

Temperaturforholdene i vannmassene utenfor Stavanger

Fagrapport



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Temperaturforholdene i vannmassene utenfor Stavanger	Løpenummer 7136-2017	Dato 24.3.2013
Forfatter(e) Staalstrøm, André Antonsen, Medyan Esam Ghareeb	Fagområde Hydrologi og oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Rogaland	Utgitt av NIVA

Oppdragsgiver(e) Lyse AS	Oppdragsreferanse Sindre Tjøstheim
-----------------------------	---------------------------------------

Sammendrag

Målinger fra november 2015 til oktober 2016 viser at temperaturen på 100 m dyp utenfor Stavanger hele tiden var under 8,7 °C. På 83-84 m dyp var det en sesongvariasjon i temperaturen med de høyeste temperaturene i januar 2016, på rundt 9,0 °C. Det ble ikke påvist noen forskjell i temperatur på 100 m når en stasjon ved målebøya ved Lindøya ble sammenlignet med stasjoner nærmere Lervika, og ved en anledning utenfor Hillevågsvika. En enkeltmåling fra stasjon VT8 fra Kystovervåkingsprogrammet viser at temperaturen kan bli opp mot 10 °C på 100 m. Dette kan knyttes til temperaturvariasjonene i det åpne havet utenfor Boknafjorden, hvor temperaturen ofte er opp mot 10 °C i perioden september til januar. Vannmassene utenfor Stavanger er mye mer beskyttet for disse variasjonene, men temperaturer opp mot 10 °C kan i kortere perioder forekomme hvis de rette meteorologiske forhold forekommer og kystvann advekteres inn til området utenfor Stavanger. Målingene tyder på at slike hendelser er sjeldne, og at hvis de opptrer typisk vil forekomme i løpet av perioden september til januar.

Fire emneord 1. Oseanografi 2. Temperatur 3. Vertikal blanding 4. Stavanger	Four keywords 1. Oceanography 2. Temperature 3. Vertical mixing 4. Stavanger
---	--



André Staalstrøm
Prosjektleder



Trond Kristiansen
Kvalitetssikrer



Kai Sørensen
Forskningsleder

Temperaturforholdene i vannmassene utenfor Stavanger

Forord

Lyse AS ønsket å undersøke temperaturforholdene utenfor Lervika i Stavanger i forbindelse med opprettelse av et kjøleanlegg. Dette arbeidet startet opp i november 2015, ved at temperatursensorer ble utplassert i sjøen utenfor Stavanger.

André Staalstrøm har vært prosjektleder og Medyan Antonsen har vært ansvarlig for instrumenteringen. Sinder Tjøstheim har vært kontaktperson ved Lyse AS. Trond Kristiansen har foretatt en faglig kvalitetssikring.

Bildet på forsiden av rapporten viser Lindøy og litt av Lindøysundet på venstre side, tatt 2. desember 2016. Måleriggen var utplassert i dette området.

Oslo, 24.3.2017

André Staalstrøm

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
Summary	6
1 Innledning	7
2 Observasjoner.....	9
3 Resultat fra måleriggen	11
4 Diskusjon	15
4.1 Horisontal temperaturvariasjon i området utenfor Stavanger.....	15
4.2 Muligheten for påvirkning av vann fra kyststrømmen.....	16
5 Samlet vurdering	18
Referanser.....	18

Sammendrag

I perioden 27. november 2015 til 2. desember 2016 var en målerigg med åtte temperaturmålere montert i forskjellige dyp i hele vannsøylen, utplassert ved Lindøy utenfor Stavanger i Rogaland. Den 2. mai ble måleriggen tatt opp for å lese av data og for å bytte batterier. Måleriggen ble utplassert i samme posisjon. Den 24. oktober må måleriggen ha hektet seg fast i et passerende fartøy, for når måleriggen ble tatt opp 2. desember befant den seg 550-600 m lenger øst sammenliknet med der den ble utplassert, i en posisjon hvor dybden bare er 25-30 m.

Målinger fra november 2015 til oktober 2016 viser at temperaturen på 100 m dyp utenfor Stavanger hele tiden var under 8,7 °C. På 83-84 m dyp var det en sesongvariasjon i temperaturen med høyeste temperatur rundt 9,0 °C observert i januar 2016.

Ved tre anledninger ble det foretatt profilerende målinger av temperatur og saltholdighet i området utenfor Stavanger. Det ble ikke påvist noen forskjell i temperatur på 100 m når en stasjon ved målebøya ved Lindøy ble sammenlignet med stasjoner nærmere Lervika, og ved en anledning utenfor Hillevågsvika. Ut ifra dette kan det konkluderes med at målinger fra måleriggen ved Lindøy er representativ for området rett utenfor Lervika.

En enkeltmåling fra stasjon VT8 i Hidlefjorden fra Kystovervåkningsprogrammet viser at temperaturen kan bli opp mot 10 °C på 100 m i et område som ikke er langt fra måleriggen. Dette kan knyttes til temperaturvariasjonene i det åpne havet utenfor Boknafjorden, hvor temperaturen ofte er opp mot 10 °C i perioden september til januar. Vannmassene utenfor Stavanger er på grunn av øyer og skjær mer beskyttet for disse variasjonene, men temperaturer opp mot 10 °C kan i kortere perioder forekomme hvis de rette meteorologiske forhold forekommer og kystvann advekteres inn til området utenfor Stavanger. Målingene tyder på at slike hendelser er sjeldne, og at hvis de opptrer typisk vil forekomme i løpet av perioden september til januar.

Summary

Title: The temperature conditions in the waters of Stavanger

Year: 2017

Author: André Staalstrøm and Medyan Esam Ghareeb Antonsen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6871-3

In the period November 27th, 2015 to December 2nd, 2016 a rig with eight temperature sensors mounted at different depths throughout the water column, was deployed near the island Lindøy outside Stavanger in Rogaland. On May 2, the measurement rig was recovered for downloading data and to change the batteries. The rig was re-deployed at the same position. On October 24, the rig must have been dragged by a passing vessel as it was found 550-600 m further east when the rig was finally recovered December 2nd. At this position the water depth was only 25-30 m.

Measurements from November 2015 to October 2016 suggest that the temperature at 100 m depth in the area outside Stavanger is constantly below 8.7 ° C. At 83-84 m depth, there was a seasonal variation in temperature with the highest temperatures of around 9.0 ° C observed in January 2016.

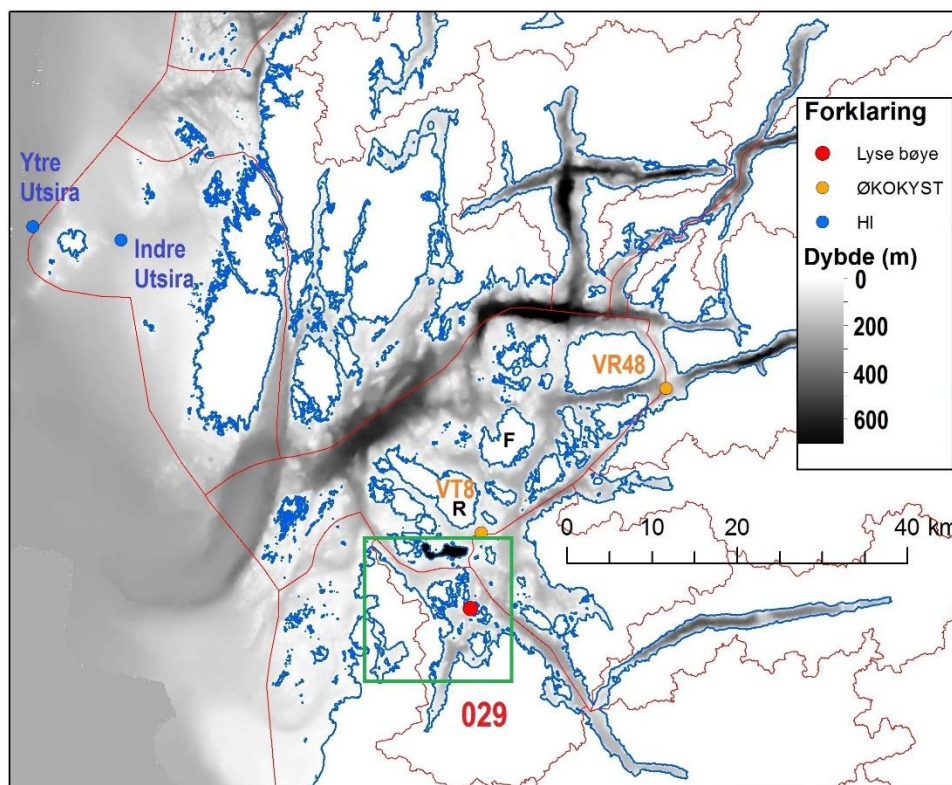
On three different occasions, vertical profiles of temperature and salinity measurements were conducted in the area outside of Stavanger. No horizontal differences in temperature was found at 100 m depth when comparing a station near the measuring buoy with stations closer to Lervika. These results suggest that that measurements from the rig at Lindøy are representative for the area just outside of Lervika.

A single measurement from station VT8 in the Hidlefjord shows that the upper temperature at is roughly 10 ° C at 100 m depth in an area which is not far from the measurement rig. This high temperature at depth can be explained by advection of warmer water from the open sea outside Boknafjorden, where temperatures of up to 10 ° C occurs in the period from September to January. The waters just outside Stavanger is much more protected from these seasonal variations, but temperatures up to 10 ° C, can for short periods occur if the right meteorological conditions occur and coastal water is advected into the area outside of Stavanger. The measurements suggest that such events are rare, and that if they occur will typically occur during the period from September to February.

1 Innledning

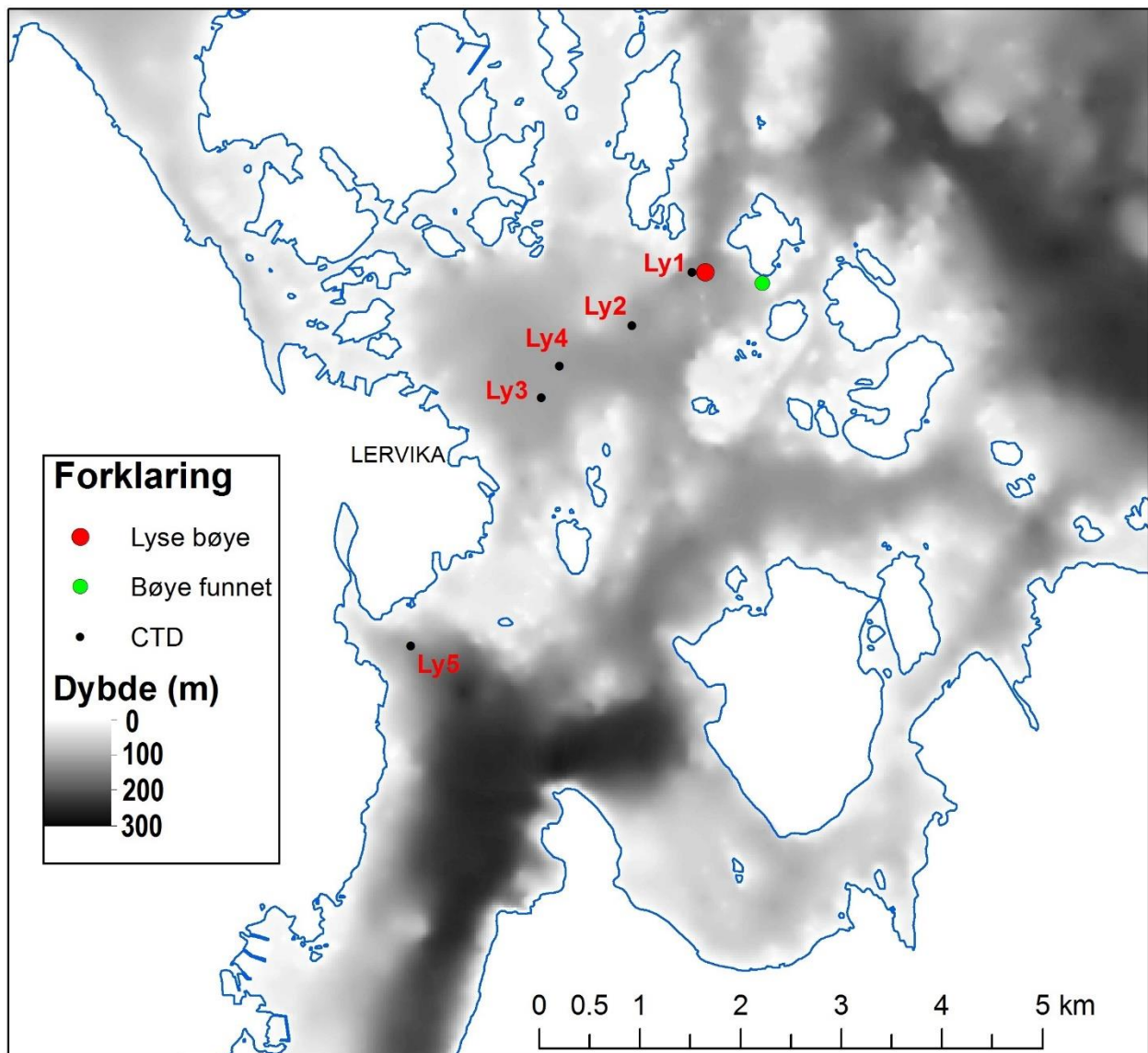
Temperaturen i overflatelaget i sjøen vil følge sesongvariasjonene i lufttemperaturen, og det vil være varmest midt på sommeren og kaldest midt på vinteren. Varmen i overflatevannet på sommeren vil diffundere og mikses nedover i vannmassene, og denne prosessen tar litt tid. Derfor er tidspunktet for temperatur maksimum og minimum forskjøvet i tid, slik at den høyeste temperaturen opptrer senere på året, avhengig av hvilket dyp som betraktes. Utslaget til temperatursvingningen er størst i overflata og minker nedover i dypet. Går man dypt nok ned vil det ikke være noen signifikant sesongvariasjon i temperaturen. Hvor dypt man må gå for å finne liten eller ingen årlig variasjon i temperatur, vil variere med hvor raskt varmen diffunderer nedover i vannmassen. I områder hvor den vertikale diffusiviteten, det vil si blandingen, er høy, vil man finne sesongvariasjon dypere ned i vannmassen, enn i områder hvor blandingen er mindre.

Når et kjøleanlegg skal opprettes kan den stabile temperaturen i dypet utnyttes, ved at stabilt kaldt vann pumpes opp fra dypet. Lyse AS ønsker å opprette et slikt anlegg med vanninntak utenfor Lervika i Stavanger (i nærheten av det røde punktet i Figur 1). I den forbindelse er det ønskelig å undersøke hvor dypt ned man må gå for å finne en stabil temperatur, som ikke overstiger 8° C over lengre perioder. I denne rapporten blir temperaturmålinger for perioden 27. november 2015 til 2. desember 2016 presentert for å dokumentere temperaturforholdene i dette området.



Figur 1. Kart over bunnforholdene i Rogaland. Fargeskalaen angir vandedybden. Det røde punktet angir plasseringen av målebøya for dette prosjektet. De blå punktene viser to av Havforskningsinstituttets faste hydrografistasjoner. De gule punktene viser hydrografistasjonene i kystovervåkingsprogrammet. Fra disse stasjonene vil vertikal profileres månedlig av Rambøll i perioden 2017-2020 som en del av Miljødirektoratets Økokyst program. De røde linjene viser avgrensningen til hovedvassdragsområdene i Norge. Lysebøya befinner seg i vassdragsområde nummer 29. Finnøy er markert med en F, Rennesøy med en R og Åmøy er farget svart.

Bildet skissert over blir mer komplisert ved at varme som er blandet ned i dypet i et område med høy diffusivitet kan forflytte seg horisontalt til et område hvor diffusiviteten er mindre. Dette kalles horisontal adveksjon. Den horisontale variasjonen i temperatur har i dette prosjektet blitt undersøkt ved at profilerende målinger av temperatur har blitt utført på stasjoner i området utenfor Lervika (se Figur 2). I tillegg har målinger på Havforskningsinstituttets faste stasjon Indre Utsira og stasjon VT8 fra kystovervåkingsprogrammet blitt benyttet (se Figur 1). Posisjonene til CTD stasjonene som er foretatt i dette prosjektet og posisjonen til de to andre stasjonene som er benyttet er vist i Tabell 1.



Figur 2. Kart over bunnforholdene utenfor Stavanger. Fargeskalaen angir vandedybden. Det røde punktet angir plasseringen av målebøya for dette prosjektet per 27 november 2015 og det grønne punktet angir hvor målebøya ble funnet 2. desember 2016. De svarte punktene viser de fem stasjonene Ly1-Ly5 hvor det ble foretatt profilerende målinger av temperatur og saltholdighet med CTD.

Tabell 1. Stasjoner hvor det ble målt profiler av temperatur og saltholdighet med CTD sonde. En X angir at måling ble utført. I tillegg er posisjonene til de to andre hydrografiske stasjonene som er benyttet i denne rapporten vist. Den ene stasjonen er en av Havforskningsinstituttet sine faste stasjoner og den andre er fra kystovervåkingsprogrammet.

Stasjon	Breddegrad	Lengdegrad	Tidspunkt for prøvetakning		
			27.11.2015	02.05.2016	01.12.2016
Ly1	N 58° 59,17'	Ø 5° 47,84'	X	X	X
Ly2	N 58° 58,84'	Ø 5° 47,30'	X		
Ly3	N 58° 58,39'	Ø 5° 46,47'	X	X	
Ly4	N 58° 58,57'	Ø 5° 46,61'			X
Ly5	N 58° 55,99'	Ø 5° 45,49'			X
Indre Utsira	N 59° 19,00'	Ø 4° 48,00'	Prøvetas en til to ganger i måneden. (www.imr.no/forskning/forskningsdata/stasjoner)		
VT8 Hidlefjorden	N 59° 04,00'	Ø 5° 48,00'	Målinger på 33 tidspunkt fra september 2009 til november 2012 var tilgjengelige i NIVA sin database. Vil prøvetas månedlig av Rambøll i perioden 2017-2020.		

2 Observasjoner

En målerigg med åtte sensorer for registrering av temperatur ble utplassert i en posisjon i nærheten av Lindøy utenfor Stavanger (se Figur 2). En terskel som befinner seg mellom Rennesøy og Finnøy, med terskeldyp på omtrent 100 m, begrenser vannutvekslingen ut mot det åpne havet. Måleriggen ble først utplassert den 27. november i posisjonen angitt i Tabell 2. Måleriggen ble tatt opp den 2. mai 2016. I den forbindelse ble data lest ut og batteri ble byttet på noen av sensorene. To av loggerne, logger 5 og 8 av typen ODI, var ødelagt. Disse ble byttet ut med termometer av typen TinyTag. Oppsettet av måleriggen for denne perioden er vist i Tabell 3.

Den samme datoen ble måleriggen utplassert omtrent i samme posisjon. Da måleriggen skulle tas opp den 2. desember ble den funnet omtrent 550-600 m lenger øst. Alle loggerne hadde samlet inn data i denne perioden. Oppsettet av måleriggen for denne perioden er vist i Tabell 4.

Beregning av dyp for sensorene ble gjort basert på trykkmålinger fra logger 1 og logger 3, samt kjent vanddyb på lokaliteten. Ut ifra dette ble strekk i tauet til måleriggen estimert og dybden til hver logger ble beregnet. Beregnet dyp er vist i Tabell 3 og Tabell 4.

Fra sensordataene kunne det tydelig sees at måleriggen hadde flyttet på seg natt til 24. oktober 2016. alle loggerne bortsett fra logger 1, 2 og muligens 8, lå da i samme dyp, det vil si på bunn i et område hvor vanddybet var 25-32 m. Observasjoner foretatt etter 24. oktober kunne derfor ikke benyttes for å beskrive temperaturvariasjon i dypet.

Tabell 2. Posisjonene til målebøya.

Forklaring	Breddegrad	Lengdegrad
Bøye utplassert 27. november 2015	N 58°59,213'	Ø 5°47,977'
Bøye utplassert 2. mai 2016	N 58°59,177'	Ø 5°47,972'
Bøye funnet 2. desember 2016	N 58°59,161'	Ø 5°48,572'

Tabell 3. Oppsett av måleriggen i perioden 27. november 2015 til 2. mai 2016. De to nederste dybdemålerne fungerte ikke. Dybden for sensorene er beregnet ut ifra vanddyp i området og dybdemåling for logger 1 og 3, og ved å sammenligne temperaturmålingene fra loggerne med de profilerende temperaturmålingene.

Betegnelse	Dyp (m)	Instrument	Parametere T=Temperatur D=Dyp S=Saltholdighet	Status
Logger 1	13	ODI 6501	T, S, D	OK
Logger 2	36	HOBO s/n 10797805	T, S	OK
Logger 3	60	ODI 6502	T, S, D	OK
Logger 4	83	HOBO s/n 10797806	T, S	OK
Logger 5	95	ODI 5843	T, D	Død
Logger 6	106	Tinytag 377123	T	OK
Logger 7	118	Tinytag 379685	T	OK
Logger 8	130	ODI 5848	T, D	Død

Tabell 4. Oppsett av måleriggen i perioden 2. mai 2016 til 2. desember 2016. Dybden for sensorene er beregnet ut ifra vanddyp i området og dybdemåling for logger 1 og 3, og ved å sammenligne temperaturmålingene fra loggerne med de profilerende temperaturmålingene. Den 24. oktober 2016 ble måleriggen flyttet, sannsynligvis ved at den heftet seg fast i en båt, og ble funnet igjen på østsiden av Lindøy.

Betegnelse	Dyp (m) før 24. okt.	Dyp (m) etter 24. okt.	Instrument	Parametere T=Temperatur D=Dyp S=Saltholdighet	Status
Logger 1	26	I overflata	ODI 6501	T, S, D	OK
Logger 2	38	2 - 9 m	HOBO s/n 10797805	T, S	OK
Logger 3	61	25 - 32 m (på bunn)	ODI 6502	T, S, D	OK
Logger 4	84	På bunn	HOBO s/n 10797806	T, S	OK
Logger 5	96	På bunn	Tinytag 157865	T	OK
Logger 6	107	På bunn	Tinytag 377123	T	OK
Logger 7	118	På bunn	Tinytag 379685	T	OK
Logger 8	130	Noe over bunn	Tinytag 585173	T	OK

3 Resultat fra måleriggen

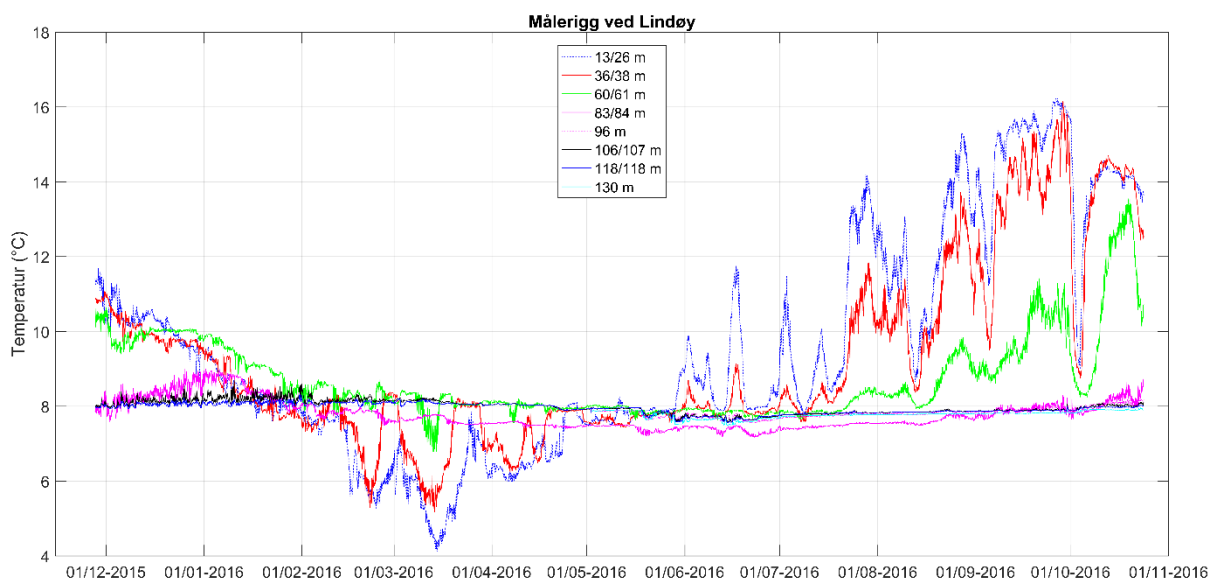
Gjennomsnitt-, minimums- og maksimumsverdi for temperaturen for hver av loggerne er vist i Tabell 5 og Tabell 6 for henholdsvis den første og den andre måleperioden. Tidsserieplott for hver av loggerne er vist i Figur 3 for begge måleperiodene. Loggere som befant seg i tilnærmet samme dyp i de to måleperiodene er vist med samme farge. Loggerne ned til 60 m viste en tydelig sesongvariasjon, med det varmeste vannet om høsten og utover vinteren og det kaldeste vannet på våren. Sesongvariasjonen nedover i vannmassene er forskjøvet i forhold til variasjon i lufttemperaturen, siden det tar tid for varmen å bre seg nedover i dypet.

Tabell 5. Temperaturstatistikk for loggerne i måleriggen i perioden 27. november 2015 til 2 mai 2016.

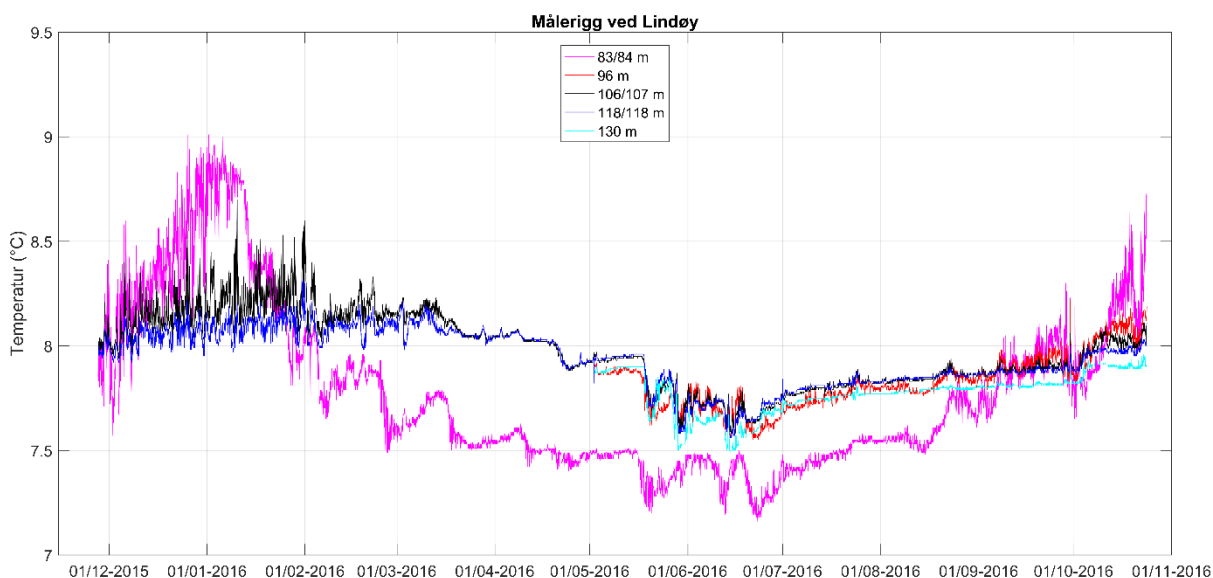
Betegnelse	Dyp (m)	Temperatur (°C)		
		Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum
Logger 1	13	7,70	4,11	11,69
Logger 2	36	8,06	5,17	11,07
Logger 3	60	8,72	6,79	10,64
Logger 4	83	7,95	7,40	9,01
Logger 6	106	8,13	7,88	8,70
Logger 7	118	8,06	7,82	8,32

Tabell 6. Temperaturstatistikk for loggerne i måleriggen i perioden 2 mai til 24. oktober 2016.

Betegnelse	Dyp (m)	Temperatur (°C)		
		Gjennomsnitt	Minimum	Maksimum
Logger 1	26	11,17	7,51	16,23
Logger 2	38	10,27	7,44	16,16
Logger 3	61	8,73	7,62	13,56
Logger 4	84	7,62	7,16	8,73
Logger 5	96	7,82	7,55	8,22
Logger 6	107	7,84	7,58	8,11
Logger 7	118	7,84	7,56	8,04
Logger 8	130	7,77	7,49	7,96



Figur 3. Målt temperatur på de åtte loggerne fra 27. november 2015 til 24. oktober 2016. Loggere som var i lignende dyp i de to måleperiodene er vist med samme farge.

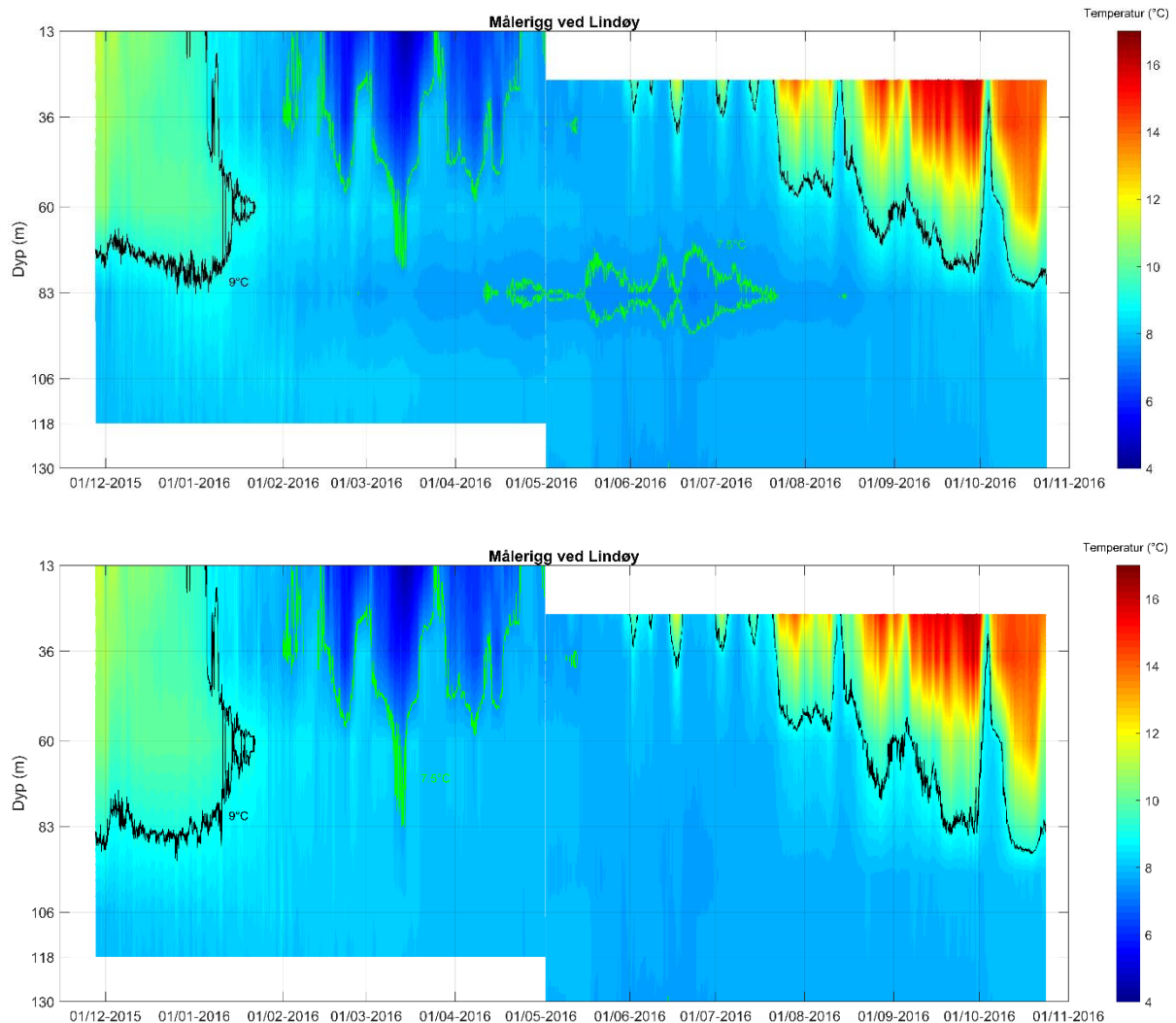


Figur 4. Målt temperatur på de fem dypeste loggerne fra 27. november 2015 til 24. oktober 2016. Loggere som var i lignende dyp i de to måleperiodene er vist med samme farge.

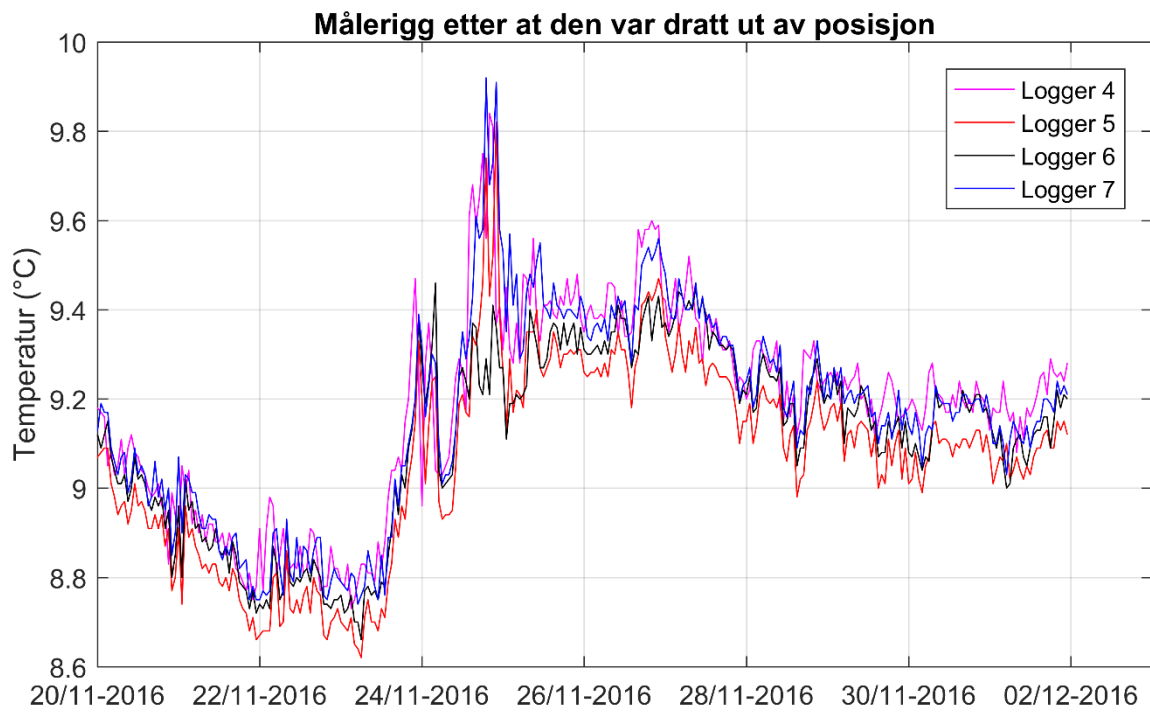
For å se nærmere på detaljene i temperaturvariasjonen i dypet, er kun loggerne fra 80 m og dypere vist i Figur 4. Det er en viss sesongvariasjon i temperaturen under 80 m dyp, men temperaturutslaget er mye svakere sammenliknet med overflatelaget. Fra ca. 100 m og dypere varierer temperaturen mellom 7,55 og 8,70 °C (se Tabell 5 og Tabell 6). I dypet 83-84 m er temperaturutslaget større, mellom 7,16 og 9,01 °C. De varmeste verdiene opptrer fra oktober til februar, mens de kaldeste verdiene opptrer mellom midten av mai til ut i august.

I dypet 83-84 m var det logger 4 som var utplassert i begge måleperiodene. Når temperaturen interpoleres og plottes som konturplott, tyder måleresultatene fra logger 4 på at det var et tydelig temperaturminimum i dette dypet i perioden fra april til august 8 (se øverst i Figur 5). Siden det ikke er helt opplagt om dette temperaturminimumet er et resultat av at kulden fra overflata diffunderes ned til dette dypet, eller om dette skyldes horisontal adveksjon av vannmasser, oppsto det litt tvil om denne loggeren viser korrekt temperatur. For å illustrere betydningen av måleresultatene fra logger 4, ble det i tillegg laget et konturplott hvor denne måleren ble utelatt (de nederst i Figur 5). I det tilfellet er det i plottet ikke lenger et tydelig temperaturminimum i 83-84 m dyp. I tillegg så går konturlinjen for 9 °C noen meter dypere, men i dette tilfellet er dette et resultat av interpolasjon mellom målinger i ca. 60 og 100 m dyp.

Siden logger 4 mest sannsynlig lå på bunn (ca 25-32 m) sammen med logger 5, 6 og 7 i perioden etter at måleriggen ble flyttet den 24. oktober, så kan dette utnyttes for å sammenligne temperaturverdiene. Dette er gjort i en periode hvor temperaturen ikke varierte så mye i Figur 6. Det ser ikke ut til at logger 4 hadde et systematisk temperaturavvik i forhold til de andre loggerne. Ut ifra dette konkluderes det med at målingene fra logger 4 er reelle.



Figur 5. Konturplott basert på målingene vist i Figur 3. Fargeskalaen angir temperaturen fra 4 til 17 °C. Konturlinje for temperatur 7,5 °C er vist i svart og for 9 °C i grønt. I det øverste plottet er målinger fra logger nr. 4 på 83-84 m tatt med, mens i det nederste plottet er denne loggeren utelatt.



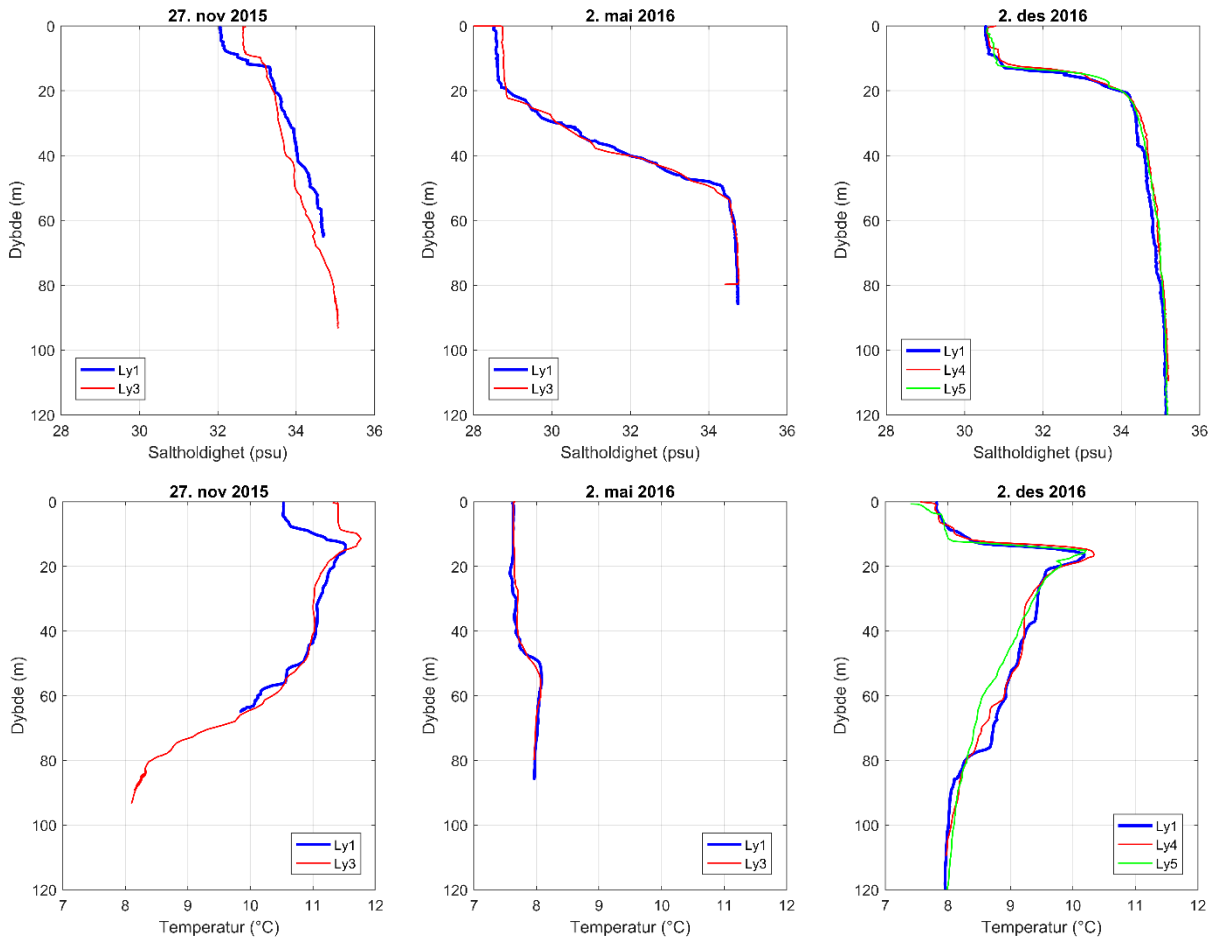
Figur 6. Temperaturmålinger fra fire av loggerne som i perioden som er vist kan antas å ha ligget på bunn og i omtrent samme dyp.

4 Diskusjon

4.1 Horisontal temperaturvariasjon i området utenfor Stavanger

Da det var nødvendig å ta hensyn til lokale fiskeriinteresser, var det ikke mulig å plassere måleriggen på 100 m dyp rett utenfor Lervika. Måleriggen ble derfor plassert i nærheten av Lindøy hvor det på grunn av ferjetrafikk ikke forekommer så mye fiskeaktivitet. For å undersøke om det finnes horisontale temperaturgradienter i dypet mellom posisjonen hvor måleriggen var plassert og området utenfor Lervika, ble det foretatt profilerende målinger av saltholdighet og temperatur på flere stasjoner ved tre anledninger. Ved en anledning ble det også foretatt en måleprofil utenfor Hilelvågsvika. Stasjonene er vist i Figur 2 og i Tabell 1.

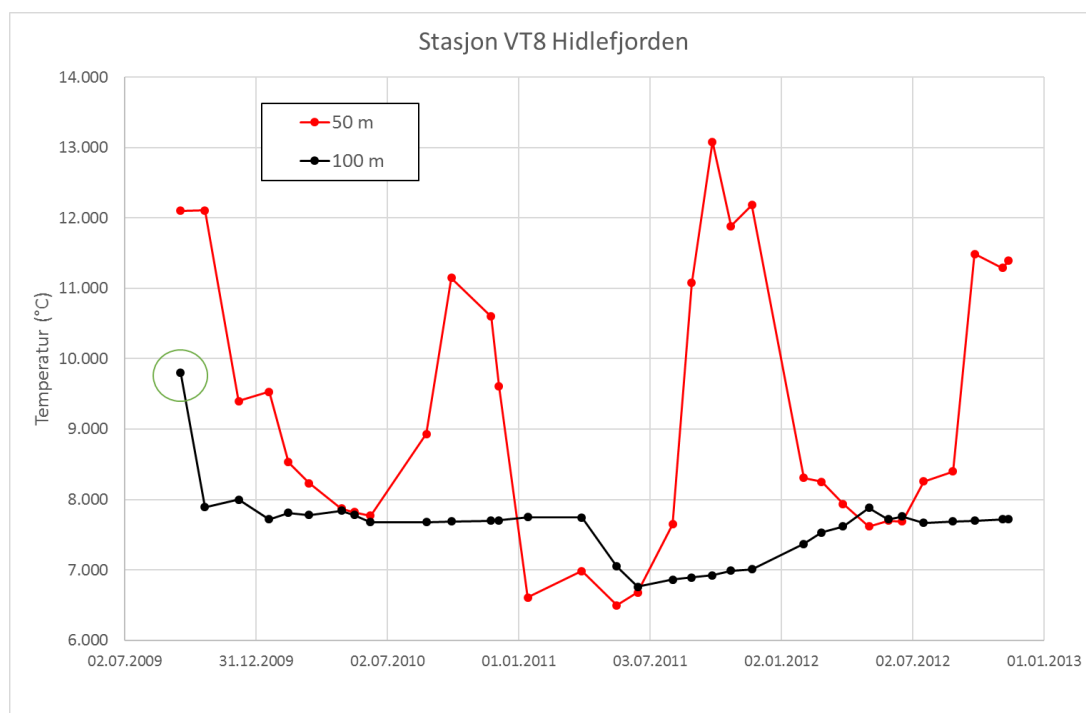
Måleresultatene er vist i Figur 7 og det ble ikke påvist signifikante horisontale gradienter i hverken temperatur eller saltholdighet. Med andre ord så er det ikke store forskjeller i temperatur i dypet mellom de forskjellige stasjonene. Dette betyr at måleriggen ved Lindøy er representativ for å beskrive temperaturutviklingen også for området nær Lervika, og for så vidt også for området utenfor Hilelvågsvika.



Figur 7. Profiler av saltholdighet (øverst) og temperatur (nederst) på forskjellige stasjoner (se Tabell 1) ved tre anledninger.

4.2 Muligheten for påvirkning av vann fra kyststrømmen

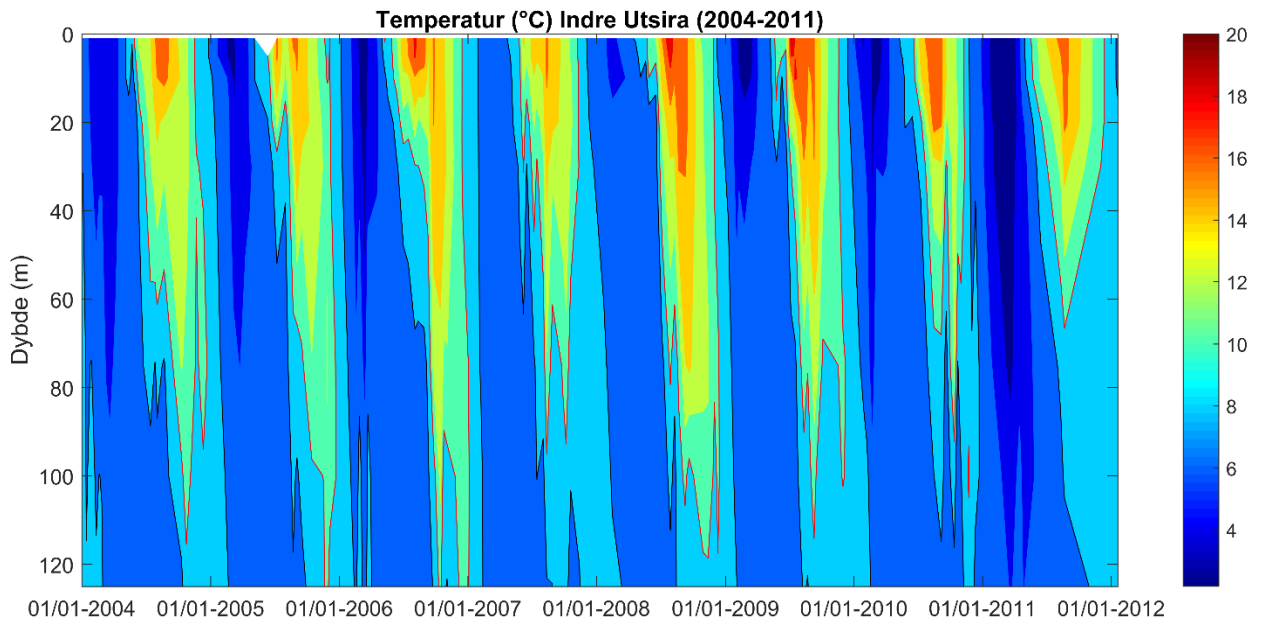
Fra måleriggen foreligger det nå målinger for nesten et år, fra 27. november 2015 til 24. oktober 2016. For å få en formening om disse målingene er representative også for andre år, ble data fra en stasjon fra kystovervåkingsprogrammet benyttet. Data fra stasjon VT8 i Hidlefjorden (se Figur 1) ble lastet ned fra NIVA sin database, hvor 33 måletidspunkter fra september 2009 til november 2012 var tilgjengelige. Data fra 50 og 100 m er plottet i Figur 8. Temperaturen på 100 m er hele tiden under 8 °C bortsett fra ved en anledning i september 2009 hvor det ble målt 9,8 °C. Stasjonen VT8 ligger i et basseng mellom Rennesøy og Åmøy, som har et terskeldyp på omtrent 59 m. I 2010 ble det foretatt temperaturmålinger i dette bassenget og det ble da ikke registrert temperaturer høyere enn 8 °C (Ledang, 2011). Dette sår tvil om dette enkelte målepunktet er reelt, men det er likevel tatt med i vurderingen siden det ikke har vært mulig å påvise at det er en målefeil og siden terskeldypet for vannmassen ved Lindøy er dypere (ca. 100 m).



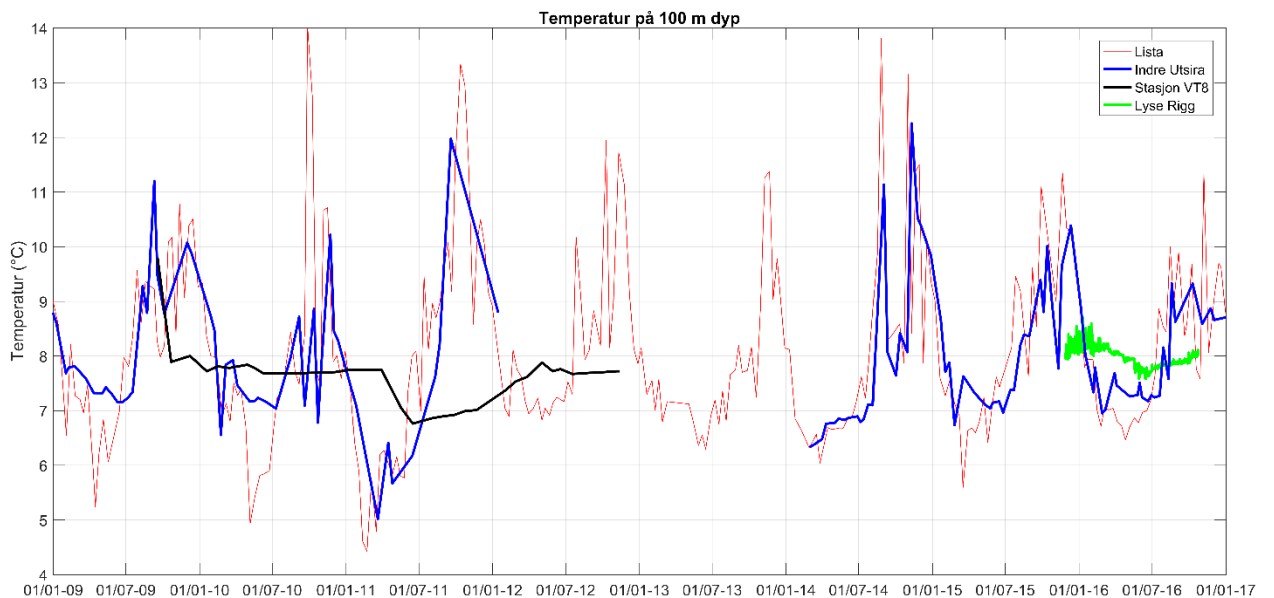
Figur 8. Temperaturmålinger i Hidlefjorden fra september 2009 til november 2012 på 50 m (rød kurve) og 100 m (svart kurve). Den høyeste målingen på 100 m på 9,8 °C er markert med en grønn sirkel.

Temperaturutviklingen for hele vannsøylen fra Havforskningsinstituttets faste stasjon Indre Utsira er vist i Figur 9, og denne viser at temperaturer over 10 °C typisk forekommer på 100 m dyp i perioder mellom september og februar. Hvis vannmasser fra 100 m dyp ute i kyststrømmen advekteres inn til område utenfor Stavanger, så kan altså temperaturer på rundt 10 °C forekomme.

I Figur 10 er temperaturen på 100 m fra kyststrømmen sammenlignet med hvordan det ser ut utenfor Stavanger og i Hidlefjorden. Temperaturen på de to stasjonene fra kyststrømmen viser at disse stort sett varierer i takt, som er forventet siden begge befinner seg i samme vannmasse. Målingene fra stasjon VT8 og fra målebøya viser et helt annet variasjonsmønster. I dette området er sesongvariasjonen mye mindre og temperaturen mye mer stabil. Dette tyder på at vannutvekslingen med kyststrømmen i dette dypet ikke er veldig effektiv. Men den ene målingen på stasjon VT8 fra september 2009 kan forklares med vannutveksling med kyststrømmen, siden det på samme dyp på stasjon Indre Utsira er tilsvarende temperatur (se Figur 10).



Figur 9. Konturplott for temperaturutviklingen på Havforskningsinstituttets faste stasjon Indre Utsira for perioden fra og med 2004 til og med 2011. Konturlinjer for 8 °C er vist i svart og for 10 °C i rødt.



Figur 10. Målt temperatur på 100 m. Målinger fra kyststrømmen (stasjon Lista og Indre Utsira) er sammenlignet med målinger fra stasjon VT8 i Hidlefjorden og fra målebøya ved Lindøy.

5 Samlet vurdering

Hensikten med dette prosjektet har vært å dokumentere temperaturvariasjonen i vannmassene utenfor Stavanger. Bakgrunnen er at Lyse ønsker å hente inn vann fra dypet og benytte dette til kjøling. Dersom et slikt vanninntak skal kunne egne seg for kjøling er det et krav at temperaturen er stabil rundt 8 °C, eller lavere.

Målingene fra dette prosjektet viser at i perioden 27. november 2015 til 24. oktober 2016 var den høyeste målingen på 100 m dyp på 8,7 °C, som ble registrert i en kort periode rundt 1. februar 2016, og i snitt lå temperaturen på 8,0 °C.

Profilerende målinger av temperatur og saltholdighet på en stasjon ved måleriggen sammenlignet med flere stasjoner i området nærmere Lervika, viser at målinger i dypet fra måleriggen er representative for et også dette området.

Temperaturvariasjonen på 100 m dyp ved måleriggen var tilsvarende temperaturvariasjonen på en stasjon i Hidlefjorden, som ligger omtrent 9 km unna måleriggen. En enkelt måling fra denne stasjonen i Hidlefjorden, viste at temperaturen kan komme opp i 9,8 °C. Dette kan forklares ved at vann fra kyststrømmen har advoktert inn i Hidlefjorden. Siden så høye temperaturer bare ble målt en gang i løpet av en periode på 3 år, og heller ikke ble registrert på måleriggen ved Lindøy, må slike episoder betraktes som sjeldne. Slike temperatur-anomalier vil i så fall skje i perioden september til januar hvor man finnertilsvarende varmt vann på 100 m ute i kyststrømmen.

Referanser

Ledang, A. B. (2011) Undersøkelser av temperaturforholdene i Rennesøybassenget. NIVA rapport 6160-2011. 22 sider.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no