

Interkalibrering

Feltmålinger og prøvetagning til analyse af vandkemi i søer 2017

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 4/2 2019

Forfatter
Liselotte Sander Johansson

Institut for Bioscience

Rekvirent:
Miljøstyrelsen
Antal sider: 17

Faglig kommentering:
Martin Søndergaard
FKG Sø, Miljøstyrelsen

Kvalitetssikring, centret:
Susanne Boutrup



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000
E-mail: dce@au.dk
<http://dce.au.dk>

Indhold

1	Indledning	3
2	Metode	4
2.1	Prøvetagningssted	4
2.2	Procedure	4
3	Resultater og diskussion	5
3.1	Feltmålinger og prøveoplysninger	5
3.2	Vandkemiprøvetagning	7
4	Konklusion	12
5	Referencer	13
6	Bilag	14
	Bilag 1. Resultater profilmåling – temperatur	15
	Bilag 2. Resultater profilmåling – iltkoncentration	16
	Bilag 3. Resultater profilmåling – iltmætning	17

1 Indledning

I det nationale overvågningsprogram af vandmiljøet og naturen (NOVANA) indgår undersøgelser af de fysiske og kemiske forhold i søvand. Feltnmålinger og prøveindsamling til analyse foregår i søer, der indgår i kontrolovervågningen og i den operationelle overvågning og foretages af ansatte i Miljøstyrelsens lokale enheder.

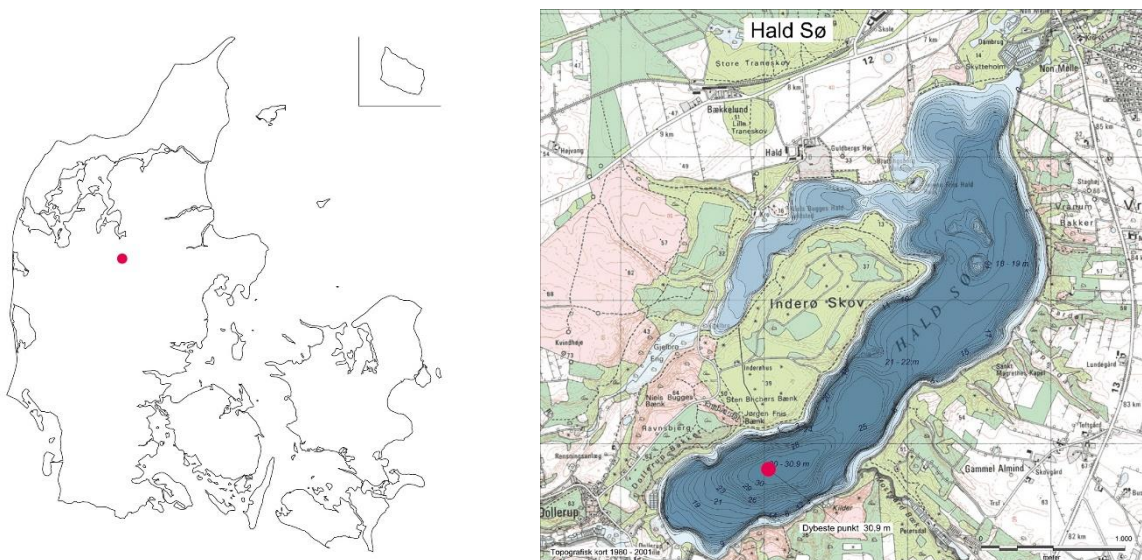
Med henblik på at sikre kvaliteten og sammenligneligheden af den del af NOVANA overvågningen, som foregår i felten, foretages der interkalibrering af dette arbejde. Dette har betydning for kvaliteten af de resultater, som feltarbejdet danner grundlag for. Derudover skal det sikres, at der er fælles forståelse af indholdet i de tekniske anvisninger, således at feltarbejdet bliver udført på samme måde og resultaterne sammenlignelige. Endvidere er der ved interkalibreringsmødet mulighed for at afdække eventuelle u hensigtsmæssigheder i de tekniske anvisninger.

Dette notat bygger på resultater opnået ved interkalibrering af feltnmålinger og prøvetagning af søvand til kemiske analyser afholdt af Aarhus Universitet, DCE/Institut for Bioscience, Silkeborg d. 26/9 2017. Feltnmålinger og prøvetagning blev foretaget i Hald Sø, beliggende ved Viborg. Repræsentanter fra alle syv lokale enheder i Miljøstyrelsen deltog i interkalibreringen.

2 Metode

2.1 Prøvetagningssted

Prøverne til brug ved interkalibreringen blev udtaget i Hald Sø (figur 1). Søens areal er ca. 342 ha, middeldybden er ca. 13 m (maxdybde 31 m) og den kan betegnes som ret næringsfattig (ca. 0,03 mg total fosfor/l i sommerperioden 2017).



Figur 2.1. Hald Sø. Venstre: beliggenhed. Højre: prøvetagningssted i søen.

Feltmålingerne blev foretaget og vandprøverne blev udtaget fra båd på det dybeste område i søen. Det blev tilstræbt, at prøverne blev taget med passende afstand mellem bådene, således at hvert hold målte i og tog prøver fra en uforstyrret vandsøjle. Det kan dog ikke udelukkes, at f.eks. udsætning og optagning af ankre fra bådene kan have forstyrret sedimentet og vandsøjlen. Se afsnit 3.

2.2 Procedure

Registreringer af prøvetagningsudstyr, vejrforhold, måling af totaldybde, pH, ledningsevne og sigtdybde, udarbejdelse af temperatur- og iltprofil samt udtagning af vandprøver fulgte principperne i Teknisk Anvisning nr. S01 *Feltmålinger, måling af pH og ledningsevne samt udtagning af prøver til analyse af vandkemiske parametre i søer* version 5 (herefter TA S01), der findes på følgende link: <http://bios.au.dk/raadgivning/fagdatacentre/fdcfersk/>.

Mødedeltagerne blev opdelt i 12 hold, bestående af to-tre personer fra samme enhed fra Miljøstyrelsen. Hvert hold foretog de ovennævnte registreringer og målinger. Derudover udtog de en ufiltreret blandingsprøve fra henholdsvis epilimnion og hypolimnion. Hvert hold fik tildelt et hold nummer, som kun var kendt af holdets deltagere.

De udtagne vandprøver blev efterfølgende bragt til et analyselaboratorium og analyseret for total fosfor. Usikkerheden på analyserne af total fosfor blev af analyselaboratoriet opgivet til at være 10%.

3 Resultater og diskussion

3.1 Feltmålinger og prøveoplysninger

Resultaterne af prøveoplysninger og feltmålinger (excl. prøvetagningsdybder samt ilt- og temperaturprofiler) er vist i tabel 3.1. Oplysningerne er angivet med Standatkoder fra de relevante kodelister.

Tabel 3.1 Prøveoplysninger og feltmålinger i Hald Sø 26/9 2017. (-) angiver, at der ikke blev indleveret nogen registrering. Koderne angiver Standatkoder for de pågældende parametre. Se tekst for forklaring.

Gruppe nr.	Prøvetagningsudstyr (kode)	Vindstyrke (kode)	Vejrlig (kode)	Vindretning	Skydække (kode)	Lufttemperatur	Totaldybde (m)	pH epilimnion	pH hypolimnion	Ledningsevne (ms/m)	Sigt dybde (m)
1	-	-	-	-	-	-	31	8,9	7,1	31,7	3,75
2	69	2	4	NV	8	17	31,8	8,9	7,2	31,6	4
3	-	-	-	Ø	7	15	30,1	8,8	7,2	-	3,8
4	46	4	3	Ø	7	15	29,3	8,8	7,2	32,5	3,8
5	69	4	3	-	8	15	30,5	7,9	8,1	25,7	3,8
6	69	4	3	ØNØ	8	-	30,5	7,9	8,1	25,7	3,9
7	69	3	3	Ø	8	17	31,4	8,9	-	30,6	3,4
8	69	3	3	Ø	8	16,4	30	8,8	7,1	31,9	4
9	69	3	3	ØNØ	8	15,6	31,1	9,1	7,2	32,1	3,75
10	47	4	3	Ø	8	14	29,5	8,9	7,4	32,1	3,75
11	69	3	3	Ø	8	15	31	8,8	7,2	31,7	4
12	69	3	3	NNØ	7	15	31	9	7,3	31,7	3,75

Med hensyn til prøvetagningsudstyr, så har de fleste grupper angivet kode 69, som dækker over Limnos-vandhenter. Gruppe 4 og gruppe 10 har angivet henholdsvis kode 46 (Rutner-vandhenter) og kode 47 (hjerteklapvandhenter), mens to af grupperne ikke har angivet prøvetagningsudstyr. Alle de tre nævnte typer af prøvetagningsudstyr kan bruges i henhold til TA S01

Der var stor enighed om registreringen af de vejr-mæssige forhold. Vindstyrken blev i de fleste tilfælde angivet med kode 3 eller 4 (let-jævn vind), vejrlig til kode 3 (skydække 7/8, der ses bort fra kode 4 som angiver snestorm), skydække mellem 7/8 og 8/8 dækning (kode 7-8) og vindretningen i de fleste tilfælde østlig/nordøstlig. Lufttemperaturen blev målt til værdier mellem 14 og 17°C.

Registrering af totaldybden varierede mellem 29,3 og 31,8 m. Spændet er sandsynligvis et udtryk for de faktiske forhold, da dybden ikke blev målt på præcist samme sted af alle hold.

De målte pH-værdier i epilimnion lå for 10 af de 12 grupper tæt på 9 (8,8-9,1). Gruppe 5 og 6 registrerede en noget lavere værdi, nemlig 7,9. Mht. pH-værdier i hypolimnion og ledningsevne falder værdierne fra gruppe 5 og 6 også udenfor de øvrige grupper. pH i hypolimnion blev af gruppe 5 og 6 målt til 8,1, hvor den for de øvrige grupper lå på 7,1-7,4; ledningsevnen blev af gruppe 5 og 6 målt til at være 25,7 ms/m, mens den for de øvrige grupper lå mellem 31,6 og 32,5. Gruppe 5 og 6 kommer fra samme enhed, så de afvigende resultater tyder på, at der kan være tale om en uregelmæssighed ved sonden.

Sigtdybden blev af de fleste grupper målt til at være omkring 4 m (3,75-4 m), værdien fra gruppe 7 faldt lidt udenfor, idet den her blev målt til 3,4 m. Variationen mellem grupperne er ikke større end forventet og noget mindre end ved den tilsvarende interkalibrering i 2013 (Johansson, 2013), hvor der var op til mere end en meters forskel mellem de enkelte gruppers resultater. Der var et større skydække i 2017 end i 2013 og kun en let-jævn vind. Mindre genskin i vandoverfladen og færre/lavere bølger giver bedre forudsætninger for ensartede observationer af sigtddybden. Det skal dog bemærkes, at der i 2013 blev indleveret resultater af sigtddybden fra hver deltager. I 2017 blev der kun indleveret det gennemsnitlige resultat fra hver gruppe og en eventuel forskel inden for de enkelte grupper sås derfor ikke.

3.1.1 Profilmålinger

Resultaterne af holdenes profilmålinger af temperatur, iltkoncentration og iltmætning er illustreret på figur 3.1. En oversigt over resultaterne findes endvidere i bilag 1-3. I bilag 1 er angivelserne af springlagets over- og underkant også angivet.

Temperaturværdier målt af de enkelte hold lå meget tæt på hinanden gennem hele vandsøjlen. Temperaturen var meget tæt på konstant, 15,2-15,4°C indtil 11-12 meters dybde (epilimnion). Derefter forekom der et temperaturspringlag til 14-15 meters dybde, hvor temperaturen nåede ned på 8-9°C. Ikke alle grupper havde udstyr, der kunne nå helt ned til bunden, men det ser ud til, at temperaturen ned gennem hypolimnion var konstant (8,2-8,6°C).

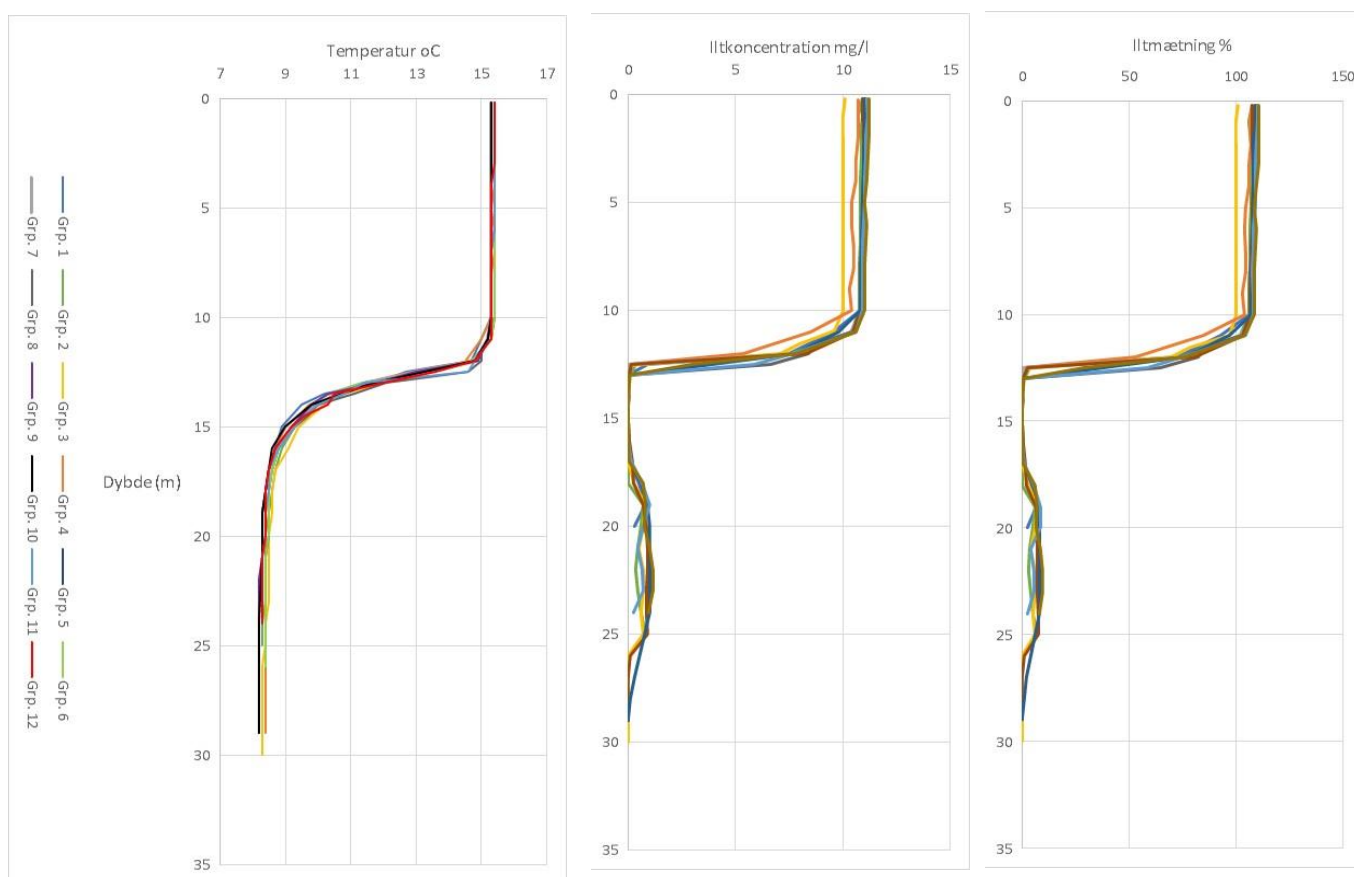
Temperaturspringlagets overkant blev af de fleste grupper fastsat til 12 m, dog angav gruppe 3 og 8 dybden til at være 12,5 m og gruppe 11 til 13 m. Et nærmere kig på rådata (bilag 1) viser, at overkanten af springlaget for gruppe 3, også burde have været angivet som 12 m, da temperaturforskellen i forhold til 13 m er større end 1°C. Gruppe 8's og gruppe 11's målinger viser, at der er mindre end 0,5 graders forskel mellem 12 og 12,5 m og mere end 0,5 grader over den følgende halve meter. Hvis det på denne måde er muligt at identificere placeringen af springlaget mere præcist end ved den beskrevne definition af springlaget i TA S01 (et fald på mere end 1 grad pr. meter), er det selvfølgelig tilladt, men det er ikke et krav. Temperaturspringlagets underkant blev angivet til at være mellem 13,5 og 16 m. I forhold til de præcise anvisninger i TA S01 ligger flere af holdene lidt ved siden af. F.eks. er temperaturforskellen mellem 14 og 15 m hos gruppe 1 kun 0,6 °C, hvorfor springlagets underkant burde være angivet til 14,5 m og ikke 15 m. Omvendt er underkanten af gruppe 12 angivet til at være 13,5 m; men temperaturforskellen mellem 14 og 15 meters dybde er 1,1°C, hvorfor den rigtige dybde for springlagets underkant er 15 m. Gruppe 7 har angivet underkanten til at være 16 m og den overliggende dybde for temperaturmåling er 14,5 m. For det første skal der måles hver halve meter i springlaget (hvilket ikke er opfyldt af gruppe 7, se også nedenfor) og for det andet er der ingen temperaturforskul mellem 14,5 m og 16 m. Ud fra de foreliggende målinger fra gruppe 7, bør springlagets underkant være angivet til 14,5 m.

De målte iltkoncentrationer varierede mellem 10 og 11 mg/l (værdier fra gruppe 3 lå konsekvent i den lave ende) indtil springlaget. De følgende to meter skete der et kraftigt fald og iltkoncentrationen var stort set 0 indtil ca. 17 m, hvorefter der skete en mindre stigning til omkring 1 mg/l indtil 25 m. Fra 26 m ser der ud til at være iltfrit i vandsøjlen. Kun gruppe 3, 9 og 10 havde

udstyr, der kunne række til under 26 m's dybde. Variationerne i de målte iltkoncentrationer i de enkelte dybder er generelt meget beskedne.

Forløbet af iltmætningsprofilen følger resultaterne for iltkoncentrationen. De fleste værdier lå indtil springlaget på 105-110%. I dybdeintervallet mellem ca. 17 og 26 m var mætningen i de fleste tilfælde mellem 5 og 10%. Heller ikke for iltmætningen er der anledning til mistanke om nogen fejl ved målingerne.

Stort set alle hold foretog profilmålinger efter forskrifterne i TA S01, dvs. der skal foretages målinger for hver meter og for hver halve meter i temperatur-springlaget. Det sidste er dog ikke eller kun delvist imødekommet af grupperne 2 og 10 og, som nævnt, gruppe 7, som i hele eller i dele af springlaget registrerede målinger for hver meter (se bilag 1). En del af grupperne havde, som nævnt, ikke tilstrækkeligt udstyr til at foretage målinger i hele vandsøjlen.



Figur 3.1. Resultater af profilmålinger, foretaget i Hald Sø 26/9 2017 af 12 grupper. Venstre: temperatur, midt: iltkoncentration, højre: iltmætning. Gruppe 5 og 6 afleverede kun resultater af temperaturmålinger.

3.2 Vandkemiprøvetagning

3.2.1 Prøvetagningsdybder

Analyser af vandkemiske parametre foretages, ved forekomst af springlag, i to puljede prøver, som repræsenterer vandsøjlen henholdsvis over og under springlaget. Prøvetagningsdybderne for de enkelte delprøver fastlægges ud fra sigtdybden og springlagets placering (se TAS01). Prøvetagningsdybderne

i epilimnion og hypolimnion for de enkelte hold er anført i henholdsvis tabel 3.2 og 3.3.

Epilimnion

Tabel 3.2. Dobbelt sigtddybde, udstrækning af epilimnion samt registrerede prøvetagningsdybder ved udtagning af vandprøve til kemiske analyser over springlaget i Hald Sø 2017.

Gruppe nr	2xSigtddybde gns. (m)	Epilimnions udstrækning (m)	Prøvedybder (m)
1	7,5	12	0,2-2-4-6-8
2	8	12	0,2-2-4-6-8
3	7,6	12,5	0,2-2-4-6-8
4	7,6	12	0,2-2-4-6-8
5	7,6	12	0,2-2-4-6-8
6	7,8	12	0,2-2-4-6-8
7	6,8	12	0,2-2-4-6
8	8	12,5	0,2-2-4-6-8
9	7,5	12	0,2-2-4-6-8
10	7,5	12	0,2-2-4-6-8
11	8	13	0,2-2-4-6-8
12	7,5	12	0,2-2-4-6-8

I henhold til TA S01 skal der ved en vanddybde på mere end 1,5 m og ved en sigtddybde på mere end 2 m og (som i dette tilfælde) når epilimnions udstrækning er $\geq 2 \times$ sigtddybde tages prøver ved 0,2 m og for hver to meter. Den nederste prøve skal tages i den dybde, der ved afrunding til nærmeste to meter ligger tættest på $2 \times$ sigtddybden. Alle grupper, bortset fra gruppe 7 har angivet en dobbeltsigtddybde mellem 7,5 og 8 m og som følge heraf angivet prøvetagningsdybder til 0,2; 2; 4; 6 og 8 m, hvilket er korrekt. Gruppe 7 har angivet en dobbelt sigtddybde til at være 6,8 m og som følge heraf taget prøver i 0,2; 2, 4 og 6 m, hvilket i dette tilfælde er korrekt. I forhold til interkalibreringen i 2013 er der sket en væsentlig forbedring i fastlæggelse af prøvetagningsdybder, hvilket sandsynligvis kan tilskrives en præcisering af beskrivelsen af prøvetagningsdybder i de seneste versioner af TA S01.

Hypolimnion

Tabel 3.3. Totaldybde, springlagets underkant, udstrækning af hypolimnion og prøvetagningsdybder til brug ved analyse af vandkemi i Hald Sø 2017.

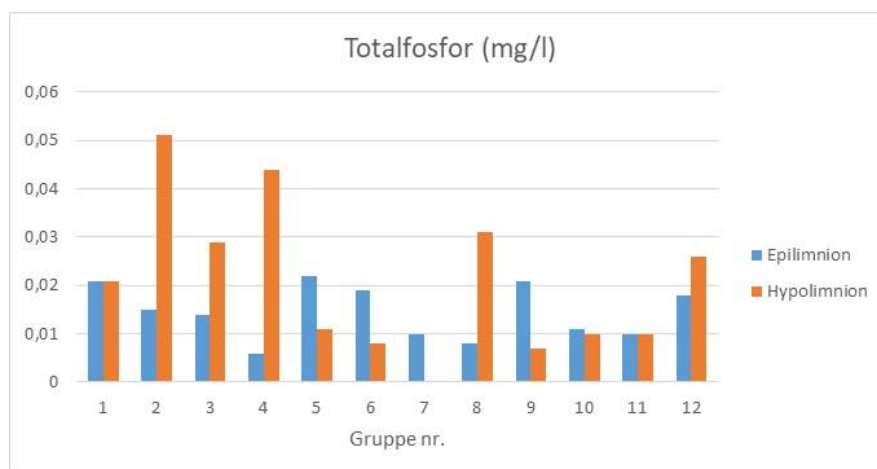
Grp. nr	Totaldybde (m)	Springlagets underkant (m)	Hypolimnions udstrækning (m)	Prøvedybder (m)
1	31	15	16	16-20-23-26-29
2	31,8	15	16,8	16-20-23-26-29
3	30,1	14,5	15,6	15,5-19,5-22,5-25,5-28,5
4	29,3	15	14,3	16-19-22-25-28
5	30,5	14,5	16	15,5-19,5-22,5-25,5-28,5
6	30,5	14,5	16	15,5-19,5-22,5-25,5-28,5
7	31,4	16	15,4	17-20-23-26-29
8	30	14	16	15-19-22-25-28
9	31,1	14,5	16,6	15,5-19,5-22,5-25,5-28,5
10	29,5	14	15,5	15-19-22-25-28
11	31	14,5	16,5	15,5-19,5-22,5-25,5-28,5
12	31	13,5	17,5	15,5-19,5-23,5-26,5

TA S01 angiver, at der ved en udstrækning af hypolimnion på 14-18 m (som det er angivet i Hald Sø) skal tages prøver i fem dybder i nærmere angivne afstande fra springlagets underkant. I afsnit 3.1.1 er rigtigheden af springlagets placering diskuteret, men i dette afsnit tages der udgangspunkt i de værdier, de enkelte grupper har angivet, se tabel 3.3. Hvis hypolimnions udstrækning er mellem 14 og 16 meter, hvilket på baggrund af den registrerede totaldybde og identifikation af springlagets underkant, er angivet af gruppe 4, 7 og 10 skal der tages prøver i 1, 4, 7, 10 og 13 meter under springlaget. Gruppe 10 burde derfor have taget prøver i 15, 18, 21, 24 og 27 meters dybde. For de øvrige grupper er hypolimnions udstrækning 16-18 m, hvilket betyder, at der skal tages prøver i 1, 5, 8, 11 og 14 m under springlagets underkant. I forhold til angivelsen af springlagets underkant, burde gruppe 12 have taget prøver i 14,5; 18,5; 21,5; 24,5 og 27,5 m. Resten af grupperne har angivet korrekte prøvetagningsdybder.

Sammenlignet med interkalibreringen i 2013 er prøvetagningsdybderne også i hypolimnion betydeligt bedre fastlagt. Alle grupper har dækket hele vand søjlen uden at komme for tæt på søbunden. Hvorvidt ophvirvlet bundsediment alligevel kan risikere at være medtaget i prøven diskuteres i afsnit 3.2.2. Derudover skal det også som i 2013 nævnes, at det ved dybe søer kan være svært at ramme de nøjagtige dybder, specielt ved brug af lettere sonder. Mindre (ca. 1 m) afvigelser fra de angivne prøvetagningsdybder vil derfor kunne accepteres her.

3.2.2 Analyseresultater

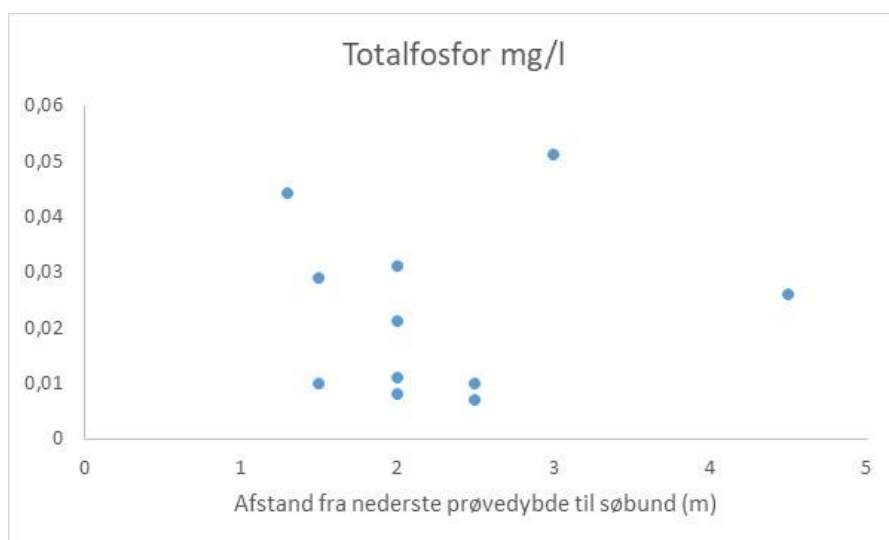
Resultaterne af analyselaboratoriets målinger af total fosfor i epilimnion og hypolimnion er afbildet på figur 3.2. Generelt er værdierne, som forventet, relativt lave i forhold til andre danske søer. Koncentrationerne i prøverne fra epilimnion ligger mellem 0,006 og 0,022 mg/l. Detektionsgrænsen blev opgivet til 0,003 mg/l. Som ovenfor beskrevet har alle grupper taget prøver i tilnærmelsesvist korrekte dybder. Der kan dog være en risiko for, at en vandhenter kan være defekt, forstået på den måde at den er utæt, så den ved opsamling henter vand ind fra andre dybder end de tilsigtede. Det er, som det er angivet i TA S01 vigtigt, at vandhenterens funktion testes mindst én gang årligt i en dyb sø.



Figur 3.2. Koncentration total fosfor i blandingsprøver udtaget i henholdsvis epilimnion og hypolimnion i Hald Sø 26/9 2017.

Prøverne udtaget i hypolimnion udviser større variation end prøverne fra epilimnion, idet de varierer mellem 0,007 og 0,05 mg/l. I prøverne indsamlet af flere af grupperne var der større totalfosforkoncentrationer i epilimnion end i hypolimnion, hvilket ikke er forventeligt. Ved interkalibreringen i 2013 kunne det konstateres, at der var en sammenhæng mellem den nederste prøvetagningsdybde (som varierede mellem grupperne) og indholdet af totalfosfor i prøven fra hypolimnion. Dette kunne forklares med øget risiko for, at sediment blev medtaget i prøven og dermed et højere indhold af fosfor bundet i søbunden. Som nævnt havde nogle af grupperne ikke tilstrækkeligt lange sonder til at måle ved de laveste dybder, men alle har angivet prøvetagningsdybder ned til 27-29 m, så forholdene antages at være mere ensartede end i 2013. Som det ses i tabel 3.1, er der en lille variation i angivelse af totaldybden mellem grupperne, men alle grupper har angivet den nederste prøvetagningsdybde til at ligge mindst 1,5 m fra bunden. I TA S01 er det flere gange understreget, at medtagning af suspenderet materiale skal undgås, men der er ikke angivet nogen fast afstand til søbunden, da risikoen for at medtage sediment varierer fra sø til sø, men det er samtidig vigtigt, at prøven fra hypolimnion repræsenterer så stor en del af vandsøjlen som muligt.

Gruppe 11 har anført som bemærkning i feltskemaet, at der var suspenderet materiale i prøven og at dette blev konstateret ved 22,5 og 25,5 m. Totalfosforkoncentrationen i prøven udtaget af gruppe 11 hører dog til en af de laveste, så suspenderet bundmateriale medfører i dette tilfælde ikke en høj værdi for totalfosfor. Gruppe 8 bemærkede også, at der var "lidt sedimentsvæv" ved 28 m, hvilket kan være en del af forklaringen på høje resultater i hypolimnion fra denne gruppe. Flere andre deltagere har mundtligt oplyst, at der var "svæv" eller ophvirvlet sediment i nogle af delprøverne. Det kan derfor ikke udelukkes, at også andre resultater af fosforkoncentrationen er påvirket af bundmateriale, hvilket kan føre til høje fosforkoncentrationer. Tilstedeværelse af bundmateriale i vandprøverne kan muligvis også forklare noget af variationen, der ses mellem grupperne, vist i figur 3.2. Der er dog ingen sammenhæng mellem afstanden mellem nederste prøvedybde og søbunden og fosforkoncentrationen i hypolimnion, se figur 3.3.



Figur 3.3. Total fosforkoncentration som funktion af afstanden mellem nederste prøvedybde til søbund (se tabel 3.1 og tabel 3.4)

Forstyrrelse og dermed ophvirvling af bundsediment som følge af udsætning og optagning af ankre og eventuel berøring af sedimentet med ilt- og temperatursonder og deraf følgende forekomst af bundmateriale i vandprøven kan altså muligvis forklare høje koncentrationer af fosfor og den store variation i fosforindholdet mellem holdene.

Endelig kan det ikke udelukkes, at nogle af grupperne har fået en stor koncentration af planteplankton med (f.eks. Ceratium) i vandprøven og at dette har medført en højere fosforkoncentration.

Hvis man ved prøvetagning i forbindelse med overvågning observerer bundmateriale eller lignende i vandet, må prøven ikke anvendes, men i alle tilfælde er det vigtigt at notere og registrere forhold og observationer, som kan have betydning for analyseresultaterne.

4 Konklusion

Registrering af prøveoplysninger er tilsyneladende i orden for alle grupperne, bortset fra en enkelt tydelig tastefejl, der angav snestorm på dagen. Enkelte af grupperne indleverede ikke alle oplysninger, hvilket formentlig skyldes de atypiske forhold, sammenlignet med almindelig feltbesøg, men det er vigtigt at huske det i overvågningen. Resultater af feltmålinger (lufttemperatur, pH og ledningsevne) lå meget tæt på hinanden, bort set fra resultater af pH og ledningsevne fra to grupper fra samme enhed, hvilket måske kan tyde på en uregelmæssighed i deres målesonde.

Resultaterne af målingerne af sigtddybden var ret ensartede og også resultaterne af profilmålingerne lå meget tæt på hinanden, hvilket vidner om en meget ensartet måling og aflæsning. Enkelte hold fulgte ikke helt anvisningerne om måleafstanden ned gennem vandsøjlen, hvilket kan gøre bestemmelsen af springlagets placering usikker. Blandt de øvrige grupper var der enighed om denne.

Med hensyn til fastlæggelse af prøvetagningsdybder lå alle holdene tæt på de korrekte dybder i henhold til TA S01 og de små uregelmæssigheder, som kunne konstateres, anses ikke for betydelige i forhold til de endelige resultater af fosforkoncentrationerne i vandet. Forskellene mellem gruppernes resultater af fosforkoncentrationerne, som var noget højere i hypolimnion end i epilimnion og de store variationer i resultater af totalfosforkoncentrationen mellem grupperne kan eventuelt forklares ved, at der opfanges bundmateriale med et relativt højt fosforindhold i vandprøverne, men kun to af grupperne havde anført bemærkninger om dette på feltskemaet. Denne risiko er større, når flere både med ankre som er i berøring med bunden, er samlet og vil ikke forekomme i samme grad ved en normal overvågning. Det kan heller ikke udelukkes, at der pga. en defekt vandhenter utilsigtet hentes vand op ved andre dybder end de anførte. For at udelukke denne fejlkilde skal det understreges, at det er vigtigt at kontrollere vandhentere som anvist i den tekniske anvisning. Endelig kan fangst af større mængder fytoplankton hos nogle af grupperne være en del af forklaringen på de højere fosforkoncentrationer.

På nær analyserne af total fosfor kan det sammenfattende konstateres, at der var meget stor ensartethed mellem resultaterne af de forskellige registreringer og resultater, og at den var færre afvigelser end ved den forrige interkalibrering, som fandt sted i 2013. Det vurderes, at løbende justeringer af den tekniske anvisning har været medvirkende til dette, og det blev ikke vurderet, at interkalibreringen gav anledning til yderligere tilpasninger af TA S01.

5 Referencer

Johansson, L.S. (2013): Interkalibrering – Feltnålinger og prøvetagning til analyse af vandkemi i søer, Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt center for Miljø og Energi

Johansson, L.S., Lauridsen, T.L.L. (2017): Teknisk Anvisning S01 – Feltnålinger, profilmålinger samt udtagning af prøver til analyse af vandkemiske parametre i søer (version 5). Aarhus Universitet, DCE – Nationalt center for Miljø og Energi.

6 Bilag

Bilag 1. Resultater profilmåling – temperatur

Gruppernes angivelse af springlag er markeret med gråt.

Dybde	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6	Gruppe 7	Gruppe 8	Gruppe 9	Gruppe 10	Gruppe 11	Gruppe 12
0,2	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,4	15,3	15,3	15,4	15,4
0,5							15,3					
1	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,4	15,3	15,3	15,4	15,4
2	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,4	15,3	15,3	15,4	15,4
3	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,4	15,3		15,4	15,4
4	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,4	15,3		15,4	15,3
5	15,3	15,4	15,4	15,3	15,4	15,4	15,3	15,4	15,3	15,3	15,4	15,3
6	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,4	15,3		15,4	15,3
7	15,3	15,4	15,4	15,4	15,4	15,4	15,3	15,3	15,3		15,3	15,3
8	15,3	15,4	15,4	15,3	15,4	15,4	15,3	15,3	15,3		15,3	15,3
9	15,3	15,4	15,4	15,3	15,4	15,4	15,3	15,3	15,3		15,3	15,3
10	15,3	15,4	15,4	15,3	15,4	15,4	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3	15,3
11	15	15,2	15,3	15	15,3	15,3	15,2	15,3	15,2	15,2	15,3	15,3
11,5			15					15				
12	14,7	14,9	14,9	14,5	14,7	14,7	14,8	15	14,9	14,8	14,8	14,8
12,5	12,7	13,1	13,2	12,7	13,3	13,3	12,9	14,6	13		14,6	13,6
13	11,8	11,4	11,7	11,4	11,4	11,35	11,5	12,1	11,8	11,7	11,4	12
13,5	10,2		10,7	10,3	10,6	10,3	10,6	11,1	10,3		10,8	10,5
14	9,5	10,2	10,2	9,7	9,9	9,9	10	10	9,8	9,8	10	10,3
14,5	9,2		9,8	9,4	9,5	9,5	9,4	9,7	9,5		9,6	9,6
15	8,9	9,3	9,4	9	9,3	9,3		9,3	9,2	9	9,3	9,2
16	8,7	8,9	9,1	8,7	8,8	8,8	9,4		8,7	8,6	8,8	8,7
17	8,5	8,7	8,7	8,5	8,6	8,6			8,5	8,5	8,5	8,5
18	8,4	8,6	8,6		8,5	8,5			8,4	8,4	8,5	8,4
19	8,3	8,5	8,6		8,5	8,5			8,3	8,3	8,4	8,4
20	8,3	8,4	8,5		8,5	8,5			8,3	8,3	8,4	8,4
21		8,4	8,5		8,4	8,4			8,3	8,3	8,3	8,3
22		8,4	8,5		8,4	8,4			8,2		8,3	8,3
23		8,4	8,5		8,4	8,4			8,2		8,3	8,3
24		8,3	8,4		8,4	8,4			8,2	8,2	8,3	8,3
25		8,3	8,4		8,4	8,4			8,2			
26			8,3		8,4	8,4			8,2			
27			8,3						8,2	8,2		
28			8,3						8,2	8,2		
29			8,3						8,2	8,2		
30			8,3									

Bilag 2. Resultater profilmåling – iltkoncentration

Dybde	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6	Gruppe 7	Gruppe 8	Gruppe 9	Gruppe 10	Gruppe 11	Gruppe 12
0,2	10,96	10,92	10,1	10,7			11,12	11,05	10,94	11	11,14	11,24
0,5							11,17					
1	10,98	10,7	10	10,7			11,15	11,05	10,94	11	11,16	11,24
2	10,97	10,85	10	10,7			11,15	11,03	10,95	11	11,08	11,23
3	10,97	10,85	10	10,6			11,13	11,01	10,96		11,06	11,19
4	10,9	10,83	10	10,6			11,08	10,96	10,96		11,03	11,13
5	10,88	10,84	10	10,4			11,02	10,94	10,95	10,9	11,04	11,03
6	10,88	10,8	10	10,4			11,01	10,9	10,91		10,96	11,12
7	10,87	10,8	10	10,5			11,03	10,88	10,88		10,94	11,08
8	10,83	10,79	10	10,5			10,97	10,84	10,87		10,94	11,04
9	10,82	10,76	10	10,3			10,94	10,86	10,82		10,94	11,03
10	10,8	10,76	10	10,4			10,96	10,81	10,84	10,8	10,92	11,01
11	9,54	10,4	9,6	8,5			10,37	10,46	10,52	9,8	10,62	10,61
11,5			8					8,88				
12	7,49	7,62	7,1	5,4			7,79	8,42	8,29	7,8	7,72	7,85
12,5	0,9	0,38	0,1	0			0,04	6,64	0,17		5,9	2,95
13	0,03	0,13	0	0			0	0,02	0,05	0	0	0,06
13,5	0,03		0	0			0	0,02	0,02		0	0,04
14	0,03	0,03	0	0			0	0,01	0,05	0	0	0,01
14,5	0,03		0	0			0	0,01	0,03		0	0
15	0,03	0	0	0				0,01	0,01	0	0	0
16	0,04	0	0	0					0,08	0	0	0
17	0,04	0	0	0					0,19	0,1	0,15	0,06
18	0,5	0	0,3						0,25	0,6	0,65	0,7
19	0,82	0,7	0,8						0,73	0,9	0,99	0,81
20	0,32	0,6	0,7						0,86	1	0,69	0,78
21		0,44	0,5						0,91	1	0,46	0,99
22		0,37	0,7						0,89		0,64	1,17
23		0,44	0,7						0,85		0,69	1,16
24		0,6	0,6						0,88	1	0,28	0,95
25		0,83	0,7						0,9			
26			0						0,12			
27			0						0,03	0,3		
28			0						0,01	0,1		
29			0						0,01	0		
30			0									

Bilag 3. Resultater profilmåling – iltmætning

Dybde	Gruppe 1	Gruppe 2	Gruppe 3	Gruppe 4	Gruppe 5	Gruppe 6	Gruppe 7	Gruppe 8	Gruppe 9	Gruppe 10	Gruppe 11	Gruppe 12
0,2	107,8	107,8	101	107,5			109,9	109,1	107,7	109	110,3	110,9
0,5							110					
1	107,8	106	100	106,7			110	109,1	107,8	109	110,2	110,9
2	108	107,3	100	107,2			110,1	109	107,9	108	109,5	110,9
3	107,9	107,2	100	106,3			109,9	108,7	108,1		109,2	110,5
4	107,1	107,1	100	106,1			109,3	108,2	108		109,1	109,8
5	107,1	107	100	104,5			108,7	108	107,9	108	109,1	108,9
6	107	106,7	100	104,2			108,6	107,5	107,5		108,3	109,6
7	106,8	106,8	100	104,7			108,6	107,5	107,2		108,1	109,3
8	106,5	106,5	100	104,8			108	106,9	107		107,9	108,9
9	106,4	106,2	100	103,3			107,7	107,1	106,7		108,2	108,9
10	106,2	106,2	100	104,2			107,8	106,6	106,7	107	108	108,9
11	93,2	102	97	84,7			101,9	103,2	103,5	97	104,7	104,3
11,5			79					87				
12	72,9	74,4	70	53,2			75,8	82,4	80,7	76	75,5	76,6
12,5	0,8	3,6	0,8	-0,1			0,2	64,6	2,6		58,8	28,9
13	0,3	1,1	0	-0,1			0	0,2	0,6	0	0	0,5
13,5	0,3		0	-0,1			0	0,1	0,2		0	0,4
14	0,2	0,2	0	-0,1			0	0,1	0,4	0	0	0,1
14,5	0,2		0	-0,1			0	0,1	0,2		0	0
15	0,2	0	0	-0,1				0,1	0,1	0	0	0
16	0,4	0	0	-0,1					0,6	0	0	0
17	0,3	0	0	-0,1					1,6	1	1,3	0,5
18	4,1	0	3						2,3	5	5,5	6,1
19	6,6	6	7						6,7	8	8,5	6,9
20	2,8	4,9	6						7,1	8	8,5	6,6
21		3,6	4						7,3	8	3,9	8,4
22		3	6						7,3		5,4	9,8
23		4,1	6						7,2		5,8	9,8
24		5,3	5						7,5	8	2,4	7,9
25		7	6						7,6			
26			0						0,9			
27			0						0,3	2		
28			0						0,1	1		
29			0						0,1	0		
30			0									