

NINA Minirapport 575

# Miljøvariable i innsjøer på Svalbard; vanntemperatur, lys- og isforhold

Martin-A. Svenning



SVALBARDS  
MILJØVERN FOND

NINA Minirapport er en enklere tilbakemelding til oppdragsgiver enn det som dekkes av NINAs øvrige publikasjonsserier. Minirapporter kan være notater, foreløpige meldinger og del- eller sluttresultater. Minirapportene registreres i NINAs publikasjons-database, med internt serienummer.

Miljøvariable i innsjøer på Svalbard; vanntemperatur, lys- og isforhold -  
NINA Minirapport 575. 36 s.

Tromsø, november, 2015

**RETTIGHETSHAVER**

© Norsk institutt for naturforskning

**TILGJENGELIGHET**

Upublisert

**PUBLISERINGSTYPE**

Digitalt dokument (pdf)

**ANSVARLIG SIGNATUR**

Prosjektleder Martin-A. Svenning (sign.)

**OPPDRAKSGIVER(E)**

Svalbard Miljøvernfond

**KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER**

Asbjørn Hagen

**NØKKELOD**

- Svalbard
- innsjøsystemer
- vanntemperatur
- lysinnstråling
- isgang
- innfrysing
- produktivitet

NINA Minirapport er en enklere tilbakemelding til oppdragsgiver enn det som dekkes av NINAs øvrige publikasjonsserier. Minirapporter kan være notater, foreløpige meldinger og del- eller sluttresultater. Minirapportene registreres i NINAs publikasjons-database, med internt serienummer. Minirapportene er ikke søkbare i de vanlige litteraturbasene, og følgelig ikke tilgjengelig på vanlig måte. Således kan ikke disse uten videre refereres til som vitenskapelige rapporter.

**KONTAKTOPPLYSNINGER**

**NINA hovedkontor**

Postboks 5685 Sluppen  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 80 14 00

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon: 73 80 14 00

**NINA Tromsø**

Framsenteret  
9296 Tromsø  
Telefon: 77 75 04 00

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården  
2624 Lillehammer  
Telefon: 73 80 14 00

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## FORORD

Innsjøsystemene på Svalbard er karakterisert ved lite nedbør, tykk og klar is, kort isfri periode, lave vanntemperaturer sommerstid, lav næringstilførsel, lav primærproduksjon, lav biodiversitet og har røye som eneste reproduserende fiskeart. Lufttemperatur og snømengde bestemmer i stor grad når isen legger seg, hvor lenge den ligger, samt hvordan vanntemperaturen varierer gjennom året.

De pågående og framtidige endringene i klima, vil trolig øke både lufttemperaturen og nedbøren på Svalbard, spesielt i de nordligste områdene på øyriket. Dette vil påvirke både fysiske, kjemiske og biologiske forhold i vassdragene.

Kunnskapen om de limniske systemene på Svalbard er svært mangelfull, og i dette prosjektet har vi forsøkt å registrere vanntemperatur og lysforhold i en rekke innsjøer og elver på Svalbard, fra Isfjordområdet i sør til Nordaustlandet i nord. På bakgrunn av temperatur- og lysdataene, har vi også forsøkt å estimere tidspunktet for isgang og islegging i noen av innsjøene, samt når elvene åpner på forsommeren og fryser inn på senhøsten. I tillegg har vi også benyttet viltkameraer for å tidfeste islegging og isgang i noen av innsjøene, samt at Al Werner og Steve Roof har bidratt med informasjon om isgang og islegging på Linnévatnet.

Vi har også hatt svært god hjelp av Sysselmannen på Svalbard under utsetting og opphenting av loggere, særlig i innsjøene på Nordaustlandet. En stor takk også til Øyvind Fredriksson og Sigmund Svenning som har bidratt med solid feltinnsats under prosjektet.

Vi takker Svalbard Miljøvernfond for økonomisk støtte til prosjektet (12/80).

NINA-Tromsø, 26. november 2015

Martin-A. Svenning  
(prosjektleder)

# SAMMENDRAG

## Resultater

I prosjektperioden (2012-2015) har vi satt ut temperatur- og lysloggere i et 20-talls innsjøsystemer på Svalbard, for å registrere vanntemperatur i innsjøer fra Isfjordområdet i sør til Nordaustlandet i nord. I flere av vassdragene har vi også satt ut lysloggere, for å måle innstråling (lux) til innsjøene, dvs. hvor mye av sollyset som trenger gjennom snø, is og vann.

Generelt sett avtar vanntemperaturen i innsjøer nordover langs kysten, men det er også klare forskjeller mellom såkalte klarvannsjøer og bresjøer. Den sterkt brepåvirkede og 80 m dype Femmilsjøen på Mosselhalvøya opplever sjelden vanntemperaturer over 3 °C, mens den maksimale sommervanntemperaturen i den 5 m dype og relativt klare Straumsjøen på Erdmannflya, har variert mellom 12 og 14 °C de siste årene.

Temperaturloggere som ble satt ut i utløpselvene ga relativt sikre estimater for hvilke tidsrom anadrom røye kan gjennomføre den årlige næringsvandringen mellom innsjøene og havet (tilstrekkelig vann er ensbetydende med at temperaturen er over 0 °C). I en eventuell framtidig overvåking er det viktig at loggerne plasseres i et område av elva, som gir en god indikasjon på tilstrekkelig vannivå.

Registreringene av lysintensitet viste at i bresjøer, som for eksempel i Linnévatnet og Vårfluesjøen, avtok lysinnstrålingen kraftig ved økende vanntemperatur utover sommeren/høsten, fordi økt lufttemperatur økte bresmeltingen og dermed reduserte sikten i innsjøen til noen få cm. I disse innsjøene var faktisk lysinnstrålingen under den islagte perioden vesentlig høyere enn under den isfrie perioden om sommeren. I Linnévatnet utgjorde innstrålingen i den islagte perioden nærmere 80 % av total innstråling, dvs. at det vesentligste av primærproduksjonen trolig foregår mens det ligger is på innsjøene. I et framtidig endra klima med mer varme, kan den isfrie perioden øke, men økt nedbør i form av snø, kan kompensere for dette og i stedet føre til redusert innstråling og lavere produksjon i innsjøene i årene framover.

Kombinasjonen av temperatur- og lysinnstråling i innsjøene kunne i en del tilfeller gi rom for å estimere innfrysing og isgang på innsjøene, men sammenhengene er komplekse og estimatene vil i mange tilfeller bli svært usikre. Vi benyttet imidlertid også viltkameraer i en kort periode ved Linnévatnet, som viste seg svært nyttige for å stadfeste nøyaktig tidspunkt for islegging og isgang i innsjøen.

Bruk av temperatur- og lysloggere er ikke spesielt arbeidskrevende, men det er svært kostbart om en skal undersøke innsjøsystemer som ligger langt fra Longyearbyen og/eller Ny Ålesund. Det kreves også en viss praktisk erfaring både ved utsetting og innhenting. Noen av loggerne stopper registreringen før innprogrammert tid, og noen av våre loggere måtte sendes inn til produsenten for avlesing. Bruk av denne type loggere kan imidlertid bidra med svært nyttig informasjon om variasjon i viktige miljøvariable i vassdragene, spesielt i relasjon til kommende klimaendringer. Registreringene våre viser med all tydelighet at bresmelting har stor effekt på lysinnstrålingen, samt at ikke bare økende lufttemperatur, men også økende nedbør i form av snø, kan ha stor innvirkning på produksjonsforholdene i innsjøene i årene framover.

## Miljøgevinst

Kartleggingen av vanntemperatur og lysinnstråling i innsjøsystemene har både bidratt til å etablere viktig basiskunnskap om de viktigste innsjøene på Svalbard, samt at datainnsamlingen kan benyttes som referanse for framtidig overvåking.

### **Forslag til tiltak**

Temperaturutviklingen i en del utvalgte innsjøer på Svalbard bør videreføres, dvs. forskere og forvaltere bør initiere et enkelt overvåkingsprogram, der for eksempel Sysselmannens feltinspektører i samarbeid med forskningsinstitusjoner kan videreføre registreringer i en del utvalgte innsjøer på øyriket.

### **Hva er viktig for miljøforvaltningen?**

Det er viktig at det etableres en tett dialog og et praktisk godt samarbeid mellom forskere og forvaltningen på Svalbard, blant annet for å videreføre en tilfredsstillende overvåking på Svalbard. Klimaendringene vil ha størst effekt i de nordligste og høyarktiske områdene (som Svalbard), og klima bør derfor inkluderes i større grad i en framtidig forvaltning av vassdragene.

### **Oppfølging**

Det bør ideelt sett settes i gang et enkelt overvåkingsprogram i en del utvalgte innsjøsystemer på Svalbard. Endringer i en del miljøparametere ("klima") i for eksempel Straumsjøen, har trolig endret livshistoria til røye i vassdraget, samt at påvisning av stingsild i innsjøen også gir en pekepinn om at enkle overvåkingsprogram bør iverksettes i utvalgte vassdrag.

Utsetting av temperaturloggere bør videreføres, men for å redusere innsats og kostnader til et akseptabelt nivå, bør dette foreløpig kun initieres i en del utvalgte vassdrag.

Etter vår vurdering vil den viktigste forskningsmessige oppfølging av prosjektet "Miljøvariable i innsjøer på Svalbard", være å utvikle bruken av satellittbilder for å påvise islegging og isgang i innsjøene på Svalbard. For å kalibrere bildene er vi avhengig av å sette opp viltkameraer ved noen av de største innsjøene. I første omgang bør dette utvikles i store innsjøer, da oppløsningen på satellittbildene ikke muliggjør å analysere innsjøer med arealer mindre enn 1 km<sup>2</sup>.

# Innhold

<b>Forslag til tiltak .....</b>	<b>5</b>
<b>Innhold .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Bakgrunn .....</b>	<b>7</b>
<b>2 Utvalgte vassdrag og metodikk .....</b>	<b>9</b>
<b>3 Resultater og diskusjon .....</b>	<b>13</b>
3.1 Isdammen .....	13
3.2 Linnévatnet .....	16
3.3 Linnéelva .....	18
3.4 Nordre Borgdam .....	19
3.5 Lovenvatnet .....	20
3.6 Straumsjøen .....	21
3.7 Straumsjøelva .....	22
3.8 Søre Diesetvatn .....	23
3.9 Diesetelva .....	24
3.10 Arresjøen .....	26
3.11 Fjellvatnet .....	27
3.12 Rickardtjønna og Rickardbekken.....	28
3.13 Vårfluesjøen.....	29
3.14 Vårflueelva.....	30
3.15 Femmilsjøen og Strøen .....	31
3.16 Arkvatnet.....	32
3.17 Arkvatnelva .....	34
3.18 Svenningpytten.....	35

# 1 Bakgrunn

Svalbard, som består av de fire store øyene Spitsbergen, Nordaustlandet, Barentsøya og Edgeøya, samt flere mindre øyer, var nediset under siste istid og store deler av øygruppa er fortsatt dekket av isbreer. Mindre enn 400 km<sup>2</sup> (0,6 %) av øygruppen er dekket av ferskvann, og de dominerende vannforekomstene er grunne (< 2 m) dammer og småvann som er dannet av permafrost. Disse permafrostdemmede dammene mangler normalt fisk fordi de bunnfryser om vinteren, mens det i stort sett alle innsjøene på Svalbard, som ligger nedenfor marin grense og ikke bunnfryser (er dypere enn 2-3 m), lever Svalbardrøye. Totalt sett finnes det anslagsvis et par hundre innsjøer på øyriket. De to største innsjøene på Nordaustlandet, Brånesjøen og Flysjøen, er henholdsvis 12 og 10 km<sup>2</sup>, men det er uvisst hvor dype er. De to største innsjøene på Spitsbergen, Femmiljøen (6 km<sup>2</sup>) og Linnévatnet (4 km<sup>2</sup>), er henholdsvis ca. 80 og 35 m dype. Ellers kan det nevnes at de tre breene; Orsa-, Holmström- og Morabreen, like nord for Ekmanfjorden, har trukket seg tilbake de siste årene. Dette har ført til at smeltevannet er oppdemmet og har vokst til en grunn innsjø på mer enn 17 km<sup>2</sup>, som i 2014 fikk navnet Trebrevatnet. Den representerer nå formelt sett Svalbards største innsjø (i alle fall til iskjernen i morenen har smeltet).

Innsjøer på Svalbard er svært kalde, og tilførselen av næringsstoffer er marginal. Litt forenklet kan en skille mellom to hovedtyper av innsjøer; klarvannssjøer og bresjøer. I klarvannssjøene, hvor siktedypet som oftest er fra 6 til 8 m, kommer temperaturen sommerstid trolig sjelden over 7-8 °C. I de innsjøene som har isbreer i nedslagsfeltet (bresjøer) er forholdene enda verre. Her vil den økte solstrålingen utover sommeren føre til at isbreene smelter. Dermed reduseres sikten i vannet til bare noen få cm og vanntemperaturen i de nordligste og mest brepåvirkede innsjøene blir neppe mer enn 2-4 °C. I de 9-10 månedene med isdekke er vanntemperaturen stort sett mellom 0 og 2 °C i begge innsjøtypene.

Istykkelsen i innsjøene varierer stort sett fra 1.1-1.8 m, men sammenlignet med for eksempel høyfjellssjøer i Norge, er isen vesentlig mer gjennomsiktig. Dette skyldes den lave nedbøren i arktiske områder, samt at lufttemperaturen under innfrysingen er lav. Dermed kan isen bli relativt kompakt (stålis) og uten innfrosne snølag. Dersom nedbøren er lav gjennom resten av vinteren, legger det seg lite snø oppå isen, noe som i så fall fører dette til at en vesentlig større andel av solstrålene trenger gjennom isen og ned i vannet. De arktiske områdene har også lange perioder med sollys i løpet av året. På Svalbard er det mer enn 8 timers lys gjennom døgnet allerede fra 10. februar, og fra ca. 20. april til 20. august (4 måneder) er det lys hele døgnet (midnattssol). På den annen side er det mørketid i fire av vintermånedene. Dersom isen på innsjøene er rimelig klar (transparent), samt at det er lite snø opp på isen, kan en stor andel av årlig primærproduksjon i innsjøene foregå i de 9-10 månedene med is på innsjøene.

På Svalbard er grunnen permanent frossen (permafrost). Bare litt av det øvre laget tiner hvert år og det skjer lite eller ingen magasinering av nedbøren. På forsommeren (juni/juli) smelter snøen i nedslagsfeltet og det dannes bekker/elver som gir mulighet for at for eksempel fisk (Svalbardrøye) kan vandre mellom innsjøene og havet. Elvene er imidlertid åpne bare et par-tre måneder, og sjørøya har derfor relativt kort tid på seg før elvene tørrlegges og den må være tilbake fra sjøoppholdet. Utløpselvene/-bekkene i innsjøene på Svalbard kan derfor oppfattes som en slags elvekanal mellom fersk- og saltvann, og som er åpne i relativt korte perioder hvert år. I de nordligste områdene på øyriket er det sannsynlig at elvene ikke er åpne hvert år.

Miljøvariable som lufttemperatur og nedbør, representerer trolig de to viktigste miljøparameterne som påvirker vanntemperatur, isgang/islegging, lysforhold og produksjon i innsjøene på Svalbard. De antatte klimaendringene med økende lufttemperatur og nedbør, spesielt i de nordligste områdene på øyriket, vil derfor trolig ha store effekter på både fysiske, kjemiske og biologiske parametere i de limniske økosystemene på Svalbard.

Kunnskapen om de limniske økosystemene på Svalbard er imidlertid svært mangelfull, og i dette prosjektet har vi forsøkt å kartlegge vanntemperatur og lysinnstråling i innsjøsystemer fra

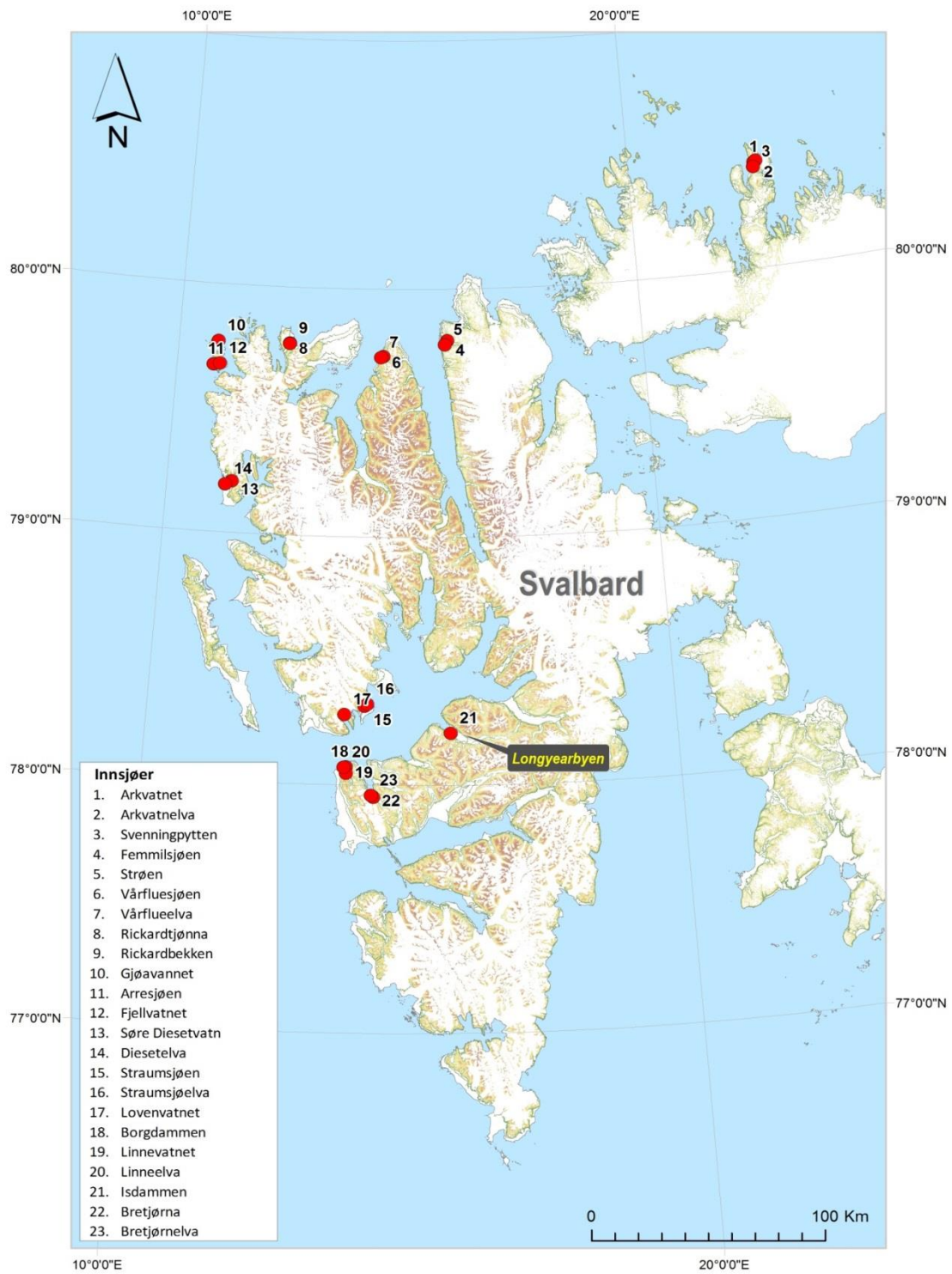
Grønfjorden/Isfjorden i sør til Nordaustlandet i nord. Totalt har vi satt ut loggere i 16 innsjøer og 7 elver. Prosjektet omfatter formelt registreringer i perioden 2012-2014, men for noen av vassdragene har vi også inkludert tidligere data, samt at vi også har tatt med data innhentet i 2015 for noen av vassdragene. På bakgrunn av temperatur- og lysmålingene har vi også forsøkt å estimere isgang og islegging i innsjøene, samt når utløpselvene (mellom innsjø og hav) smelter og fryser (tørker inn) igjen.

## 2 Utvalgte vassdrag og metodikk

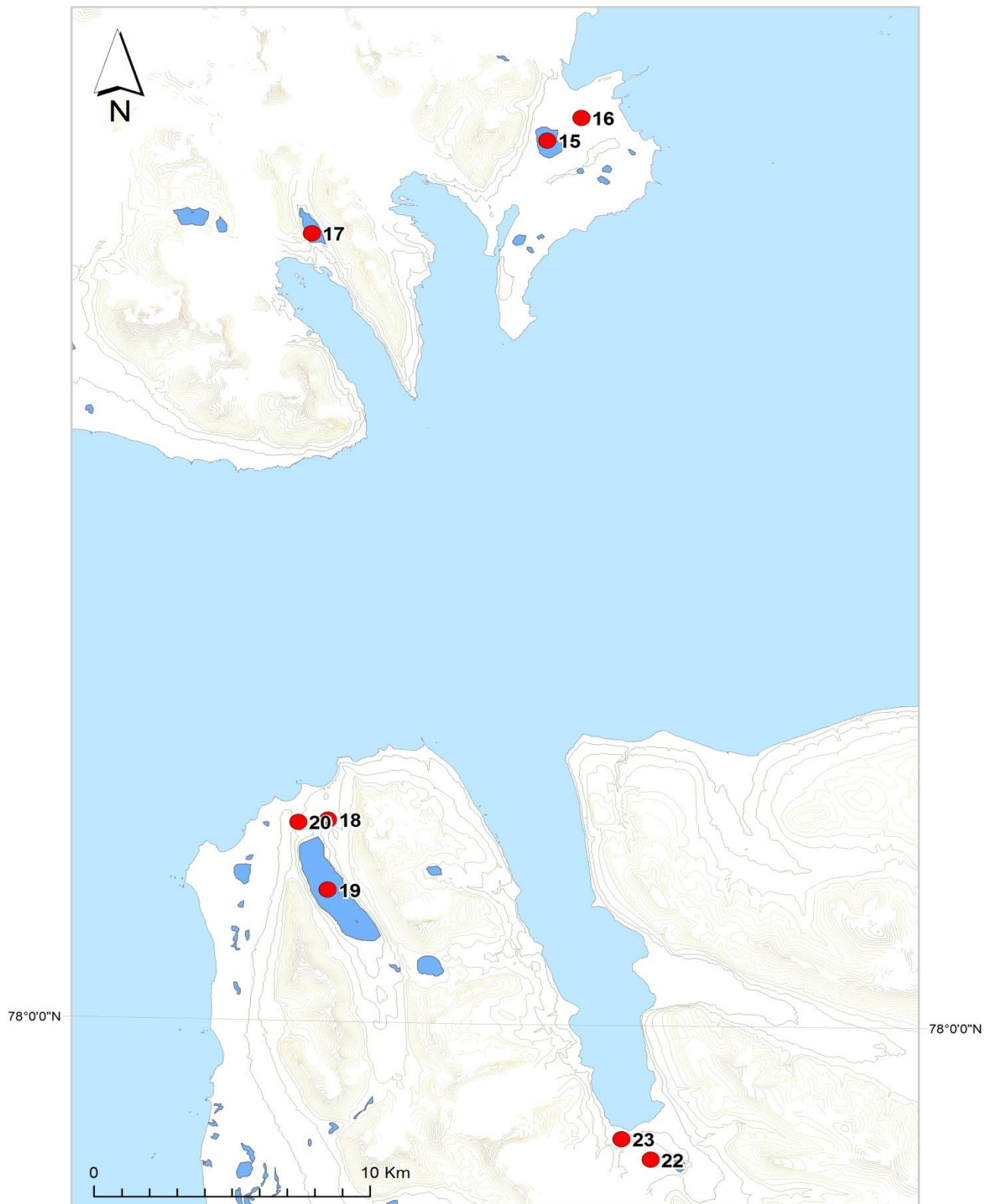
Det ble satt ut loggerne i 16 innsjøer og 7 utløpselver, spredt fra Bretjørna innerst i Grønfjorden (Isfjorden) til Arkvatnet på Nordaustlandet (figur 1, 2, 3, 4). For tre av vassdragene, dvs. Gjøvatnet, Bretjørna m/utløpselv og Femmiljøen/Strøen, var det ikke mulig å finne/få opp loggerne. Vi håper likevel at loggerne i Gjøvatnet og Femmiljøen kan hentes i 2016, mens loggerne i Bretjørna trolig er rast ut med jordras og isskuring. For Femmiljøen/Strøen har vi inkludert tidligere målinger, mens det ikke finnes data fra de to andre vassdragene.

Vi benyttet to typer dataloggere, der begge er såkalte HOBO data loggerne (se <http://www.onsetcomp.com/products/data-loggers>). Den ene typen (UTB1) måler kun temperatur, mens den andre typen (UA-002-64) måler både temperatur og lysinnstråling (lux). Begge logger-typene er vanntette. UTB1-loggerne ble likevel lagt i plastflasker for å skåne dem mot støt etc.

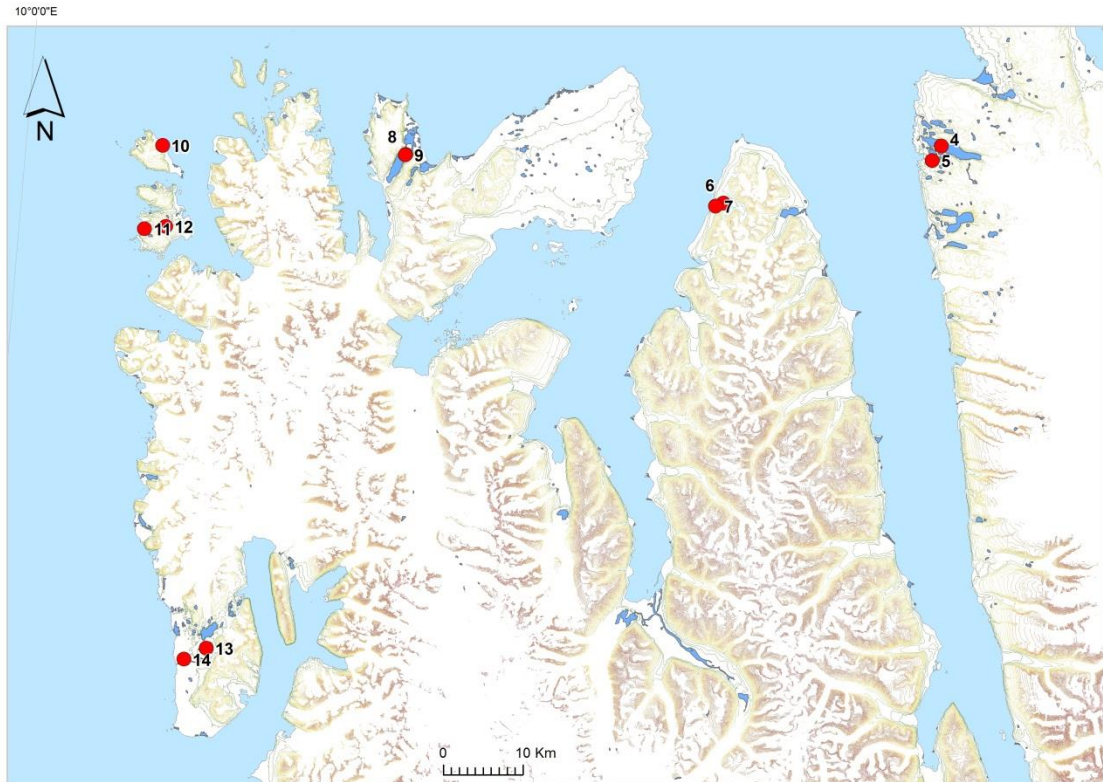
UA-loggerne (heretter kalt lysloggerne) måler lysinnstrålingen i en sensor, som nødvendigvis må vendes loddrett oppover. Loggerne ble derfor satt fast i bunnen av plastflasker, som ble snudd med åpningen ned. Fra åpningen ble det festet et tau inne i flasken som ble ledet ut åpningen og festet i en stein. Når flasken ble satt under vann ble den holdt nede av steinen, samtidig som bunnen av flasken, med to loggerne, ble pekende loddrett oppover (mot "lyset"). Loggerne kunne dermed settes ut på ulike dyp, og målte den loddrette innstrålingen gjennom vannmassene. Ved noen av vassdragene ble det også satt opp UA-loggerne over bakken, for å beregne hvor stor andel av lysinnstrålingen som trengte gjennom snølag, is, vandyp osv.



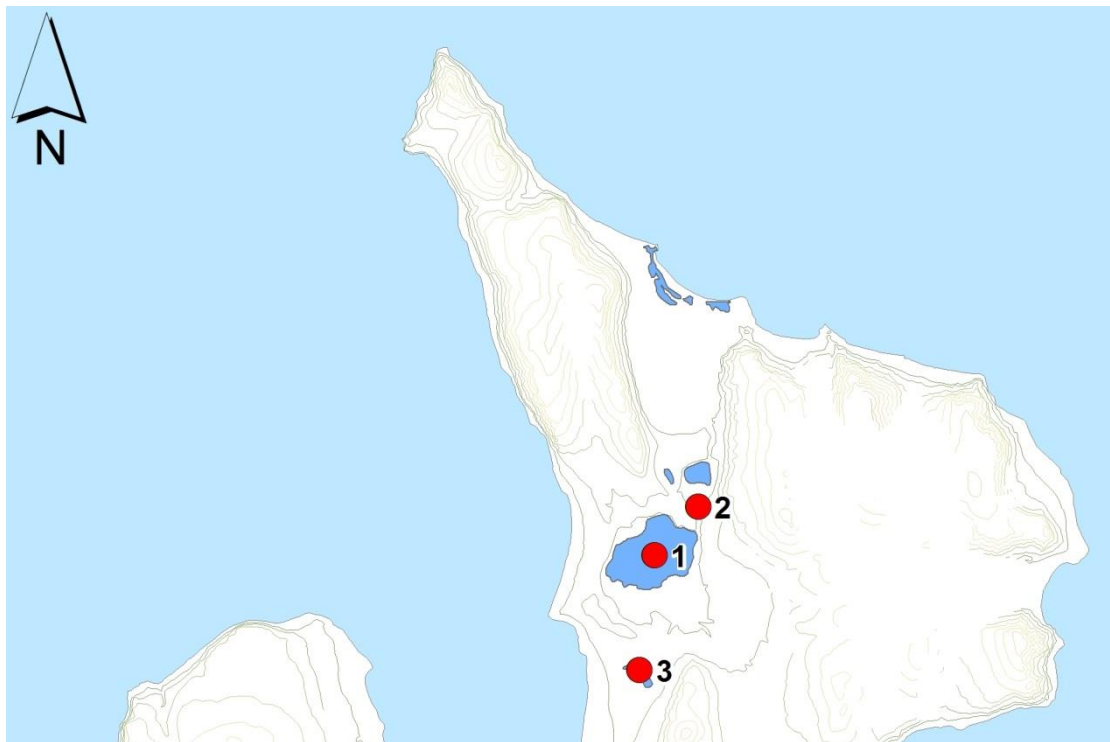
**Figur 1** Kart som viser lokaliteter der det ble satt ut dataloggere.



**Figur 2** Kartutsnitt over lokalitetene i Isfjordområdet, der det ble satt ut loggere.



**Figur 3** Kartutsnitt over lokalitetene på Nordvest-Spitsbergen, der ble satt ut dataloggere.



**Figur 4** Kartutsnitt over lokalitetene på Platenhalvøya, Nordaustlandet, der det ble satt ut dataloggere.

## 3 Resultater og diskusjon

### 3.1 Isdammen

I Isdammen ble det plassert temperatur- ( $^{\circ}\text{C}$ ) og lysloggere (Lux) både 1) i luft, 2) på isen (under snø), 3) 100 cm over bunnen og 4) 25 cm over bunnen (se figur 5, 6, 7, 8). Loggerne ble satt ut 4.12.2011 og avlest 5.7.2012, og registrerte lys og temperatur hver halvtime. Alle loggerne var plassert i et område hvor Isdammen var 3 m dyp.

Fra loggerne som stod i luft (1 m over isen) ble det først registrert "lys" rundt 1. mars. Etter 1. mars og utover våren/sommeren økte den daglige maksimale innstrålingen (ca kl. 10-12) til opp mot 250 000 Lux i første halvdel av juni (figur 5). Gjennom hele perioden var imidlertid innstrålingen nærmest ikke målbar på natten.

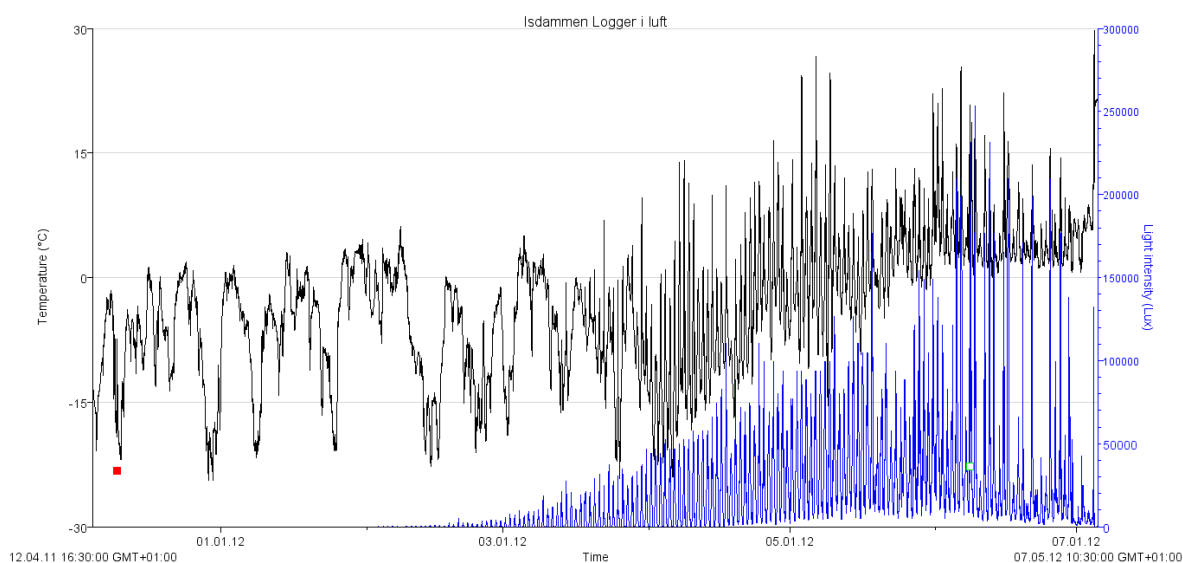
Ved utsetting (4-5.12.2011) var lufttemperaturen ned mot 20 minusgrader, men varierte fra ca  $-24^{\circ}\text{C}$  til  $15^{\circ}\text{C}$  i perioden fra desember 2011 til april 2012 (figur 5). Etter 22. mai ble det stort sett kun registrert temperaturer over  $0^{\circ}\text{C}$ .

Loggerne som ble plassert i kontakt med isflaten, og som dermed ble dekket av eventuelle snølag på isen, viste i perioden fram til midten av mai en vesentlig lavere lysinnstråling (figur 6) enn loggeren som var plassert 1 m over isen (figur 5). Bortsett fra siste uke av april, ble det omtrent ikke registrert innstråling i perioden fra begynnelsen av desember i 2011 til midten av mai. Dette viser at de få cm med snø som lå oppå isen, begrenset innstrålingen kraftig. For eksempel ble det i perioden fra 1-17. mai registrert fra 0 til 20 000 Lux på loggeren under snø, mens loggeren 1 m over isen registrerte innstrålinger opp mot 175 000 Lux.

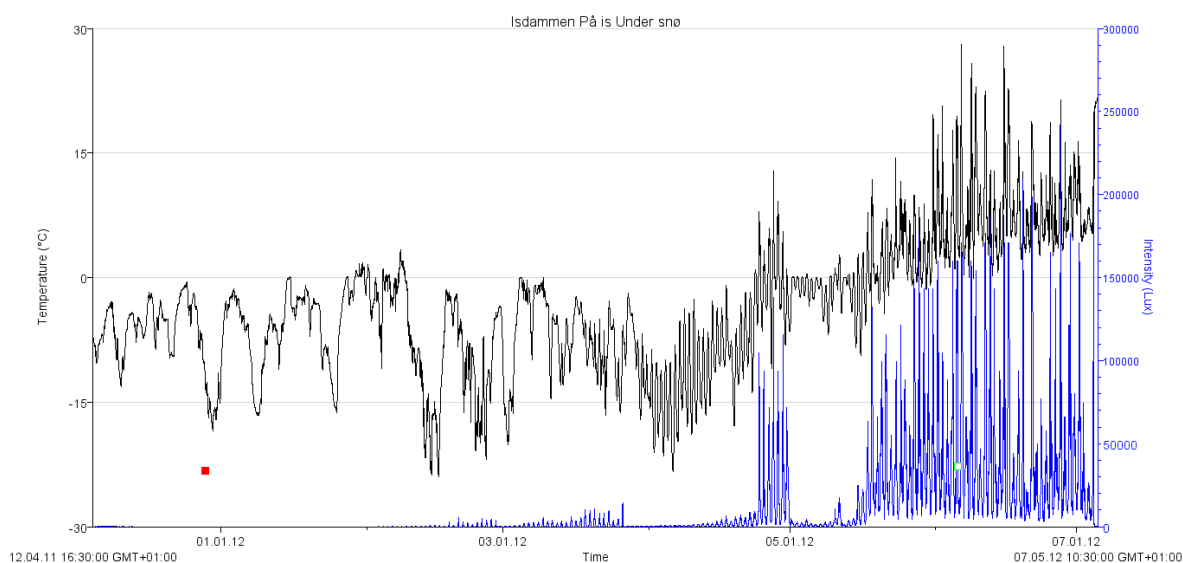
Det ble også plassert loggere under isen, henholdsvis 100 cm (figur 7) og 25 cm (figur 8) over bunnen. Her var innstrålingen kraftig redusert, også sammenlignet med loggeren som var plassert under snø, dvs. at en istykkelse på 60-85 cm bidro til å redusere innstrålingen relativt mye. Fra 4.12.2011 fram til 1.4.12 ble det ikke registrert lys, mens det videre fram mot siste uka av mai, kun ble registrert opp mot 20 Lux. Fra 25. mai til 20. juni økte innstrålingen relativt kraftig (figur 7,8), og sterkt korrelert med den økte innstrålingen som ble registrert i loggeren som lå på isen (figur 6). I denne perioden forsvant det meste av det lille snødekket på isen, som viser at selv noen få cm med snø kan begrense innstrålingen vesentlig mer enn 70-80 cm med is. I denne perioden økte også vanntemperaturen i Isdammen fra i overkant av  $1^{\circ}\text{C}$  til om lag  $4^{\circ}\text{C}$ , noe som også viser at den økte innstrålingen som en følge av smelting av snøen opp på isen, også førte til en kraftig økning i vanntemperaturen i den samme perioden. Gjennomsnittlig lufttemperatur i denne perioden var i overkant av  $2^{\circ}\text{C}$ .

Etter 20. juni 2012 startet ismeltingen, samt at vanntemperaturøkningen førte til omrøring av vannmassene i Isdammen. Dette begrenset sikten i vannet og førte til at innstrålingen nedover i vannsøylen nærmest ble "borte" (se figur 7, 8). Som en følge av omrøringen falt gjennomsnittstemperaturen i Isdammen til i underkant av  $2^{\circ}\text{C}$ , før vanntemperaturen i hele vannsøyla begynte å stige igjen fra første uka av august (figur 7,8).

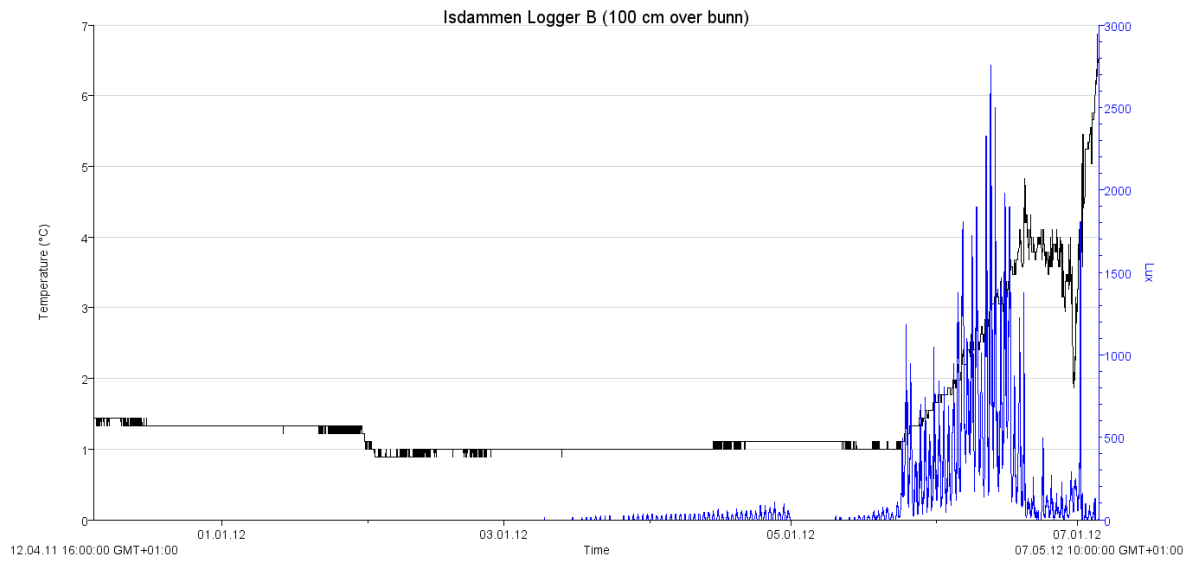
Det ble også registrert litt lavere innstråling i loggeren som var plassert 25 cm fra bunnen (figur ), sammenlignet med loggeren plassert 100 cm over bunnen (figur 7), noe som viser at innstrålingen naturlig nok reduseres noe nedover i vannsøyla.



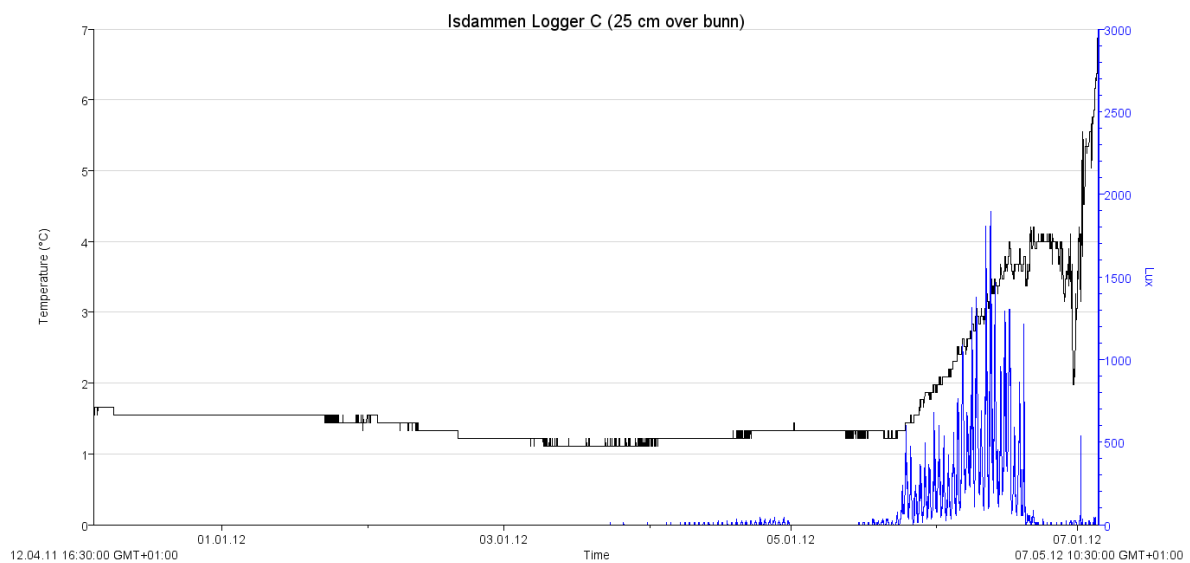
Figur 5. Lufttemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) i loggere plassert 1 m over isen/vannoverflaten på Isdammen i perioden 4.12.2011 til 5.7.2012. Loggerne registrerte temperatur og lys hver halve time i denne perioden.



Figur 6. Temperatur (°C) og lysinnstråling (lux) i loggere plassert på isoverflaten (under snø på isen) på Isdammen i perioden 4.12.2011 til 5.7.2012. Loggerne registrerte temperatur og lys hver halve time i denne perioden.



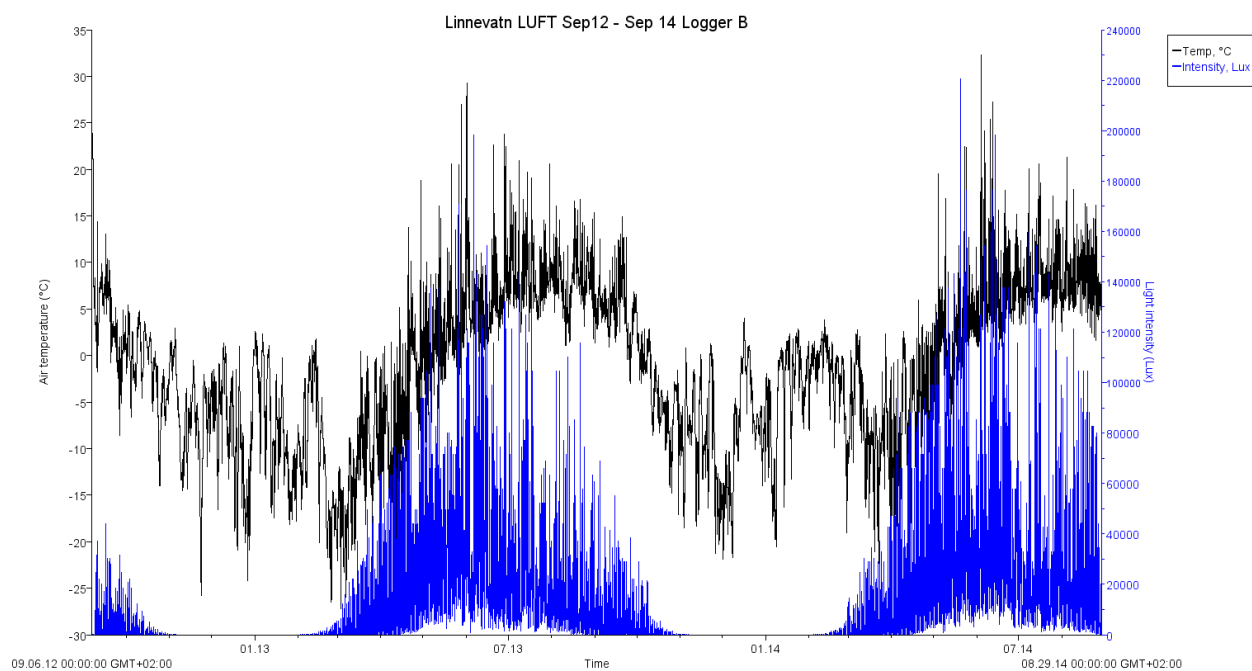
Figur 7. Temperatur (°C) og lysinnstråling (lux) i loggere plassert 100 cm over bunnen på 3 m dyp i Isdammen i perioden 4.12.2011 til 5.7.2012. Loggerne registrerte temperatur og lys hver halve time i denne perioden.



Figur 8. Temperatur (°C) og lysinnstråling (lux) i loggere plassert 25 cm over bunnen på 3 m dyp i Isdammen i perioden 4.12.2011 til 5.7.2012. Loggerne registrerte temperatur og lys hver halve time i denne perioden.

## 3.2 Linnévatnet

Det ble plassert loggere på taket av naustet ved vestenden av Linnévatnet i perioden 6.9.2012 til 29.8.2014 (figur 9). I perioden 1. november til 7. mars ble det nærmest ikke registrert innstråling av lys, mens den målte innstrålingen fra begynnelsen av mai til slutten av juli (midt på dagen) var i størrelsesorden 120 000 til 180 000 lux (figur 9). Gjennomsnittlig innstråling i mai (35 000 og 37 000 Lux) og juni (33 000 og 40 000 Lux) var relativt lik i begge årene, og med høyeste registrerte månedlig innstråling på ca 200 000 Lux.



Figur 9. Lufttemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) i loggerne plassert 3 m over bakken ved Linnévatnet i perioden 6.9.2012 til 29.8.2014. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne perioden.

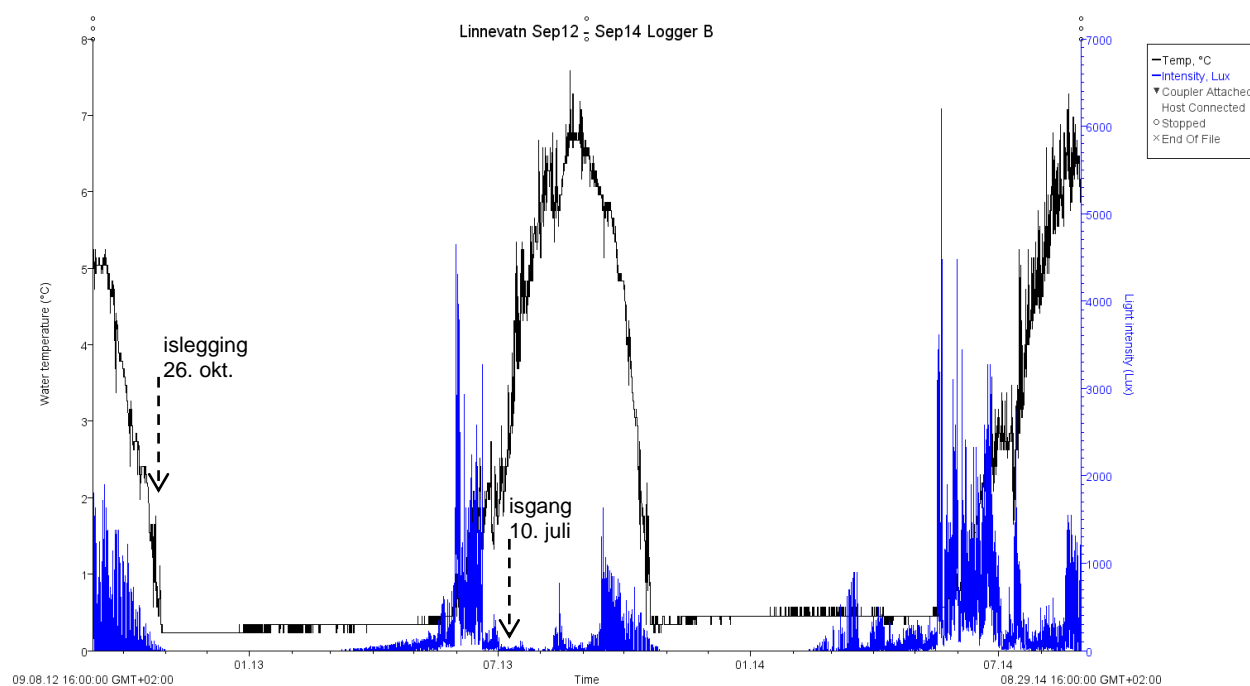
Under vann (se figur 10) skjedde en relativt sterk økning i lysinnstråling fra midten/slutten av mai til siste halvdel av juni. Fra siste halvdel av juni sank imidlertid innstrålingen kraftig, samtidig med at vanntemperaturen økte raskt fra i underkant av 0.5 °C til 4 °C i første halvdel av juli til 6-7 °C fra tidlig august til midten av september. Den kraftige økningen i vanntemperatur skyldes kraftig innstråling i lysintensitet (økende lufttemperatur), som igjen fører til økt smelting fra isbreene med påfølgende øking av breslam i Linnévatnet. Dermed øker vanntemperaturen samtidig som det skjer en kraftig reduksjon av lysinnstrålingen gjennom vannmassene (se figur 10), og i perioden fra 20. juni til 15. september (2013) når en forsvinnende del av lysinnstrålingen ned til loggerne på ca 3-6 m dyp. Det samme lys- og temperaturregimet ble observert i 2014, dog med en viss tidsforskyvning.

Registreringene på loggerne som stod under vann, viser en relativ økning i lysinnstråling i de første dagene av juli, like før vanntemperaturen først synker for så å øke igjen, dvs. i den perioden vannmassene blir omrørt, ca i første uke av juli. Dette kan trolig benyttes som et estimat for isgangen i Linnévatnet, som skjedde ca. 15. og 10. juli i henholdsvis 2012 og 2013 (tidsbestemt ved hjelp av viltkamera).

Både i 2012 og 2013 faller vanntemperaturen kraftig utover høsten, spesielt fra midten av september til slutten av oktober, tilsvarende et temperaturfall fra nærmere 6 °C til 0.2 °C (på 5 m

dyp), for deretter å være mer eller mindre konstant resten av vinteren. Så snart isen legger seg vil effekten av lav lufttemperatur svekke avkjølingen av vannmassene, og denne endringen i vann-temperatur kan derfor benyttes som et estimat på isleggingen. I 2012 la isen på Linnévatnet seg ca 26. oktober.

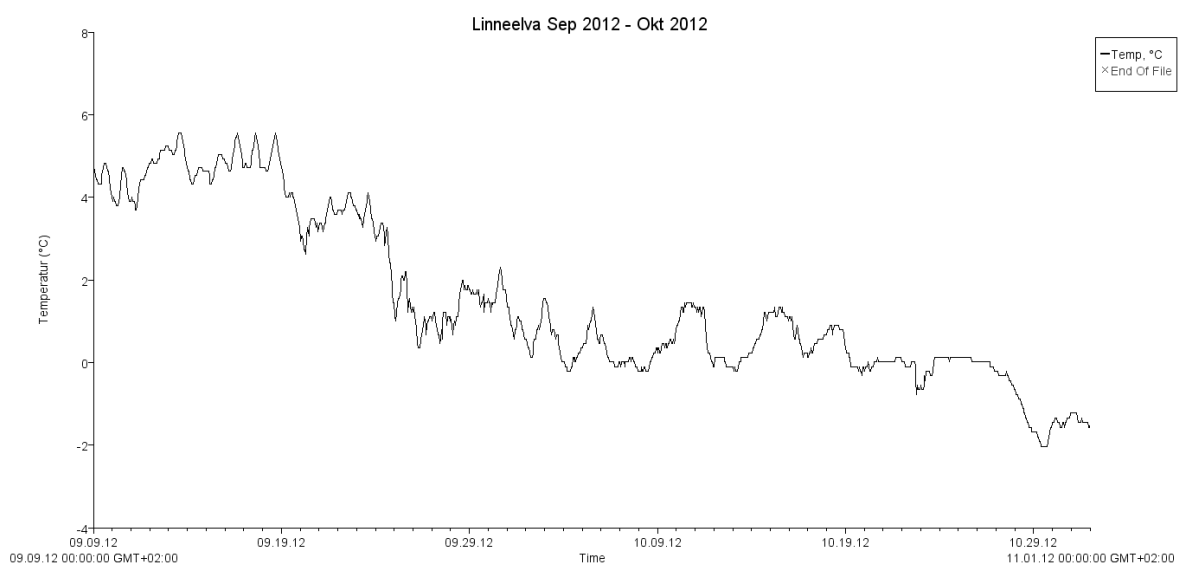
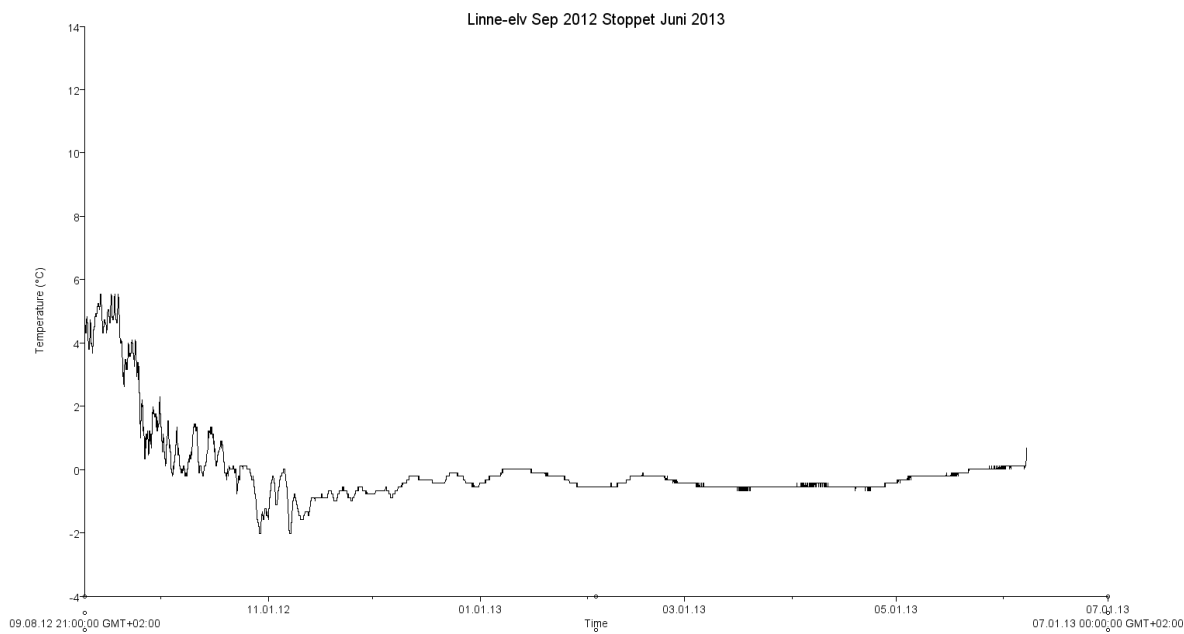
I juni måned (2013) var gjennomsnittlig daglig innstråling 581 Lux, mens tilsvarende for juli og august var henholdsvis 9.8 og 27.9 Lux. I perioden fra 1. mai til 10. juli (41 dager) var gjennomsnittlig daglig innstråling på 450 Lux, mens det fra 10. juli til 20. august (41 dager) ble registrert en innstråling på bare 20 Lux. I 2013 ble Linnévatnet isfritt 10. juli, hvilket betyr at innstrålingen i de 41 dagene etter at vannet var isfritt bare utgjorde 4.4 % av innstrålingen, sammenlignet med de 41 dagene før isgangen. Dette viser at isen på arktiske innsjøer kan slippe gjennom mye lys, samt at innsjøer som ligger i nedslagsfelt med isbreer, kan motta relativt lite lys i den isfrie perioden. I den islagte perioden i 2013, fra 1.1.2013 til 10.7.2013 ble det registret en total innstråling på 24 206 Lux, mens det i den isfrie perioden, dvs. fra 10. juli til 31. oktober ble registrert 6 548 Lux. Det betyr at innstrålingen i Linnévatnet (4 m dyp) i den islagte perioden utgjorde nærmere 80 % av all innstråling i 2013.



Figur 10. Vanntemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) i loggere plassert 1 m over bunnen ved 6 m dyp i Linnévatnet i perioden 8.9.2012 til 29.8.2014. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne perioden.

### 3.3 Linnéelva

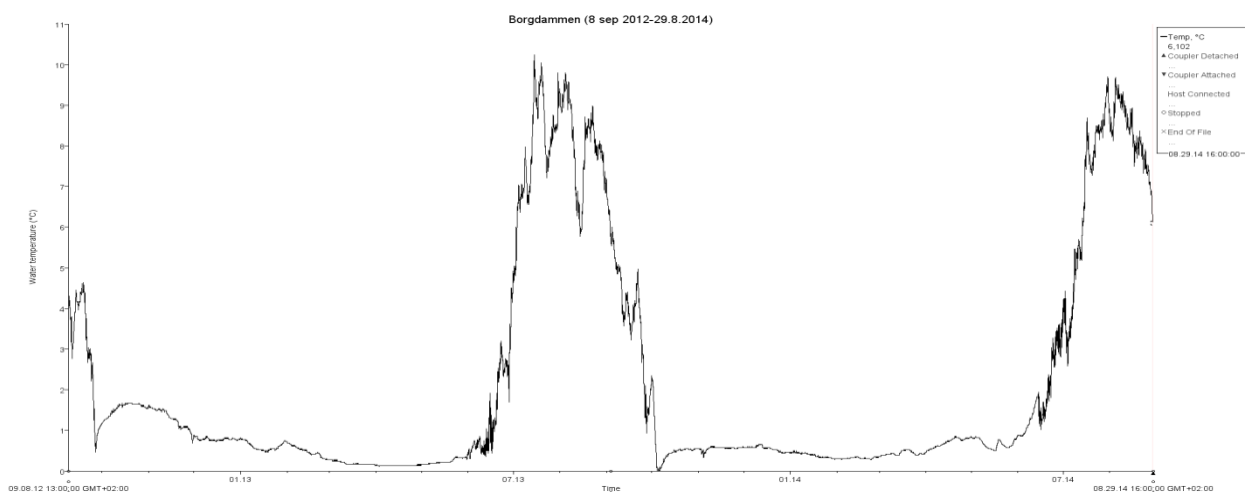
Begge loggerne som ble satt ut i Linnéelva i august 2012 “stoppet” allerede 15.5.2013, og vi har ingen detaljerte vannivå-data for Linnéelva etter dette. Plottene (figur 11) viser at elva tørket inn ca. ved månedsskiftet september/oktober. I begge lokalitetene ser vi at temperaturen varierer mellom -0.5 og 0.5 oC i en ca. en uke i denne perioden, noe som tyder på at små nedbørmengder kan påvirke vannivået i elva.



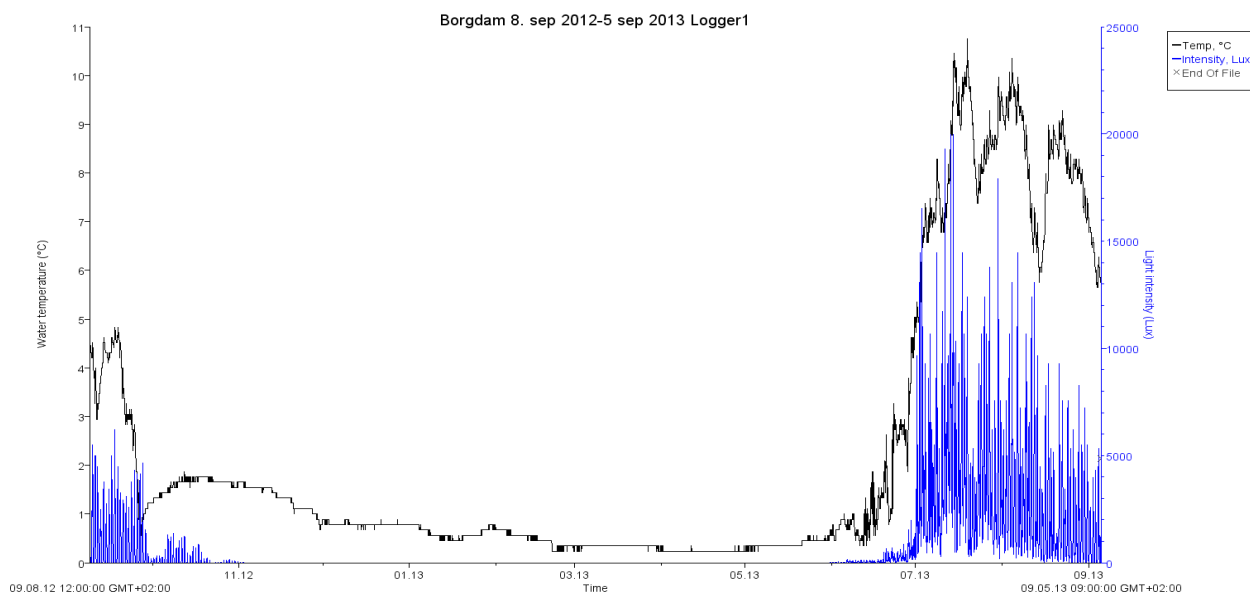
Figur 11 Temperaturen målt i to lokaliteter i utløpselva fra Linnévåtnet i perioden fra tidlig september 2012 til henholdsvis september 2012 (øverst) og juni 2013 (nederst). Begge loggerne registrerte vanntemperaturen hver time.

### 3.4 Nordre Borgdam

Nordre Borgdam ligger bare 800 m nordøst for utløpet av Linnévatnet. Vanntemperaturen ble registrert (UTB1-logger) fra 8.9.2012 til 29.8.2014, og i 2013 og 2014 ble det målt maksimumstemperaturer på henholdsvis 10.8 og 9.7 °C (figur 12), dvs. ca. tre grader høyere maksimumstemperatur enn hva vi registrerte i Linnévatnet (figur 10). Nordre Borgdam er ikke påvirket av bresmelting i sommerperioden, og innstrålingen i det meste av den isfrie perioden, dvs. fra 1. juli til avlesing av loggeren den 5. september (figur 12), utgjorde gjennomsnittlig daglig innstråling på i overkant av 3 100 Lux, eller totalt 203 000 Lux i løpet av de 65 dagene. Total innstråling i den isfrie perioden i Linnévatnet utgjør bare 2-3 % av dette.



Figur 12. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 4 m dyp i Nordre Borgdam i perioden 8.9.2012 til 29.8.2014. Loggerne registrerte vanntemperaturen hver time i denne perioden.



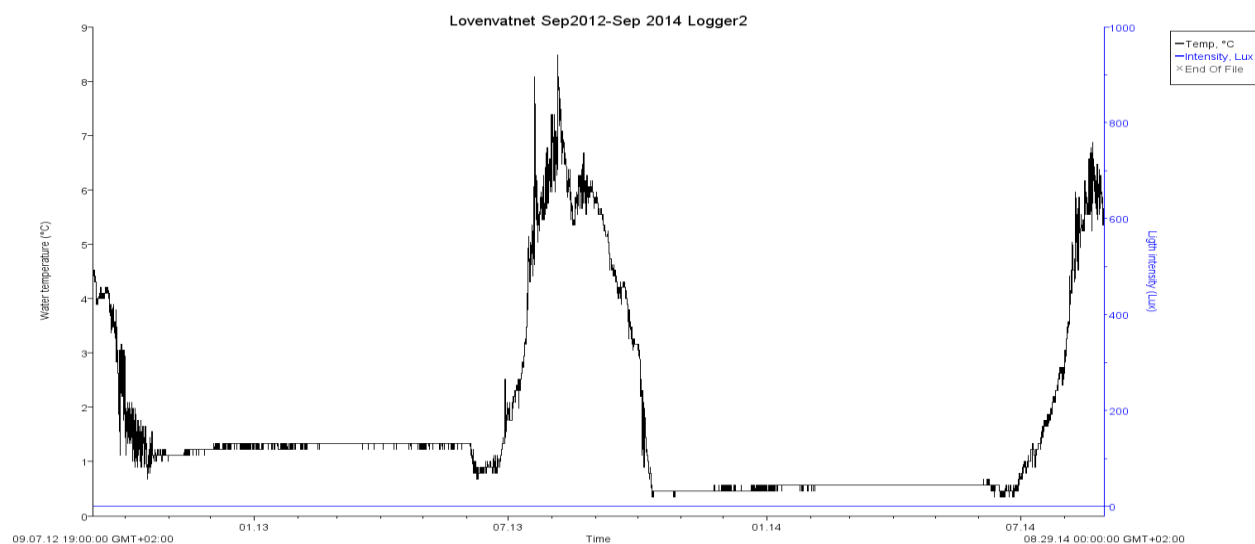
Figur 13. Vanntemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 4 m dyp i Nordre Borgdam i perioden 8.9.2012 til 5.9.2013. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne perioden.

### 3.5 Lovenvatnet

Lovenvatnet (figur 14) ligger på nordsiden av Isfjorden, med en ca 1 km lang utløpselv som munner ut i Trygghavna. Det er ingen isbreer rundt vannet, men lenger opp i nedslagsfeltet påvirkes innsjøen av Kjærbreen, som igjen utgjør nederste del av den "enorme" Esmarkbreen. På sommerstid er innsjøen sterkt brunfarget av gjørme og med siktedyp på mindre enn 1-2 cm (figur 14). På grunn av den dårlige siktbarheten i vannet, ble det ikke registrert innstråling på loggerne i perioden 7.9.2012 til 29.8.2014 (figur 15). Maksimumstemperaturen var 8 °C sommeren 2013 og nærmere 7 °C i 2014 (figur 15).



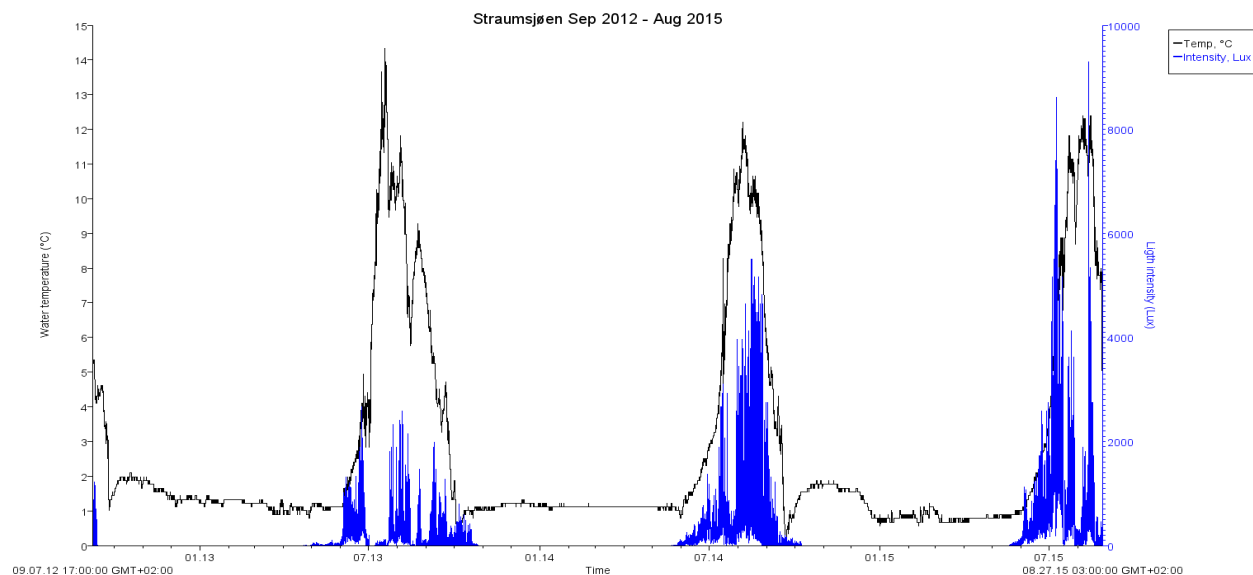
Figur 14 Lovenvatnet er svært "gjørmete" og sterkt brunfarget, med siktedyp på maks 1-2 cm på sommerstid. De to lysmålerne, plassert henholdsvis 1 og 3 m under isen/vannoverflata, viste absolutt ingen utslag fra 7.9.2012 til 29.8.2014. Lovenvatnet var den eneste innsjøen der vi ikke registrerte lysinnstråling på noen av loggerne.



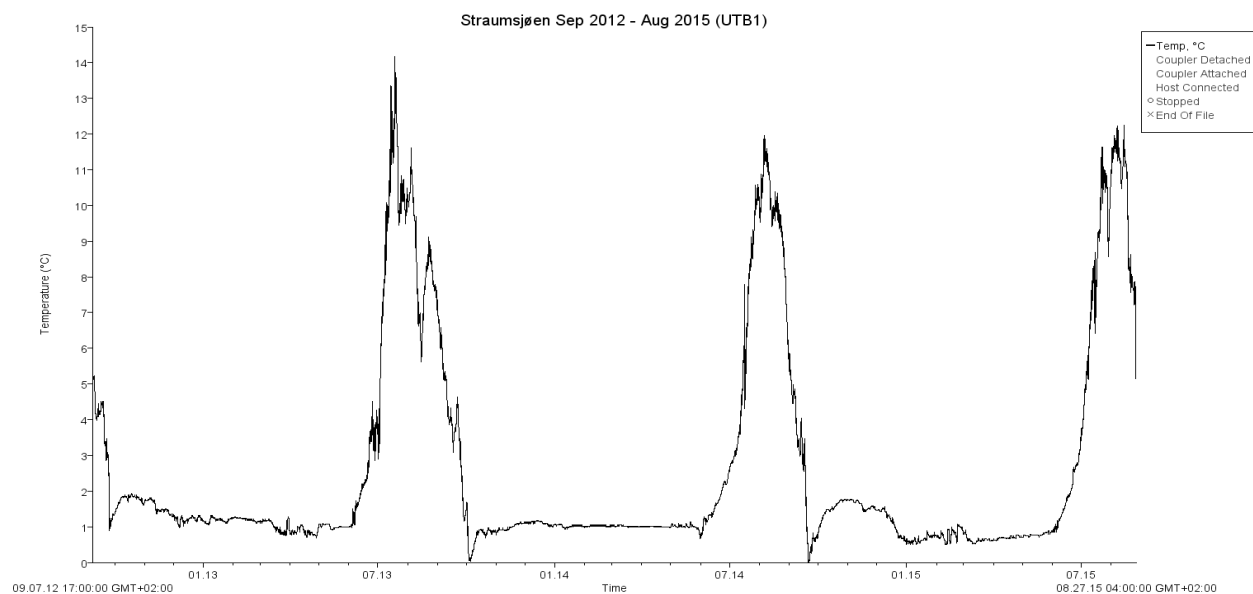
Figur 15. Vanntemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 3 m dyp i Lovévatnet i perioden 7.9.2012 til 29.8.2014. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne perioden.

### 3.6 Straumstjøen

Straumstjøen er trolig en av de varmeste røyestjøene på Svalbard. Maksimumstemperaturene var fra 12 til 14 °C i årene 2013-2015 (figur 16). Også i 2005 ble det registrert vanntemperaturer i underkant av 13 °C. I følge lokalbefolkningen var denne innsjøen kaldere på 1980—1990 tallet, da innsjøen ennå hadde isbreer i nedslagsfeltet. For 20-30 år siden var breene smeltet bort, og har ikke lenger noen kjølede effekt på vanntemperaturen i innsjøen. Den relativt store lysinnstrålingen til vannmassene (figur 16) viser også på at innsjøen er lite påvirket av bresmelting.



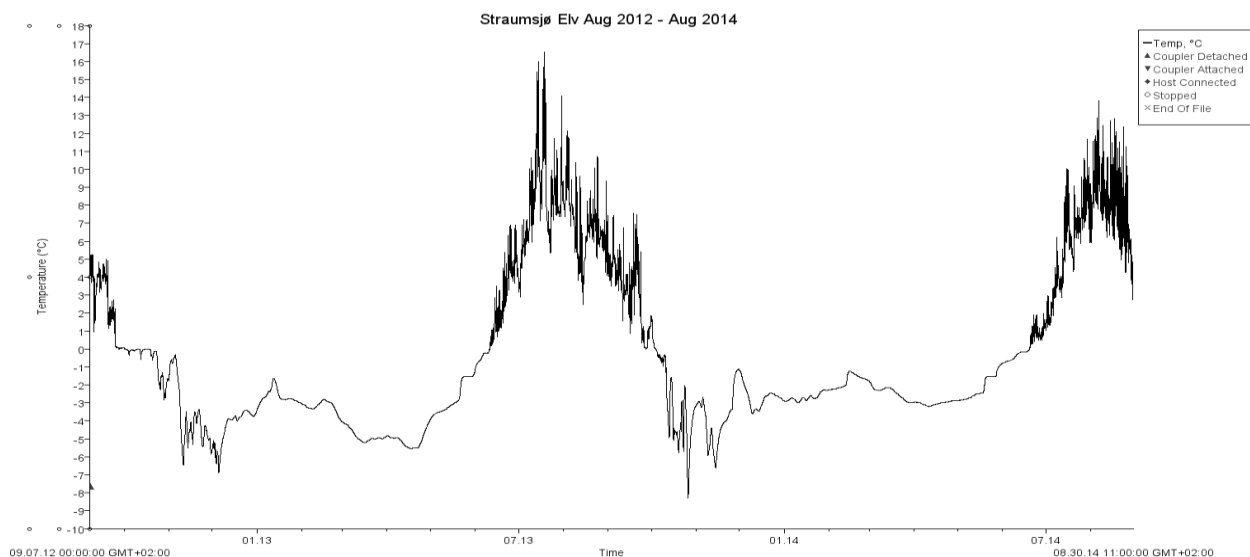
Figur 16. Vanntemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 3 m dyp i Straumstjøen i perioden 7.9.2012 til 27.8.2015. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne perioden.



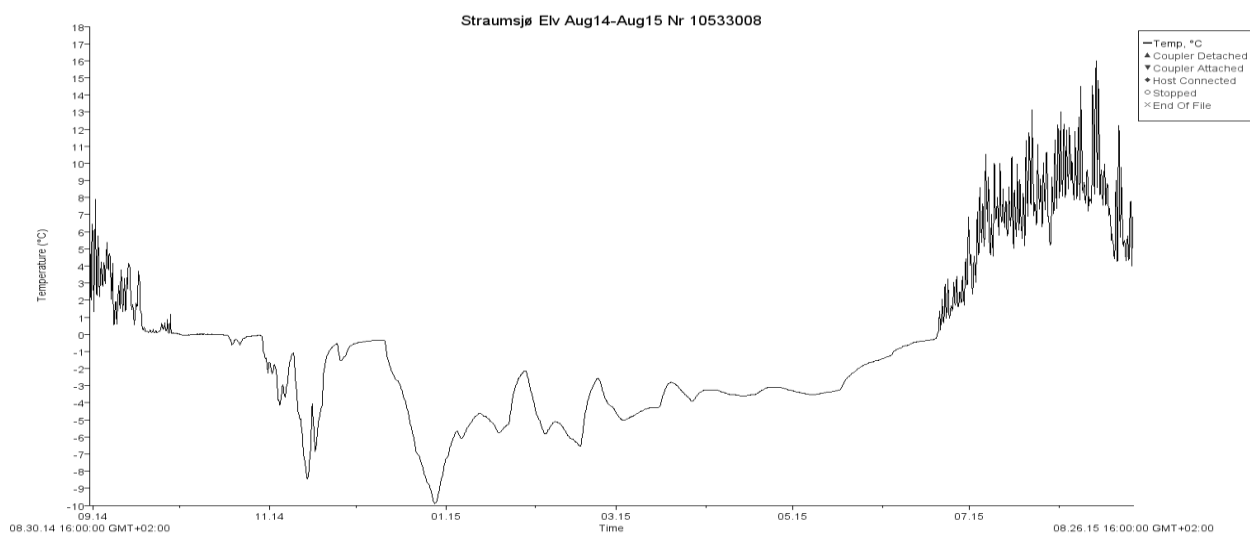
Figur 17. Vanntemperatur (°C) registrert i UTB1-loggerne plassert 1 m over bunnen ved 3 m dyp i Straumstjøen i perioden 7.9.2012 til 27.8.2015. Loggerne registrerte temperatur hver time i denne perioden. Analysene viser at denne loggeren viser eksakt samme temperatur som UA-loggeren (kombinert lys og temperatur) som er fremstilt i figur 16 (se figuren over).

### 3.7 Straumsjøelva

Målingen av ellevannet tyder på at utløpselva fra Straumsjøen tørker helt ut (temperaturen blir lavere enn 0 °C) i første uka av oktober, mens vårmeltingen gir vann i elva (temperaturen øker til over 0 °C) rundt 15-20. juni (figur 18, 19). Loggerne ble plassert i et par relativt dype kulper i elva og registrerer derfor en slags absolutt laveste vannføring. Dette betyr at sjørøya trolig kan vandre mellom Straumsjøen og havet fra månedsskiftet juni/juli til første halvdel av september.



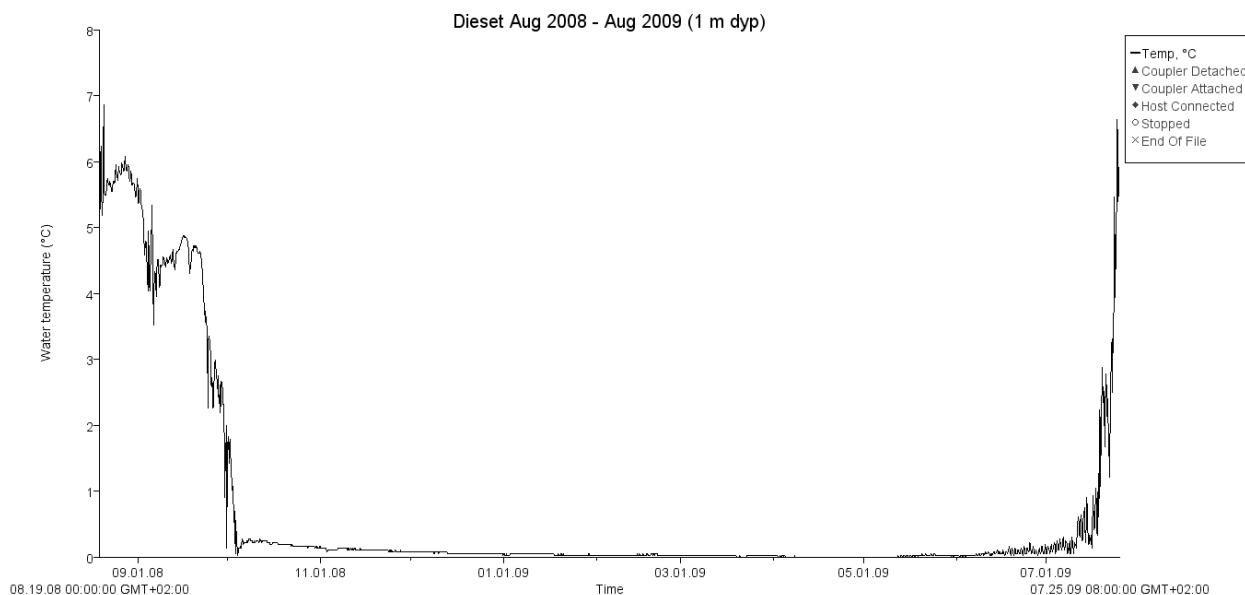
Figur 18 Temperaturen målt i utløpselva fra Straumsjøen i perioden 7.9.2012 til 30.8.2014. Loggeren (UTB1) var plassert i en liten kulp i elva og registrerte vanntemperaturen hver time.



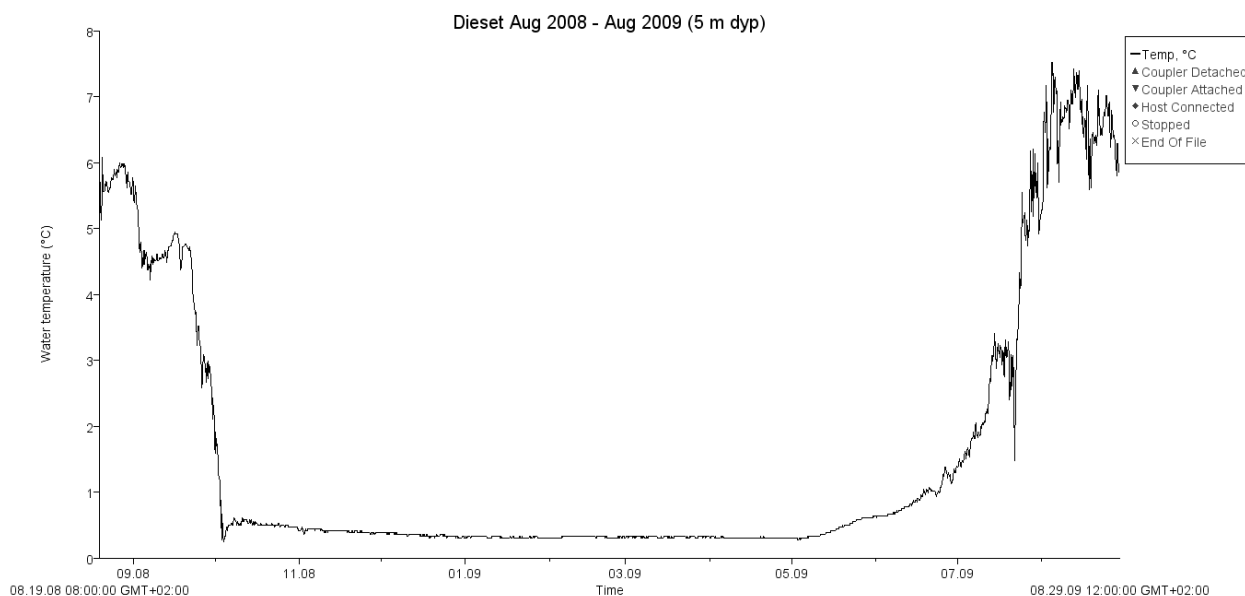
Figur 19 Temperaturen målt i utløpselva fra Straumsjøen i perioden 30.8.2014 til 26.8.2015. Loggeren (UTB1) var plassert i en liten kulp i elva og registrerte vanntemperaturen hver time.

### 3.8 Søre Diesetvatn

På grunn av mye vind, ble vi forhindret fra å hente inn de siste loggerne fra Diesetvassdraget i 2014, men det finnes en god del tilgjengelige data fra tidligere år. Sommeren/høsten 2008 var maksimumstemperaturen i overkant av 6 °C (figur 20), mens vanntemperaturen gjennom vinteren var mellom 0.1 (like under isen/vannoverflata) og 0.5 °C (5 m dyp). Isgangen på innsjøen skjer lenge etter elva åpner, og enkelte år ligger isen til i siste halvdel av august.



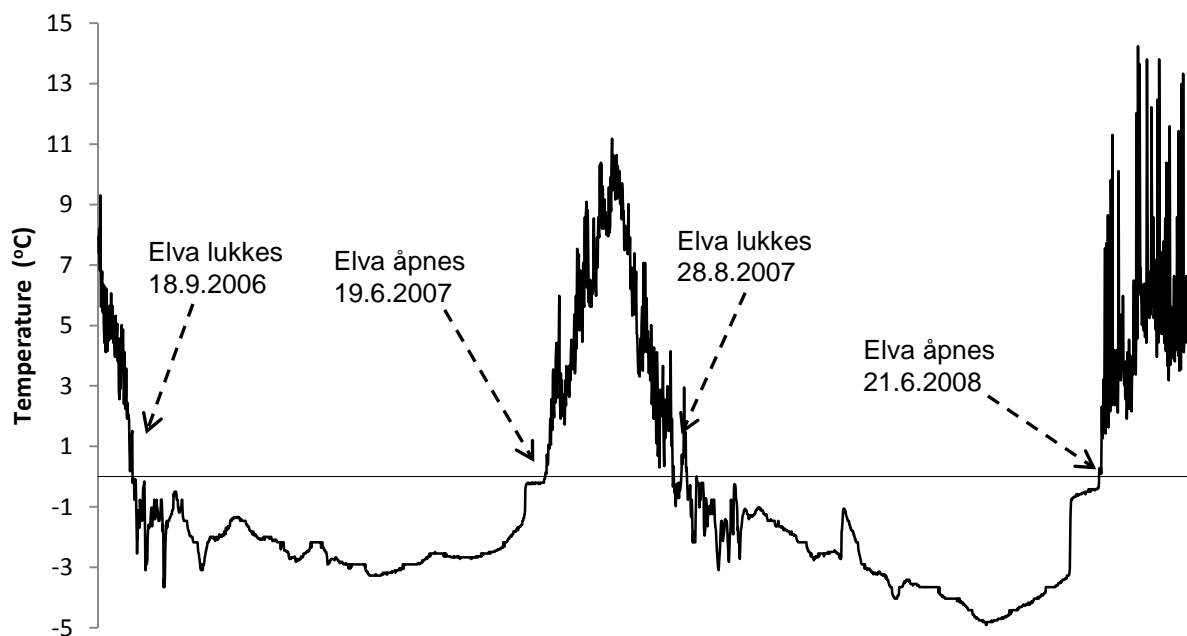
Figur 20 Temperaturen målt i Søre Diesetvatn i perioden 19.8.2008 til 25.7.2009. Loggeren (UTB1) var plassert 1 m under isen/overflata og registrerte vanntemperaturen hver time.



Figur 21 Temperaturen målt i Søre Diesetvatn i perioden 19.8.2008 til 29.8.2009. Loggeren (UTB1) var plassert 1 m over bunnen på 5 m dyp, og registrerte vanntemperaturen hver time.

### 3.9 Diesetelva

Tidspunktet når Diesetelva (utløpselva fra Søre Diesetvann) åpner på forsommeren og tørker/fryser inn på senhøsten varierer en del mellom år, men vil i de fleste årene trolig skje henholdsvis fra midten til siste halvdel av juni og henimot midten av september (figur 22). I 2007 tørket imidlertid elva inn allerede i siste uka av august (se figur 23), og førte trolig til anadrom fisk ikke lenger kunne vandre opp vassdraget. Også i 1977 var elva nærmest "tørr" allerede 2. september (figur 24). Det finnes ikke mange år med kvantitative registreringer av vannføring i utløpselva, men basert på de tre årene 1971, 1975 og 1977, synes det som om vannføringen på senhøsten er sterkt positivt korrelert med lufttemperaturen (se Svenning & Gullestad 2002; figur 24).

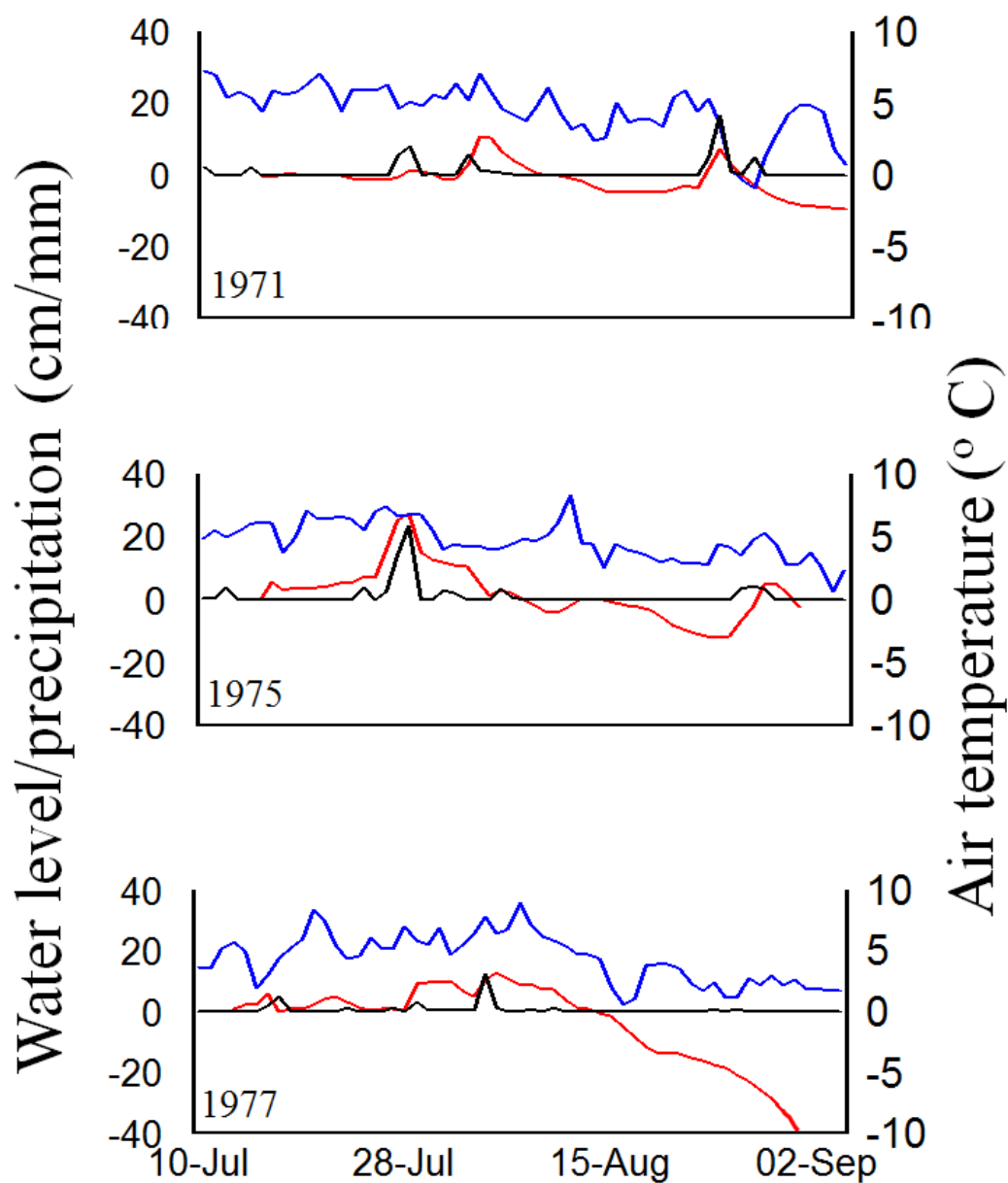


Figur 22 Temperatur registrert i Diesetelva i perioden 26. august 2006 til 28. august 2008. Pilene angir hvor det antas at utløpselva var "åpen" for utvandring og oppvandring av anadrom fisk.



Figur 23 Bilde fra samme lokalitet (tatt fra ulik vinkel) i Diesetelva i månedsskiftet august/september i 2006 (venstre) og 2007 (høyre). Bildene er fra samme lokalitet/kulpområde (tatt fra ulik vinkel), og viser at elva har rikelig med vann på dette tidspunktet i 2006, mens oppvandring av anadrom fisk er umulig på samme tidspunkt i 2007.

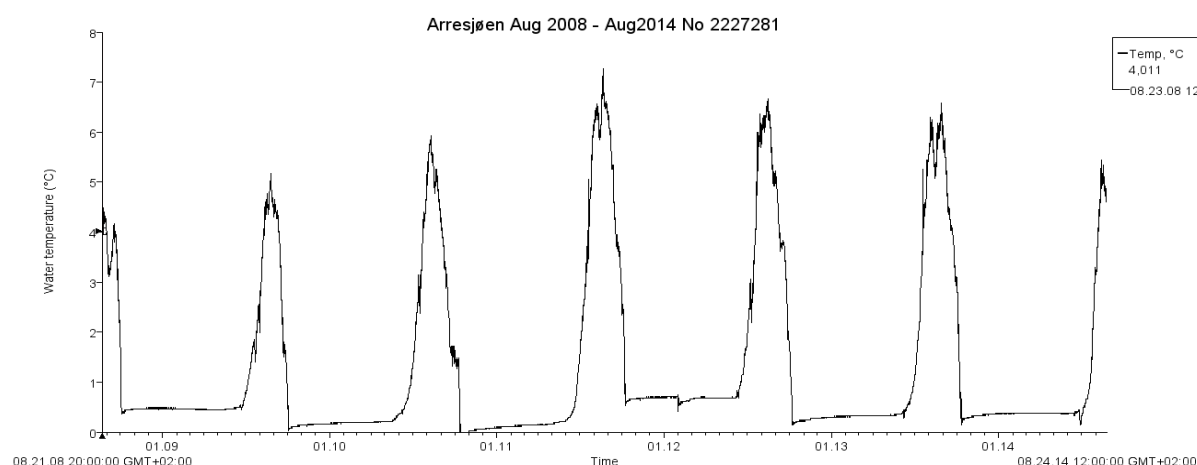
— precipitation    — air temperature    — water level



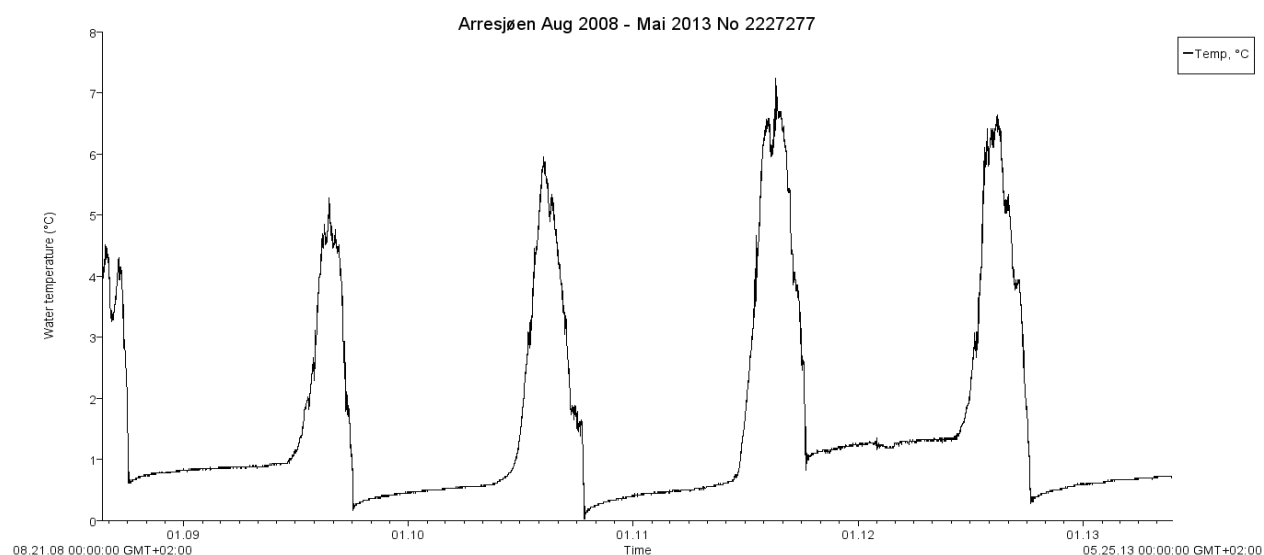
Figur 24 Lufttemperatur og nedbør målt ved Ny Ålesund, samt målt vannivå i Diesetelva, i årene 1971, 1975 og 1977. Etter Svenning & Gullestad (2002).

### 3.10 Arresjøen

Arresjøen har ikke avløp til havet, er 30 m dyp og er ikke påvirket av isbreer. Siktedypet sommertid er derfor opp mot 6-8 m. Høyeste registrerte vanntemperatur sommertid har variert fra 5.3 til 7.0 °C (figur 25, 26). Siden innsjøene på Svalbard er totalt omrørte gjennom den isfrie perioden (sommereen), er vanntemperaturen i overflata (figur 25) og på 10 m dyp (figur 26) svært like. På vinterstid, når innsjøene er islagte, vil ikke vinden påvirke vannmassene, og det tyngre og varmere bunnvannet i Arresjøen vil være ca. 0.5 °C varmere enn overflatevannet, og det skjer ingen omrøring før isen smelter (se figur 25, 26). Forskjellene i temperatur både vinters- og sommertid er imidlertid svært små, og derfor vil en logger på 5-10 m dyp gi en rimelig god oversikt over temperaturregimet i de fleste innsjøene.



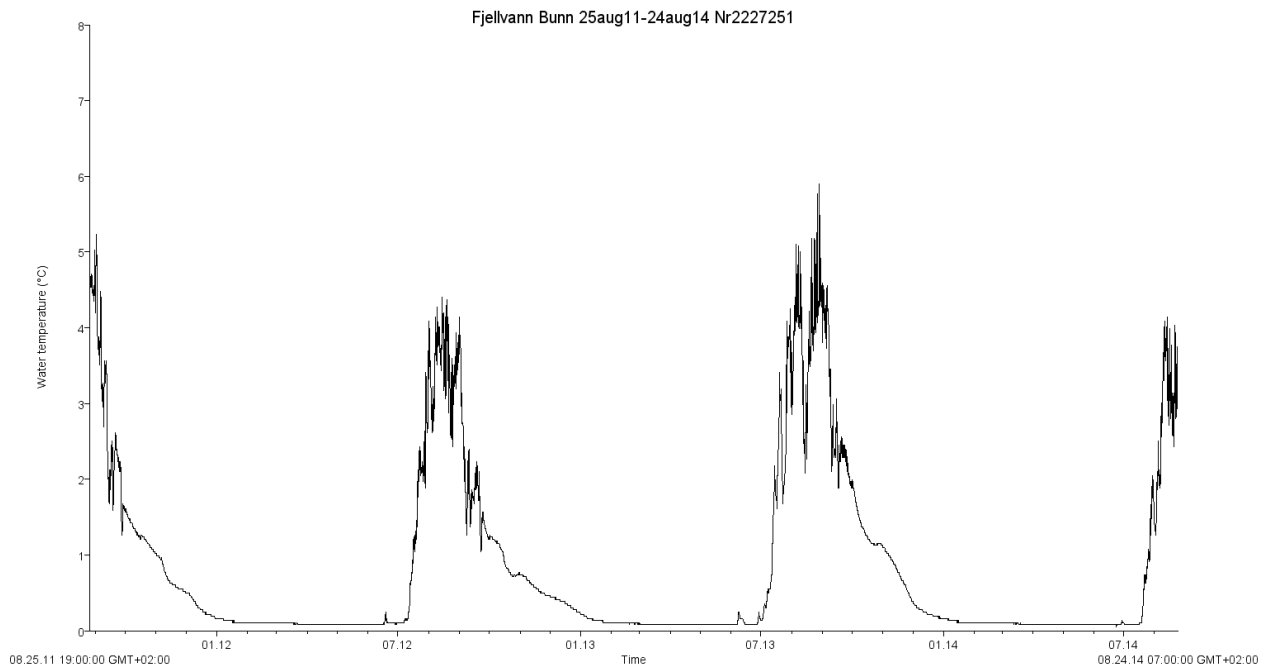
Figur 25. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 10 m dyp i Arresjøen i perioden 21.8.2008 til 24.8.2014. Loggerne registrerte temperatur hver 4-de time i denne perioden.



Figur 26. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert 2 m under isen/overflata i Arresjøen i perioden 21.8.2008 til 25.5.2013. Loggerne registrerte temperatur hver 4-de time i denne perioden.

### 3.11 Fjellvatnet

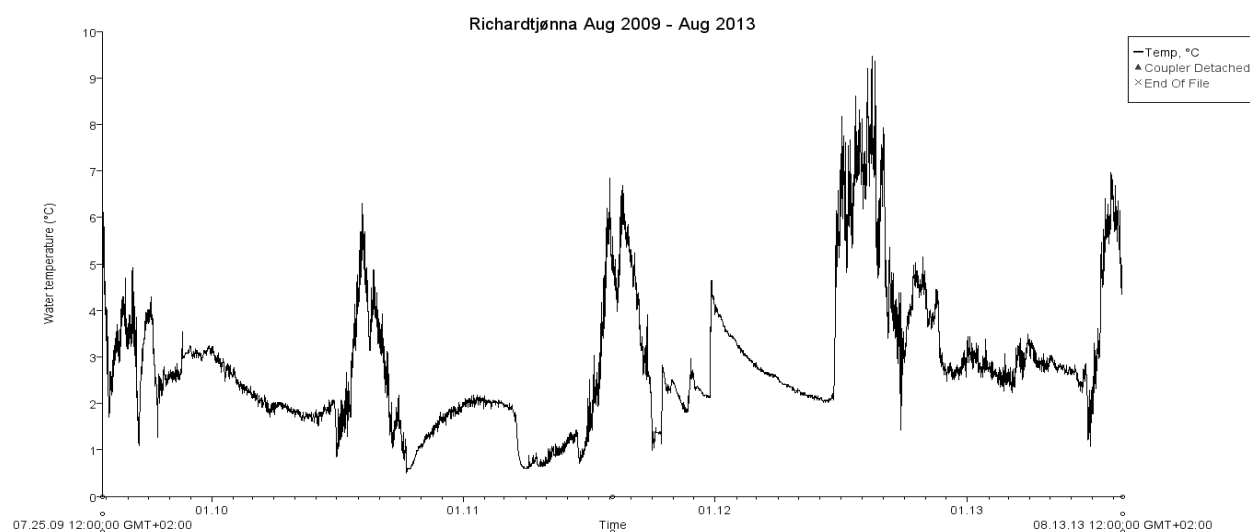
Fjellvatnet ligger på Danskøya, ca. 130 moh. Årlige maksimumstemperatur fra 2011 til 2014 har stort sett variert fra 4.5 til 5.5 °C (figur 27). Innsjøen er bare 6-7 m dyp, og det meste av isen smelter hvert år.



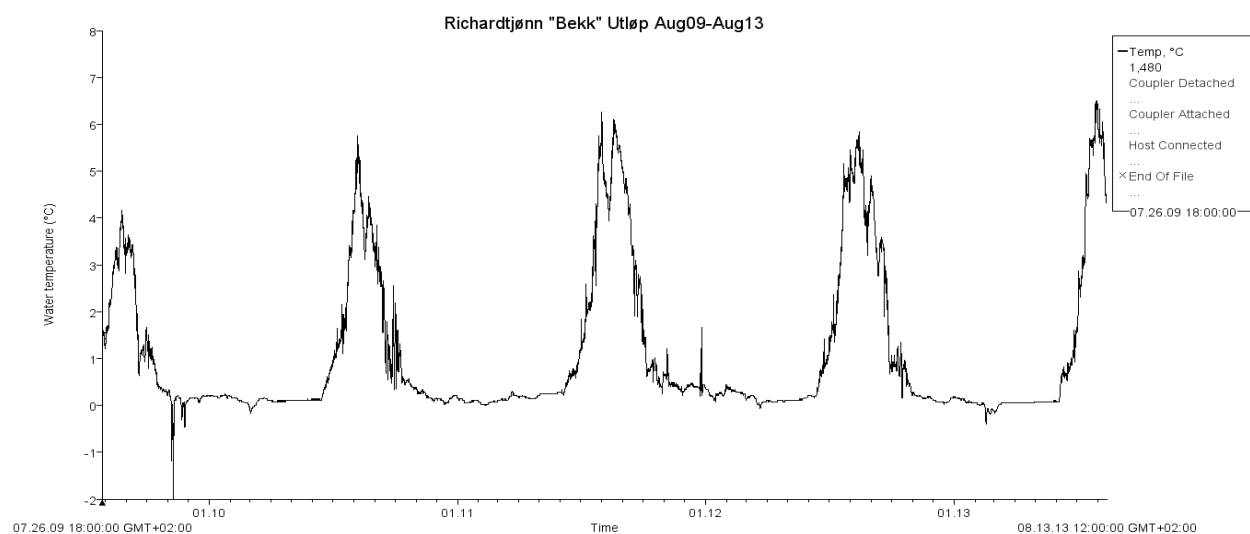
Figur 27. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert på 2 m dyp i Fjellvatnet i perioden 25.8.2011 til 24.8.2014. Loggerne registrerte temperatur hver 6-de time i denne perioden.

### 3.12 Rickardtjønna og Rickardbekken

Loggerne ble satt ut ca 600 m nedafor utløpet av Rickardlaguna, og jeg har valgt å kalle de to lokalitetene for “Rickardtjønna” (den sørligste lokaliteten) og “Rickardbekken” (ligger bare 60 m nedafor/nordafor Rickardtjønna). Loggerne ble satt ut og hentet opp igjen av Sysselemanden (feltinspektørene). Det ble registrert vanntemperaturer på 6.5 °C i Rickardtjønna sommeren i 2010 og 2011, mens det ble registrert temperaturer opp mot 9.5 °C i 2012 (figur 28). Temperaturene vinterstid var også relativt høye, samt at de også varierte relativt kraftig. Fra midten av oktober 2011 steg temperaturen fra 0.5 °C til i overkant av 2 °C ved årsskiftet, for så å avta igjen til 0.5 °C i slutten av februar 2012. Variasjonen i de registrerte temperaturene i Rickardtjønna synes komplekse, og det kan ikke utelukkes at avleste data er ukorrekte. I Rickardbekken (figur 29) var sommertemperaturene noenlunde i samsvar med temperaturene fra Rickardtjønna, mens vintertemperaturene var generelt lave, og i noen tilfeller under frysepunktet. Det tyder på at loggerne i noen tilfeller har ligget nærmest tørre.



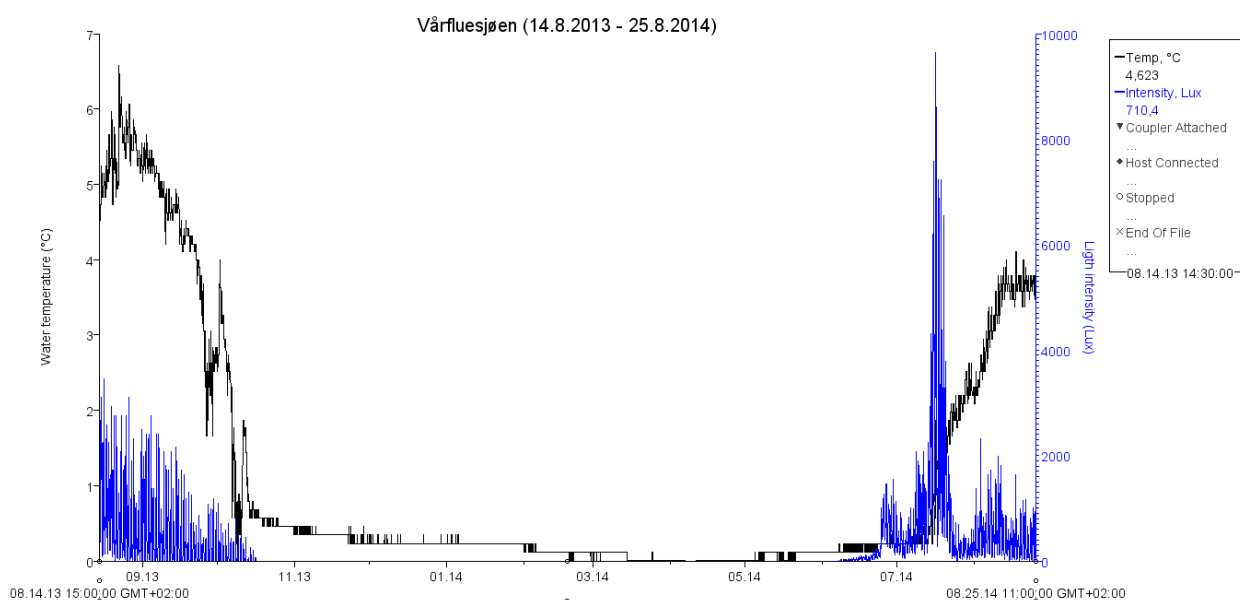
Figur 28 Temperaturen målt i “Rickardtjønna” i perioden 25.7.2009 til 13.8.2013. Loggeren (UTB1) registrerte vanntemperaturen hver 6-de time i denne perioden.



Figur 29 Temperaturen målt i “Rickardbekken” i perioden 26.7.2009 til 13.8.2013. Loggeren (UTB1) registrerte vanntemperaturen hver 6-de time i denne perioden

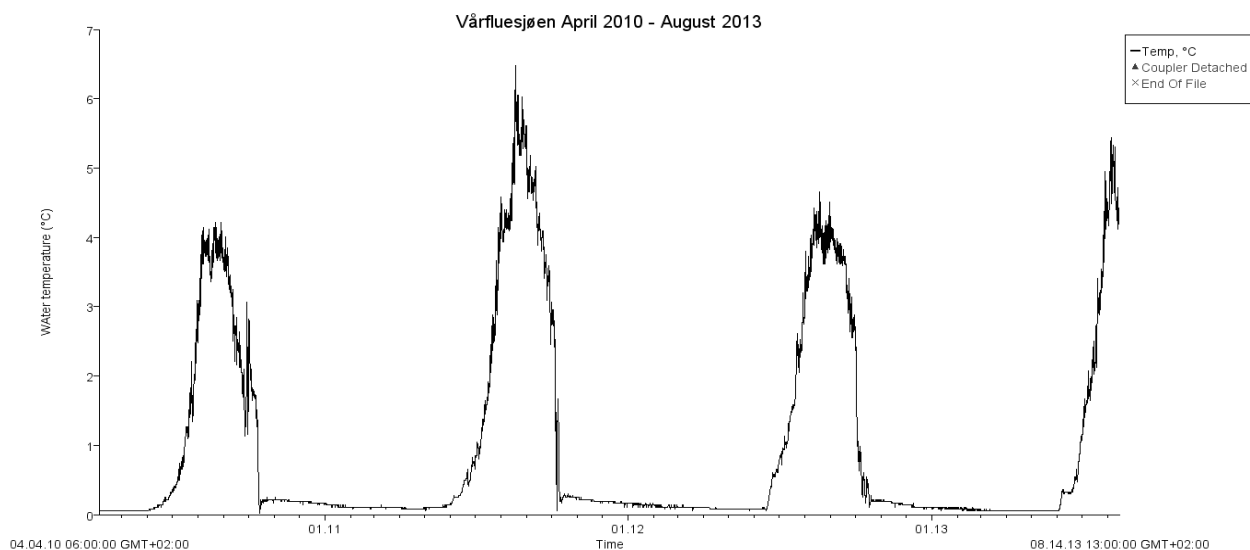
### 3.13 Vårfluesjøen

Vårfluesjøen har avløp til sjøen, har isbreer i nedslagsfeltet og lavt siktedyp sommerstid (opptil 10-20 cm). Registreringene av lysinnstråling og vanntemperatur er typiske for en innsjø med isbreer i nedslagsfeltet. Sommeren 2014 skjedde det en særdeles kraftig økning i lysinnstrålingen i dagene 15-18. juli (figur 30), noe som tyder på at isen smeltet fullstendig i løpet av disse dagene. Vann-temperaturen var fortsatt bare i underkant av 2 °C, men er nærmest lineært stigende. Samtidig som temperaturen fortsetter å stige, skjer det imidlertid en kraftig reduksjon i lysinnstrålingen fra 8 600 Lux den 16. juli til bare 10 Lux rundt 25. juli (figur 30). Dette skyldes at økende lufttemperatur, som bidrar til økt vanntemperatur, samtidig bidrar til bresmelting og tilførsel av breslam til innsjøen. Dermed reduseres sikten og lysinnstrålingen reduseres kraftig. I Vårfluesjøen kan en trolig estimere isgangen ut fra variasjonen i lysinnstråling. Det er vanskeligere å estimere tidspunktet for islegging. Det skjer trolig en omrøring av vannmassene både rundt 1. og 15. oktober 2013 (dropp i vanntemperatur), og innsjøen ble derfor trolig islagt ca. 15-20. oktober.



Figur 30. Vanntemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 4 m dyp i Vårfluesjøen i perioden 14.8.2013 til 25.8.2014. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne perioden.

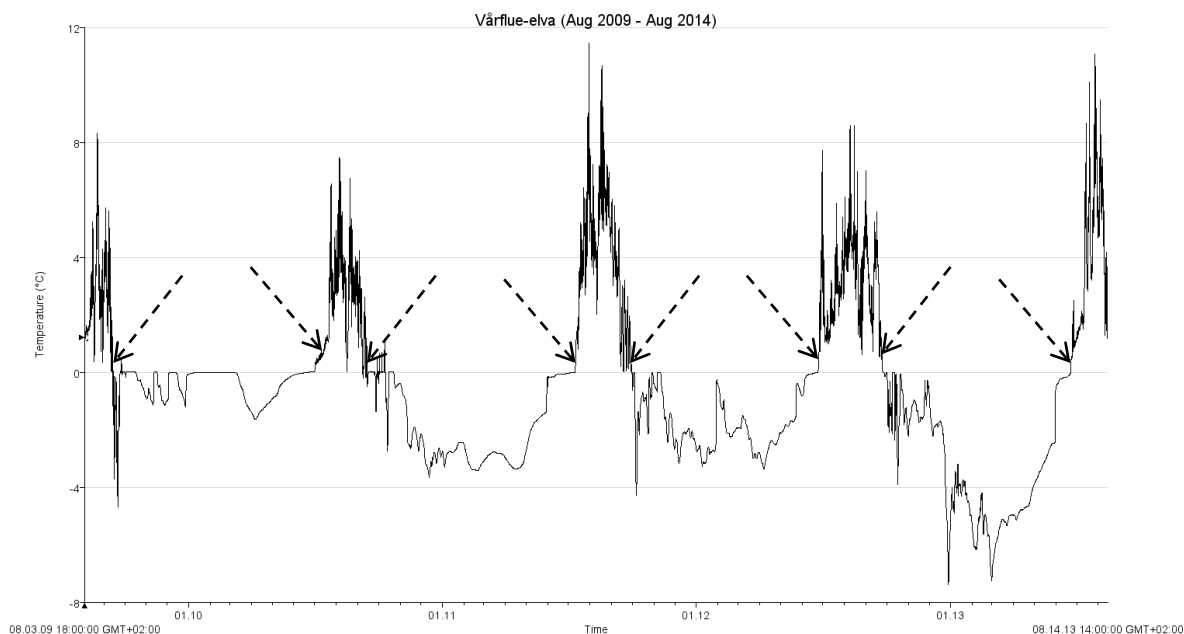
Maksimal vanntemperatur i Vårfluesjøen var i overkant av 4 °C i 2010 og i 2012, mens den i 2011 var nærmere 6.5 °C (figur 31), dvs. mer enn 2 grader høyere enn i 2010 og 2012. Også i Arresjøen var sommertemperaturene vesentlig høyere i 2011, sammenlignet med 2010 og 2012. Det ble imidlertid ikke funnet noen sammenheng mellom klimadata (luft temperatur og nedbør) registrert i Ny Ålesund og de relativt høye sommervanntemperaturene i Vårfluesjøen og Arresjøen i 2011. Dette viser at sammenhengen mellom generelle klimadata og isgang, islegging og vanntemperatur trolig er svært kompleks.



Figur 31. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen på 4 m dyp i Vårfluesjøen i perioden 4.4.2010 til 14.8.2013. Loggerne registrerte temperatur hver 6-de time i denne perioden.

### 3.14 Vårflueelva

Temperaturloggerne utsatt i Vårflueelva (utløpselva til Vårfluesjøen) i perioden 2009-2013 (figur 32), viser at elva synes å ha en svært sikker og god årlig vannføring. Elva åpner i siste halvdel av juni, eller første uka av juli, og fryser/tørker inn i siste halvdel av september eller i første uka av oktober. Loggeren som ble satt ut i august 2013 "stoppet" allerede i mai 2014, men viste at elva ble tørr i første uka av oktober 2014.

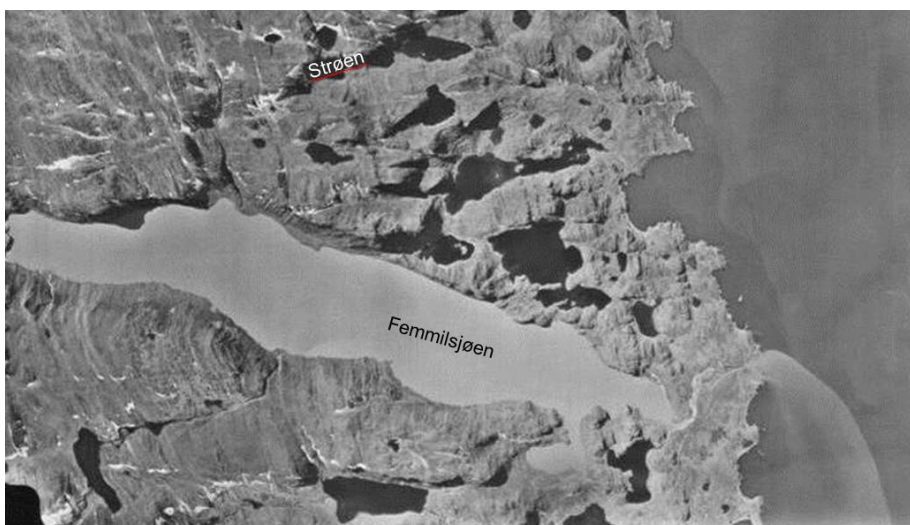


Figur 32. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert i Vårflue-elva i perioden 3.8.2009 til 14.8.2013. Loggerne registrerte temperatur hver 6-de time i denne perioden. Tidsrom når elva trolig lukkes og åpnes er vist med piler.

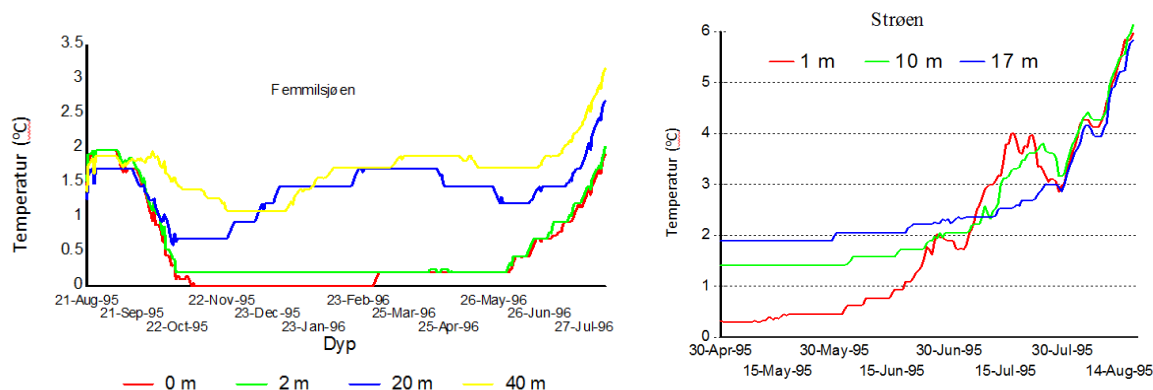
### 3.15 Femmilsjøen og Strøen

Under “rundtoktet” i 2013 satte Sysselmannen ut loggere i Femmilsjøen. Vi klarte imidlertid ikke å finne loggerne, og satte ut nye loggere i august 2014. Vi har derfor bedt Sysselmannen om å forsøke å finne loggerne satt ut i 2013 og/eller i 2014 under rundtoktet i 2016. Det finnes derfor foreløpig ingen “ferske” målinger i Femmilsjøen.

Femmilsjøen er en kald innsjø, som er sterkt påvirket av bresmelting om sommeren, sammenlignet med klarvannsjøer i nærheten (figur 33). I august 1995 var makstemperaturen i Femmilsjøen om lag 2 °C, mens den i 1996 trolig var i underkant av 3.6 °C (figur 34). I Strøen var vanntemperaturen i disse årene opp mot 6 °C i midten av august, og omrøringen skjedde trolig i første uka av august (alle dyp har samme temperatur). Dersom ikke isen er særdeles klar, vil omrøringen ofte skje i forbindelse med issmeltingen, siden vinden er en viktig faktor for å få gjennomført omrøringen.



Figur 33 Bildet er tatt i August og viser den sterkt brepåvirkede Femmilsjøen, hvor siktedypet er bare 2-3 cm. Også havet utafor utløpselva er sterkt påvirket av det brepåvirkede ferskvannslaget som strømmer ut fra Femmilsjøen. Sør for Femmilsjøen sees flere klarvannsjøer blant annet Strøen), dvs. innsjøer som ikke er påvirket av breslam, med siktedyp på flere m.



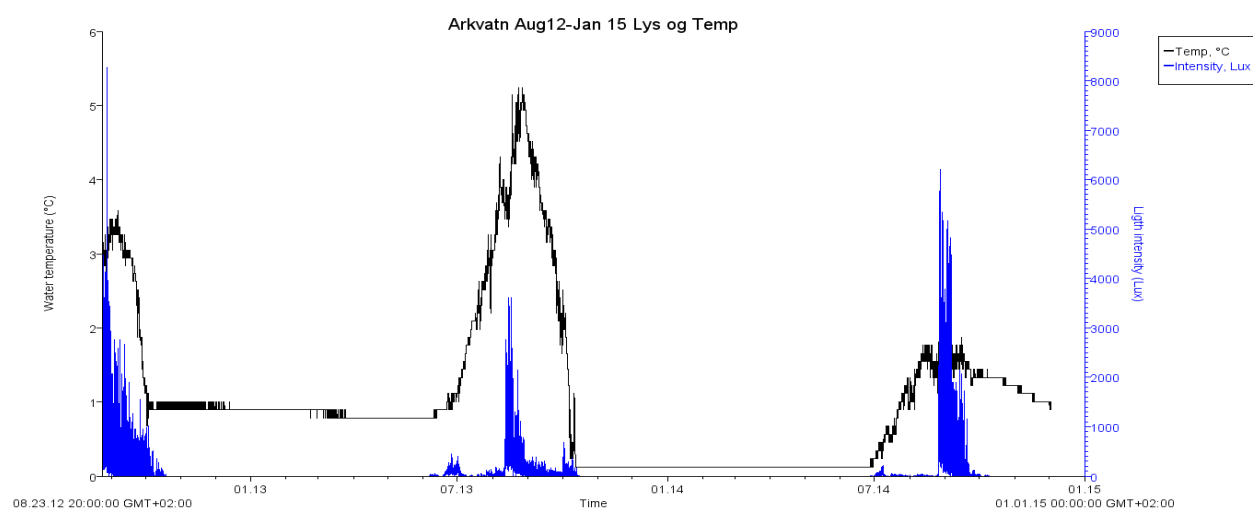
Figur 34 Vanntemperatur i Femmilsjøen på fire ulike dyp (0, 2, 20 og 40 m) i perioden 21.8.1995 til 27.7.1996, samt i Strøen på tre ulike dyp (1, 10 og 17 m) i perioden 30.4 – 14.8 1995.

### 3.16 Arkvatnet

Arkvatnet (figur 35) er den nordligste innsjøen på Svalbard med røye. Innsjøen er i overkant av 1 km<sup>2</sup> og utløpselva er ca 4 km lang. Vassdraget har anadrom røye. De høyeste sommervanntemperaturene i 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 og 2015 var henholdsvis 2, 2.5, 3.8, 3.5, 5.3 og 1.8 oC (figur 36, 37, 38). Vi målte lysintensiteten 3 m under isen/vannoverflata i perioden 23.8.2012 til 1.1.2015, og maksimal innstråling så ut til å inntreffe fra midten og siste halvdel av august til midten av september. Dette skyldes trolig at isen, eller deler av isen, sjelden går før midten av august. Ofte smelter bare isen langs et 50-100 m belte langs land, før isen legger seg igjen på hele innsjøen. Loggerne stod plassert relativt nært land, og de viser dermed ofte bare innstrålingen i de åpne råkene, mens snødekket is ikke slipper gjennom noe lys i den største delen av innsjøen (se figur 36). Når de islagte råkene fryser på igjen, skjer dette som oftest i slutten av august, og dersom dette skjer uten at det kommer snø (blir klar is), vil lysinnstrålingen fortsatt være høy langs land, dvs. der loggerne var plasserte. Lysinnstrålingen registrert i loggerne er derfor sannsynligvis ikke representativ for hele innsjøen. Dog er de mest produktive områdene i de grunne områdene langs land, og de målte verdiene av lysintensitet gir derfor en viss pekepinn på produksjonspotensialet i innsjøen.

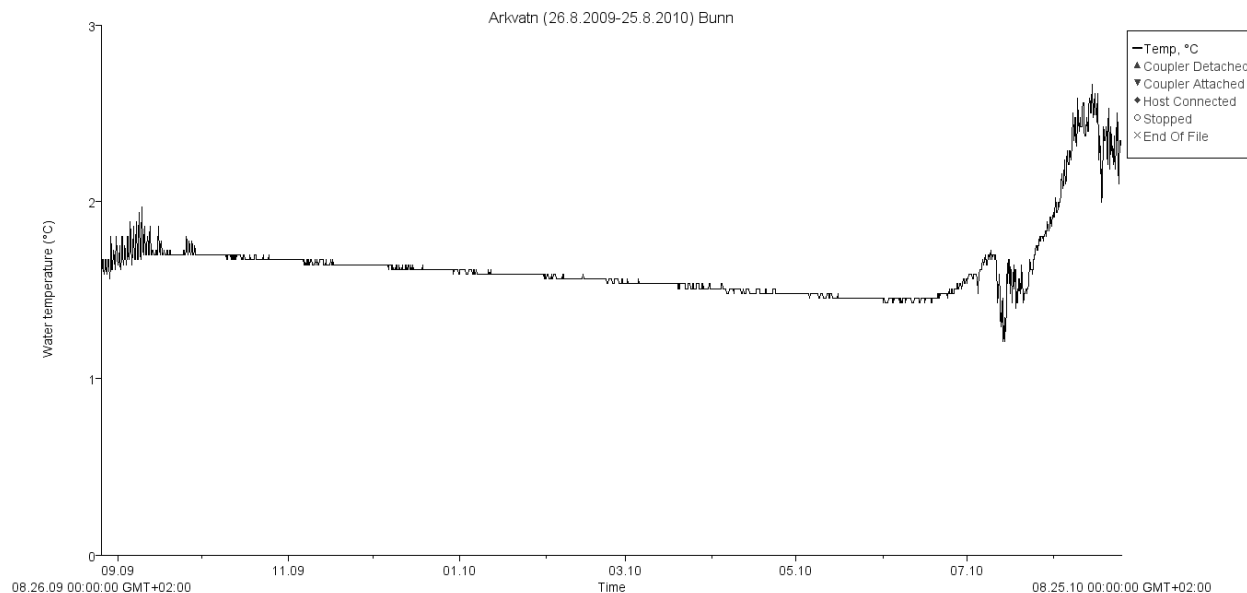


Figur 35 Arkvatnet den 12. august 1992. Det snødekte islaget var ca 50 cm tykt, og de åpne råkene langs land var islagte før 25. august.

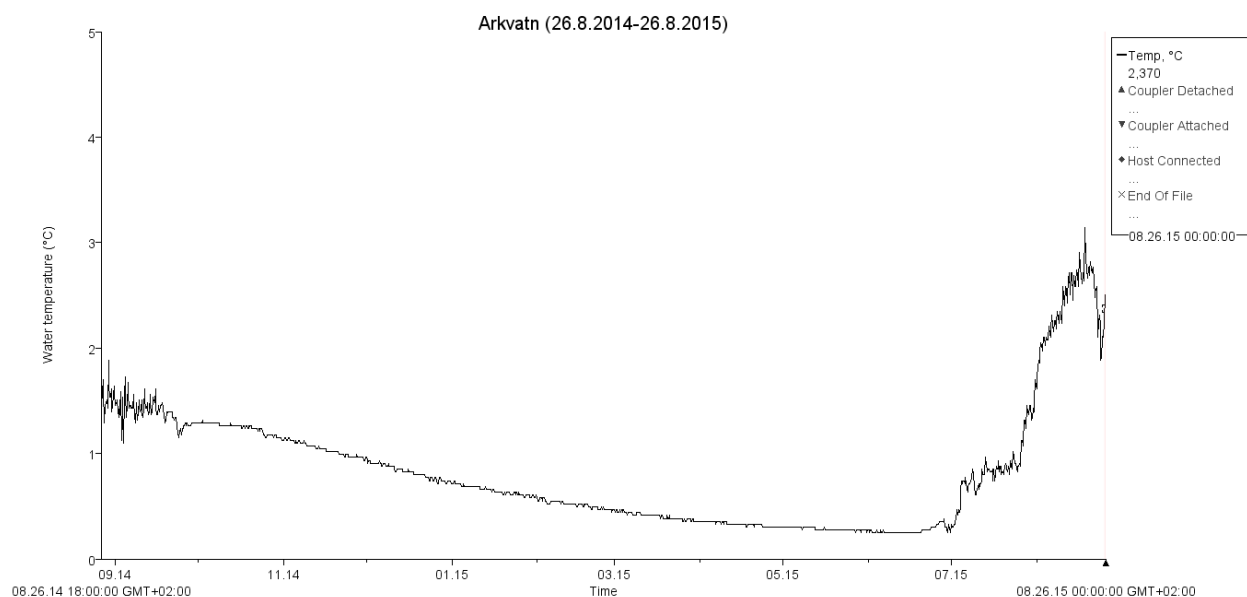


Figur 36. Vanntemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 4 m dyp i Arkvatnet i perioden 23.8.2012 til 1.1.2015. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne perioden.

Vanntemperaturen sommerstid i Arkvatnet var lavere enn 2.5 °C både i 2009 og i 2010 (figur 37). I 2012 og 2015 var den i overkant av 3 °C og i 2014 var makstemperaturen bare 1.8 °C (figur 36, 38). I 2013 ble det imidlertid registrert over 5 °C i Arkvatnet. Bruk av satellittbilder kan eventuelt bekrefte om det var tidlig isgang (og kanskje også sen islegging) i Arkvatnet dette året.



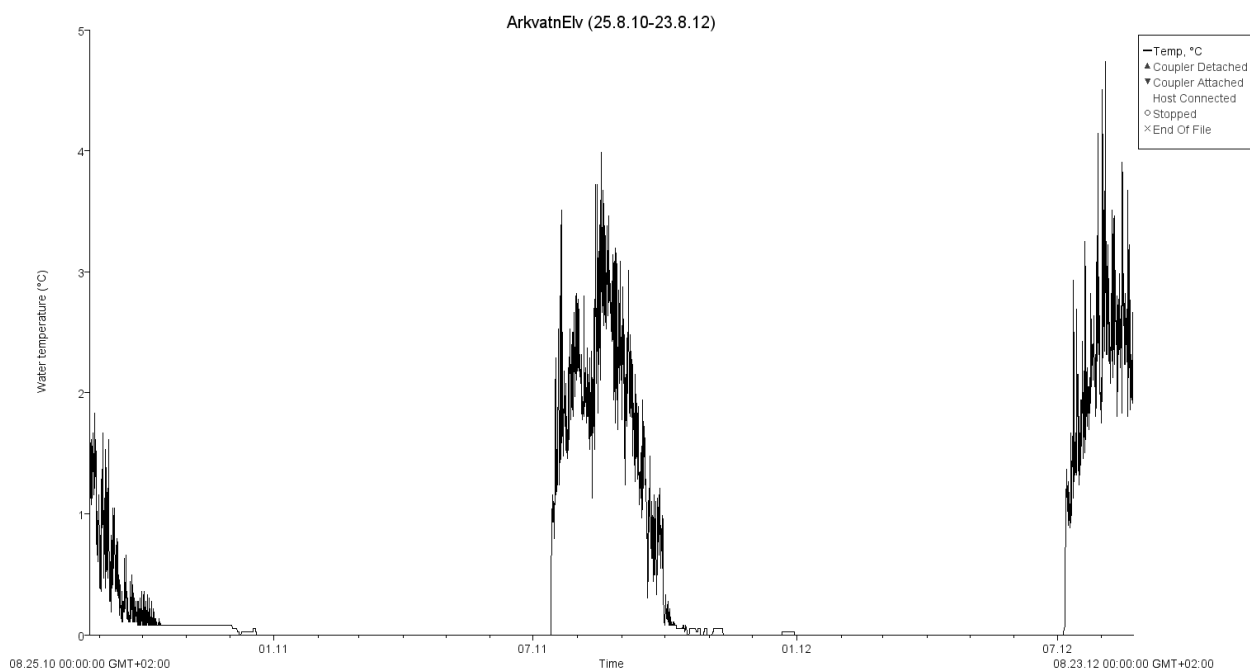
Figur 37. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen på 3 m dyp i Arkvatnet i perioden 26.8.2009 til 25.8.2010. Loggerne registrerte temperatur hver 4-de time i denne perioden.



Figur 38. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert 1 m under isen/vannoverflaten i Arkvatnet i perioden 26.8.2014 til 26.8.2015. Loggerne registrerte temperatur hver 6-de time i denne perioden.

### 3.17 Arkvatnelva

Den 4 km lange utløpselva fra Arkvatnet og ut i havet, så ut til å åpne (temperatur over 0 °C) i første uka av august både i 2011 og i 2012, mens utløpselva tørker/fryser igjen i begynnelsen av august (figur 39). Basert på strontiumanalyser av røye fanget i Arkvatnet, virker det som om sjørøya bare er i stand til å foreta sjøvandringer enkelte år. Høyoppløselige satellittbilder som sammenholdes med otolittanalysene kan sannsynliggjøre om vandringer styres av hvor tidlig utløpselva åpner.



Figur 39. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert i utløpselva til Arkvatnet i perioden 25.8.2010 til 23.8.2012. Loggerne registrerte temperatur hver 6-de time i denne perioden.

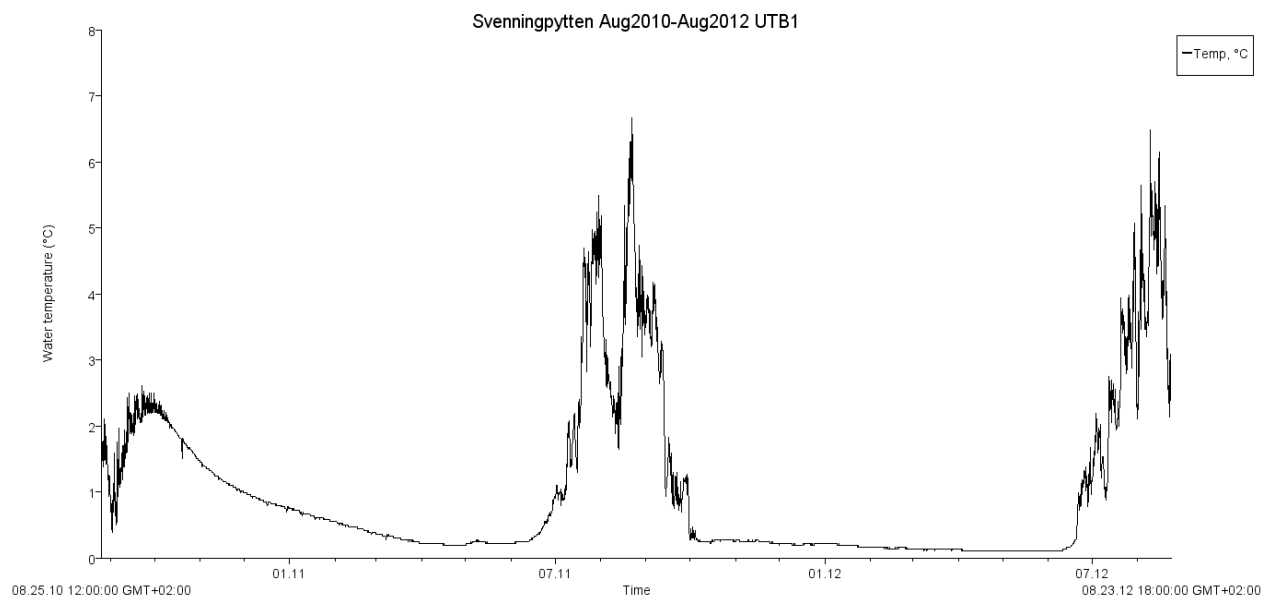
### 3.18 Svenningpytten

Svenningpytten ligger ovafor Arkvatnet og har kun stasjonær røye. Innsjøen har flere ganger vært frossen under "rundtoktet" til Sysselemanden, dvs. i siste halvdel av august. I perioden fra 25.8.2010 til 26.8.2015, har den årlige maksimumstemperaturen (sommerstid) variert mellom 3 og 8 °C (figur 40, 41, 42). I for eksempel 2010 og 2011 falt vanntemperaturen brått med flere grader, for så å øke relativt raskt igjen. I 2011 sank temperaturen fra 5 °C den 1. august til 2 °C den 8. august for så å øke igjen til i overkant av 6.5 °C den 22. august. Dette tyder på at det har foregått en omrøring av vannmassene denne perioden, og det tyder på at isen i 2011 har smeltet ca. 15. august. Analogt med 2010, der vi imidlertid ikke vet noe om temperaturen før 26. august, er det mulig at isen smeltet senere dette året, kanskje rundt 20. august.

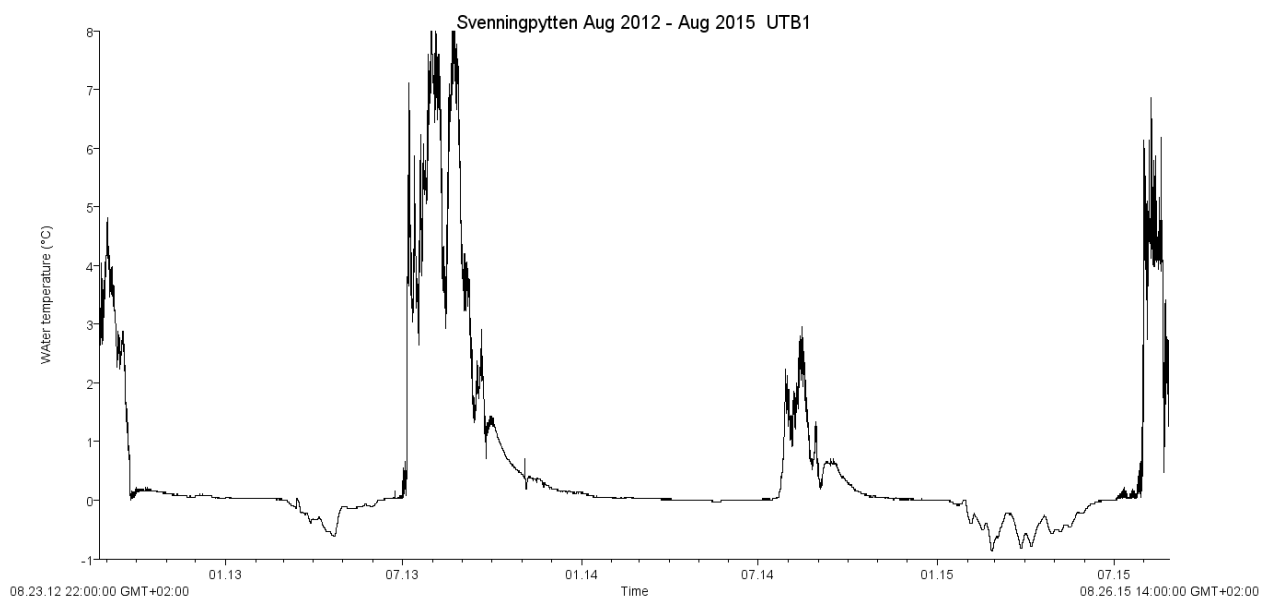
Den høyeste vanntemperaturen (> 8 °C) ble registrert i 2011. Dette er i samsvar med registreringene i Arkvatnet, hvor temperaturen var 2-3 grader høyere i 2011, sammenlignet med de andre årene (se figur 36).

Det kaldeste året i Svenningpytten synes å være i 2014, da maksimumstemperaturen ikke oversteg 2 °C. Dette stemmer godt med observasjonene fra Sysselemands-folkene som meldte om fullt isdekke på Svenningpytten i siste halvdel av august dette året.

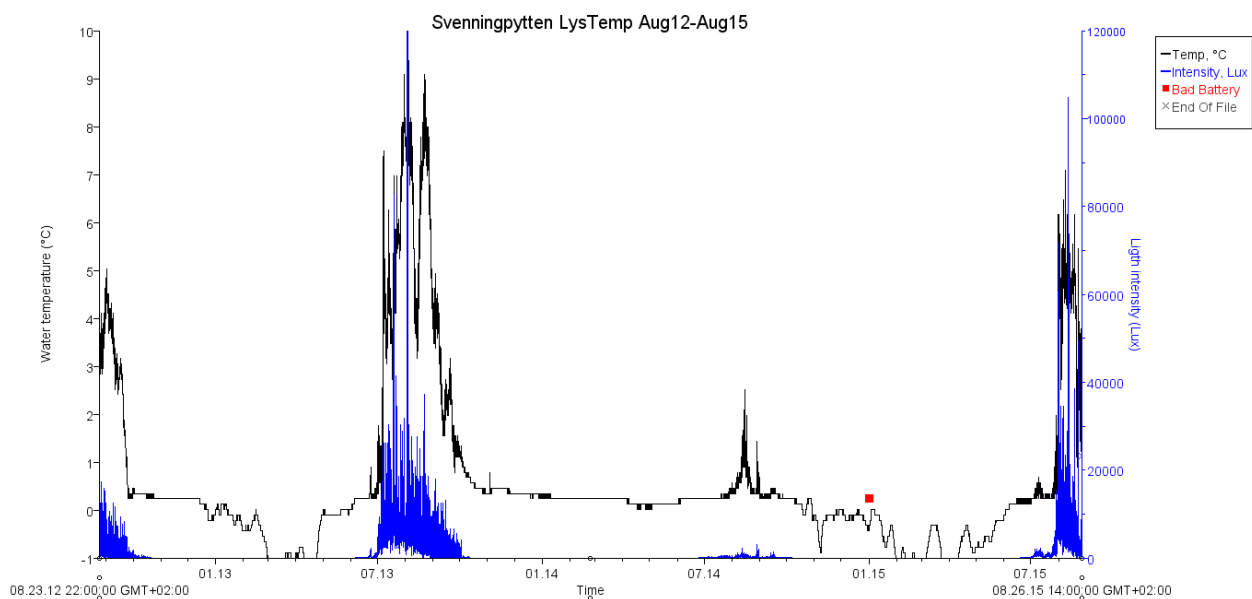
Den relativt høye lysinnstrålingen, og spesielt de høye "vanntemperaturene", som ble registrert på de kombinerte lys- og temperaturloggerne i Svenningpytten, tyder på at loggerne har ligget i vannoverflata sommerstid. I 2013 ble det blant annet registrert vanntemperaturer på over 10 °C, og lysintensitet på nærmere 200 000 Lux. I det kaldeste året (2011) smeltet ikke isen, og i dette året ble maks lysintensitet målt til mindre enn 2000 Lux. Det ble også registrert temperaturer godt under "null-punktet" (figur 42), hvilket betyr at loggerne ikke har ligget i vann hele tiden.



Figur 40. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert på 3 m dyp i Svenningpytten i perioden 25.8.2012 til 23.8.2012. Loggerne registrerte temperatur hver 6-de time i denne perioden.



Figur 41. Vanntemperatur (°C) registrert i loggerne plassert 1 m under isen/vannoverflaten i Svenningpytten i perioden 23.8.2012 til 26.8.2015. Loggerne registrerte temperatur hver time i denne perioden.



Figur 42. Vanntemperatur (°C) og lysinnstråling (lux) registrert i loggerne plassert 1 m over bunnen ved 3 m dyp i Svenningpytten i perioden 23.8.2012 til 26.8.2015. Loggerne registrerte temperatur og lys hver time i denne periode.

[www.nina.no](http://www.nina.no)

## Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: [firmapost@nina.no](mailto:firmapost@nina.no)

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger