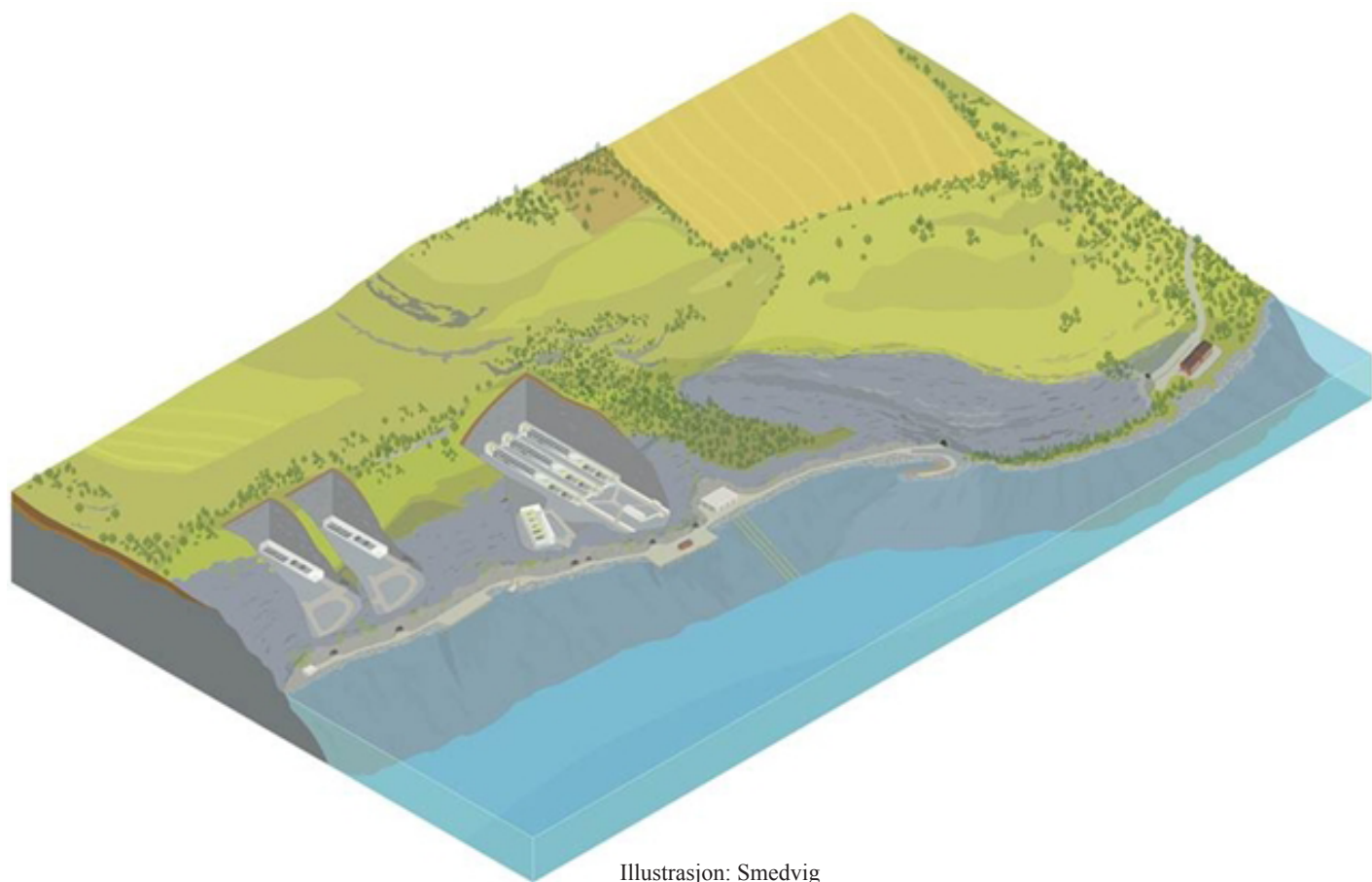


Undersøkelse av temperaturforholdende i Rennesøybassenget



Illustrasjon: Smedvig

Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Undersøkelse av temperaturforholdene i Rennesøybassenget	Løpenr. (for bestilling) 6160-2011	Dato 28.3.2010
	Prosjektnr. Undemr. 10172	Sider Pris 22
Forfatter(e) Anna Birgitta Ledang	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Rennesøyfjellet AS, Løkkeveien 103, 4007, Stavanger	Oppdragsreferanse Johan Gjemre Olsen
---	---

Sammendrag

NIVA fikk som oppgave av Lyse Neo å undersøke hvor store temperaturvariasjoner det er i Rennesøybassenget i løpet av ett år. Resultatene viser at variasjonene i temperatur og saltholdighet i løpet av året var begrenset til de øvre 75 meterne. Det var svært liten endring i dyp under 75 meter med temperaturer mellom 7,6 og 8 °C.

Dypvannstemperaturen var mer stabil enn den omkring terskeldyp i kyststrømmen, noe som tyder på at dypvannet i Rennesøybassenget holder seg nokså konstant gjennom året. Beregninger av en avkjøling på 50 MW med bruk av 5400 m³/t sjøvann viste at tettheten til sjøvannet, som slippes ut i overflatelaget etter å ha avkjølt anlegget, vil være lik den til sjøvannet i Rennesøybassenget mellom 15 og 55 meters dyp. Dette betyr at utslippsvannet vil synke ned til dette dypet ved ingen utveksling/blanding med omliggende vannmasser. Et slik utslipp i overflatelaget vil kunne ha en effekt/påvirkning på biologiske organismer, selv om forskjellen mellom temperaturen i utslippet og sjøresipienten vil være størst om vinteren hvor den biologiske produksjonen er på sitt laveste.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Temperaturvariasjon	1. Temperature variation
2. Dypbasseng	2. Deep basin
3. Sjøvannsutslipp	3. Seawater discharge
4. Avkjøling	4. Cooling

Anna Birgitta Ledang

Anna Birgitta Ledang
Prosjektleder

Dominique Durand

Dominique Durand
Forskningsleder

Bjørn Faafeng

Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

**Undersøkelse av temperatur- og
saltholdighetsvariasjonen i Rennesøybassenget**

Forord

Denne rapporten er utarbeidet for Lyse Neo og Rennesøyfjellet AS etter deres forespørsel. Jeg takker Johan Gjemre Olsen for god dialog under dette arbeidet.

Ved NIVA har det i hovedsak vært undertegnede som har jobbet med dette prosjektet, med Jarle Molvær som medarbeider. Feltarbeidet har blitt utført av Mikal Hanasand, leid inn av Rennesøyfjellet AS, etter opplæring av undertegnede.

Oslo, 28.3.2011

Anna Birgitta Ledang

Innhold

Sammendrag	7
Summary	8
1. Bakgrunn og formål	9
2. Metode	11
2.1 Datainnsamling	11
2.2 Beregning av temperaturendring ved avkjøling	12
3. Resultater	13
3.1 Rennesøybassenget	13
3.2 Kystvannet ved ytre Utsira	13
3.3 Tidsvariasjonen i Rennesøybassenget	16
4. Vurdering av inn-/utpumping av sjøvann for avkjøling av fjellhall	20

Sammendrag

NIVA ble kontaktet av Lyse Neo vinteren 2010 for å undersøke hvor stor variasjon det er i temperatur og saltholdighet i Rennesøybassenget i løpet av ett år. Denne undersøkelsen ble satt i gang med målinger i mars 2010 og fortsatte til desember 2010. Det ble også hentet ut data fra Havforskningsinstituttet (HI) sin stasjon Ytre Utsira for å karakterisere kystvannet.

I tillegg ønsket Lyse Neo en vurdering av hvordan uttak av 5400 m³/t sjøvann for kjøleformål med utslipp i overflaten, kan påvirke temperaturen i vannsøylen og hva slags innpumpingsdyp som vil gi minst mulig påvirkning.

I løpet av 2010 ble det tatt 8 profiler av temperatur og 7 av saltholdighet. Resultatene viste at de store variasjonene i temperatur og saltholdighet i løpet av året var begrenset til de øvre 75 meterne. Det ble registrert svært liten variasjon i temperaturen under 75 meters dyp (7.6 - 8 °C). Temperaturen 8 °C ble kun registrert mellom 75 og 78 meter.

Den dypeste terskelen mellom kystvannet og Rennesøybassenget er på 59 meter. Kystvann som trenger inn i Rennesøybassenget, må følgelig være vannmasser fra lagene over dette terskeldypet. For å kunne fortrenge vannet i dybbassenget ved Rennesøy må tettheten til sjøvannet omkring terskeldypet må i så fall være større enn tettheten til dvannet i dybbassenget ved Rennesøy. ypvannet. Dybvannet i Rennesøybassenget dybbassenget så ikke ut til å være særlig påvirket av kyststrømmen. Temperaturen i dybvannet var mer stabil enn det omkring terskeldyp i kystvannet og dette tyder på at dybvannet i Rennesøybassenget holder seg nokså konstant gjennom året. Maksimaltemperaturen i dybvannet var på 8,0 °C og forskjellen på minimum og maksimum var på 0,37 °C.

Vi har beregnet at tettheten til sjøvannet som planlegges sluppet ut i overflatelaget etter å ha avkjølt anlegget (en avkjøling på 50 MW med bruk av 5400 m³/t sjøvann innpumpet fra dypere sjikt enn 79 m), vil være lik tettheten i sjøvannet i Rennesøybassenget mellom 15 og 55 meters dyp. Dette betyr at utslippsvannet vil synke ned til dette dypet ved en situasjon uten utveksling eller blanding med omliggende vannmasser. En slik blanding vil medføre en økning eller en minkning i tettheten avhengig av årstid.

Det er i denne vurderingen gjort sterke antagelser, som for eksempel ingen blanding med omliggende vannmasser. Det er ikke gitt noen informasjon om karakteristikker av rørdiameter og diffusor, og ingen modellering er gjort som viser hvordan dette kan påvirke vannmassene over tid eller sjøvannet i bassenget for øvrig. Et slikt utslipp i overflatelaget vil kunne ha en biologisk effekt, selv om forskjellen mellom temperaturen i utslippet og i sjøresipienten vil være størst om vinteren da den biologiske produksjonen er på sitt laveste.

Summary

Title: Investigation of the temperature in the basin of Rennesøy

Year: 2011

Author: Anna Birgitta Ledang

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5895-0

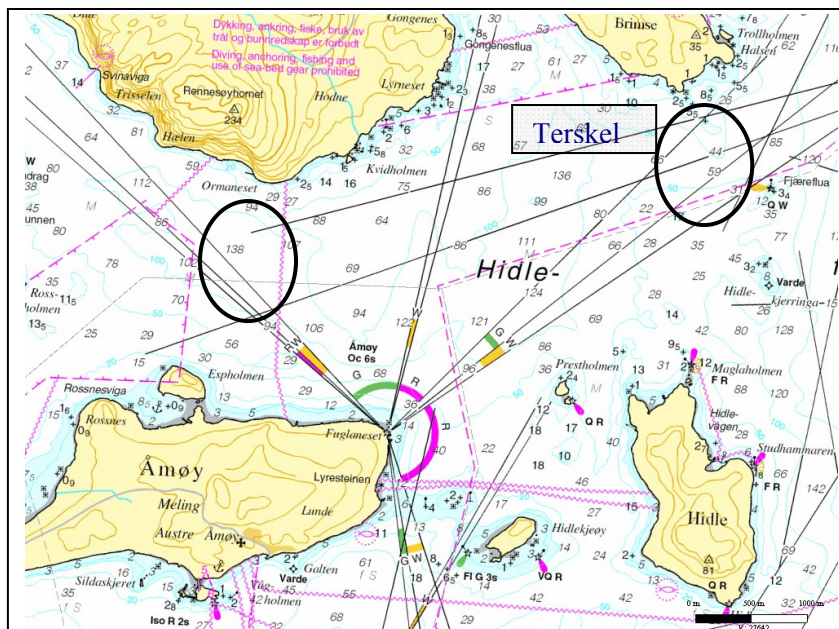
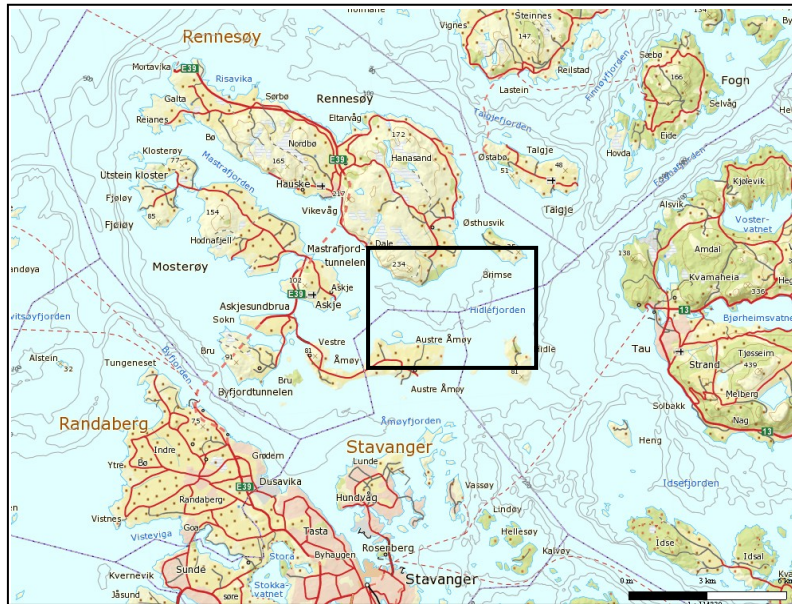
During winter 2010 NIVA was contacted by Lyse Neo concerning a one year monitoring program of the sea temperature of the basin of Rennesøy near Stavanger to investigate the natural temperature variations. The start-up was in March 2010 and the measurements lasted until December. In addition an evaluation of a cooling of 50 MW with the use of 5400 m³/h of deepwater was done to assess the potential effect on the temperature of the seawater of the water column with a seawater discharge in the surface.

The results show that variations in temperature and salinity were limited to the upper 75 meters. At depths below 75 meters the temperature variations were between 7,6 and 8,0 °C. The sill between the coastal water and the basin of Rennesøy is at 59 meters depth. The density of the coastal water needs to be larger than that of the deep water to result in deep water exchange. In this basin it seems like the deep water is not affected much by the coastal water.

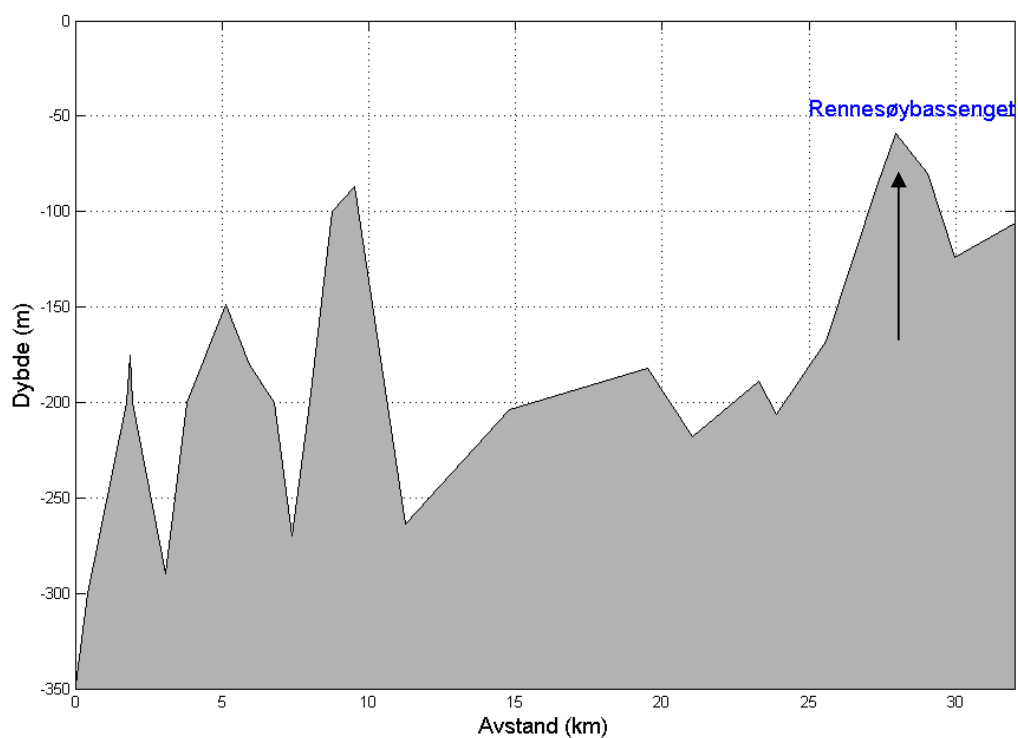
Calculating the effects of cooling (50 MW) using 5400 m³/h seawater from below 75 m depth, showed that the density of discharged seawater (after cooling) equals the density at 15 to 55 meters depth (seasonally dependent). This means that with no exchange with other water masses while sinking, the discharge will sink towards these depths. An exchange will in reality happen and this can reduce or increase the resulting density of the discharge when it interleaves in the water column. The calculation is largely simplified and no modelling has been performed in this assessment.

1. Bakgrunn og formål

Lyse Neo kontaktet Norsk institutt for vannforskning, NIVA, i forbindelse med en skissering av et ett års måleprogram av sjøtemperatur utenfor sørspissen av Rennesøy. Programmet ble godkjent 8. mars 2009 av Lyse Neo. Temperaturen i dypbassenget sør for Rennesøy var ønsket overvåket for at det skulle kunne dokumenteres hvor sterk temperaturvariasjonen er i dette området (**Figur 1**).



Figur 1. Bunntopografi til Rennesøybassenget. Øverst: Kart over Rennesøybassenget med markering av topografikart som presenteres under. Nederst: Bunntopografien til bassenget ved sørspissen til Rennesøy. Målestasjonen i bassenget og terskelen ved Brimse er markert med en sirkel.



Figur 2. Bunnprofil fra kyststrømmen til Rennesøybassenget. Terskelen til venstre for bassenget (markert med pil) er den grunneste passasjen (markert i Figur 1).

2. Metode

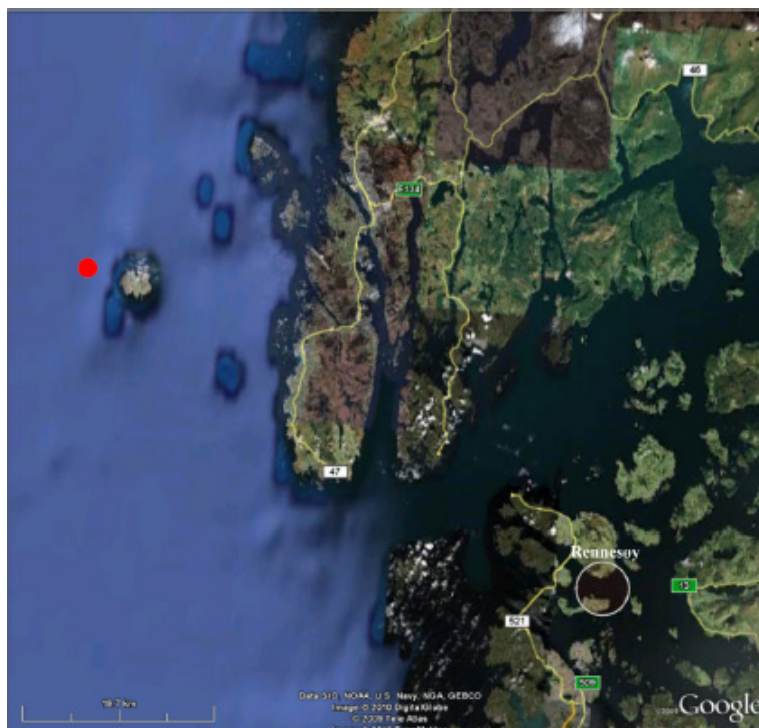
2.1 Datainnsamling

Målingene i Rennesøybassenget ble gjort av en lokal prøvetaker som ble lært opp av NIVA til å utføre disse. Før hvert tokt ble en sonde av typen SAIV SD204 sendt fra NIVA til Rennesøy. Måleinstrumentet er en vertikal profilerende sonde som registrerer dypet samtidig som den måler temperatur og saltholdighet en gang i sekundet. En oversikt over parameterne til sonden med tilhørende nøyaktighet er gitt i **Tabell 1**. Etter at målingene ble gjennomført ble data hentet ut av sonden og sendt over e-post. Målingene ble tatt 10.3.2010, 28.4.2010, 29.6.2010, 18.8.2010, 28.9.2010, 18.10.2010, 10.11.2010 og 8.12.2010. NIVA deltok selv i mars ved opplæring og i august for å kontrollere rutineene før høstmålingene.

Tabell 1. Usikkerheten til de ulike parameterne SAIV måler.

Parameter	Usikkerhet
Temperatur	$\pm 0.01^{\circ}\text{C}$
Saltholdighet	± 0.02 ppt
Trykk (meterekvivalent)	± 0.1 db

Det er også hentet målinger fra databasen til Havforskningsinstituttet (HI, <http://data.nodc.no/stasjoner/index.php>) fra stasjonen ved Ytre Utsira (**Figur 3**). Målingene herfra representerer variasjonen i temperatur og saltholdighet i kyststrømmen.



Figur 3. Området ved Rennesøy er markert med en sirkel. Stasjonen til HI er markert med fylt rød sirkel vest for Utsira.

2.2 Beregning av temperaturendring ved avkjøling

For å kunne beregne hvordan en avkjøling på 50 MW kan påvirke sjøvannet ved et utslipp, må en først vite hva denne avkjølingen vil gi av temperaturendring (utslippsvannet vil være oppvarmet i forhold til inntaksvannet). Ved hjelp av

$$C = \frac{\Delta Q}{\Delta T} \quad (1)$$

hvor C er varmekapasitet, ΔQ er endringen i energitettheten og ΔT er endringen i temperatur kan dette beregnes. Avkjølingen skal være på 50 MW, som regnet om gir $1.8 \cdot 10^{11}$ J/t, med 5400 m³/t sjøvann. Dette gir en energiendring pr. time på $3.33 \cdot 10^7$ J/m³(ΔQ). Endringen i temperaturen til sjøvannet kan da beregnes ved hjelp av varmekapasiteten til sjøvann ved gitt temperatur. Varmekapasitet har enhet J/(°Cg), men i dette tilfellet er vi interessert i volumetrisk varmekapasitet, VHC (J/(°Cm³)). Dette oppnås ved å gange varmekapasiteten C med tettheten til sjøvannet,

$$\text{VHC} = C \cdot \rho_s \quad (2),$$

og temperaturendringen kan beregnes ved

$$\Delta T = \frac{\Delta Q}{\text{VHC}}. \quad (3)$$

Tettheten til sjøvannet er beregnet ved fire tilfeller som representerer alle kombinasjoner av maksimums- og minimumstemperatur og -saltholdighet i dyp > 78 meter. Denne tettheten er beregnet for trykket ved overflaten siden sjøvannet skal pumpes opp til anlegget og at temperaturendringen av sjøvannet vil skje her og ikke *in situ*.

3. Resultater

3.1 Rennesøybassenget

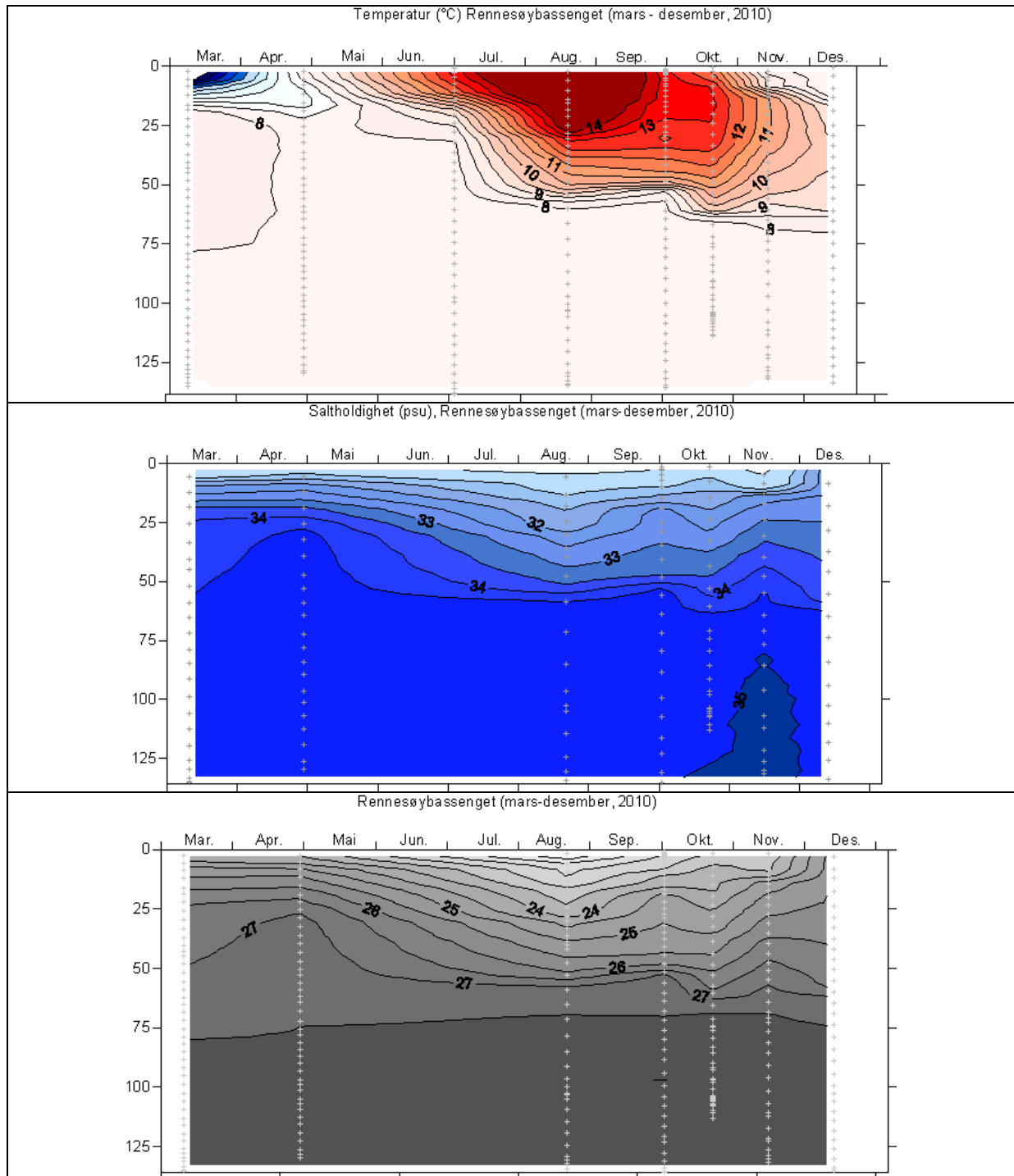
I Rennesøybassenget er det tatt 8 profiler i 2010 av temperatur og saltholdighet fra mars til desember, vist i

Figur 4. Resultatene er presentert gjennom isoplot for å vise hvordan temperaturen og saltholdigheten i vannsøylen ved stasjonen varierer gjennom tid. Fargene indikerer temperatur og saltholdighet og tiden er langsmed x-aksen. Disse figurene viser tydelig at variasjonene i temperatur og saltholdighet er begrenset til de øvre 75 meterne. Fra mars og frem til midten av august stiger temperaturen, først i de øvre 25 meter, og etter hvert også i de dypere lagene ned mot 70 meter. Fra april til midten av august avtar saltholdigheten i de øvre 50 meterne. Tetthetsfiguren nederst i **Figur 4** gjenspeiler disse endringene; med avtagende tetthet i de øverste 50-60 m som skyldes både avtagende saltholdighet og økende temperatur. Likheten mellom figurene for tetthet og saltholdighet illustrerer at det er saltholdigheten som er den viktigste faktoren for tettheten, selv om noen av forskjellene mellom temperaturplottet og de to andre plottene skyldes forskjell i datagrunnlaget, se figurteksten. Fra august til november øker saltholdigheten i de øverste 50 m mens temperaturen avtar, og tettheten øker tilsvarende. Fra november til desember øker saltholdigheten igjen på dyp større enn 25 m, mens temperaturen avtar i alle dyp ned til 50 m. Gjennom hele perioden fra mars til desember er det svært liten endring i dyp under 75 meter med temperaturer mellom 7.6 og 8 grader, hvor 8 grader er kun nådd for dyp 75 til 78 meter.

3.2 Kyststrømmen ved ytre Utsira

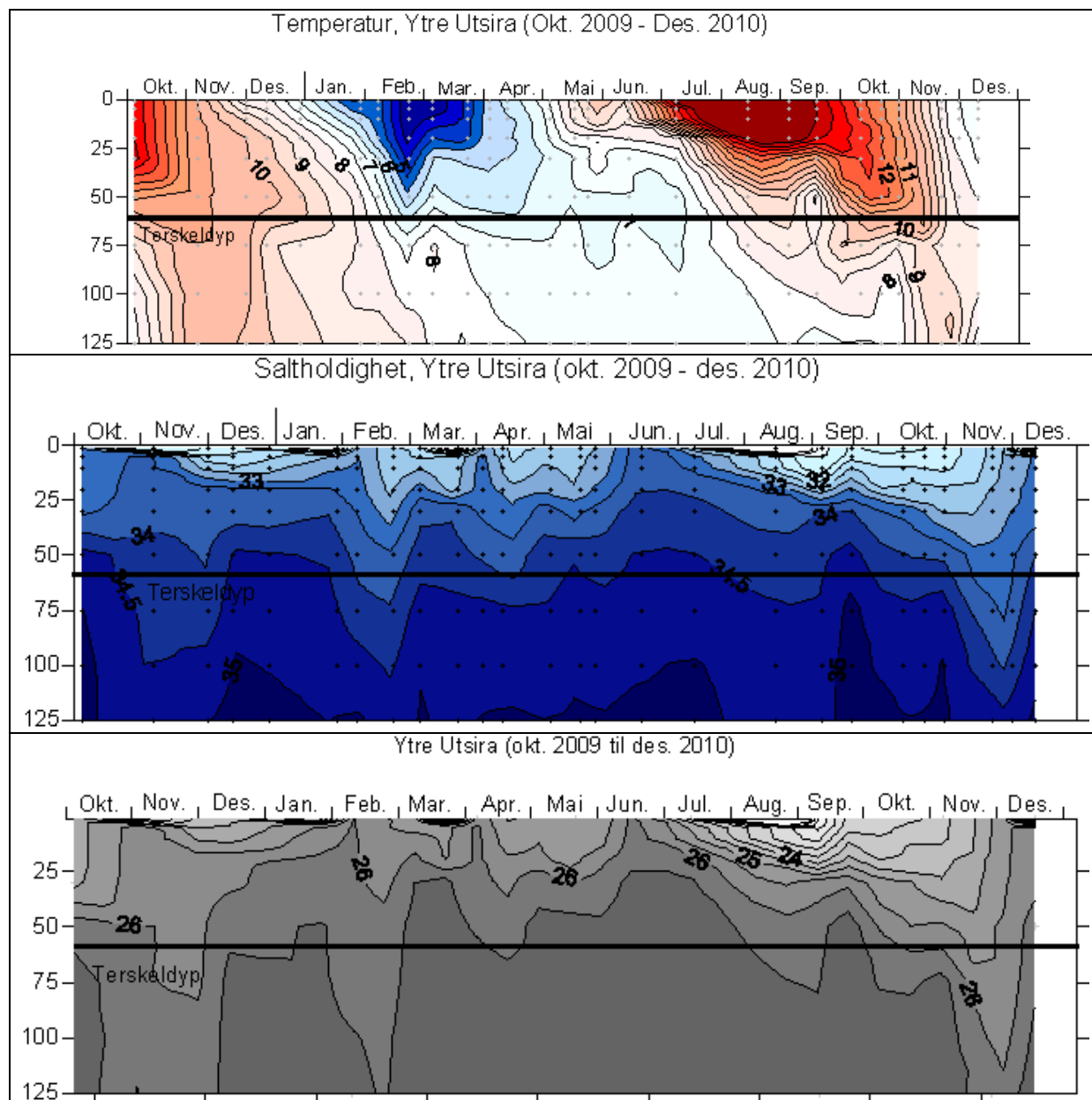
Terskeldypet ved Brimse, som er den dypeste terskelen mellom kyststrømmen og Rennesøybassenget, er som nevnt på omkring 59 m (se **Figur 1** og

Figur 3). Kystvannet som trenger inn i Rennesøybassenget vil derfor være vannmasser fra lagene over dette terskeldypet. For at dette vannet skal kunne trenge videre nedover i dypet i Rennesøybassenget og erstatte vann under terskeldypet, må tettheten til kystvannet omkring terskeldyp være større enn vannet i dypbassenget av Rennesøy. Høy tetthet omkring terskeldypet vist i nederste figur i Figur 5 ved ytre Utsira fra mars og frem til juli kan ha ført til en vannutveksling i dypvannet av i Rennesøybassenget. Først vil det da være en utveksling av kystvann med temperaturer på 6-7 grader som etter hvert endrer seg til 8-11 grader utover sommeren (øverste figur i **Figur 5**). Denne utvekslingen kan forklare noe av utviklingen av temperaturen ned mot 75 meter. Imidlertid ser det ikke ut til at dypvannet i Rennesøybassenget er påvirket merkbart av de lave temperaturene på 5-6 grader som finnes i kystvannet på 50-60 m dyp fra mars til juli; inne i bassenget er dypvannstemperaturen mer stabil enn den er omkring terskeldyp i kystvannet. Temperaturstigningen i Rennesøybassenget i de øvre 75 m er heller ikke kun påvirket av kystvannet. Soloppvarming vil bidra til økt temperatur i overflatelaget som vil bre seg nedover vannsøylen ved vertikal blanding, og det kan også forklare forsinkelsen av økt temperatur i de dypere lagene. Denne utviklingen finner også sted i fjordene rundt og i kyststrømmen og er en parallell utvikling av temperaturen i vannsøylen ved de ulike stedene.



Figur 4. Tidsutvikling i Rennesøybassenget fra mars til desember 2010. Øverst: Temperatur. I midten: Saltholdighet. Nederst: Tetthet¹. Saltholdighetsmålingene fra 29. juni var ikke gode nok pga. en feilkobling av instrumentet som påvirket konduktivitetsensoren (saltholdighet beregnes ut i fra konduktivitet), og de er derfor ikke tatt med i grunnlaget for figuren, det gjelder også figuren for tetthet.

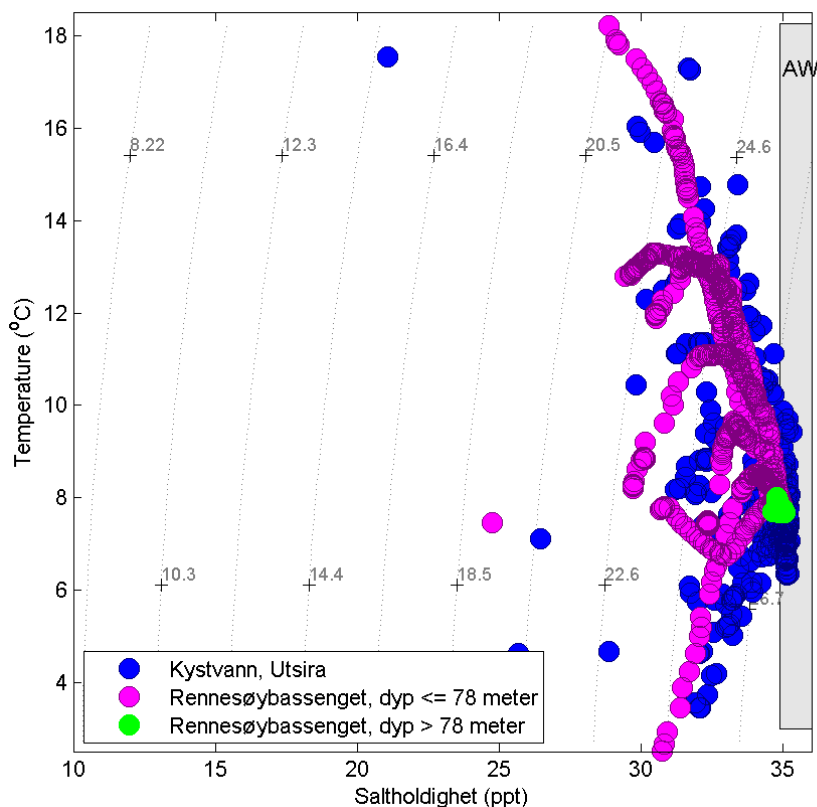
¹Tetthet (ρ) beregnes ut i fra saltholdighet og temperatur og er her vist som $\rho - 1000$ med enhet kg/m^3 .



Figur 5. Resultater fra HI sin stasjon Ytre Utsira. Øverst: Temperaturmålinger fra oktober 2009 til desember 2010. Midten: Saltholdighetsmålinger fra oktober 2009 til desember 2010. Nederst: Tetthetsverdier beregnet ut i fra saltholdighet og temperatur fra oktober 2009 til desember 2010.

3.3 Tidsvariasjonen i Rennesøybassenget

Til tross for vannutveksling av vannmassene i Rennesøybassenget med kystvannet over terskeldypet på 59 m er det en veldig liten variasjon i temperatur eller saltholdighet over tid pga. utskiftning av dypvannet. Temperatur og saltholdighet, og dermed også tettheten, endrer seg lite på dyp større enn 78 m i perioden mars til desember 2010. Dette kan tyde på at temperaturen i dypvannet i Rennesøybassenget holder seg nokså konstant gjennom året. I **Figur 6** kan en lett se hvor lite dypvannet varierer både i temperatur og saltholdighet, mens det samtidig er tydelig at i dyp mindre enn eller lik 78 meter er vannmassene i mye større grad påvirket av kystvannet. Variasjonen her er omtrent som variasjonen i kystvannet.



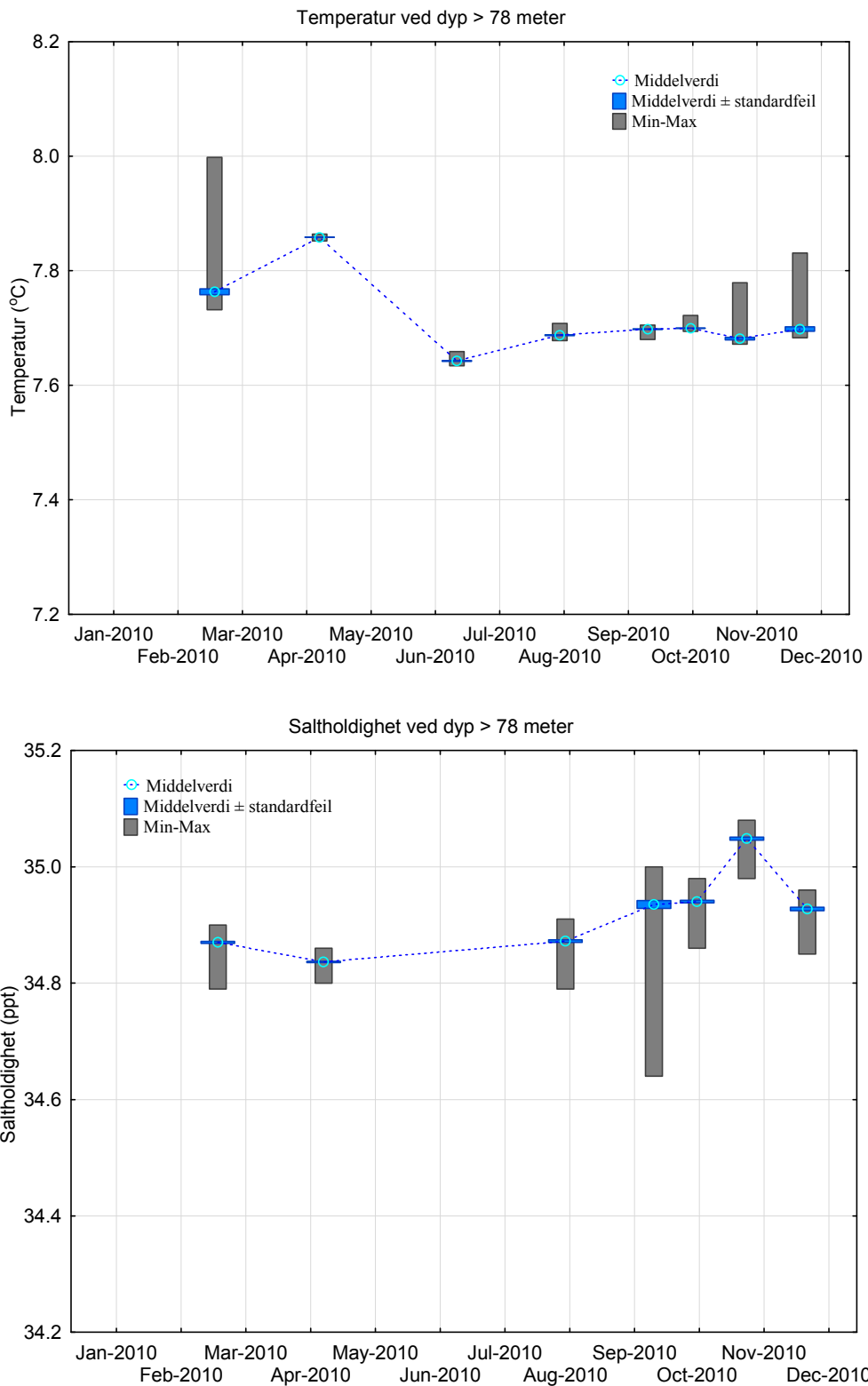
Figur 6. TS-diagram for kystvannet ved ytre Utsira stasjonen og vannmassene i Rennesøybassenget. Vannmassene i Rennesøybassenget er delt i vannmasser ved dyp ≤ 78 meter og dyp > 78 meter. AW- Atlantisk Vann.

I **Tabell 3** er noen statistiske verdier gitt som bekrefter den svake variasjonen i dyplaget som allerede er nevnt. Gjennomsnittsverdien på temperatur ligger på 7,72 grader og median på 7,7 og forskjellen mellom minimums- og maksimaltemperaturen er på 0,37 grader. Maksimaltemperaturen på 8,0 grader kommer fra 79 meter dyp som betyr at variasjonen i temperaturen er enda mindre ved større dyp enn 79 meter. Gjennomsnittsverdien på saltholdighet ligger på 34,91 og medianen på 34,9 og forskjellen mellom minimums- og maksimaltemperaturen er på 0,44 °C.

Tabell 2. Variasjonen i temperatur og saltholdighet for dyp større enn 78 m.

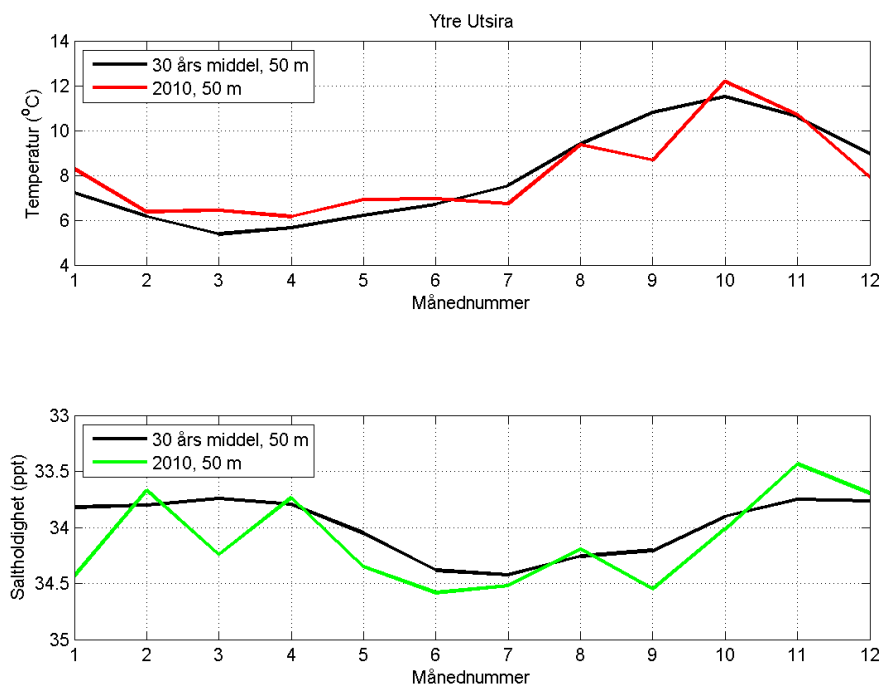
	Temp	Salt
Valid N	734	652
Mean	7.72	34.91
Median	7.70	34.90
Minimum	7.63	34.64
Maximum	8.00	35.08
Lower Quartile	7.68	34.87
Upper Quartile	7.74	34.95
Percentile 10	7.66	34.84
Percentile 90	7.86	35.03
Std.Dev.	0.07	0.07

I Figur 7 er statistikken i **Tabell 2** illustrert i to figurer for temperatur og saltholdighet for å vise dette grafisk. Variasjonen er illustrert innenfor en forskjell på en enhet for å vise at gjennom måleperioden er det en veldig stabil temperatur og saltholdighet. Observasjonene fra dyp større enn 78 meter er visst som gjennomsnittsverdi fra 78 m til bunn for hvert måletidspunkt, gjennomsnittsverdi \pm standardfeil og søyler av minimums- og maksimumsverdier. Disse viser at gjennomsnittstemperaturen ved dyp > 78 m varierer mellom 7.64 og 7.86 gjennom måleperioden og gjennomsnittssaltholdigheten varierer mellom 34.84 og 35.05 i måleperioden. Temperaturen var mest stabil fra juli til desember, mens den største variasjonen i måleperioden var mellom mars og juli. Variasjonen i saltholdigheten var størst fra august til desember.



Figur 7. Temperatur og saltholdighet ved dyp > 78 meter. Dette er vist gjennom gjennomsnittsverdien, gjennomsnittsverdien ± standardfeil og minimum og maksimumsverdier for å vise variasjonen gjennom måleperioden.

En sammenligning av temperaturen og saltholdigheten i 2010 ved Ytre Utsira er gjort i Figur 8. Data fra 50 meters dyp er brukt med tanke på terskeldypet til Rennesøybassenget på 59 meter. Det er beregnet en 30 års middel for månedsverdiene. Denne sammenligningen viser at kystvannet i 2010 avvok ikke stor grad fra normalen for de fleste månedene. I januar og februar 2010 var derimot saltholdigheten høyere enn normalen. Dette kan bety økt tettheten og økt sjanse for vannutskifting av dypvannet. Likevel avvok temperauren så lite at dette ikke vil gi stort utslag, som også er vist ovenfor. Generelt var vinteren 2010 en kald vinter med lite nedbør og lave lufttemperaturer.



Figur 8. Temperatur og saltholdighetsdata fra kystvannet (fra 50 meters dyp) ved Ytre Utsira i 2010 sammenlignet med en 30 årsmiddel av månedsverdiene til temperatur og saltholdighet ved samme stasjon.

4. Vurdering av inn-/utpumping av sjøvann for avkjøling av fjellhall

Sjøvann skal som nevnt tidligere benyttes til en avkjøling på 50 MW ved bruk av 5400 m³/t sjøvann. Metoden for beregning av temperaturendringen i sjøvannet som benyttes er beskrevet i kapittel 2.2. Resultatene i kapittel 3.1 og 3.3 viste at i dyp > 78 meter var det veldig liten variasjon både i temperatur og saltholdighet, og det ser ut til at bunnvannet er lite påvirket av vannskiftning. Ved beregning av sjøvannets tetthet er det derfor brukt minimums og maksimums temperatur og saltholdighet av bunnvannet som gir fire tilfeller med ulik tetthet (**Tabell 3**). Denne tettheten er brukt for å beregne den volumetriske varmekapasiteten (VHC) gitt i ligning 2. Varmekapasiteten (C) til sjøvannet ved gjeldende temperaturer er hentet fra en tabell i Walton Smith (1981)².

Tabell 3. Oversikt over gjennomsnittlig minimum og maksimumstemperatur i dypet 79-140 meter

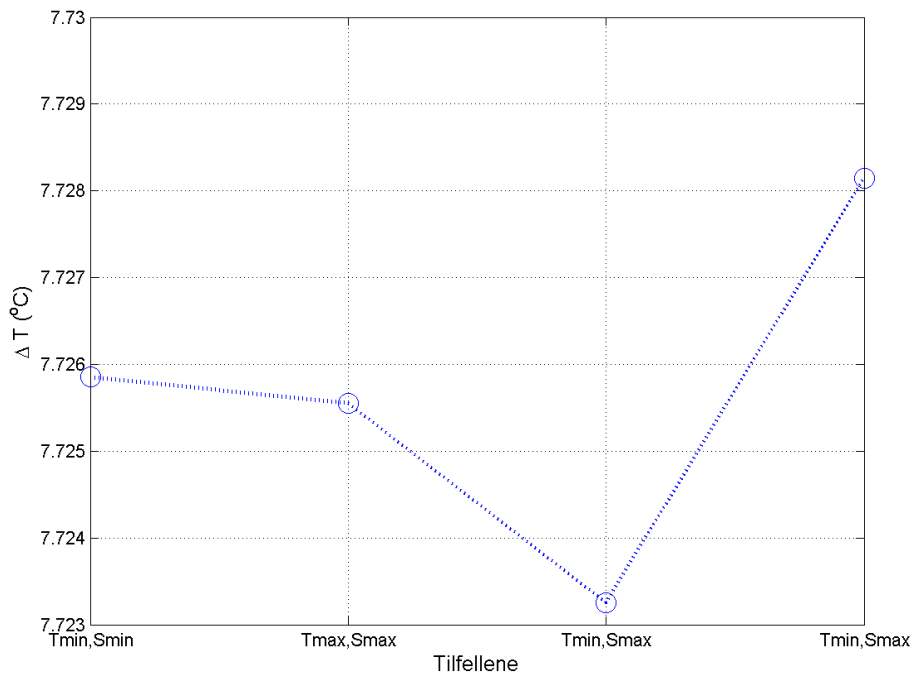
	Temp	Salt	
min	7.63	34.64	min
max	8.04	35.08	max
min	7.63	35.08	max
max	8.04	34.64	min

I Figur 9 er resultatene av beregningene av temperaturendringen for inntaksvannet for de fire tilfellene vist. Temperaturøkningen varierer mellom 7.723 og 7.728 °C (en avkjølingsprosess på land gir økt temperatur til sjøvannet). Den initiale temperaturen til sjøvannet er derfor summert med temperaturendringene vist i Figur 9. Ved en forandring i temperaturen vil også tettheten til sjøvannet endres. Den nye tettheten er beregnet og i Figur 10 er den presentert sammen med de tetthetsprofilene til de ulike målingene gjort i Rennesøybassenget i 2010. Denne viser at tettheten til sjøvannet som vil slippes ut i overflatelaget vil ha samme tetthet som det omliggende sjøvannet mellom 15 og 55 meters dyp som betyr at utslippssjøvannet vil synke ned mot dette dypet. Det er viktig å understreke at utslippet her er sett på som en vannpakke uten noen utveksling eller blanding med omliggende vannmasser. En slik utveksling/blanding medfører endringer i temperaturen og saltholdigheten til utslippssjøvannet som gir endring i tettheten.

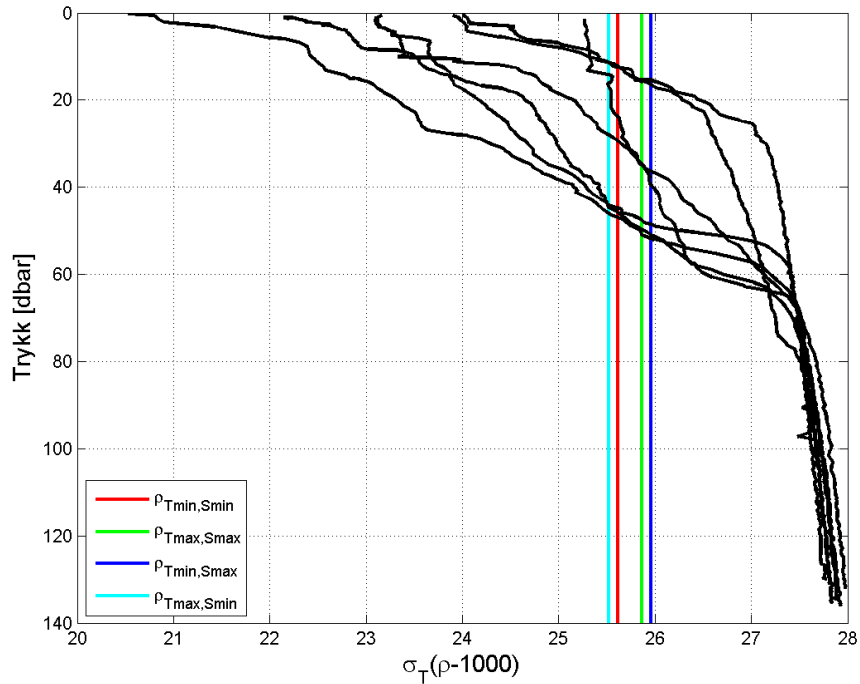
Temperaturen fra 79 meter og ned til bunnen er vist i Figur 11 som variasjon gjennom året, men også variasjonen i dypet. Disse variasjonene er små, 0,36 °C i årsvariasjon, og ofte er temperaturen homogen fra 79 meter og ned. For månedene mars, november og desember er ikke temperaturen homogen før ved 100 meters dyp for november og desember og ved 110 meters dyp for mars. Den største temperaturforskjellen mellom 79 og 140 meter er likevel liten med 0,26 °C. Avhengig av hvor liten temperaturvariasjonen skal være, betyr dette at sjøvann kan hentes inn fra dyp grunnere enn ved bunnen, også opp mot 79 meter.

²F.G. Walton Smith, *Handbook of Marine Science Volume I*, CRC Press, ISBN: 0-8493-0211-0, 627s, 1981.

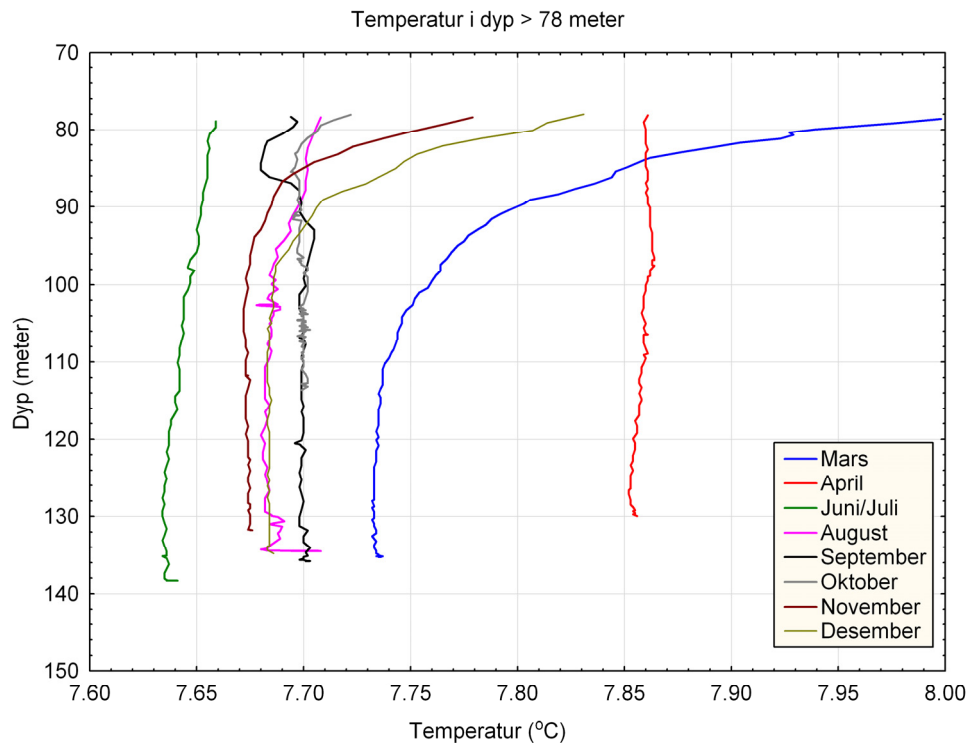
En viktig faktor som må understrekes er at i denne vurderingen er det gjort noen antagelser. Det er ikke gitt noen informasjon som utslippets karakter i form av rørdiameter, diffusor eller om for eksempel utslippet skal være av jetstråle type. Det er heller ikke gjort noen modellering om hvordan dette utslippet vil synke ned og blande seg og om det kan påvirke vannmassene over lenger tid og sjøvannet i bassenget for øvrig og betydningen av enn blanding mellom utslippet og de omliggende vannmassene. Et slikt utslipp som kan gi en betydelig endring av temperaturen og næringssaltkonsentrasjonen i overflatelaget vil kunne gi en biologisk effekt/påvirkning, selv om forskjellen mellom temperaturen i utslippet og sjøresipienten vil være størst om vinteren som er en tid hvor den biologiske produksjonen er på sitt laveste. En mer utfyllende undersøkelse om utslippets betydning anbefales og at det ikke tas en beslutning av vurderingen ovenfor alene.



Figur 9. Temperaturøkningen som et resultat av 50 MW avkjøling i fjellhallen. De ulike tilfellene er for kombinasjonene av målt maksimum og minimum temperatur og saltholdighet i Rennesøybassenget i dyp > 78 meter.



Figur 10. Tetthetsprofiler i måleperioden vist mot beregnet tetthet av sjøvannet fra dypvannet etter en temperaturøking av dette grunnet avkjølingen i fjellhallen på 50 MW.



Figur 11. Temperatur (°C) i dyp > 78 meter i måleperioden.

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 samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

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