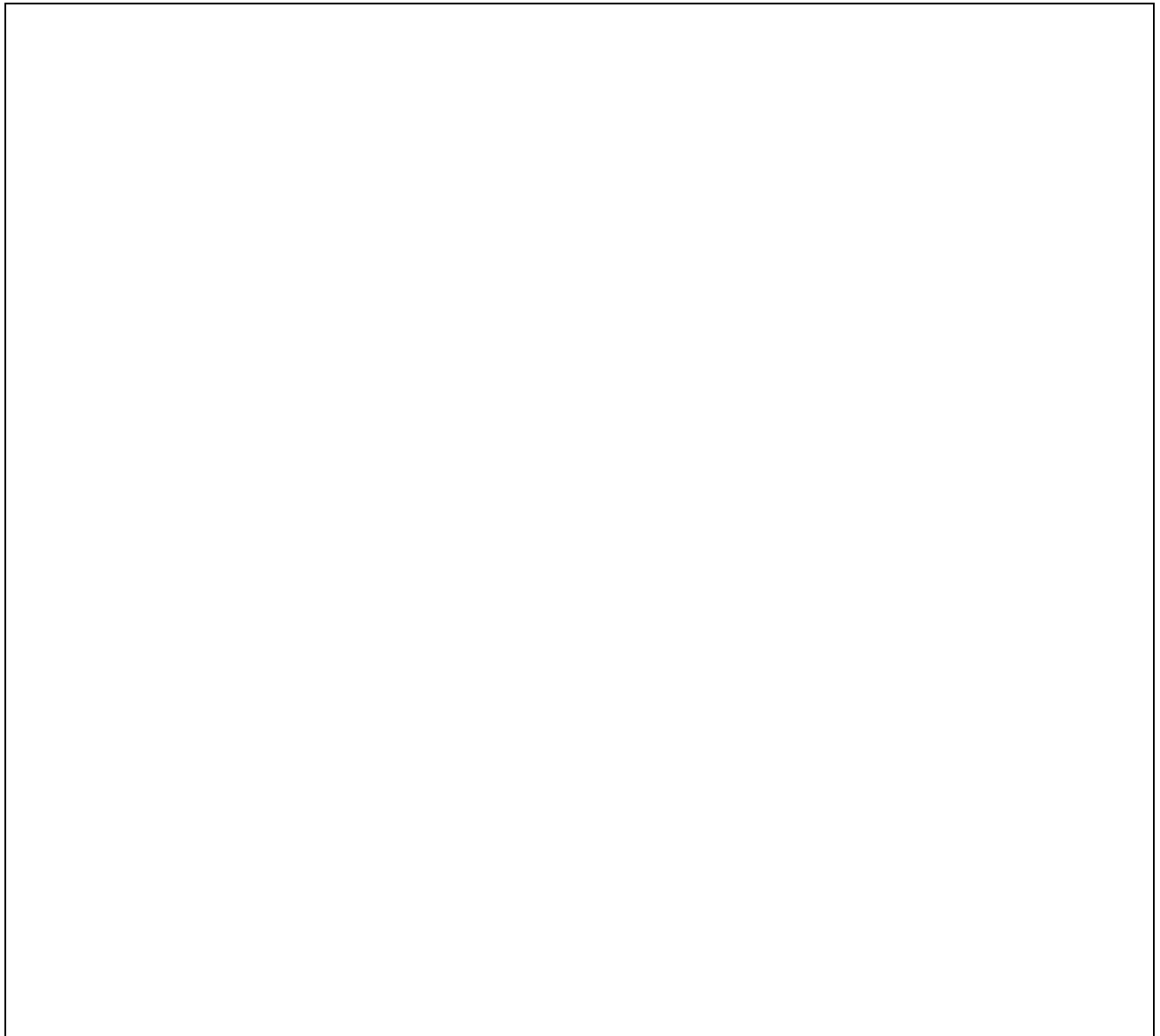




RAPPORT LNR 5734-2009

Temperaturmålinger ved
Jarlsø, Tønsberg i 2008



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Temperaturmålinger ved Jarlsø, Tønsberg 2008.	Løpenr. (for bestilling) 5734-2009	Dato 19.11.2008
	Prosjektnr. Undernr. 27940	Sider Pris 13
Forfatter(e) Jan Magnusson Arne Veidel	Fagområde MØ	Distribusjon Fri
	Geografisk område Vestfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Skagerak Varme A/S	Oppdragsreferanse Petter Lien
--	----------------------------------

Sammendrag Resultater fra temperaturobservasjoner ved Jarlsø, Tønsberg fra februar til mai 2008.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Temperaturobservasjoner 2. Jarlsø 3. Ytre Oslofjord 4. 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Temperature observations 2. Jarlsø 3. Outer Oslo fjord 4.
---	--



Jan Magnusson
Prosjektleder



Dominique Durand
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Temperaturobservasjoner ved Jaroslø, Tønsberg 2008

Saksbehandler: Jan Magnusson
Medarbeider: Arne Veidel

Forord

På oppdrag av Skagerrak Varme ved Petter Lien har Norsk institutt for vannforskning målt sjøtemperaturer ved Jarlsø vinter-vår 2008. Utsetting og opptak av instrumentene ble gjennomført av Arne Veidel, NIVA

Oslo, 19.11.2008

Jan Magnusson

Innhold

1. Innledning.	5
2. Metode	5
3. Resultater	6
3.1 Klima	6
3.2 Generelt om temperaturforholdene gjennom året i ytre Oslofjord og ved Jarlsø.	9
3.3 Utslipp av vann fra varmepumpen.	12
3.4 Anbefalinger.	13

1. Innledning.

Skagerak Varme AS planlegger å bruke sjøvann til en varmepumpe. Sjøvanninntaket skal være ved Jarlsø utenfor (øst) Tønsberg (Figur 1). Varmepumpen skal ha en beregnet kapasitet på 1400 kW og et sjøvannsbehov på 300 m³/t.

I februar 2008 startet NIVA med temperaturobservasjoner i det området Skagerak Varme ønsket inntaksledningen. Målingene ble avsluttet i mai 2008.



Figur 1. Jarlsø med posisjon for inntaksledning for varmepumpe. Observasjonen ble tatt på ca. 26 meters dyp i området merket med rød oval.

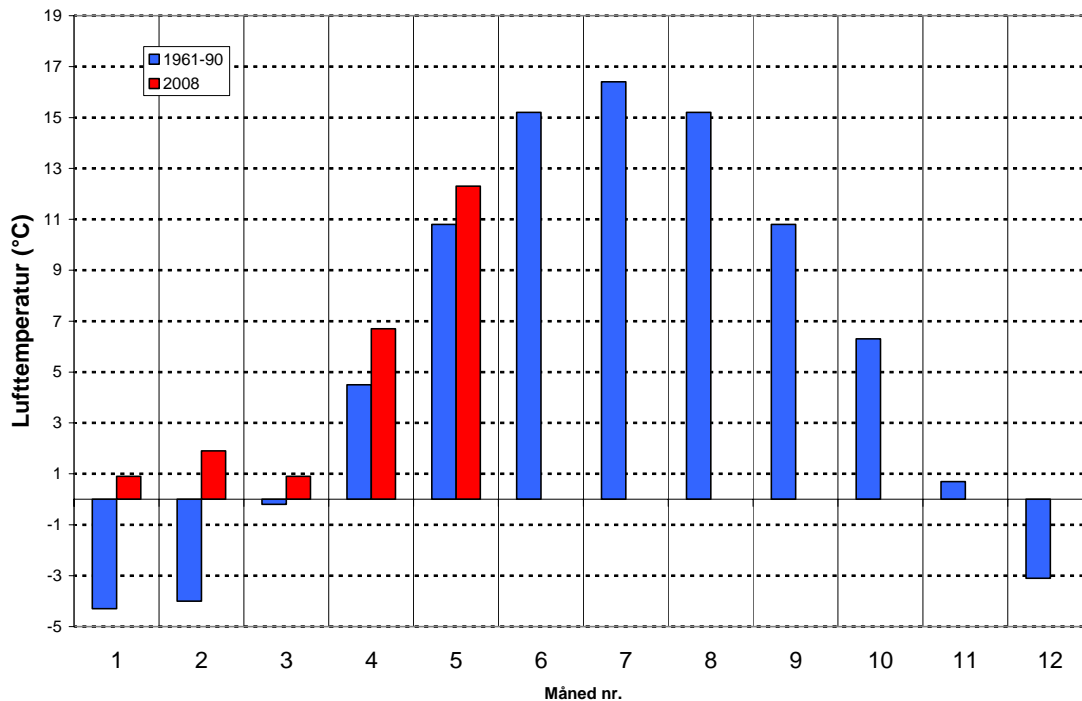
2. Metode

Termistorer av merket Tinytag ble plassert på 4 dyp (10 m, 15 m, 20 m og 25 m) i et område øst for Jarlsø (**Figur 1**). Utsetning ble gjort den 5.2.2008. I begynnelsen av mars (3.3) ble riggen tatt opp som følge av at en båt hadde slept riggen på land (den 2.3). Instrumentene ble satt ut og var i drift igjen den 6.3. De ble tatt opp den 23.5.2008.

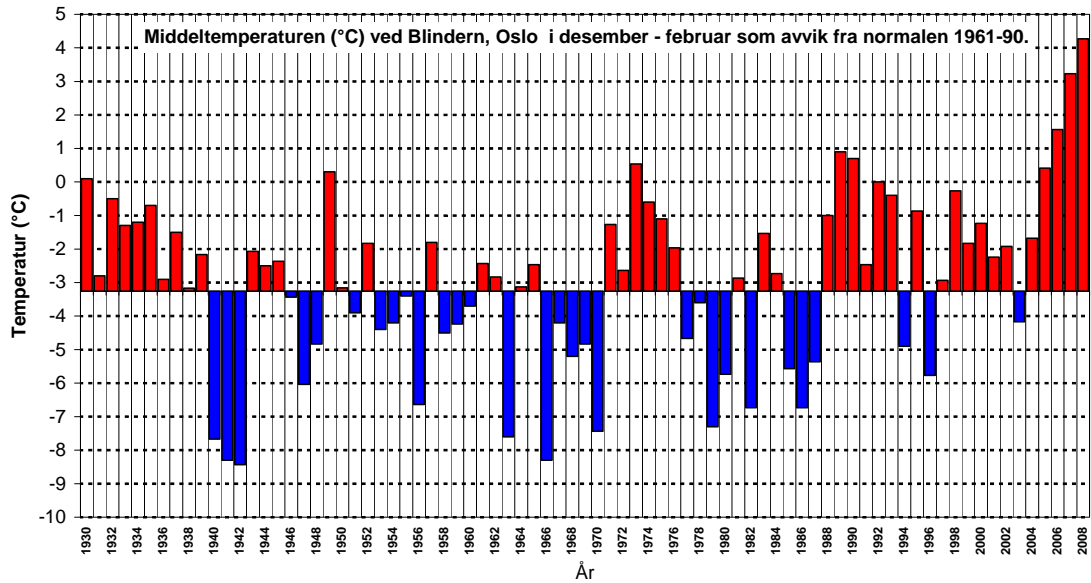
3. Resultater

3.1 Klima

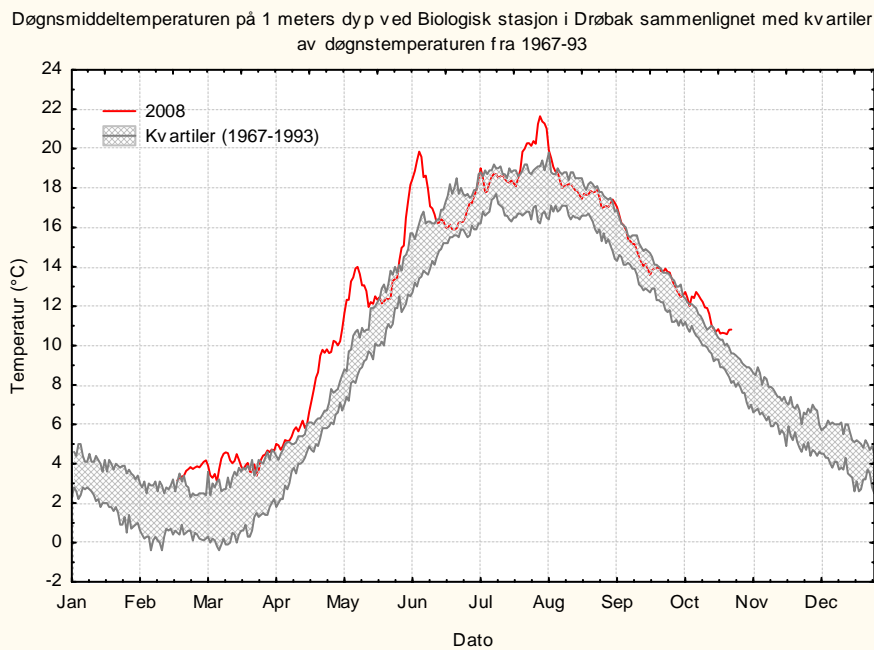
Vinteren 2008 var klart varmere enn normalt, hvilket fremgår av månedsmiddeltemperaturen ved Blindern fra januar til mai (**Figur 2**). På Østlandet var januar måned i 2008 blant de 4-6 varmeste januarmånedene siden 1867 og februar blant de 4 varmeste februarmånedene (met.no). **Figur 3**, som viser avvik fra normalen vinterstid, viser hvor spesiell vinteren var. Den milde vinteren førte til sjøtemperaturer over det normale. Eksempelvis var vanntemperaturen på 1 meters dyp ved Drøbak gjennomgående nesten 2 grader varmere enn middeltemperaturen 1967-93 (**Figur 4**). Først i mai måned nærmet vanntemperaturen seg mer normale verdier.



Figur 2. Lufttemperaturer (månedsmiddel) ved Blindern 2008 sammenlignet med gjennomsnitt temperaturen 1961-90 (Data fra met.no).

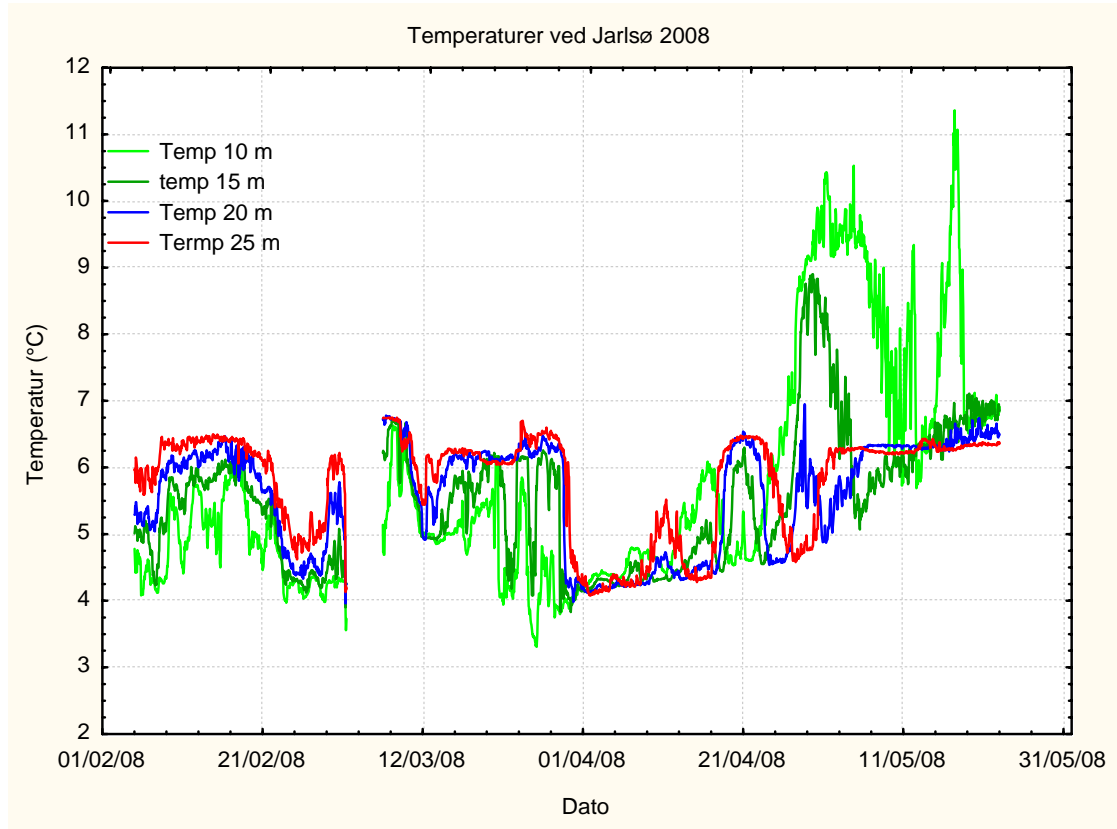


Figur 3. Avvik fra gjennomsnitttemperaturen ved Blindern i desember-februar 1930-2008 (Data fra met.no).

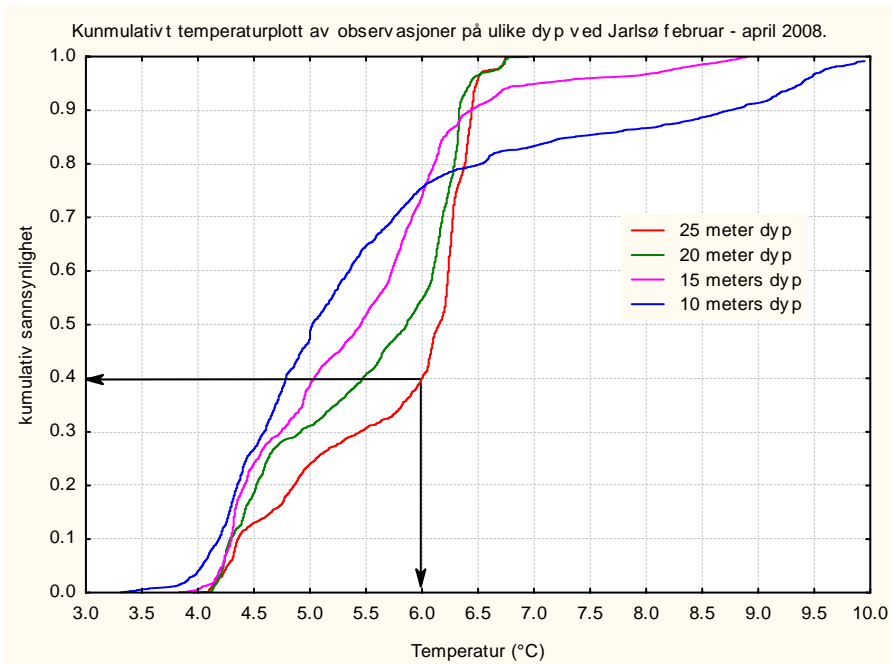


Figur 4. Vanntemperaturer på 1 meters dyp ved Drøbak i 2008 sammenlignet med observasjoner fra 1967-93.

Temperaturene ved Jarlsø er vist i **Figur 5**. Gjennomgående høyeste temperatur gjennom vinteren var på 25 meters dyp og laveste på 10 meters dyp. Forskjellene var iblant opp mot 2 grader. Det var også kortere eller lengre perioder med nokså homogene temperaturforhold. Figur 6 viser kumulativ fordeling av temperaturen på ulike dyp. Fra diagrammet kan avleses hvor stor del av observasjonsperioden en har temperaturer under eller over et visst verdi. Tabell 1 viser en enkel statistikk pr måned over temperaturen på ulike dyp.



Figur 5. Temperaturen på ulike dyp ved Jarlsø februar – mai 2008.



Figur 6. Fordelingskurver for alle temperaturobservasjonene fra perioden februar til og med april 2008. Ved pilene vises at i 60 % av tiden var temperaturen over 6 °C på 25 meters dyp.

Tabell 1. Månedstatistikk for temperaturobservasjonene ved Jarlsø 2008.

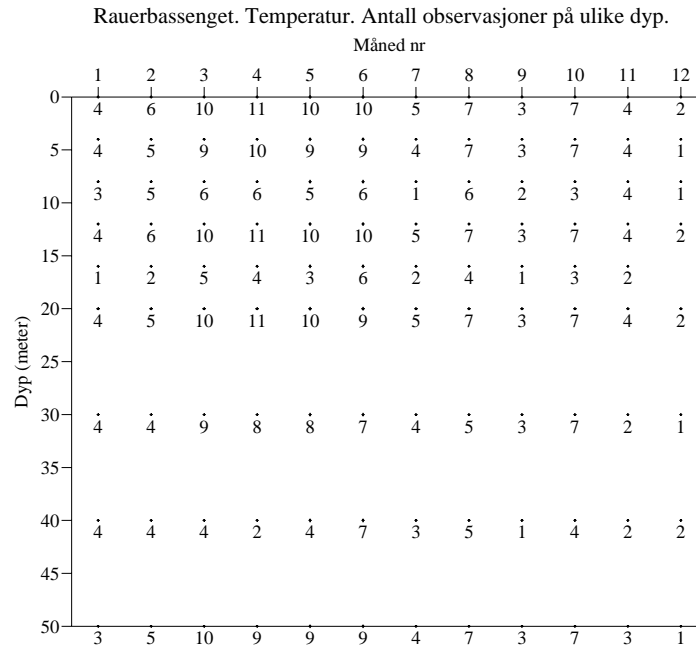
Måned	Dyp	Median	Min	Maks	Nedre kvartil	Øvre kvartil	10 % persentil	90 % persentil
Februar	10 m	4.95	3.56	6.53	4.33	5.37	4.2	5.81
	15 m	5.41	3.9	6.73	4.78	5.82	4.33	6.05
	20 m	5.84	3.96	6.78	5.24	6.16	4.59	6.4
	25 m	6.19	4.13	6.75	5.79	6.39	5.05	6.46
Mars	10 m	4.55	3.31	6.17	4.25	5.13	3.98	5.47
	15 m	4.49	3.83	6.26	4.3	5.72	4.18	6.11
	20 m	4.52	3.98	6.52	4.26	6.16	4.2	6.28
	25 m	4.98	4.08	6.7	4.33	4.98	4.22	6.46
April	10 m	7.21	4.53	10.53	5.84	9.12	4.75	9.51
	15 m	6.01	4.44	8.9	5.33	6.46	4.82	8.06
	20 m	6.16	4.41	6.95	5.41	6.32	4.62	6.34
	25 m	6.24	4.34	6.48	5.9	6.29	4.82	6.42
Mai	10 m	6.8	6.51	11.36	6.76	7.68	6.71	10.47
	15 m	6.79	6.38	7.11	6.7	6.94	6.61	7.0
	20 m	6.47	6.26	6.74	6.42	6.54	6.38	6.6
	25 m	6.34	6.25	6.38	6.31	6.35	6.28	6.36

3.2 Generelt om temperaturforholdene gjennom året i ytre Oslofjord og ved Jarlsø.

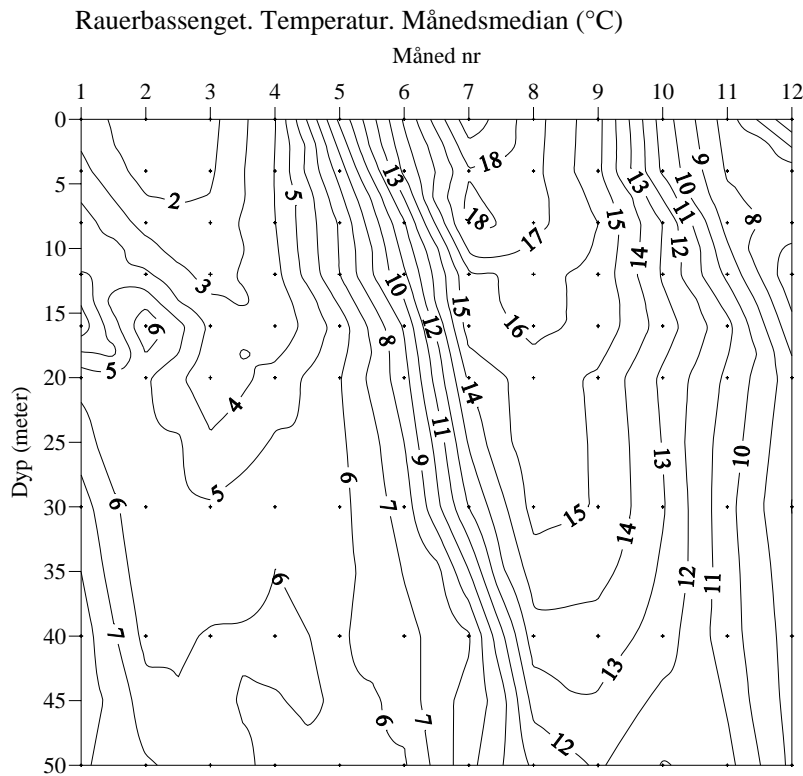
Temperaturforholdene inne ved Jarlsø på ulike dyp er generelt avhengig av lufttemperaturene over Oslofjorden /Skagerrak, samt transport av vann fra sentrale deler av ytre Oslofjord. Generelt skal temperaturen ved Jarlsø følge temperaturen i vannmassene mellom Bolærne og Rauer, men kan skille seg ved noe mer ekstremtemperaturer (høyere maksimumstemperaturer om sommeren og lavere minimumstemperaturer om vinteren, spesielt i overflatelaget 0-10 meters dyp, men med mindre forskjeller mot dypet).

Figur 8 viser den "vanligste" (medianverdi) temperaturen for hver måned og hvert dyp midtfjords utenfor Bolærene (Rauerbassenget). Imidlertid er antall observasjoner begrenset (**Figur 7**). **Figur 9-10** viser laveste og høyeste observerte temperatur. For å oppnå stabilt høye temperaturer vinterstid og lave sommerstid er inntaksdyp til varmpumper i området 40-50 meters dyp best. Vinterstid kan temperaturen i de øvre vannmassene komme ned til (omtrent) -0.5°C på ca. 20 meters dyp, men dette skjer sjelden (anslagsvis 15 til 20 år mellom slike episoder og da i månedene februar-mars). Ettersom bunndypet i Jarlsøområdet er begrenset til 26-27 meters dyp, vil det enkelte år kunne bli vintertemperaturer ned mot 1°C på dette dyp i mars/april måned, samt sommertemperaturer opp mot $17-18^{\circ}\text{C}$ i slutten av juli og begynnelsen av august måned. Observasjonene ved Jarlsø vinteren 2008 viste temperaturer mellom $5-6^{\circ}\text{C}$ gjennom vintermånedene frem til april, dvs. omtrent $1-2^{\circ}\text{C}$ høyere enn mediantemperaturen ved Rauerbassenget (**Figur 8**) på samme dyp (20-25 m).

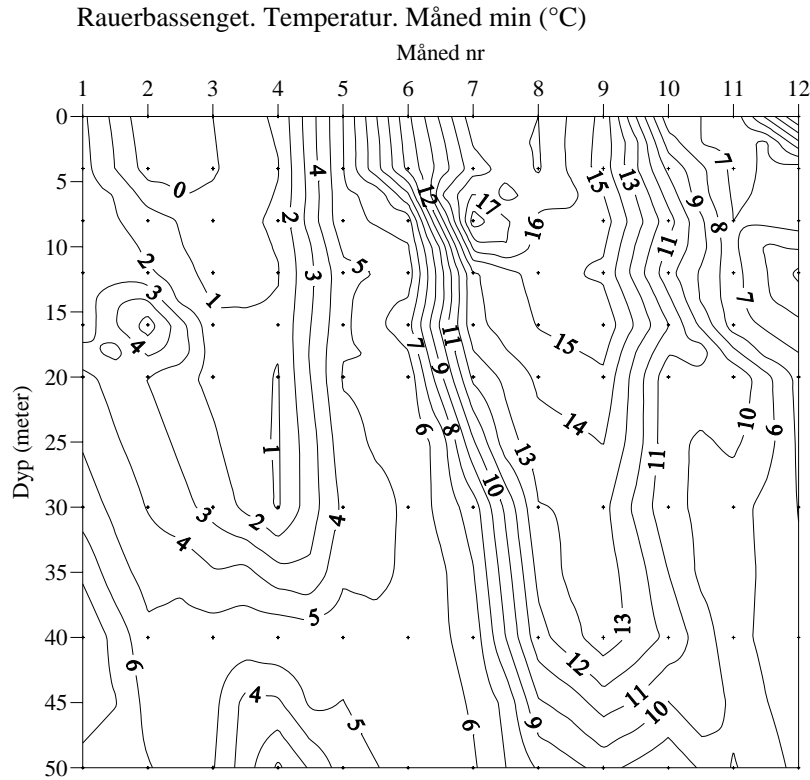
For å få gunstige temperaturer til en varmpumpe i området bør således inntaket legges så dypt som praktisk mulig, dvs. i 20-25 meters dyp, hvor de høyeste temperaturene kan forventes vinterstid og de laveste sommerstid.



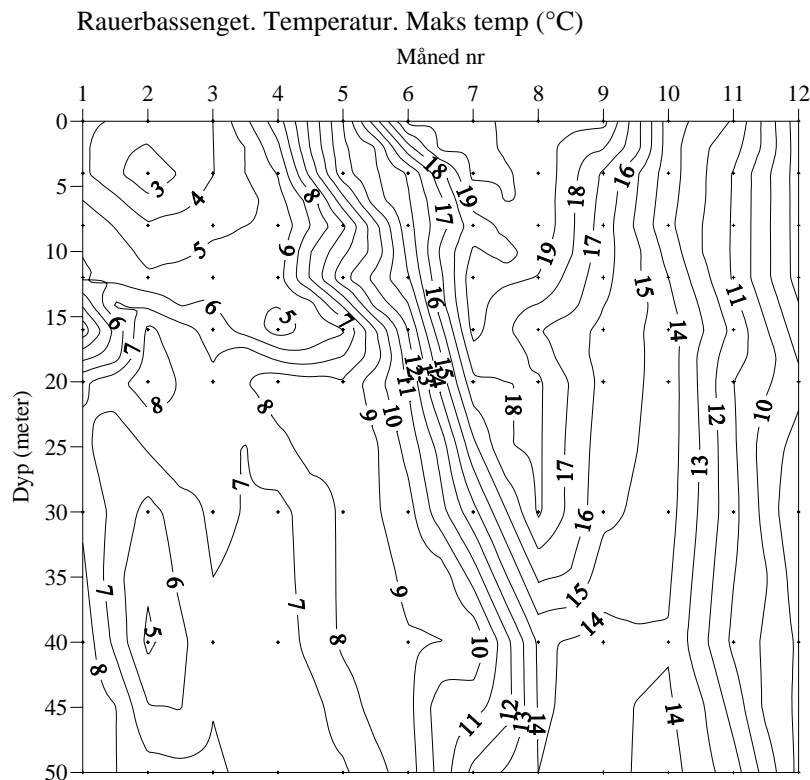
Figur 7. Antall temperaturobservasjoner på ulike dyp i Rauerbassenget som figurene **Figur 8 - Figur 10** baserer seg på.



Figur 8. Mediantemperatur pr måned midtfjords ved Rauer, basert på observasjoner fra 1933-40 og 1971-89. Antall observasjoner pr. måned og dyp varierer fra 1-11 gjennom året (se figur 7).



Figur 9. Minste observerte temperaturen for hver måned og dyp. Observasjonsmaterialet er det samme som i **Figur 8**.



Figur 10. Høyeste observerte temperatur for hver måned og dyp. Observasjonsmaterialet er det samme som i **Figur 8**.

3.3 Utslipp av vann fra varmepumpen.

Vannbehovet er ca. 300 m³/t, dvs. ca 80 l/s. Problemer som kan forventes i samband med et utslipp av vann fra varmepumpen er generelt:

1. Resirkulering av vann mellom utslipp og inntak.
2. Islegging vinterstid
3. Næringssalttilførsler fra dypere vannlag til overflatevannet sommerstid.

1. Resirkulering av vann.

Med inntak av vann fra 20-25 meters dyp vil denne vannmassen ha noe høyere saltholdighet og derved høyere egenvekt enn overflatevannet i området. Avkjøling før vannet slippes tilbake i sjøen vil øke egenvekten noe. Dette betyr at utslippsvannet vil ha en negativ oppdrift, dvs. synke ned på dypere vann hvis utslippet skjer i overflatelaget. Sommerstid vil utslippsvannet (varmepumpen vil bli brukt til oppvarming til varmtvann) også avkjøles men sjiktningen vil ofte være større og derved innlagingsdypet noe mindre.

Når vannet f.eks. slippes ut på ca. 5 meters dyp vil det således synke mot dypet. Med en fortykning på 20 ganger vil egenvekten allikevel på vinteren kunne bli omtrent like stor som vannet på inntaksdypet og det er da fare for resirkulering mellom inntak og utslipp. Fortynningsvannet vil også være kaldere og mindre salt enn vannet i inntaksdyp, og det forsterker den negative virkningen på inntakstemperaturen ved resirkulering av avkjølt vann fra varmepumpen. Det er beregnet at utslippsvannet kan legge seg 2-4 m høyere enn inntaksdypet ved 20 gangers fortykning, muligens noe bedre sommerstid. Beregningene bygger på observasjoner fra Rauerbassenget og er slik sett grove.

Det blir således viktig å skille inntak av vann fra utslipp horisontalt. Her er det begrensede muligheter når en tar hensyn til at inntaksdypet sannsynligvis er viktig å optimalisere dvs. at en bør velge 25 meters dyp. Det beste utslippsstedet er da på vestsiden av Jarlsø. Inntaket bør ligge så langt nord på østsiden av Jarlsø som det er praktisk mulig.

2. Islegging vinterstid.

Med dykket utslipp vil islegging ikke være noe problem. Med dykket utslipp menes her ca. 10 meters dyp.

3. Næringssalter.

De dypere vannmasser har i sommerhalvåret høyere næringssaltskonsentrasjoner enn overflatevann. Ved utslipp av litt dypere vann i overflatelaget (0-20 meters dyp) vil det tilføres næringssalter i sommerhalvåret og dette gir oppblomstring av alger, dvs. det kan gi et eutrofieringsproblem om tilførselen blir for stor. Imidlertid vil tilførselen fra dypvann til overflatevann pga. varmepumpen bli omtrent 2 kg nitrogen og 0,3 kg fosfor pr døgn, hvilket er beskjedent i denne sammenheng. Utslippsdyp kan således velges uavhengig av denne problemstillingen, men utslippet bør uansett ligge dypere enn 4 meter.

3.4 Anbefalinger.

Basert på observasjoner fra februar til mai 2008, samt sammenligning med observasjoner tatt tidligere i Rauøybassenget midtfjords i ytre Oslofjord, synes det beste inntaksdypet å være på ca. 25 meters dyp øst Jarlsø. For å unngå resirkulering av vann mellom inntak og utslipp av vann er beste utslippsted vest for Jarlsø (størst mulig horisontal avstand mellom inntak og utslipp). Anbefalt utslippsdyp er her ca 10 meters dyp.