    |             |                       |                      |  |
| 06.09.2020 | 12:13 | 16,0      | 288,2                      | 7,95      |                    |             |                       |                      |  |
| 07.09.2020 | 14:21 | 15,9      | 288,4                      | 7,94      |                    |             | 21                    | 61                   | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 10:08 |           | 289,2                      | 8,08      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 08:54 | 16,0      | 287,4                      | 8,04      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 16:13 | 16,1      | 288,8                      | 8,02      |                    |             | 46                    | 46                   | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:51 | 15,9      | 291,2                      | 8,07      |                    |             |                       |                      |  |
| 11.09.2020 | 14:34 | 16,0      | 287,6                      | 7,97      |                    |             | 32                    |                      | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:05 |           | 281,1                      | 7,89      |                    |             | 31                    |                      | Sampling 7 - Difficult to filter   |
| 12.09.2020 | 15:41 | 16,1      | 287,2                      | 8,00      |                    |             |                       | 63 + 50              |  |
| 13.09.2020 | 11:28 | 16,0      | 288,8                      | 8,06      |                    |             |                       |                      |  |
| 14.09.2020 | 13:28 | 16,1      | 293,1                      | 8,05      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 9

Spec.: Phoslock High - C

| Date       | Time  | Temp (°C) | O <sub>2</sub><br>(µmol/l) | pH before | NaOH added<br>(ml) | pH<br>after | Samples<br>taken (ml) | Volume<br>added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|----------------------------|-----------|--------------------|-------------|-----------------------|----------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 280,0                      | 7,71      |                    |             |                       |                      |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,1      | 283,9                      | 7,96      |                    |             |                       |                      |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,0      | 288,2                      | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 30.08.2020 | 08:44 | 15,9      | 285,0                      | 7,86      |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 08:26 | 15,9      | 285,5                      | 7,83      |                    |             |                       | 132                  | Lake water   |
| 31.08.2020 | 14:00 |           |                            |           |                    |             |                       |                      |  |
| 31.08.2020 | 15:50 | 15,9      | 287,9                      | 7,71      |                    |             |                       |                      |  |
| 01.09.2020 | 10:49 | 15,9      | 287,4                      | 7,86      |                    |             |                       |                      |  |
| 02.09.2020 | 08:34 | 16,0      | 288,4                      | 7,80      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 09:19 | 16,0      | 283,8                      | 7,82      |                    |             |                       |                      |  |
| 03.09.2020 | 13:24 |           |                            |           |                    |             | 45                    |                      | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:28 |           |                            |           |                    |             |                       | 30+45                | Phoslock High dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:30 | 16,1      | 285,8                      | 7,99      |                    |             |                       |                      |  |
| 04.09.2020 | 15:56 | 16,1      | 286,4                      | 7,93      |                    |             | 30                    |                      | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 12:10 | 16,0      | 285,0                      | 7,94      |                    |             |                       |                      |  |
| 06.09.2020 | 12:15 | 16,0      | 286,0                      | 7,94      |                    |             |                       |                      |  |
| 07.09.2020 | 14:23 | 15,9      | 287,5                      | 7,93      |                    |             | 21                    | 161                  | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 10:10 |           | 288,5                      | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 08:56 | 16,0      | 287,4                      | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 09.09.2020 | 16:16 | 16,0      | 286,9                      | 7,94      |                    |             | 46                    | 46                   | Sampling 5. Refilled with lake water.  |
| 10.09.2020 | 17:52 | 15,9      | 290,4                      | 7,98      |                    |             |                       |                      |  |
| 11.09.2020 | 14:37 | 16,0      | 285,7                      | 7,89      |                    |             | 32                    |                      | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:07 |           | 282,7                      | 7,81      |                    |             | 31                    |                      | Sampling 7 - Difficult to filter   |
| 12.09.2020 | 15:44 | 16,0      | 286,1                      | 7,96      |                    |             |                       | 63 + 50              |  |
| 13.09.2020 | 11:30 | 16,1      | 288,0                      | 8,01      |                    |             |                       |                      |  |
| 14.09.2020 | 13:30 | 16,1      | 290,9                      | 7,99      |                    |             | 21                    |                      | Sampling 8   |



## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 10

Spec.: High pH1 - A

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 281,0       | 7,69      |                 |          |                    |                   |  |
| 27.08.2020 | 14:45 |           |             | 7,69      | 1,7             | 9,55     |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 07:30 | 16,0      |             | 8,54      | 2               | 9,64     |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 277,4       | 9,40      | 1,25            | 9,85     |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,0      | 280,0       | 9,22      | 1,75            | 9,88     |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 16:00 | 16,0      |             | 9,60      | 0,75            | 9,86     |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 08:54 | 15,8      | 287,6       | 8,55      | 2,5             | 9,64     |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 16:00 | 15,9      |             | 9,29      | 1,5             | 9,67     |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 08:41 |           | 288,4       | 8,74      | 3,25            | 9,75     |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 14:03 |           |             |           |                 |          | 135                | Lake water        |  |
| 31.08.2020 | 15:18 | 16,0      | 291,3       | 9,60      | 1               | 9,75     |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 10:28 | 15,9      | 291,8       | 8,91      | 3,25            | 9,69     |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 16:46 |           |             | 9,57      | 1               | 9,74     |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 08:09 | 16,0      | 288,3       | 9,46      | 1,5             | 9,74     |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 15:30 |           |             | 9,60      | 1,25            | 9,8      |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 08:55 | 15,9      | 283,0       | 9,51      | 1,25            | 9,73     |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 13:36 |           |             |           |                 |          | 20                 | Sampling 2        |  |
| 03.09.2020 | 19:30 |           |             |           |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:34 | 16,0      | 285,0       | 9,37      | 1,5             | 9,62     |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 16:00 | 16,0      | 284,9       | 9,55      | 1,25            | 9,68     | 30                 |                   | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 11:52 | 15,9      | 283,2       | 9,52      | 1,25            | 9,7      |                    |                   |  |
| 06.09.2020 | 11:53 | 15,9      | 282,0       | 9,45      | 1,5             | 9,66     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 09:41 | 15,9      | 284,4       | 9,43      | 1,75            | 9,69     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 14:29 | 15,9      | 285,3       | 9,66      |                 |          | 21                 | 221               | Sampling 4   |
| 07.09.2020 | 15:57 |           |             | 9,59      | 1,75            | 9,8      |                    |                   |  |
| 08.09.2020 | 09:48 |           | 285,5       | 9,65      | 1,5             | 9,8      |                    |                   |  |
| 08.09.2020 | 15:55 |           | 284,0       | 9,76      | 1               | 9,85     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 08:34 | 16,1      | 284,7       | 9,73      | 1               | 9,82     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 16:49 | 16,0      | 283,3       | 9,77      | 1               | 9,81     | 21                 | 21                | Sampling 5. pH readjusted after refilling. Refilled with lake water.   |
| 10.09.2020 | 09:53 | 16,1      | 287,7       | 9,73      | 2               | 9,93     |                    |                   |  |
| 10.09.2020 | 17:30 | 16,0      | 289,4       | 9,87      |                 |          |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 09:27 | 16,0      | 286,1       | 9,76      | 1,75            | 9,92     |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 14:41 | 16,1      | 284,6       | 9,89      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:12 |           | 279,1       | 9,87      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 7 - Difficult to filter   |
| 12.09.2020 | 15:11 | 16,0      | 282,0       | 9,72      | 2               | 9,9      |                    | 63 + 50           |  |
| 13.09.2020 | 11:05 | 16,0      | 285,3       | 9,83      | 1,5             | 9,93     |                    |                   |  |
| 14.09.2020 | 13:33 | 16,1      | 286,8       | 9,85      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 11

Spec.: High pH1 - B

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 283,5       | 7,83      |                 |          |                    |                   |  |
| 27.08.2020 | 14:45 |           |             | 7,83      | 1,7             | 9,54     |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 07:30 | 16,0      |             | 8,44      | 2               | 9,53     |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 280,7       | 9,40      | 1,25            | 9,8      |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 283,6       | 9,17      | 1,75            | 9,82     |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 16:00 | 15,9      |             | 9,59      | 0,75            | 9,81     |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 08:56 | 16,0      | 282,5       | 9,34      | 1,5             | 9,76     |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 16:02 | 15,9      |             | 9,61      | 1               | 9,81     |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 08:38 |           | 286,1       | 9,43      | 1,25            | 9,72     |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 14:05 |           |             |           |                 |          | 32                 | Lake water        |  |
| 31.08.2020 | 15:20 | 15,8      | 284,5       | 9,60      | 1               | 9,81     |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 10:31 | 15,8      | 290,2       | 9,42      | 2,5             | 9,76     |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 16:45 |           |             | 9,65      | 1               | 9,85     |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 08:11 | 16,0      | 287,3       | 9,55      | 1,25            | 9,82     |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 15:31 |           |             | 9,70      | 1               | 9,86     |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 08:56 | 16,0      | 282,8       | 9,59      | 1,25            | 9,82     | 20                 |                   | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 13:38 |           |             |           |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 19:31 |           |             |           |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:36 | 16,1      | 284,3       | 9,43      | 1,5             | 9,72     |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 16:03 | 16,0      | 284,8       | 9,63      | 1               | 9,75     | 30                 |                   | Sampling 3.  |
| 05.09.2020 | 11:50 | 16,0      | 285,5       | 9,58      | 1,25            | 9,74     |                    |                   |  |
| 06.09.2020 | 11:51 | 16,0      | 287,0       | 9,48      | 1,5             | 9,71     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 09:39 | 15,9      | 287,8       | 9,48      | 1,75            | 9,76     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 14:31 | 15,9      | 286,4       | 9,72      |                 |          | 21                 | 61                | Sampling 4   |
| 07.09.2020 | 15:56 |           |             | 9,65      | 1,5             | 9,86     |                    |                   |  |
| 08.09.2020 | 09:46 |           | 287,7       | 9,68      | 1               | 9,8      |                    |                   |  |
| 08.09.2020 | 15:57 |           | 286,4       | 9,74      | 1               | 9,86     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 08:32 | 16,1      | 286,3       | 9,71      | 1               | 9,82     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 16:52 | 16,1      | 286,5       | 9,75      | 1               | 9,83     | 21                 | 21                | Sampling 5. pH readjusted after refilling. Refilled with lake water.   |
| 10.09.2020 | 09:54 | 16,0      | 288,8       | 9,70      | 2               | 9,92     |                    |                   |  |
| 10.09.2020 | 17:31 | 15,9      | 288,8       | 9,87      |                 |          |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 09:28 | 15,9      | 285,3       | 9,73      | 1,75            | 9,91     |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 14:44 | 15,9      | 284,4       | 9,89      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:15 |           | 283,8       | 9,86      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 7 - Difficult to filter   |
| 12.09.2020 | 15:13 | 16,0      | 283,4       | 9,67      | 2               | 9,88     |                    | 63 + 50           |  |
| 13.09.2020 | 11:06 | 16,0      | 285,9       | 9,76      | 2               | 9,93     |                    |                   |  |
| 14.09.2020 | 13:35 | 16,1      | 290,1       | 9,80      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 12

Spec.: High pH1 - C

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml)  | Comments |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|--|----------|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 285,6       | 7,76      |                 |          |                    |  |          |
| 27.08.2020 | 14:45 |           |             | 7,76      | 1,7             | 9,63     |                    |  |          |
| 28.08.2020 | 07:30 | 16,0      |             | 8,63      | 2               | 9,85     |                    |  |          |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 283,8       | 9,66      | 1               | 9,91     |                    |  |          |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 284,8       | 9,32      | 1,5             | 9,87     |                    |  |          |
| 29.08.2020 | 16:00 | 15,8      |             | 9,59      | 0,75            | 9,84     |                    |  |          |
| 30.08.2020 | 08:58 | 15,9      | 285,1       | 9,34      | 1,5             | 9,79     |                    |  |          |
| 30.08.2020 | 16:03 | 15,8      |             | 9,62      | 1               | 9,88     |                    |  |          |
| 31.08.2020 | 08:37 |           | 288,1       | 9,44      | 1,25            | 9,74     |                    |  |          |
| 31.08.2020 | 14:08 |           |             |           |                 |          | 135                | Lake water   |          |
| 31.08.2020 | 15:22 | 15,8      | 287,8       | 9,39      | 1,5             | 9,91     |                    |  |          |
| 01.09.2020 | 10:32 | 15,8      | 291,3       | 9,52      | 1               | 9,71     |                    |  |          |
| 01.09.2020 | 16:44 |           |             | 9,65      | 1               | 9,83     |                    |  |          |
| 02.09.2020 | 08:13 | 15,9      | 289,7       | 9,55      | 1,25            | 9,82     |                    |  |          |
| 02.09.2020 | 15:32 |           |             | 9,70      | 1               | 9,87     |                    |  |          |
| 03.09.2020 | 08:58 | 15,9      | 286,7       | 9,59      | 1,25            | 9,82     | 20                 | Sampling 2   |          |
| 03.09.2020 | 13:40 |           |             |           |                 |          |                    |  |          |
| 03.09.2020 | 19:32 |           |             |           |                 |          | 15+20              | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |          |
| 04.09.2020 | 08:38 | 16,1      | 285,5       | 9,46      | 1,5             | 9,72     |                    |  |          |
| 04.09.2020 | 16:05 | 16,0      | 286,8       | 9,66      | 1               | 9,79     | 30                 | Sampling 3.  |          |
| 05.09.2020 | 11:49 | 15,9      | 285,5       | 9,62      | 1,25            | 9,79     |                    |  |          |
| 06.09.2020 | 11:49 | 15,9      | 287,2       | 9,58      | 1,5             | 9,79     |                    |  |          |
| 07.09.2020 | 09:37 | 15,9      | 288,2       | 9,57      | 1,75            | 9,84     |                    |  |          |
| 07.09.2020 | 14:33 | 15,8      | 287,1       | 9,72      |                 |          | 21                 | Sampling 4   |          |
| 07.09.2020 | 15:55 |           |             | 9,72      | 1               | 9,87     |                    |  |          |
| 08.09.2020 | 09:44 |           | 288,4       | 9,71      | 1               | 9,83     |                    |  |          |
| 08.09.2020 | 15:58 |           | 288,5       | 9,80      | 0,75            | 9,86     |                    |  |          |
| 09.09.2020 | 08:30 | 15,9      | 285,4       | 9,74      | 1               | 9,87     |                    |  |          |
| 09.09.2020 | 16:54 | 16,0      | 288,3       | 9,81      | 0,5             | 9,83     | 21                 | Sampling 5. pH readjusted after refilling. Refilled with lake water.   |          |
| 10.09.2020 | 09:55 | 16,0      | 290,1       | 9,73      | 2               | 9,96     |                    |  |          |
| 10.09.2020 | 17:33 | 16,0      | 290,6       | 9,95      |                 |          |                    |  |          |
| 11.09.2020 | 09:29 | 16,0      | 287,3       | 9,78      | 1,75            | 9,98     |                    |  |          |
| 11.09.2020 | 14:48 | 16,1      | 286,9       | 9,93      |                 |          | 32                 | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |          |
| 11.09.2020 | 17:18 |           | 284,5       | 9,91      |                 |          | 31                 | Sampling 7 - Difficult to filter (sampled alive animal)  |          |
| 12.09.2020 | 15:14 | 15,9      | 284,6       | 9,75      | 2               | 9,95     |                    | 63 + 50  |          |
| 13.09.2020 | 11:07 | 16,0      | 287,3       | 9,83      | 1,5             | 9,98     |                    |  |          |
| 14.09.2020 | 13:37 | 16,1      | 288,6       | 9,85      |                 |          | 21                 | Sampling 8   |          |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 13

Spec.: High pH2 - A

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 284,2       | 7,73      |                 |          |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,1      | 283,0       | 7,91      |                 |          |                    |                   | Building up a lot of foaming   |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,1      | 282,7       | 7,90      |                 |          |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 08:46 | 15,9      | 286,5       | 7,99      |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 08:29 |           | 289,8       | 8,01      |                 |          |                    | 28                | Lake water   |
| 31.08.2020 | 14:10 |           |             |           |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 15:28 | 15,9      | 288,7       | 8,00      |                 |          |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 10:51 | 15,9      | 290,6       | 8,01      |                 |          |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 08:36 | 16,0      | 290,0       | 7,95      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 09:22 | 15,9      | 286,7       | 7,99      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 13:26 |           |             |           |                 |          | 20                 |                   | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:33 |           |             |           |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:19 | 16,1      | 286,9       | 8,10      |                 |          |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 15:39 | 16,1      | 286,3       | 8,09      | 2               | 9,56     | 30                 |                   | High pH adjustment started after sampling 3  |
| 05.09.2020 | 11:48 | 15,9      | 285,4       | 8,37      | 3,5             | 9,84     |                    |                   |  |
| 06.09.2020 | 11:47 | 15,9      | 286,0       | 8,74      | 2,5             | 9,61     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 09:35 | 15,9      | 288,9       | 8,69      | 3               | 9,63     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 14:36 | 15,9      | 289,3       | 9,50      |                 |          | 21                 | 71                | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 09:42 |           | 288,0       | 9,19      | 3,5             | 9,79     |                    |                   |  |
| 08.09.2020 | 16:00 |           | 288,9       | 9,63      | 1,25            | 9,76     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 08:28 | 16,0      | 285,8       | 9,29      | 2,5             | 9,69     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 16:57 | 16,1      | 287,5       | 9,56      | 2               | 9,77     | 21                 | 21                | Sampling 5. pH readjusted after refilling. Refilled with lake water.   |
| 10.09.2020 | 09:57 | 16,0      | 289,8       | 9,51      | 3               | 9,89     |                    |                   |  |
| 10.09.2020 | 17:34 | 16,0      | 290,7       | 9,80      |                 |          |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 09:31 | 16,0      | 286,7       | 9,52      | 3,25            | 9,95     |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 14:52 | 16,0      | 286,2       | 9,82      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:22 |           | 284,7       | 9,77      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:15 | 16,0      | 285,3       | 9,45      | 3,5             | 9,85     |                    | 63 + 50           |  |
| 13.09.2020 | 11:08 | 16,0      | 286,4       | 9,61      | 2               | 9,82     |                    |                   |  |
| 14.09.2020 | 13:40 | 16,1      | 290,4       | 9,50      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 14

Spec.: High pH2 - B

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 284,3       | 7,74      |                 |          |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 277,7       | 7,84      |                 |          |                    |                   | Building up a lot of foaming   |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,0      | 280,6       | 7,82      |                 |          |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 08:48 | 15,9      | 286,1       | 7,95      |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 08:31 |           | 288,0       | 7,95      |                 |          |                    | 165               | Lake water   |
| 31.08.2020 | 14:13 |           |             |           |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 15:29 | 15,9      | 289,6       | 7,92      |                 |          |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 10:52 | 15,9      | 290,7       | 7,97      |                 |          |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 08:36 | 16,1      | 290,4       | 7,95      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 09:24 | 16,0      | 286,3       | 7,99      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 13:28 |           |             |           |                 |          | 20                 |                   | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:34 |           |             |           |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:20 | 16,0      | 286,0       | 8,02      |                 |          |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 15:41 | 16,0      | 285,2       | 8,04      | 2               | 9,73     | 30                 |                   | High pH adjustment started after sampling 3  |
| 05.09.2020 | 11:44 | 15,9      | 282,6       | 9,08      | 1,5             | 9,72     |                    |                   |  |
| 06.09.2020 | 11:45 | 16,0      | 283,4       | 9,00      | 2               | 9,71     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 09:31 | 15,9      | 285,0       | 9,12      | 2               | 9,78     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 14:38 | 15,8      | 286,5       | 9,67      |                 |          | 21                 | 331               | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 09:41 |           | 286,7       | 9,55      | 1,5             | 9,86     |                    |                   |  |
| 08.09.2020 | 16:02 |           | 288,6       | 9,79      | 0,75            | 9,87     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 08:26 | 16,1      | 282,0       | 9,58      | 1,5             | 9,87     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 16:59 | 16,1      | 286,9       | 9,74      | 1               | 9,86     | 21                 | 21                | Sampling 5. pH readjusted after refilling. Refilled with lake water.   |
| 10.09.2020 | 09:58 | 16,0      | 289,8       | 9,63      | 1,5             | 9,88     |                    |                   |  |
| 10.09.2020 | 17:35 | 15,9      | 288,6       | 9,79      |                 |          |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 09:32 | 16,0      | 286,5       | 9,56      | 1,75            | 9,89     |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 14:55 | 16,1      | 284,0       | 9,78      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:25 |           | 282,8       | 9,75      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:16 | 16,0      | 283,3       | 9,45      | 2               | 9,76     |                    | 63 + 50           |  |
| 13.09.2020 | 11:09 | 16,1      | 286,6       | 9,52      | 3               | 9,98     |                    |                   |  |
| 14.09.2020 | 13:42 | 16,1      | 285,6       | 9,69      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

## Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 15

Spec.: High pH2 - C

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 284,4       | 7,76      |                 |          |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,8      | 282,6       | 7,86      |                 |          |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 281,3       | 7,83      |                 |          |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 08:51 | 15,8      | 284,3       | 7,89      |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 08:33 |           | 285,7       | 7,85      |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 14:16 |           |             |           |                 |          | 32                 | Lake water        |  |
| 31.08.2020 | 15:30 | 15,9      | 289,4       | 7,93      |                 |          |                    |                   |  |
| 01.09.2020 | 10:53 | 16,0      | 292,6       | 8,00      |                 |          |                    |                   |  |
| 02.09.2020 | 08:38 | 16,1      | 292,1       | 7,95      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 09:25 | 16,0      | 288,5       | 8,01      |                 |          |                    |                   |  |
| 03.09.2020 | 13:30 |           |             |           |                 |          | 20                 | Sampling 2        |  |
| 03.09.2020 | 19:35 |           |             |           |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with lake water)  |
| 04.09.2020 | 08:22 | 16,0      | 282,8       | 7,93      |                 |          |                    |                   |  |
| 04.09.2020 | 15:42 | 16,1      | 284,9       | 7,95      | 2               | 9,71     | 30                 |                   | High pH adjustment started after sampling 3  |
| 05.09.2020 | 11:42 | 16,0      | 282,1       | 9,30      | 1,5             | 9,85     |                    |                   |  |
| 06.09.2020 | 11:43 | 16,0      | 281,5       | 9,40      | 1,5             | 9,9      |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 09:29 | 15,9      | 284,2       | 9,51      | 15              | 9,94     |                    |                   |  |
| 07.09.2020 | 14:40 | 15,9      | 283,1       | 9,88      |                 |          | 21                 | 71                | Sampling 4   |
| 08.09.2020 | 09:39 |           | 283,2       | 9,56      | 1,5             | 9,95     |                    |                   | Air supply realusted   |
| 08.09.2020 | 16:04 |           | 283,4       | 9,87      | 0               |          |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 08:24 | 16,1      | 281,9       | 9,66      | 1,25            | 9,93     |                    |                   |  |
| 09.09.2020 | 17:01 | 16,0      | 286,8       | 9,76      | 1               | 9,86     | 21                 | 21                | Sampling 5. pH readjusted after refilling. Refilled with lake water.   |
| 10.09.2020 | 10:00 | 16,1      | 289,3       | 9,63      | 1,5             | 9,94     |                    |                   |  |
| 10.09.2020 | 17:36 | 15,9      | 288,3       | 9,86      |                 |          |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 09:34 | 16,1      | 283,6       | 9,64      | 1,5             | 9,88     |                    |                   |  |
| 11.09.2020 | 14:58 | 16,1      | 285,6       | 9,82      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 17:28 |           | 272,7       | 9,81      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 7   |
| 12.09.2020 | 15:18 | 15,9      | 283,6       | 9,51      | 2               | 9,89     |                    | 63                |  |
| 13.09.2020 | 11:10 | 16,1      | 289,2       | 9,66      | 1,75            | 9,95     |                    |                   |  |
| 14.09.2020 | 13:44 | 16,2      | 291,9       | 9,65      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 16

Spec.: Anaerobic - A

Kjerne feilbehandlet 31.8.2020

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments  |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|---|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 278,3       | 7,76      |                 |          | 20                 |                   | Sampling 1. Air supply changed for Nitrogen just after O2 measurements at 11h00.  |
| 27.08.2020 | 16:30 |           | 4,0         |           |                 |          |                    |                   |   |
| 28.08.2020 | 07:30 | 16,0      | 3,2         |           |                 |          |                    |                   |   |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,8      | 3,4         | 8,71      |                 |          |                    |                   |   |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 2,8         | 8,82      |                 |          |                    |                   |   |
| 29.08.2020 | 16:00 | 15,8      | 2,3         |           |                 |          |                    |                   |   |
| 30.08.2020 | 09:26 | 15,8      | 4,7         | 8,77      |                 |          |                    |                   |   |
| 30.08.2020 | 16:38 | 15,8      | 0,7         |           |                 |          |                    |                   |   |
| 31.08.2020 | 09:42 |           | 3,1         | 8,80      |                 |          |                    | 17                | Anoxil solution : ( Then "sealed" with rubber cap.  |
| 31.08.2020 | 14:24 |           |             |           |                 |          |                    |                   |   |
| 03.09.2020 | 19:13 |           |             |           |                 |          | 20                 |                   | Sampling 2  |
| 03.09.2020 | 19:14 |           | 0,6         | 8,99      |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with anaerobic lake water) - Water level from the TOP of the tubes.                          |
| 04.09.2020 | 17:56 | 16,1      | 3,6         | 8,43      |                 |          | 30                 |                   | Rubber lid back on after sampling 3   |
| 07.09.2020 | 15:37 | 16,1      | 0,4         | 6,88      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 4  |
| 09.09.2020 | 17:22 | 16,1      | 4,4         | 7,74      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 5. Refilled with anaerobic lake water.   |
| 11.09.2020 | 15:26 | 16,0      | 2,2         | 6,91      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Strong smell. Time from measuring data. Sampling 6 done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:38 |           | 4,8         | 6,93      |                 |          | 31                 | 63                | Sampling 7  |
| 14.09.2020 | 14:17 | 16,1      | 2,3         | 6,90      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8 - Difficult to filter. Strong mud smell'   |

CORE: 17

Spec.: Anaerobic - B

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments   |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|--|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 277,8       | 7,99      |                 |          | 20                 |                   | Sampling 1. Air supply changed for Nitrogen just after O2 measurements at 11h00.                                       |
| 27.08.2020 | 16:30 |           | 10,0        |           |                 |          |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 07:30 | 16,0      | 6,3         |           |                 |          |                    |                   |  |
| 28.08.2020 | 14:45 | 15,9      | 7,2         | 8,71      |                 |          |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 07:45 | 15,9      | 5,1         | 8,81      |                 |          |                    |                   |  |
| 29.08.2020 | 16:00 | 15,9      | 5,3         |           |                 |          |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 09:28 | 16,0      | 6,2         | 8,83      |                 |          |                    |                   |  |
| 30.08.2020 | 16:21 | 15,9      | 5,8         |           |                 |          |                    |                   |  |
| 31.08.2020 | 09:31 |           | 3,1         | 8,87      |                 |          |                    |                   | "Sealed" with rubber cap.  |
| 31.08.2020 | 14:25 |           |             |           |                 |          |                    |                   | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:06 |           |             |           |                 |          | 20                 |                   | Sampling 2   |
| 03.09.2020 | 19:07 |           | 8,6         | 8,53      |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with anaerobic lake water) - Water level from the TOP of the tubes.                       |
| 04.09.2020 | 17:47 | 16,1      | 2,4         | 8,78      |                 |          | 30                 |                   | Rubber lid back on after sampling 3  |
| 07.09.2020 | 15:43 | 16,1      | 4,4         | 7,76      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 4   |
| 09.09.2020 | 17:20 | 16,2      | 5,1         | 6,90      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 5. Refilled with anaerobic lake water.  |
| 11.09.2020 | 15:21 | 16,1      | 2,7         | 7,61      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Time is from measuring the data. Sampling 6 was done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:33 |           | 8,1         | 7,70      |                 |          | 31                 | 63                | Sampling 7   |
| 14.09.2020 | 14:08 | 16,1      | 5,0         | 7,68      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8   |

Målinger i og oppfølging av kjerner

CORE: 18

Spec.: Anaerobic - C

Kjerne feilbehandlet 31.8.2020

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments  |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|---|
| 27.08.2020 | 11:00 | 15,8      | 285,5       | 7,96      |                 |          | 20                 |                   | Sampling 1. Air supply changed for Nitrogen just after O2 measurements at 11h00.  |
| 27.08.2020 | 16:30 |           | 26,9        |           |                 |          |                    |                   |   |
| 28.08.2020 | 07:30 | 16,0      | 6,2         |           |                 |          |                    |                   |   |
| 28.08.2020 | 14:45 | 16,0      | 11,0        | 8,63      |                 |          |                    |                   |   |
| 29.08.2020 | 07:45 | 16,0      | 9,1         | 8,72      |                 |          |                    |                   |   |
| 29.08.2020 | 16:00 | 15,9      | 10,8        |           |                 |          |                    |                   | Nitrogen supply readjusted.   |
| 30.08.2020 | 09:31 | 15,9      | 6,8         | 8,79      |                 |          |                    |                   |   |
| 30.08.2020 | 16:42 | 15,9      | 8,2         |           |                 |          |                    |                   |   |
| 31.08.2020 | 09:24 |           | 5,4         | 8,88      |                 |          |                    | 11                | O2 checked additionally with portable device: 7,5%DO ; 0,61 DO mg/l.<br>Anoxil solution ; Then "sealed" with rubber cap.  |
| 31.08.2020 | 14:30 |           |             |           |                 |          |                    |                   |   |
| 03.09.2020 | 19:28 |           |             |           |                 |          | 20                 |                   | Sampling 2  |
| 03.09.2020 | 19:29 |           | 3,3         | 8,96      |                 |          |                    | 15+20             | Phoslock Normal dose (topped with anaerobic lake water) - Water level from the TOP of the tubes.                          |
| 04.09.2020 | 17:56 | 16,1      | 0,4         | 8,78      |                 |          | 30                 |                   | Rubber lid back on after sampling 3   |
| 07.09.2020 | 16:01 | 16,1      | 0,7         | 6,94      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 4  |
| 09.09.2020 | 17:26 | 16,1      | 1,5         | 6,88      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 5. Strong mud smell. Refilled with anaerobic lake water.   |
| 11.09.2020 | 15:27 | 16,1      | 1,6         | 6,92      |                 |          | 32                 |                   | Sampling 6. Strong smell. Time from measuring data. Sampling 6 done 25 minutes before sampling 7 (resuspension inbetween) |
| 11.09.2020 | 16:36 |           | 6,9         | 7,04      |                 |          | 31                 | 63                | Sampling 7  |
| 14.09.2020 | 14:13 | 16,1      | 3,7         | 7,03      |                 |          | 21                 |                   | Sampling 8 - Difficult to filter. Strong mud smell'   |

CORE: 19

Spec.: Anaerobic - 19

Kjerne erstattet feilbehandlet kjerne 16

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments  |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|---|
| 03.09.2020 | 18:40 |           | 286,4       | 8,14      |                 |          | 20                 | 20                | Sampling 1. Then Nitrogen put "ON".   |
| 04.09.2020 | 08:44 | 16,0      | 31,5        | 8,28      |                 |          |                    |                   | Rubber lid on.  |
| 04.09.2020 | 15:15 | 15,9      | 5,7         | 8,52      |                 |          |                    |                   |   |
| 10.09.2020 | 17:00 | 16,1      | 7,0         | 7,99      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 2. Then Phoslock added. Then topped (6ml) with anaerobic lake water. |
| 11.09.2020 | 15:38 | 16,0      | 4,5         | 7,96      |                 |          | 32                 | 32                | Sampling 3  |
| 14.09.2020 | 14:33 | 16,1      | 3,6         | 7,90      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 4  |
| 16.09.2020 | 15:57 | 16,1      | 1,9         | 7,93      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 5  |
| 18.09.2020 | 15:43 | 16,1      | 4,2         | 8,06      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 6. Then top sediment resuspended.                                    |
| 18.09.2020 | 16:32 | 16,1      | 5,2         | 8,14      |                 |          | 31                 | 62                | Sampling 7. Refilled with anaerobic lake water after sampling.                |
| 21.09.2020 | 13:05 | 16,2      | 0,3         | 8,12      |                 |          | 20                 |                   | Sampling 8.   |

CORE: 20

Spec.: Anaerobic - 20

Kjerne erstattet feilbehandlet kjerne 18

| Date       | Time  | Temp (°C) | O2 (µmol/l) | pH before | NaOH added (ml) | pH after | Samples taken (ml) | Volume added (ml) | Comments  |
|------------|-------|-----------|-------------|-----------|-----------------|----------|--------------------|-------------------|---|
| 03.09.2020 | 18:40 |           | 287,2       | 8,00      |                 |          | 20                 | 20                | Sampling 1. Then Nitrogen put "ON".   |
| 04.09.2020 | 08:46 | 16,1      | 22,6        | 8,31      |                 |          |                    |                   | Rubber lid on.  |
| 04.09.2020 | 15:21 | 16,0      | 7,2         | 8,53      |                 |          |                    |                   |   |
| 10.09.2020 | 17:03 | 16,1      | 2,8         | 7,84      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 2. Then Phoslock added. Then topped (6ml) with anaerobic lake water. |
| 11.09.2020 | 15:43 | 16,1      | 3,3         | 7,95      |                 |          | 32                 | 32                | Sampling 3  |
| 14.09.2020 | 14:42 | 16,1      | 1,3         | 7,81      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 4  |
| 16.09.2020 | 16:00 | 16,1      | 4,0         | 7,75      |                 |          | 21                 | 21                | Sampling 5  |
| 18.09.2020 | 15:48 | 16,1      | 2,8         | 7,73      |                 |          | 31                 |                   | Sampling 6. Then top sediment resuspended.                                    |
| 18.09.2020 | 16:23 | 16,1      | 3,9         | 7,76      |                 |          | 31                 | 62                | Sampling 7. Refilled with anaerobic lake water after sampling.                |
| 21.09.2020 | 13:24 | 16,3      | 0,4         | 7,78      |                 |          | 20                 |                   | Sampling 8.   |





NORCE Norwegian Research Centre AS  
[www.norceresearch.no](http://www.norceresearch.no)