

Konsekvenser av sjødeponi  
i Repparfjorden for anadrom  
laksefisk. Delutredning i KU  
program forplanlagt gruvedrift  
i Nussir og Ulveryggen  
i Kvalsund kommune



## 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 Konsekvenser av sjødeponi i Repparfjorden for anadrom laksefisk. Delutredning i KU program for planlagt gruvedrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune	Løpenr. (for bestilling) 6176-2011	Dato 27.5.2011
	Prosjektnr. Undernr. 10122	Sider Pris 152
Forfatter(e) Henning Andre Urke Torstein Kristensen Kjersti Lundmark Daae Morten Andre Bergan John Birger Ulvund Jo Arve Alfredsen (NTNU)	Fagområde Fiskeøkologi Gruver	Distribusjon Open
	Geografisk område Finnmark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Nussir ASA	Oppdragsreferanse REPPALA
--------------------------------	------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Utredningen tar for seg mulige konsekvenser av sjødeponi for anadrom laksefisk i Repparfjorden basert på foreliggende grunnlagsundersøkelse og resultater fra andre delutredninger i henhold til planprogrammet. Laksesmoltene fra Repparfjordelva vandret ut i perioden fra 20. juni til 15. juli sesongen 2010, og bruker kort tid i elvemunningen.. Majoriteten av aure og røye bruker Repparfjorden som oppvekstområde i hele den marine fasen av sin livssyklus. Av individer av aure og røye merket med dybdesensorer, viste all fisk hovedsakelig opphold på dybder &lt; 2 meter. Konsentrasjonene av partikler i vannsøylen, som spres fra utslippet på 57 m's dyp, vil sannsynlig ligge under det som kan gi påvirkning av vekst og overlevelse for fisk. Toksisitetsmodellering, for ulike saliniteter, viser at de Cu verdier som kan forventes løst i vannmassen under driftsperioden ligger langt under både akutte og kroniske grenseverdier for laksefisk. Planområdet har stor verdi for anadrom laksefisk. For laks vurderes tiltaket å ha lite negativt omfang og en liten negativ konsekvens (-). I forhold til aure og røye vurderer en tiltaket til å ha et middels negativt omfang, der det trolig er auren som er den laksefisken som vil bli mest påvirket av tiltaket grunnet forringelse av oppvekstområdet gjennom mulig redusert næringstilgang. Samlet konsekvensvurdering for anadrom laksefisk gir Liten/ middels negativ konsekvens (-/--).</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Laksefisk</li> <li>Konsekvensutredning</li> <li>Sjødeponi</li> <li>Nasjonal laksefjord</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Salmonids</li> <li>Environmental impact assessment</li> <li>Sea deposit</li> <li>National salmon fjord</li> </ol>
---	---

  
Henning Andre Urke  
Prosjektleder

  
Åse Åtland  
Forskningsleder

  
James Dedric Berg  
Direktør for teknologi og innovasjon

ISBN 978-82-577-5911-7

Konsekvenser av sjødeponi i Repparfjorden for  
anadrom laksefisk.

Delutredning i KU program for planlagt gruvedrift i  
Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune

---

## Forord

Grunnlagsundersøkelser relatert til marin atferd til laks, aure og røye i Repparfjorden ble oppstartet før planprogrammet for tiltaket ble vedtatt. For å ytterligere besvare planprogrammets krav ble det samlet inn et supplerende materiale, dog begrenset i forhold til analysering av diettsammensetning, tungmetaller i lever og muskel hos aure. Videre ble det innsamlet vannkjemi og hydrografiske målinger for å kunne beregne toksisitetsgrenser i ulike saliniteter.

I ettertid ble vi gitt oppdraget med å utrede det planlagte tiltakets konsekvenser for anadrom laksefisk. Denne utredningen er basert på resultat gitt i en rekke andre delutredninger, der spesielt spredning av avgangen, og dens kjemiske og økologiske effekter står sentralt. Det er Torstein Kristensen og undertegnede som har gjennomført den endelige konsekvensvurderingen.

Stor takk går til Knut Altmann og Knut Emil Thomassen. Uten disse to hadde vi ikke kunne gjennomført prosjektet innenfor de gitte rammer. Vi takker videre Peder Hansen, Arne Jørgen Kjøsnes, Øyvind Garmo, Yngve Nilsen og Daniel Altmann for assistanse under ulike deler av feltarbeidet.

Vi takker ThelmaBiotel AS for rask klargjøring av akustiske merker.

Prosjektet er finansiert av Nussir ASA. Det er i tillegg ytt en egeninnsats fra NTNU og NIVA i forhold til å gjennomføre en mer omfattende fiskeøkologisk studie. Deler av det materialet som er innsamlet på marin økologi til røye og aure er brukt inn i masterstudien til John Birger Ulvund, NTNU.

Takk til spesielt Astri Kvassnes for innspill under slutføring av arbeidet. Thor- Arthur Didriksen og Jens Skei takkes for koordinering av bidraget.

Resultater på vandringsmønsteret til laks, aure og røye ble presentert i folkemøte i Kvalsund 10. november 2010.

Vi takker for oppdraget og takker alle involverte for et positiv samarbeid.

Kapittel 1.1 og 1.2 er i sin helhet forfattet av Nussir ASA/Sweco. Kapittel 1.3 er forfattet av Christensen m.fl., 2011b.

Trondheim, 15. mai 2011

*Henning Andre Urke*  
*prosjektleder*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>8</b>
<b>Summary</b>	<b>11</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>12</b>
1.1 Prosjektbeskrivelse	12
1.2 Teknisk beskrivelse av tiltaket	12
1.2.1 Tilbakefylling	12
1.2.2 Gråbergdeponi	13
1.2.3 Vann	13
1.2.4 Uønsket drenering i overflaten	14
1.2.5 Støv	14
1.2.6 Støy	14
1.2.7 Vibrasjon	14
1.2.8 Sprengstoff	14
1.2.9 Diesellolje	14
1.3 Sjødeponi	14
<b>2. Rammer for rapporten</b>	<b>15</b>
2.1 Avgrensning av fagområdet	15
2.2 Nasjonale, regionale og lokale mål og retningslinjer	16
2.3 Planprogrammets krav	17
<b>3. Metode og datagrunnlag</b>	<b>18</b>
3.1 Generelt	18
3.2 Kriterier for verdi	18
3.3 Kriterier for omfang (påvirkning)	19
3.4 Kriterier for konsekvens	20
3.5 Beskrivelse av 0-alternativet	22
3.6 Tiltaks - og influensområde	22
3.6.1 Simulert spredning av avgang- influensområdet	24
3.6.2 Uhellsscenario: Utslipp i overflaten	26
<b>4. Undersøkellesmetoder</b>	<b>27</b>
4.1 Marin atferd hos laksefisk fra Repparfjordelva og Kvalsundelva	27
4.1.1 Innledning	27
4.1.2 Metodikk	27
4.1.3 Vannføring og temperatur	30
4.1.4 Hydrografiske målinger i Repparfjorden 26. mai-13. september.	31
4.1.5 Utvandringstidspunkt for smolt	33
4.1.6 Vandringsfart og oppholdstid i Repparfjorden for laksesmolt	36
4.1.7 Vandringsmønsteret til aure og røye med ID merker	40
4.1.8 Dybdefordeling i ulike soner for større fisk merket 20.-21. juli	43
4.1.9 Oppholdstid i sjø for aure og røye	45
4.1.10 Oppsummering marin atferd laksefisk	46
4.2 Diettsammensetning og tungmetaller i muskel og lever på aure	47
Tungmetaller i lever og muskel	47

---

4.3 Toksisitetsmodellering- vannkvalitet og metaller	48
4.3.1 Ferskvann	48
4.3.2 Sjøvann	51
<b>5. Generell områdebeskrivelse</b>	<b>53</b>
5.1 Repparfjorden	53
5.2 Repparfjordelva	53
5.3 Kvalsundelva	54
<b>6. Konsekvensvurderinger</b>	<b>55</b>
6.1 Verdier	56
6.1.1 Laksebestanden i Repparfjordelva	56
6.1.2 Aurebestanden i Repparfjordelva	57
6.1.3 Røyebestanden i Repparfjordelva	57
6.1.4 Laksebestanden i Kvalsundelva	58
6.1.5 Aurebestanden i Kvalsundelva	58
6.1.6 Røyebestanden i Kvalsundelva	59
6.1.7 Sammenstilling av verdier	59
6.2 Omfang - påvirkning	61
6.2.1 Generelt	61
6.2.2 Toksistet av utlekte metaller i vannsøylen	61
6.2.3 Økt partikkelkonsentrasjon i vannsøylen	63
6.2.4 Økologisk funksjon til Repparfjorden-betydning for anadrom laksefisk	64
6.2.5 Utvandringsforhold for laksesmolt	64
6.2.6 Vandringsforhold for voksen laks	65
6.2.7 Uhellsscenario alternativ 3	67
6.2.8 Sammenstilling av påvirkningsfaktorer for anadrom laksefisk	67
6.3 Konsekvenser	69
6.3.1 Laksebestanden i Repparfjordelva	69
6.3.2 Aurebestanden i Repparfjordelva	69
6.3.3 Røyebestanden i Repparfjordelva	69
6.3.4 Laksebestanden i Kvalsundelva	69
6.3.5 Aurebestanden i Kvalsundelva	69
6.3.6 Røyebestanden i Kvalsundelva	69
6.3.7 Uhellsscenario alternativ 3	69
6.3.8 Samlet konsekvensvurdering av sjødeponi (Alt 2) for anadrom laksefisk	69
<b>7. Avbøtende tiltak og overvåking</b>	<b>70</b>
7.1 Avbøtende tiltak	70
7.2 Overvåking	70

---

<b>8. Usikkerheter</b>	<b>71</b>
<b>9. Referanser</b>	<b>73</b>
<b>Vedlegg A. Vannkjemiske analyser av Repparfjordelva sesongen 2010-Analyserapport</b>	<b>78</b>
<b>Vedlegg B. Tungmetallanalyser i muskel og lever av aure sesongen 2010-Analyserapport</b>	<b>84</b>
<b>Vedlegg C. Koordinater for akustiske lyttebøyer i 2009</b>	<b>87</b>
<b>Vedlegg D. Hydrografiske målinger i Repparfjorden 26. mai-13. september</b>	<b>88</b>
<b>Vedlegg E. Temperatur i fjorden</b>	<b>97</b>
<b>Vedlegg F. Mageprøver fra aure fanget i Repparfjorden juli 2010</b>	<b>98</b>
<b>Vedlegg G. Utvandringsforløpet til laksesmolt som ble merket i ulike deler av Repparfjordelva</b>	<b>101</b>
<b>Vedlegg H. Vandringsmønster til aure og røye med dybde og temperaturinformasjon.</b>	<b>102</b>
<b>Vedlegg I. Vandringsmønster aure og røye med ID merker.</b>	<b>129</b>

---

## Sammendrag

Denne utredningen tar for seg mulige konsekvenser av sjødeponi på anadrom laksefisk i Repparfjorden. Bestandene av laksefisk i området er i denne sammenhengen vurdert ut fra at de representerer et naturmiljø med egenverdi. Fokuset har *ikke* vært på disse bestandenes verdi som ressurs for mennesker; verdien av anadrom laksefisk for mennesker er behandlet i Frilund & Simensen (2011). Varslet planområde omfatter hele Repparfjorden innenfor aksene Tappen - Klubbukt.

Det eneste aktuelle området for sjødeponering er vurdert av Christensen m.fl. (2011b), og det er dette området som her blir vurdert. Utredningen er basert på resultater fra en rekke andre delutredninger som er gjort i tråd med planprogrammet.

Planlagte tiltak vil kunne ha påvirkning på anadrom laksefisk som oppholder seg i Repparfjorden, enten ved at fisk vandrer gjennom området eller at området blir brukt til oppvekst og/eller overvintring. Fisk som bruker Repparfjorden kan ha sitt opphav fra flere vassdrag i regionen, og ikke bare de som drenerer direkte til fjordsystemet.

Grunnlagsundersøkelser for å styrke vurderingsgrunnlaget i forhold til konsekvenser av sjødeponi på anadrom laksefisk i 2010 har vært knyttet til:

- Utvandringstidspunkt og marin atferd til laksesmolt fra Repparfjordelva og Kvalsundelva
- Marin atferd til aure og røye i Repparfjorden
- Analyse av tungmetaller i muskel og lever samt analyse av mageinnhold på aure
- Toksisitetsmodellering (BLM) med innsamling av vannkjemi og miljødata fra Repparfjordelva og Repparfjorden

Grunnlagsundersøkelsene viser at laksesmolten fra Repparfjordelva vandret ut i perioden fra 20. juni til 15. juli sesongen 2010, og at den bruker kort tid i elvemunningen. Laksesmolten er ute av fjorden i løpet av 16 timer i gjennomsnitt. Laksesmolten bruker dermed ikke Repparfjorden som et oppvekstområde.

Det er ikke registrert at laksesmolt fra Kvalsundelva vandrer innover Repparfjorden, derimot vandrer en del auresmolt fra Kvalsundelva innover til Repparfjorden i august måned, og bruker fjorden som oppvekstområde.

For aure og røye som ble merket i Repparfjorden 20. og 21. juli så viser disse et vandringmønster gjennomgående preget av lange og til dels permanent opphold i indre deler av fjorden. En god del av individene ble sporadisk registrert i ytre deler av fjorden, men da i kortere tidsrom. Majoriteten av aure og røye bruker Repparfjorden som oppvekstområde i hele den marine fasen av sin livssyklus.

Av individer av aure og røye merket med dybdesensorer, viste all fisk hovedsakelig opphold på dybder < 2 meter. Sporadiske dykk til dypere vannmasser ble registrert hos majoriteten av fiskene, men kun som enkeltregistreringer. Resultatene tyder derfor på at aure og røyepopulasjonene i Repparfjorden i all hovedsak benytter de øverste 2 meter av vannsøylen som sitt marine habitat på ettersommeren. Utover sesongen vandret de fleste fiskene opp i elvene, der den siste auren ble registrert 20. september i sjø, mens merket røye fortsatt var i sjøen ved opptak av lyttebøyer 15. oktober.

Utvidede undersøkelser av 10 aurer fanget i Repparfjorden med hensyn til fiskens aldersfordeling, kvalitet, kjønn-/stadium og næringsvalg viser at fisken var i godt hold, med gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 1,09, noe som indikerer god næringstilgang og gode vekstvilkår. Fiskens næringsvalg var hovedsakelig fiskeyngel i størrelse 4-6 cm av marint opphav.



I denne rapporten om anadrom laksefisk vil følgende seks KU-relaterte verdier bli behandlet som naturmiljø:

- Laksebestanden i Repparfjordelva
- Aurebestanden i Repparfjordelva
- Røyebestanden i Repparfjordelva
- Laksebestanden i Kvalsundelva
- Aurebestanden i Kvalsundelva
- Røyebestanden i Kvalsundelva

Følgende alternativ er utredet:

- Alternativ 1: 0-alternativ: Dagens situasjon uten gruvedrift jf kapittel 3.5
- Alternativ 2: Sjødeponi jf kapittel 1.3 og 3.6.1
- Alternativ 3- Uhellsscenario med utslipp av avgangsmasser i overflatelaget jf. Kapittel 3.6.2

Alt. 3 er i tråd med planprogrammet *skadeeffekter dersom det skulle forekomme uhell med utslipp av avgangsmasser i overflatelaget fra evt. sjødeponi skal inkluderes i utredningen.*

Repparfjordelva har en nasjonalt viktig laksebestand der gytebestandsmålet er oppnådd. Laks fra Repparfjordelva må vandre gjennom planområdet flere ganger for å fullføre sin livssyklus. Ved at Repparfjordelva er nasjonalt laksevassdrag og Repparfjorden er nasjonal laksefjord så er dette alene nok til å konkludere med at planområdet har en stor verdi for anadrom laksefisk. I tillegg har planområdet stor verdi som beite-, oppholds og vandringsområde for både røye og aure.

Toksisitetsmodellering, basert på vannkjemi fra Repparfjordelva og Repparfjorden for ulike saliniteter, viser at de Cu verdier som kan forventes løst i vannmassen under driftsperioden ligger langt under både akutte og kroniske grenseverdier for laksefisk. De antatte lave konsentrasjonene av partikler i vannsøylen, som spres fra utslippet på 57 m's dyp, vil sannsynlig ligge under det som kan gi påvirkning av vekst og overlevelse for fisk. Ved ordinær utslipp skal det ikke være noe utslipp av partikler direkte til overflatelaget i fjorden. Kombinert med lav toksisitet, lav partikkeleksponering i det aktuelle svømmedyp samt rask forflytting vil laksesmoltene være lite direkte berørt av avgang/partikler fra sjødeponiet.

Basert på det foreliggende vurderes påvirkning på utvandrende laksemolt til liten. Ettersom kunnskapen om vinterstøinger og gytefisk er minimal og beheftet med stor usikkerhet, vil en måtte sette påvirkningene til et høyere nivå for å handle i tråd med en føre-var tilnærming. I forhold til laks vurderer en at tiltaket vil ha liten negativ effekt.

I forhold til aure og røye vurderer en tiltaket til å ha en middels negativ effekt, der det trolig er auren som er den laksefisken som vil bli mest påvirket av tiltaket grunnet forringelse av oppvekstområdet gjennom mulig redusert næringstilgang.

Planområdet har stor verdi for laks og tiltaket vil ha et lite negativt omfang noe som gir *Liten negativ konsekvens(-)* for laks. Planområdet har også stor verdi for aure og røye og for disse artene vil tiltaket ha et lite-middels negativt omfang noe som gir *Liten middels negativ konsekvens.*

**Samlet vurderes tiltaket (Alt 2- sjødeponi) til å ha liten/middels negativ konsekvens (-/--). for anadrom laksefisk**

	Vurderingsfelt	Alt 1 0- Alternativet	Alt 2- Sjødeponi	Alt 3- Uhellsscenario
1	Laksebestanden i Repparfjordelva	0 / -	-	--
2	Oppvekstområder til aure fra Repparfjordelva	0 / -	--	-
3	Oppvekstområder til røye fra Repparfjordelva	-0 / -	--	-
4	Laksebestanden i Kvalsundelva	0 / -	-	0 / -
5	Oppvekstområder til aure fra Kvalsundelva	0 / -	--	-
6	Oppvekstområder til røye fra Kvalsundelva	0 / -	--	-
7	Samlet vurdering anadrom laksefisk	0 / -	- / --	--

## Summary

Title: Assessment of possible impacts of marine mine tailings deposit in Repparfjord, Northern Norway, on anadromous salmonids

Year: 2011

Author: Henning Andre Urke, Torstein Kristensen, Kjersti Lundmark Daae, Morten Andre Bergan, John Birger Ulvund and Jo Arve Alfredsen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.978-82-577-5911-7

The main focus of the study was to document the timing of downstream migration and migration speed of Atlantic salmon smolts, as well as marine behaviour of sea trout and arctic char. All these anadromous species spend part of their lifecycle in the estuary/fjord system. Behavioural data is therefore a vital input in risk assessments towards these species. The current study has generated valuable information regarding these issues both from River Repparfjordelva, River Kvalsundelva and Repparfjorden. To counter some of the threats to wild salmon stocks Norway has introduced the concept of National Salmon Watercourses (NSW) and National Salmon Fjords (NSF). The objective of inducing NSW is to secure protection for the most important wild salmon stocks in Norway, especially against intervention and activity in the waterways. In the NSF areas, activities that will have a potential negative impact on the salmon populations will not be allowed. River Repparfjordelva (NSW) and the Repparfjorden (NSF) are part of this regime. Mining activities, and especially deposition of mine tailings, have historically caused damage to Atlantic salmon populations, mainly through leaching of heavy metals to freshwater environments. It is therefore of critical importance when technical solutions for deposition of mine tailings are developed to ensure minimal impact on salmonid fish. Realization of the proposed plans for mining in Repparfjorden requires technical solutions that ensure minimal impacts in the salmonid fish populations in the area. Planning the Investigations during 2010 focused on obtaining the necessary behavioural information to evaluate this point in combination with oceanographic data and modelling. Atlantic salmon smolts, sea trout and Arctic charr were tagged with acoustic tags and an array of receivers along the migration route was deployed throughout the Repparfjord area

For Atlantic salmon smolts, migration timing from the rivers with respect to date, environmental data (water discharge, temperature) and time of day was registered. Ground speed in the river, inner fjord, and outer fjord areas was calculated for Atlantic salmon smolts from River Repparfjordelva based on elapsed time and shortest distance between receivers. Residence time in the estuary was calculated based on time difference between the first and last registration on the 6 innermost sea receivers.. Downstream migration of salmon smolts happened in late June till mid July. Two distinct migration peaks, coinciding with an increase in water discharge was recorded. The salmon left the estuary (12-15) km from the river mouth within 16 hours. The salmon smolts do not use Repparfjorden as a feeding area. The salmon smolt transmitters had no depth information due to the small size of the fish. Investigations in other areas with larger hatchery reared smolt have revealed that the fish migrate in the upper 2-3 meter of the water column. For sea trout and Arctic char, who spend a large portion of their marine life stage in coastal areas, acoustic tags with temperature and depth measurements were used. Most of the tagged fish resided in the fjord area the whole summer, and migrated up their native rivers in the autumn. >90% of depth recordings on both species was in depths <2m, demonstrating a strong preference for shallow waters. Occasional, short terms, dives to deeper waters were recorded on both species. In autumn most of the trout and char were registered in the river, with trout having an earlier river migration than Arctic char. Based on oceanographic models and chemical composition of the tailings and chemical toxicity modelling it seems that the planned activity will have small impact on the Atlantic salmon population. With regards to trout and Arctic char, the activity is assessed to have a potential medium negative effect due to the possible impact of reduced feed availability in the area.

# 1. Innledning

## 1.1 Prosjektbeskrivelse

Nussir ASA har overtatt rettighetene til utvinning av mineraler i områdene ved Nussir og Ulveryggen i Repparfjorden, Kvalsund kommune. I henhold til Planprogrammet er tre delområder på henholdsvis 4 500 dekar, 23 000 dekar og 28 000 dekar godkjent av Direktoratet for mineralforvaltning som undersøkelsesområder, mens et areal på ca. 3 300 dekar er godkjent som utvinningsområde (Didriksen, & Willersrud 2011).

Nussir ASA planlegger underjordisk drift, dagbrudd er ikke tema i utredningen. Overskuddsmassene fra uttaket planlegges deponert enten som landdeponi eller sjødeponi i Repparfjorden eventuelt som en kombinasjon av både land- og sjødeponi (Didriksen & Willersrud 2011). Fjellområdene som inngår i planområdet er en del av et sammenhengende fjellområde som strekker seg sørover fra Repparfjorden mot Sennalandet. De planlagte gruveområdene strekker seg langs sørsiden av fjellene Nussir og Svartfjellet, samt store deler av fjellområdet Ulveryggen (Figur 1). Planområdet utgjør et areal på totalt 63 175 dekar (Didriksen & Willersrud 2011). Herunder utgjør landarealet 25 075 dekar. De resterende 38 100 dekar utgjør sjøareal, nærmere bestemt del av Repparfjorden innenfor aksene fra Tappen til Storklubben. Repparfjorden er i sin helhet tatt med i planområdet og hele fjorden skal inngå i konsekvensutredningen.

Det er planlagt et marint deponi for avgangsmassene (anslagsvis 24 mill. m<sup>3</sup> for hele driftsperioden på 15 -20 år). Nøyaktig lokalisering av deponiet er ikke avgjort men det mest aktuelle området er utpekt (jf. Christensen m.fl., 2011b og kapittel 1.3 nedenfor). Det er dette området som blir konsekvensutredet i denne rapporten

Industriområdet med oppredningsverk og tilhørende anlegg, lokaliseres ved etablert industriområde ved Øyen (Figur 2). Etablering av nytt oppredningsverk ved Gamle Folldal verk ved Øyen vil medføre en utvidelse av eksisterende industriområde. En alternativ plassering av oppredningsverket på Markoppnes har vært vurdert, men er vurdert som uaktuell.

Gamle Folldal verks eksisterende bygningsmasse vil benyttes som oppredningsverk. Det eksisterende bygget har tilstrekkelig innendørs areal og nødvendig takhøyde for de nye maskininstallasjonene. Utendørs trafikkareal og oppstillingsplasser tilknyttet oppredningsverket er under planlegging. Eksisterende bygningsmasse vil gjennomgå en omfattende renovering for å tilpasses nye installasjoner.

Eksisterende kai eies av Kvalsund kommune og vil benyttes til uttransport av foredlede mineraler. Transporten av mineraler fra oppredningsverket til kaia vil skje via eksisterende transportbånd under riksveien. Det er antatt behov for inntil 10 båtanløp i året. Kaia anses å være i god stand og det er ikke behov for å gjøre utbedrende tiltak på denne.

## 1.2 Teknisk beskrivelse av tiltaket

### 1.2.1 Tilbakefylling

Det oppgis at det ble brutt 3 mill tonn malm og 2 mill tonn gråberg fra Ulveryggen, tilsvarende et volum på 1,8 mill m<sup>3</sup>. Noe av volumet er fylt opp av Finnmark Gjenvinning. Deponering av avgangssand i dagbruddene vil neppe bli tillatt av myndighetene av hensyn til å sikre en mulig fremtidig utnyttelse av malmressursene.

Pumping fra oppredningsverket til Ulveryggen, med en høydeforskjell på omkring 400 meter og en rørlengde på flere kilometer, er en teknisk og driftsmessig svært krevende løsning. Dertil blir løsningen meget kostbar.

Utdrevne, tomme strosser i Nussir vil ha et volum som tilsvarer omtrent halvparten av årsavgangen fra Nussir. Strossene har en rekke åpninger ut i tunnelsystemet som er part av sammenhengende infrastruktur under jord som vil bli brukt i hele gruvas levetid. Ved en eventuell tilbakefylling må derfor alle slike tverrslag gjenstøpes i betong. Hvis det ikke gjøres tiltak for å konsolidere massene etter hvert som de fylles i strossene vil det etter hvert bygge seg opp et meget høyt trykk mot de nederste gjenstøpte tverrslagene. Innblanding av sement vil kunne redusere trykket, men en slik innstøping krever antakelig at det fylles vekselvis i to strosser samtidig. Det vil kreves et omfattende pumpesystem for å transportere avgangen fra oppredningsverket til utdrevne strosser. Løftehøyden vil, som for Ulveryggen, bli rundt 400 meter til topp av de øverste strossene. Også her vil rørlengden bli flere kilometer lang.

### **1.2.2 Gråbergdeponi**

Det er overveiende sannsynlig at alt eller det aller meste av gråberget kan bli solgt eller benyttet til lokale formål på det regulerte området. Nussir ASA har avtaleforslag og møteprotokoller som beskriver interessen fra eksterne aktører i å overta alt gråberg (eksklusivitet) for videre omsetning. Det vil imidlertid bli behov for mellomlagring av massene avhengig av tidsforskyvelser mellom produksjon fra Nussir og omsetning av massene i regi av ekstern samarbeidspartner. Slik mellomlagring er allerede i dag et fast innslag på det regulerte området med store tonnasjeer.

I adkomstfasen vil det fra Nussir bli tatt ut opp til 400.000 tonn gråberg, avhengig av hvilket grunnstollnivå som velges. Under ordinær drift med 1 300 000 tonn malm pr. år vil det bli tatt ut omlag 300.000 tpa gråberg. Gråberget fra første del av adkomsttunnelen vil bli benyttet til veibygging. Driften for de første fem årene i Ulveryggen vil kreve gråbergsarbeider i enden av den gamle adkomsttunnelen, samt etablering av adkomster høyere opp i forekomsten. Gråbergsbehov er beregnet til ca 70.000 m<sup>3</sup> faste masser. Gråberget vil bli lagt ut på samme måte som for massene fra Nussir, og er tenkt plassert i en grop som tidligere er blitt brukt for samme formål. Denne gropen ligger på utsiden av tunnelinnslaget. Det har tidligere vært hentet masser fra denne gropen til pukkformål. Også her vil det bli sett på muligheter for å kunne utnytte deler av massene som råstoff for pukkproduksjon.

### **1.2.3 Vann**

Nussir vil få vann fra vanntilførselen til oppredningsverket. Vannbehovet under jord er hovedsakelig til kjøling og spyling under boring, og til spyling av røysa. Alt brukt vann vil bli samlet ved pumpekummen på gruvas laveste nivå for fjerning av oljerester og partikler, for deretter å bli gjenbrukt. Det vil rimeligvis bli tilført noe friskt vann fra naturlig tilsig fra fjellet. Et grøftesystem under jord vil drenere hele gruva mot pumpesumpen. Et eventuelt vannoverskudd i gruva vil bli pumpet til oppredningsverket. Det vil ikke bli avløp til omgivelsene under drift.

I Ulveryggen vil vann bli gjenvunnet og renses i grunnstollen. Vann i avløp vil gå via godkjent olje- og partikkelrenseanlegg til omgivelsene. Ulveryggen har i dag et avsig fra grunnstollen under overvåking i henhold til konsesjon gitt Finnmark Gjenvinning.

Etter gruvedriftens opphør vil gruva fylles med vann slik at det vil bli en avrenning fra påhugget til adkomsttunnelen mot omgivelsene. Vannkvaliteten forventes å være slik at vannet kan gå i avløp til omgivelsene.

#### 1.2.4 Uønsket drenering i overflaten

Sprengning under jord vil kunne ha en innvirkning på brønner og vassdrag. En strukturgeologisk vurdering på flyfoto vil kunne indikere mulige sleppesoner som kan gi lekkasje. Ellers vil det under drift være en oppfølging av vannførende slepper i bergrommene. Tiltak i form av injisering kan settes ut i livet ved behov. Injiseringsmiddelet vil være sement. Det gjensettes en kronepilar i tilstrekkelig høyde mellom øverste bergrom og dagoverflaten. Under vanlige forhold vil denne pilaren forhindre vanngjennomgang fra overflaten.

#### 1.2.5 Støv

Støv vil følge returluften fra gruva. Trucktransport fra adkomsttunnelen til verket vil forårsake støv. På sommerføre vil asfaltdekke redusere støvet fra kjøringen. Strøing på vinterføre forårsaker støv fra trucktransporten i dagen. Transportbeltet vil være helt innkapslet av hensyn til vinterdriften. Dette vil ha gunstig innvirkning på støv fra transportbeltet. Omlasting fra transportør til malmsilo vil forårsake støv.

#### 1.2.6 Støy

Boring og salveskyting i adkomsttunnelen vil forårsake støy i en kort periode, maksimum 6 måneder. Antatt maksimalt en måned til tunneldriften er kommet godt under jord.. Ventilasjonsanlegget vil være en støykilde over lengre tid. Støyen kan reduseres ved at viftene monteres litt inne i tunnelen, og montering av støydempere på viftene vil også bidra. Det vil bli trafikkstøy av trucktransporten ut og inn av gruva. Transportbelte for malmen vil avhjelpe dette. Det kan bli aktuelt å montere vifter i luftesjaktene, avhengig av hvor god naturlig trekk som oppnås.

#### 1.2.7 Vibrasjon

Vibrasjon vil kjennes under salveskyting, først og fremst fra første del av adkomsttunnelen. Etter hvert som driften kommer ned i gruva vil vibrasjonene avta. Vibrasjon av salveskyting under produksjonen vil også kunne registreres.

#### 1.2.8 Sprengstoff

Sprengstoff vil bli håndtert i henhold til gjeldende offentlige regelverk og til rettledning gitt av sprengstoffleverandøren. Det vil bli brukt slurrsprengstoff. Sprengstoffkomponentene lagres i dagen, mens sprengstoffet blandes under jord. Primere og tennmiddel lagres i godkjent sprengstofflager i dagen. Loven fastsetter, blant annet, en sikkerhetsavstand til offentlig vei på 200 meter, og til bolighus på 400 meter.

#### 1.2.9 Diesellolje

Lagres og håndteres i henhold til gjeldende forskrifter.

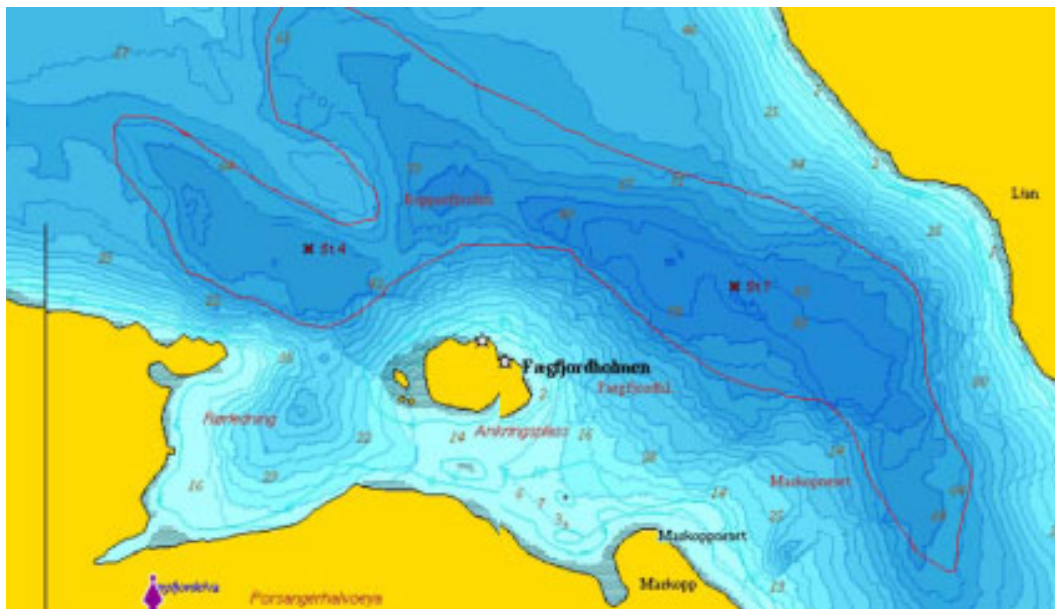
### 1.3 Sjødeponi

I henhold til delutredningen om "Potensielle deponiområder i sjøen i Repparfjord" (Christensen m.fl., 2011b) så er det kun et område som anses som egnet til sjødeponi (**Figur 1**) på bakgrunn av følgende kriterier:

1. *Stort nok volum for massene som ønskes deponert. Det må være plass til avgangsmaterialet, det er prospektert å slippe ut total 24 millioner m<sup>3</sup> avgang.*
2. *Fysisk barriere mot resten av fjordområdet. Det må være en terskel mot det ytre fjordområdet, eller avgangen må kunne legges i en naturlig grop (et basseng) i fjordbunnen.*
3. *Strømningsforhold. Potensialet for resuspensjon og omfordeling av materialet etter deponering må være lavest mulig. Vanlig strømningshastighet i en fjord er mellom 2 og 10*

cm/sekund.

4. Permanent vanndekke og liten til ingen grad av resuspensjonspotensiale fra bølgeslag. Videre premisser for sjødeponering er at deponiet ikke skal påvirke den eufotiske sonen som går ned til 20 meters dyp eller mer i norske fjorder.



**Figur 1.** Angitt område for sjødeponi etter Christensen m.fl., 2011b..

## 2. Rammer for rapporten

### 2.1 Avgrensning av fagområdet

Temaet naturmiljø omhandler naturtyper og artsforekomster som har betydning for dyrs og planters levegrunnlag, samt geologiske elementer. Denne utredningen tar for seg mulige konsekvenser av sjødeponi på anadrom laksefisk i Repparfjorden. Bestandene av laksefisk i området er i denne sammenhengen vurdert ut fra at det er et naturmiljø med sin egenverdi, og fokuset er dermed ikke på disse bestandenes verdi som funksjon for mennesker.. Verdien av anadrom laksefisk for mennesker er behandlet i delutredningen ”Frilund, G. og Simensen. T. 2011. Gruvedrift: Ulveryggen og Nussir, Kvalsund kommune, Finnmark. Konsekvenser for landskap, friluftsliv og biologisk mangfold på land og i ferskvann. P-nr. 578921. Sweco Norge AS”.

Varslet planområde omfatter hele Repparfjorden innenfor aksen Tappen - Klubbukt. Mulig område for sjødeponering er vurdert av Christensen m.fl., 2011b, og det er dette alternativet (Alt 2) sammen med 0- alternativet (Alt 1, kapittel 3.5) og et uhellsscenario med utslipp direkte til overflaten (alternativ 3, kapittel 3.6.2) som blir utredet her.

Repparfjordelva er det største av laksevassdragene, og har et spesielt fokus da den også er Nasjonalt Laksevassdrag der Stortinget har vedtatt at tiltak med risiko for alvorlig forurensning ikke kan tillates. Kvalsundelva som ligger like utenfor planområdet er også tatt med inn i vurderingene da denne er den største av de små vassdragene som drenerer til fjordsystemet og som har livskraftige bestander av både aure, røye og laks.

## 2.2 Nasjonale, regionale og lokale mål og retningslinjer

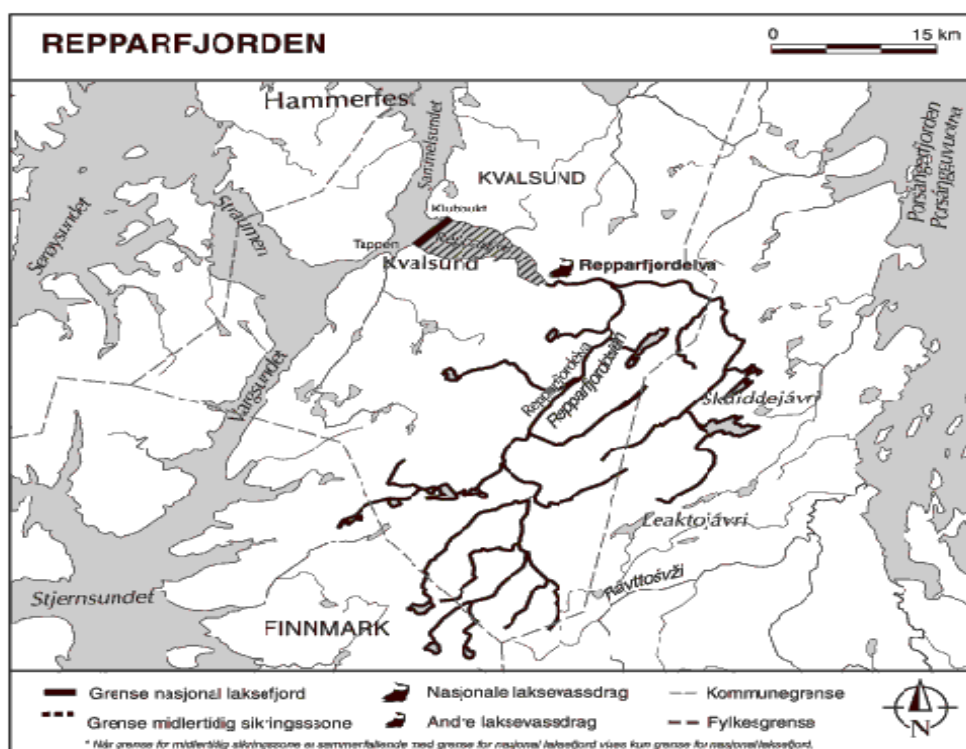
### Nasjonale retningslinjer

Naturen er selve grunnlaget for vår egen og framtidige generasjoners eksistens og skal forvaltes i lys av en bærekraftig utvikling. En bærekraftig utvikling forutsetter en ivaretagelse av det biologiske mangfold. St. meld. nr. 42 (2000–2001) Biologisk mangfold og St. meld. nr. 21 (2004–2005). Regjeringens miljøpolitikk og rikets miljøtilstand er sentrale dokumenter som gir en oversikt over de overordnede målene for forvaltningen av det biologiske mangfoldet i Norge. Sistnevnte stortingsmelding angir følgende strategiske mål: *Naturen skal forvaltes slik at arter som finnes naturlig sikres i levedyktige bestander, og slik at variasjonen av naturtyper og landskap opprettholdes og gjør det mulig å sikre det biologiske mangfoldets fortsatte utviklingsmuligheter.*

### Nasjonal laksefjord og laksevassdrag

For å gi våre viktigste laksebestander en særskilt beskyttelse har Stortinget opprettet 52 nasjonale laksevassdrag og 29 nasjonale laksefjorder (Anon., 2007). Repparfjorden er nasjonal laksefjord og Repparfjordelva er et nasjonalt laksevassdrag. Formålet med nasjonale laksevassdrag og laksefjorder er å gi et utvalg av de viktigste laksebestandene i Norge en særlig beskyttelse mot skadelige inngrep og aktiviteter i vassdragene, og mot oppdrettsvirksomhet, forurensning og munningsinngrep i de nærliggende fjord- og kystområdene.

Tiltak i laksefjorder med risiko for alvorlig forurensning som kan skade villaksen er en av flere typer tiltak som ikke tillates. Ordningen er permanent, men ny kunnskap kan over tid medføre endringer i regelverket for forvaltningen av nasjonale laksevassdrag og fjorder. Planområdet (**Figur 4**) er nesten sammenfallende med området som er avsatt til Nasjonal laksefjord jf **Figur 2**



**Figur 2.** Oversikt over Repparfjorden og Repparfjordelva der området for nasjonal laksefjord og vassdrag er gravert/uthevet.

### NASCOs retningslinjer



NASCO, den nordatlantiske organisasjonen for vern av atlantisk laks, ble etablert i 1983 gjennom konvensjonen for bevaring av laks rundt Nord-Atlanteren. Formålet med konvensjonen er å bidra til at de ulike laksestammene i området bevares, gjenoppbygges og forbedres gjennom en forvaltning som bygger på kunnskap, konsultering og samarbeid (Johansen, 2008). På slutten av 1990-tallet ble det oppnådd en konsensus blant medlemslandene i NASCO i forhold til at forvaltningen skal skje med en føre-var tilnærming. Sentralt i føre-var tilnærmingen er at ingen inngrep skal foretas uten at vitenskapelig baserte analyser av potensielle konsekvenser er foretatt (Johansen, 2008).

### **Kommuneplan Kvalsund Kommune**

Hoveddelen av Repparfjorden er avsatt til "Særskilt bruk eller vern av sjø og vassdrag; Gyte/Fiskeområde" etter PBL 85 § 20-4, nr.5. Disse områdene er forbeholdt fiske etter de reglene som fiskerimyndighetene fastslår. Andre aktiviteter kan skje fritt så lenge det ikke kommer i veien for planformålet. Repparfjorden er oppdrettsfri sone innenfor en linje som går fra Tappen til Klubbuktneset.

### **Driftsplan for Repparfjordelva**

Driftsplan for Repparfjordelva 2010-2013 er utarbeidet av Vest-Finnmark Jeger og Fiskerforening (VJFF) som forpakter fiskerettighetene i elva. Driftsplanen er utformet for å sikre naturlige bestander av fisk og andre organismer og deres leveområder. Foreningen har forvaltet elva siden før 2. verdenskrig.

### **Verneplan for vassdrag**

Stortinget har varig verna Repparfjordelva Regine: 213.A0 REPPARFJORDVASSDRAGET gjennom verneplan III for vassdrag og Skaidielva gjennom verneplan II for vassdrag mot vassdragsutbygging. Begrunnelsen for vernet er at nedbørsfeltet utgjør et meget verdifullt område for vilt-, fiske- og friluftsinnteresser. Dette betyr at man skal legge "Rikspolitiske retningslinjer for vernede vassdrag" til grunn for planlegging og tiltak.

## **2.3 Planprogrammets krav**

Planprogram for "Reguleringsplan med konsekvensutredning for planlagt gruvedrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune" ble godkjent av Kvalsund kommune den 20.juli 2010. Planlagte tiltak vil kunne ha påvirkning på anadrom laksefisk som oppholder seg i Repparfjorden, enten ved at fisk vandrer gjennom området eller at området blir brukt til oppvekst og / overvintring. Fisk som bruker Repparfjorden kan ha sitt opphav fra flere vassdrag i regionen og ikke bare de som drenerer direkte til fjordsystemet.

I henhold til Planprogrammet kapittel 6.7 skal følgende utredes for anadrom laksefisk (sitat):

#### ***"Konsekvenser for anadrom laksefisk***

*Basert på grunnlagsundersøkelsene fra Repparfjorden skal konsekvenser for laks, sjørøye og sjøaure i fjorden utredes. Konsekvensene skal utredes for å kartlegge evt. negative konsekvenser som følge av etablering av sjødeponi i Repparfjorden samt som følge av evt. avrenning fra landdeponi. Det vil bli tatt prøver av mageinnhold hos sjøaure og sjørøye, og det skal utredes hvorvidt det er relevant at sjøaure/sjørøye i Repparfjorden kan ta opp kobber gjennom næringskjeden. Det presiseres at konsekvensene for viktige grupper av næringsorganismer for fisk med særlig vekt på virvelløse dyr inngår som en del av utredningen. Vurderinger av evt. skadeeffekter dersom det skulle forekomme uhell med utslipp av avgangsmasser i overflatelaget fra evt. sjødeponi skal inkluderes i utredningen."*

En henviser ellers til hoveddokumentet "Reguleringsplan og konsekvensutredning for planlagt gruvedrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune" (Didriksen & Willersrud, 2011).

---

## 3. Metode og datagrunnlag

### 3.1 Generelt

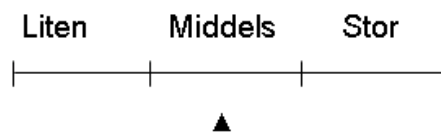
Vurderingene vil her følge retningslinjer gitt i Staten Vegvesen Håndbok 140 Konsekvensanalyser. (Anon 2006). Konsekvensutredningen består tre deler: Del 1 består av å beskrive og vurdere områdets karaktertrekk og verdi for anadrom laksefisk. Verdien blir fastsatt langs en trinnløs skala som spenner fra liten til stor verdi. Del 2 består av å beskrive og vurdere type og konsekvensens av omfang (påvirkning). Omfanget er en vurdering av hvilke endringer tiltaket antas å medføre for anadrom laksefisk. Omfanget vurderes i forhold til 0-alternativet som er dagens situasjon inkludert forventet endring i analyseperioden (inkludert vedtatte planer). Del 3 består av å kombinere verdien av området og omfanget av konsekvensene for å få den samlede konsekvensvurderingen for anadrom laksefisk. Konsekvenser er de fordeler og ulemper et tiltak medfører i forhold til 0-alternativet. Den samlede konsekvensvurderingen vurderes langs en glidende skala fra meget stor positiv konsekvens til meget stor negativ konsekvens.

Denne konsekvensutredningen er gjennomført i henhold til planprogrammet kapittel 6.7 og tar for seg mulige konsekvenser av sjødeponi på anadrom laksefisk i Repparfjorden. Det er bestanden av laksefisk i området som blir vurdert som naturmiljø med anadrom laksefisk sin egenverdi og ikke dens verdi som funksjon for mennesker. Verdien av anadrom laksefisk for mennesker behandles i andre delutredninger.

I forhold til påvirkning og konsekvens har vi delt opp laksebestanden fra Repparfjordelva i tre naturlige livsstadier som alle vil ha befatning med marint miljø: smolt, gytefisk og støinger. Det samme har vi gjort for Kvalsundelva. Når det gjelder aure- og røyebestanden så har vi ikke skilt mellom førstegangsvandrere og flergangsgytere da disse vil ha overlappende bruk av planområdet i tid og rom.

### 3.2 Kriterier for verdi

Det første steget i konsekvensutredningen er å beskrive og vurdere områdets karaktertrekk og verdi for anadrom laksefisk. Verdien blir fastsatt langs en trinnløs skala som spenner fra liten til stor verdi.



Et naturmiljøets verdi kan fastsettes på bakgrunn av ulike kriterier. En oversikt over kriterier for verdisetting av naturmiljø som er aktuelle i forhold til anadrom laksefisk er gitt i Tabell 1.

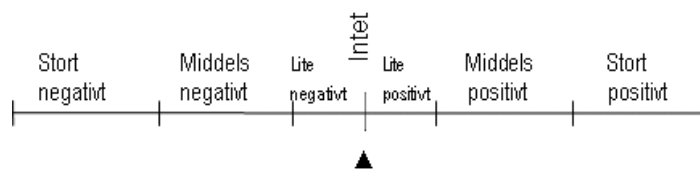
**Tabell 1.** Kriterier for naturmiljøets verdi.

Kilde	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
Naturtypeområder /vegetasjonsområder	Naturområder med biologisk mangfold som	Registrerte naturtyper eller vegetasjonstyper i	Registrerte naturtyper eller vegetasjonstyper i

	er representativt for distriktet	verdikategori B eller C for biologisk mangfold	verdikategori A <sup>1</sup> for biologisk mangfold
Områder med arts- og individmangfold	Områder med arts- og individmangfold som er representative for distriktet	Områder med stort artsmangfold i lokal eller regional målestokk  Leveområder for arter i kategoriene hensynskrevende (DC) eller bør overvåkes (DM)  Leveområde for arter som står oppført på den fylkesvise rødlista	Områder med stort artsmangfold i nasjonal målestokk  Leveområder for arter i kategoriene direkte truet (E), sårbar (V) eller sjelden (R)  Områder med forekomst av flere rødlistearter i lavere kategorier

### 3.3 Kriterier for omfang (påvirkning)

Omfanget er vurdert for de samme områder som er verdivurdert. Omfanget er vurdert i forhold til 0-alternativet som er dagens situasjon inkludert forventet endring i analyseperioden (inkludert vedtatte planer). Omfanget vurderes med utgangspunkt i kriteriene, og angis på en trinnløs skala fra stort positivt omfang til stort negativt omfang. Omfangsvurderingene er et uttrykk for hvor store negative eller positive endringer det aktuelle tiltaket (alternativet) vil medføre for det enkelte område.



Kriterier for fastsettelse av omfang er gjengitt i Tabell 2. Omfang er en vurdering av hvilke endringer tiltaket antas å medføre for de ulike områdene som er aktuell for anadrom laksefisk fra Repparfjordelva og Kvalsundelva.

Ved vurdering av omfang skal det redegjøres for hvordan det konkrete tiltaket vil påvirke de enkelte bestander. For omfang på anadrom laksefisk vil forholdet mellom årsak og virkning kunne variere. De direkte virkninger er enklere å vurdere, mens de mer indirekte virkninger av for eksempel en hendelse kan være kompliserte.

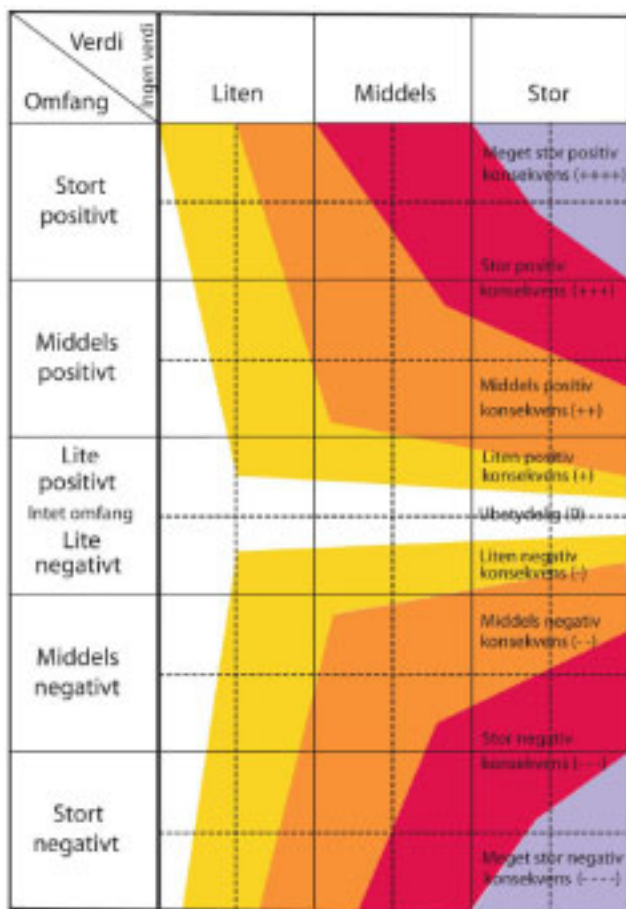
<sup>1</sup> A = svært viktig (nasjonal verdi), B = viktig (regional verdi) og C = lokalt viktig (høy lokal verdi)

Tabell 2. Kriterier for vurdering av et tiltaks potensielle påvirkning av naturområder (omfang).

	Stort positivt omfang	Middels positivt omfang	Lite/intet omfang	Middels negativt omfang	Stort negativt omfang
Arter (dyr og planter)	Tiltaket vil i stor grad øke artsmangfoldet eller forekomst av arter eller bedre deres vekst- og levevilkår	Tiltaket vil øke artsmangfoldet eller forekomst av arter eller bedre deres vekst- og levevilkår	Tiltaket vil stort sett ikke endre artsmangfoldet eller forekomst av arter eller deres vekst- og levevilkår	Tiltaket vil i noen grad redusere artsmangfoldet eller forekomst av arter eller forringe deres vekst- og levevilkår	Tiltaket vil i stor grad redusere artsmangfoldet eller fjerne forekomst av arter eller ødelegge deres vekst- og levevilkår

### 3.4 Kriterier for konsekvens

Del 3 av konsekvensutredningen består av å kombinere verdien av området og omfanget av konsekvensene for å få den samlede konsekvensvurderingen. Konsekvenser er definert som de fordeler og ulemper et tiltak medfører i forhold til 0-alternativet. Den samlede konsekvensvurderingen vurderes langs en glidende skala fra meget stor positiv konsekvens (++++) til meget stor negativ konsekvens (----). Grunnlaget for å kombinere verdi og konsekvens framgår av *Figur 3* og *Tabell 4*.



Figur 3. Konsekvenssvifte, jf Håndbok 140.

Tabell 3. Karakteristikk og fargekoder for konsekvens.

Meget stor positiv konsekvens	++++
Stor / meget stor positiv konsekvens	+++ / +++++
Stor positiv konsekvens	+++
Middels / stor positiv konsekvens	++ / +++
Middels positiv konsekvens	++
Liten / middels positiv konsekvens	+ / ++
Liten positiv konsekvens	+
Ingen / liten positiv konsekvens	0 / +
Ubetydelig konsekvens	0
Ingen / liten negativ konsekvens	0 / -
Liten negativ konsekvens	-
Liten / middels negativ konsekvens	- / --
Middels negativ konsekvens	--
Middels / stor negativ konsekvens	- - / - - -
Stor negativ konsekvens	- - -
Stor / meget stor negativ konsekvens	- - - / - - - -
Meget stor negativ konsekvens	- - - -
Ikke relevant / det kartlagte området blir ikke berørt	

### 3.5 Beskrivelse av 0-alternativet

0-alternativet beskrives slik i KU'ens generelle del (Didriksen & Willersrud 2011):

*”0-alternativet er sammenligningsalternativet, det vil si det alternativet som konsekvensene av tiltaket vurderes opp mot. 0-alternativet er i utgangspunktet dagens situasjon i området. Statnett planlegger en 420 kV kraftledning fra Balsfjord til Hammerfest. Denne har ennå ikke fått konsesjon, men Statnett venter et konsesjonsvedtak rundt årsskiftet. Nå driver de med tilleggsutredninger. 420 kV linja går gjennom det aktuelle planområdet som her konsekvensutredes, og per i dag er det ingen alternativer. De fleste vurderer det som svært sannsynlig at linja blir bygd. Forholdet er drøftet med Fylkesmannen i Finnmark som igjen har konferert med Miljøverndepartementet. Deres konklusjon er at det i tilknytning til reguleringsplan med konsekvensutredning for planlagt gruvedrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune må legges til grunn to alternative 0-utredninger.*

*a) Dagens situasjon uten gruvedrift og uten 420 kV-linja.*

*b) Dagens situasjon uten gruvedrift men hvor det samtidig legges til grunn at 420 kV-linja bygges”.*

I forhold til vurderinger knytt til anadrom laksefisk og sjødeponi så er det ingen faglig grunn til å skille mellom disse to 0-alternativene i det videre arbeidet da kraftledningen ikke vil berøre det marine miljøet. 0-alternativet innebærer at dagen situasjon består. Ingen utbygging foretas. Ingen annen gruverelatert virksomhet er planlagt i området. Markoppneset fremstår som før, og ingen avgang bestående av partikler og metaller vil bli deponert i fjorden. Ingen stor bulktransport av råvarer med skip ut av fjorden.

I elvemunningen driver i dag selskapet Repparfjord Sand grusuttak og utover fjorden driver Halsvik Aggregates AS et grusverk og Polar Gjenvinning AS har etablert et mottaks- og behandlingsanlegg for offshoreavfall. Det foregår oppdrettsaktivitet rett utenfor fjordsystemet. Det er usikkert hvilke konsekvenser all denne industriaktiviteten vil ha for utviklingen av de anadrome laksefiskbestandene i spesielt Repparfjordelva i fremtiden.

Laksetrappa i Fossekulpen er utbedret og vil trolig sammen med økt tilsyn av Repparfjordelva føre til økt produksjon av anadrom laksefisk som kanskje vil motvirke de potensielle negative effekter av lakselus, rømt oppdrettslaks og annen industriaktivitet i fremtiden.

### 3.6 Tiltaks - og influensområde

Tiltak og influensområde i sjø er beskrevet i Planprogrammet og Christensen m.fl., 2011b og gjengitt i tiltaksbeskrivelsen i kapittel 1.

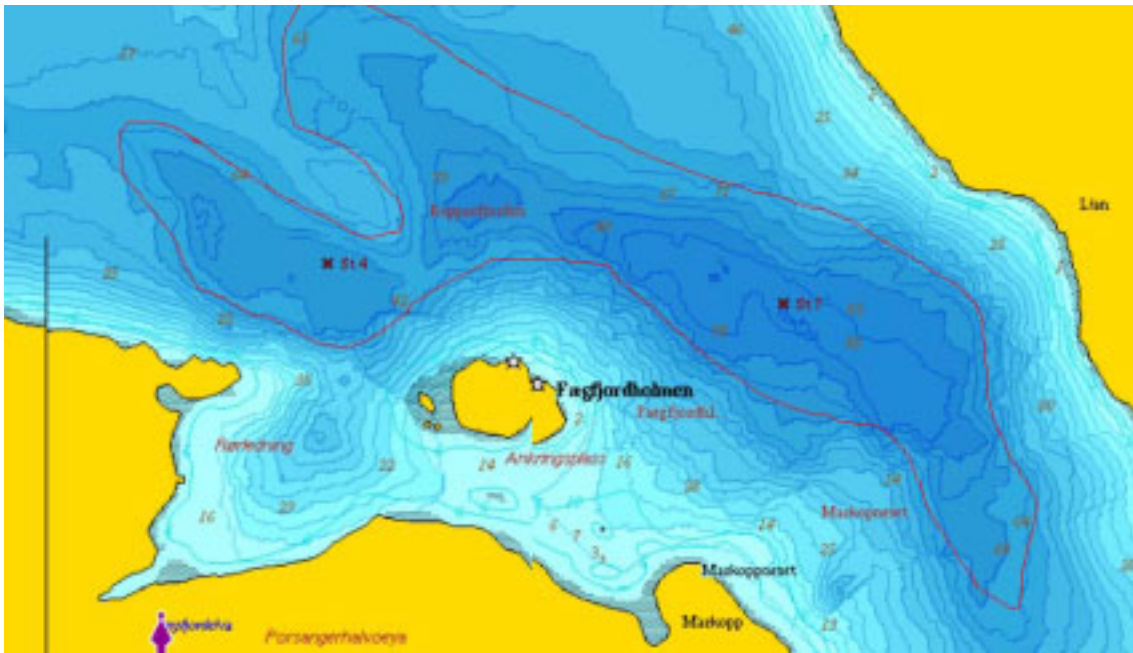


Figur 4. Forvarslet planområde (Didriksen & Willersrud 2011).

### 3.6.1 Simulert spredning av avgang- influensområdet

Christensen m.fl., 2011b har simulert utslipp, spredning og sedimenteringsmønstre av gruveavgangen i Repparfjorden som kan kunne brukes for de kjemiske og økologiske konsekvensene av sjødeponi i denne konsekvensutredningen. Christensen m.fl., (2011b) har foreslått et dypere utslipp på 57 meters dyp plassert lenger nordvest på Markoppneset enn det Nussir ASA har foreslått. Plasseringen vil føre til et deponi som hovedsakelig blir innenfor det foreslåtte deponiområdet (Område C).

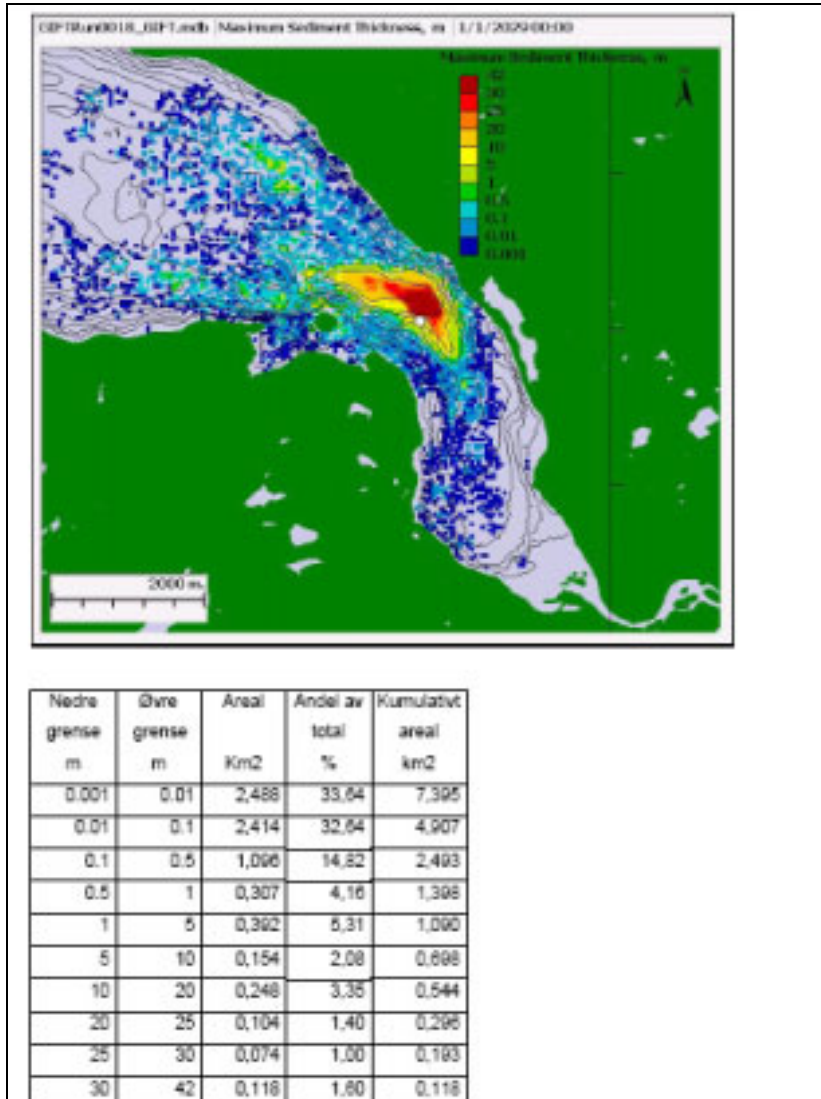
*Spredning av avgangen ble simulert med en matematisk modell for alternative utslippsteder. Over 99 % av avgangen sedimenterte nær utslippstedet. I sentrale deler av fjorden kan konsentrasjoner av suspenderte partikler i overflaten forventes å bli omkring 0,1 mg/l. Modellen viste at det var karakteristisk med konsentrasjoner i vannsøylen over 0,1 mg/l innen et par kilometer fra utslippet. For de fineste partiklene rundt 5 µm var konsentrasjoner 0,01 – 0,005 mg/l vanlige i omtrent hele fjorden i de øverste 20 meterne. For større kornstørrelser ble konsentrasjonene mindre. Partikkelkonsentrasjonene forventes dermed å være små sammenliknet med naturlige bakgrunnskonsentrasjoner som kan være omkring 0,5 mg/l (Christensen m.fl., 2011b).*



**Figur 5.** Deponiområde C (Alt 2): Nordøst for Fægffjordholmen i midtre del av Repparfjorden. En linje som viser omtrentlig 60-meterskoten er vist som linje og beregninger viser at volumet opp til dette dypet er 24 millioner m<sup>3</sup>. Kilde: Christensen m. fl 2011b.

Hvis Magnafloc10 er optimalisert slik at det fungerer som vist i forsøkene vil omtrent 2 % av finstoffet spres med vannmassene utenfor dette området på 2,5 km<sup>2</sup>. Det er lite sjiktning i fjorden slik at det hovedsakelig er utskifting av vannmassene med tidevannet som dominerer prosessene. Avgangen sedimenterte hovedsakelig på bunnen av bassenget på omkring 80 meters dyp. Arealet i dette nivået økte jevnlig i de neste 5 årene samt økte fortsatt i tykkelse. Etter 15 år ble utbredelsen av deponiet med tykkelse på 1 cm, 10 cm og 25 meter henholdsvis 4 km<sup>2</sup>, 2 km<sup>2</sup> og 0,15 km<sup>2</sup>. Maksimum tykkelse var 40 meter. Etter 20 år var utbredelsen av deponiet med tykkelse på 1 cm, 10 cm og 25 meter henholdsvis 5 km<sup>2</sup>, 2,5 km<sup>2</sup> og 0,2 km<sup>2</sup>. Maksimum tykkelse økte til 42 meter (Christensen m.fl., 2011b).





**Figur 6.** Deponi etter 20 års utslipp. Utslipp på 57 meter. Avgangen sedimenterer overveiende i det nordlige bassenget Kilde. Christensen m.fl., 2011b.

Modelleringer viser at bunnarealet som vil bli dekket med avgangsmateriale er 7,4 km<sup>2</sup>. I et område på 2,4 km<sup>2</sup> vil det deponeres mer enn 6 mm avgang i året, resten er randsoner. Informasjon om avgangsmaterialet, samt testing og risikovurdering viser at konsentrasjonen av flokkuleringspolymeren Magnafloc 10 hurtig vil bli svært lav i vannmassen. Ellers er det kjemiske innholdet av alle tilsatte kjemikalier lave.

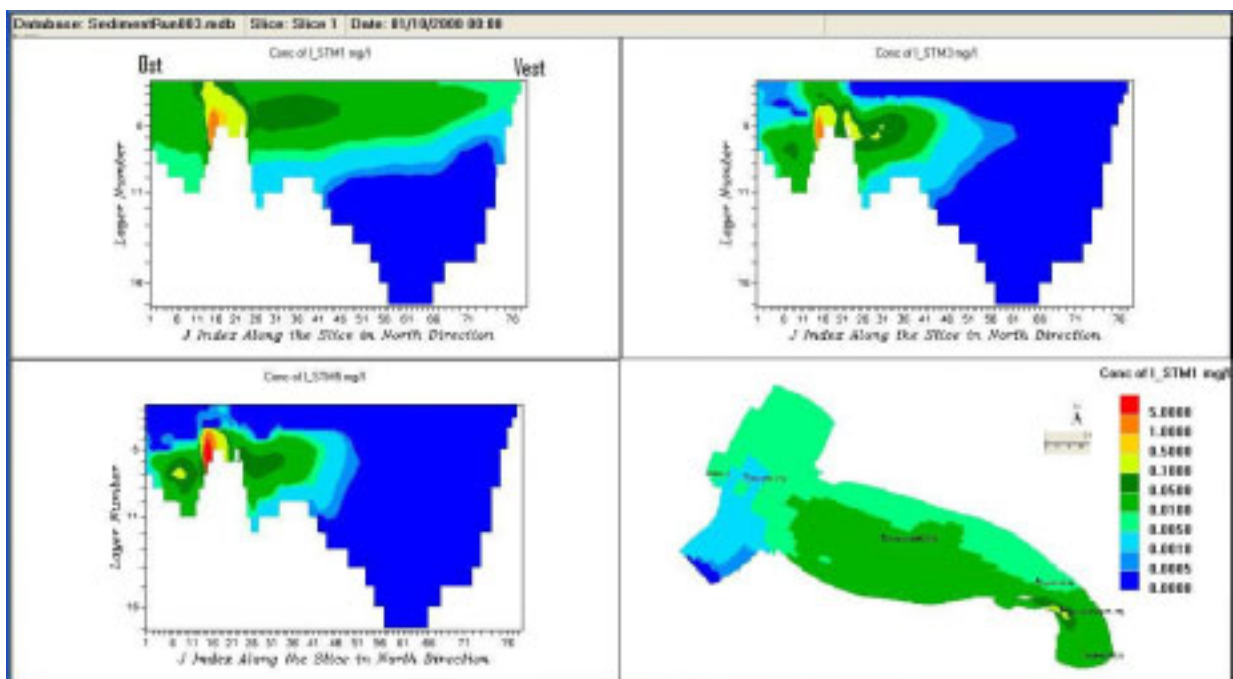
Tungmetallinnholdet (kobber og nikkel) er derimot høyt og akutt giftig for marine organismer. Derfor ble det utført økotoksitetstester for sedimentene. Avgangen viste giftighet og uakseptabel risiko for bunnsfaunaen som ble testet; børstemarken *Arenicola marina* (50 % dødelighet) og amphipoden *Eohaustorius estuaris* (55 % dødelighet).

Bunndyrene i delområde C vil innenfor et areal på ca. 2 km<sup>2</sup>, vil under deponering være utsatt for akutt høy risiko. Denne vil avta ut mot randsonen for påvirkning.

### 3.6.2 Uhellsscenario: Utslipp i overflaten

I tråd med planprogrammet skal det gjøres vurderinger av uhellsscenario: *skadeeffekter dersom det skulle forekomme uhell med utslipp av avgangsmasser i overflatelaget fra evt. sjødeponi skal inkluderes i utredningen*". Et uhellsscenario med ledningsbrudd i overflaten er tatt med som et eget alternativ (Alt 3). I Christensen m.fl. (2011b) er det gjort simuleringer i forhold til et utslipp i overflaten:

*"Vi antok at utslippet ble gjort i overflaten som følge av et ledningsbrudd. Partikler med diameter større enn 130  $\mu\text{m}$  sedimenterte i nærheten av utslippet og påvirket i liten grad de fri vannmassene i fjorden. Dette utgjorde ca. 98 % av den totale avgangen. I store trekk ble forskjellene små i forhold til utslippet på 30 meters dyp. De høyeste konsentrasjonene var av samme størrelsesorden. Imidlertid ble spredningen noe forskjellig. Overflateutslipp førte til økt transport innover i fjorden med tilhørende høyere konsentrasjoner der. Også partikler med diameter større enn 30  $\mu\text{m}$  påvirket overflatelagene. Utover i fjorden ble forskjellene mindre og til dels lavere enn ved dypvannsutslipp"*.



**Figur 7.** Simulert utslipp i overflaten ved ledningsbrudd. Lengdeprofil. Simulerte stoffkonsentrasjoner 10. januar 2008 av kornstørrelsesklasse 1, 3 og 5. Kilde: Christensen m.fl., (2011b).

Det er viktig å påpeke at denne vurderingen ikke tar stilling til sannsynligheten for at et slikt uhell skal skje, men at det er konsekvensene av et slikt uhell som her blir vurdert. Nussir ASA har påpekt at sannsynligheten for ledningsbrudd er svært lav basert på erfaringer fra moderne anlegg på Titania og Hustadmarmor.

## 4. Undersøkellesmetoder

Grunnlagsundersøkelser for å styrke vurderingsgrunnlaget i forholdt til konsekvenser av sjødeponi på anadrom laksefisk sesongen 2010 har vært knyttet til

- Utvandringstidspunkt og marin adferd til laksesmolt fra Repparfjordelva og Kvalsundelva
- Marin adferd til aure og røye i Repparfjorden
- Analyse av tungmetaller i muskel og lever samt analyse av mageinnhold på aure
- Toksisitetsmodellering (Biotisk Ligand Modell) med vurdering av grenseverdier basert på reelle miljødata fra Repparfjorden

### 4.1 Marin atferd hos laksefisk fra Repparfjordelva og Kvalsundelva

#### 4.1.1 Innledning

Repparfjorden nasjonale laksefjord (NLF) er oppretta for å gi laksebestanden i Repparfjordelva et spesielt vern mot menneskelige inngrep (Anon., 2007). Større inngrep i munningsområdene og virksomhet med risiko for alvorlig forurensning vil ikke være tillatt i NLF. Laks fra Repparfjordelva vandrer gjennom planområdet som utvandrende smolt, innvandrende gytetisk og utvandrende vinterstøing.

Bergverksdrift medfører potensial for økte metallkonsentrasjoner i vannfasen som følge av avrenning og utlekking fra dagbrudd/gruveganger og deponier. Avhengig av hvordan drift og deponering løses teknisk, kan dette medføre økte konsentrasjoner av potensielt giftige metaller i omkringliggende økosystemer. Eksponering for metallioner løst i vann har potensielt store konsekvenser for fiskebestander dersom tålegrenser overskrides, noe det fins flere godt dokumenterte eksempler på i Norge. Smoltstadiet av laks har vist seg å være spesielt følsomt for eksponering for ulike miljøgifter, deriblant metaller (Kroglund m.fl., 2008; Kristensen m.fl., 2009), og det er derfor naturlig å ha spesiell fokus på dette livsstadiet i risikovurderinger/sårbarhetsanalyse.

Grunnlagsundersøkelsene som ble gjennomført sesongen 2010 har derfor hatt et spesielt fokus på utvandrende laksesmolt fra Repparfjordelva. Som et minimum bør kunnskap om når laksesmolten vandrer ut fra Repparfjordelva, når den passerer det aktuelle deponiområdet, og i hvilken grad laksesmolt vandrer gjennom eller i nærheten av planområdet, skaffes tilveie for å oppnå en robust risikovurdering. I tillegg vil mer detaljert informasjon om utvandningsrute og -hastighet for laksesmolten også være nyttig i det fremtidige utredningsarbeidet.

Sjøaure og -røye har i likhet med laks regelmessige vandringar mellom ferskvann og saltvann. I motsetning til laks oppholder disse seg i fjorder og kystnære strøk, og har svært sjelden vandringar ut av fjordsystemet som de hører til (Klemetsen m.fl., 2003). Det er ikke kjent i hvor stor grad disse artene benytter området der sjødeponiet er planlagt, men både Repparfjordelva og Kvalsundelva har bestander av sjøaure og -røye som trolig benytter Repparfjorden som næringsområde. De ulike aldersgruppene av sjøaure og -røye vil trolig oppholde seg i ulike deler av fjorden, og også delvis benytte seg av ulike dyp, avhengig av ulikheter i tilgang og preferanser på byttedyr. For å kunne vurdere i hvilken grad deponiområdet benyttes av de ulike artene og størrelsesgruppene, ble vandringmønsteret til et representativt utvalg av størrelsesgrupper av sjøaure og røye kartlagt.

#### 4.1.2 Metodikk

Akustisk telemetri er en teknologi som er mye benyttet for fiskeøkologiske undersøkelser av vandringar i det marine miljø. Gjennom å merke fisk med akustiske sendere, og utplassere et nettverk av passive lyttebøyer som fanger opp signaler fra disse, vil individuelle fisk kunne identifiseres. I

tillegg er det utviklet merketyper som registrerer bl.a. dyp og temperatur som kan benyttes for å øke informasjonsfangsten fra hver fisk. Teknologien er derfor svært godt egnet til å fremskaffe den nødvendige informasjon om fiskens vandringsadferd

#### Innsamling og merking av fisk

Vill pre-smolt av laks, aure og røye ble innsamlet ved hjelp av elektrisk fiskeapparat (type Paulsen FA-3) i to perioder 28-30. mai og 8-10. juni i ulike deler av Repparfjordelva og Kvalsundelva (Tabell 5). Fiskene ble deretter merket med akustiske sendere. Detaljer om merkemethodikken er å finne i Urke m.fl. (2010b).

I Repparfjordelva ble det merket totalt 6 røyer ( $13,7 \pm 1,4$  cm), 64 laks ( $13,7 \pm 1,3$  cm) og 2 aurer ( $17,9-17,3$  cm) på fire stasjoner fra Vippetangen til Sennalandet. (Tabell 4). I Kvalsundelva ble det merket 15 laks ( $14,0 \pm 2,1$  cm), 15 aurer ( $15,7 \pm 2,5$  cm) og 4 røyer i området oppstrøms samløpet Kvalsundelva og Neverfjordelva. Alle disse fiskene ble vurdert morfologisk til å være pre-smolt.

**Tabell 4.** Lokalteter for innsamling og gjenutsetting av akustisk merket pre-smolt i Repparfjordelva (RF) og Kvalsundelva (KE) sesongen 2010.

Lokalitet med merking av pre-smolt	Koordinater	Avstand til utløp (m)
Sennalandet (RF)	N70 16 46.3 E24 06 05.1	40 100
Myggheim (RF)	N70 23 58.3 E24 27 55.9	13500
Skaidistryka (RF)	N70 25 29.8 E24 30 02.0	8800
Vippetangen (RF)	N70 26 08.8 E24 28 39.4	7300
Kvalsundelva øvre (KE)	N70 28 20.6 E23 55 53.4	4500

Merkene som ble brukt til smolten hadde sylindrisk form og målte  $\varnothing 7,3 \times 18$  mm, veide 1,2 g i vann (type: Thelma Biotel AS [www.biotel.no](http://www.biotel.no)) og hadde en estimert levetid på minimum 7 måneder. Disse merket var programmert til å sende ut en unik ID-kode som entydig identifiserte hver enkelt fisk. Merket sendte koden periodisk med intervaller på 30 til 90 sekund.



**Figur 8.** Lokalteter for merking av laksefisk sesongen 2010. Ved lokalitetene Sennalandet, Myggheim, Skaidistryka og Vippetangen i Repparfjordelva og Kvalsundelva øvre ble det merket pre-smolt i mai-juni 2010. Ved lokalitet Brennsnes i indre del av Repparfjorden ble det innsamlet og merket større aure og røye 20-21. juli 2010.

Ved bruk av kastenot ble det 20-21. juli innsamlet og merket totalt 26 aurer ( $27,8 \text{ cm} \pm 7,9$ ) og 13 røyer ( $29,1 \pm 8,24 \text{ cm}$ ) ved Brennsnes 1 km utenom utløpet av Repparfjordelva (**Figur 8**). Fisker over 23 cm ble merket med et standard akustisk fiskemerke av typen ADT-MP-9 fra Thelma BioTel AS ([www.biotel.no](http://www.biotel.no)). Merket var sylindrisk og målte  $\text{Ø}9 \times 40 \text{ mm}$ , veide 6.9 g i vann, og hadde en estimert levetid på mer enn 11 måneder. Dette merket sendte ut øyeblikksverdien av dybde og temperatur periodisk med et intervall på 180-240 sekund. Fisk mindre enn 23 cm ble merket med smoltmerket som kun sendte ut en ID kode (**Tabell 5**). Tillatelser fra forsøksdyrutvalget (FDU) ID: 2493 og fra Fylkesmannen i Finnmark ble innhentet til denne aktiviteten.



**Figur 9.** Til venstre: Innsamling av pre-smolt med el-fiskeapparat i øvre del av Repparfjordelva (Sennalandet), 29. mai 2010. Til høyre: Innsamling av aure og røye med kastenot ved Brennsnes 1 km utom elvemunningen av Repparfjordelva 21. juli 2010. Foto: T. Kristensen og J. A. Alfredsen.

**Tabell 5.** Oversikt over akustisk merket fisk fanget med kastenot ved Brennsnes i munningen av Repparfjordelva 20-21. juli 2010. To tag typer: ” smolt ” med kun ID og ” dybde ” med dybde, temperatur og ID.

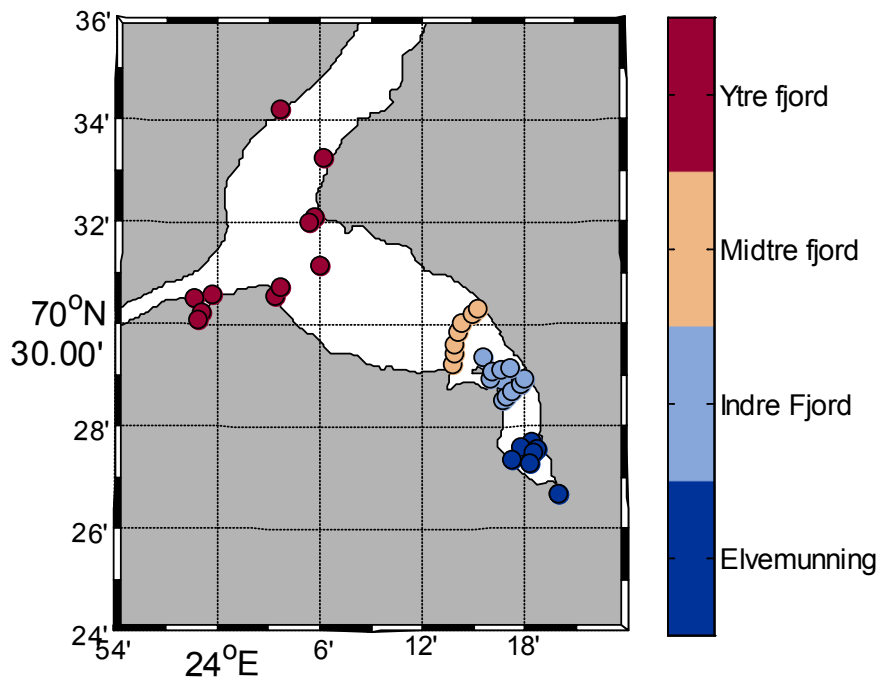
Juli i sjø	Tag- type	
	smolt	dybde
aure	8	18
røye	5	8

### Stasjonsnett

Det ble satt ut automatiske lyttestasjoner (VEMCO VR2W) i ulike deler av fjordsystemet (33 stk) og i elv (5 stk) i tråd med tillatelse fra Kystverket (**Figur 10**). Detaljer om plasseringen av lyttebøyene er angitt i Vedlegg C. Stasjonene for lyttebøyer ble lokalisert i henhold til et system slik at Repparfjorden ble delt inn i ulike soner med størst oppløsning i området hvor sjødeponiet er planlagt. Registreringer fra lyttebøyene ga på denne måten indikasjoner på hvilke deler av elve- og fjordsystemet fisken oppholder seg i til enhver tid i løpet av perioden. Lyttebøyene var operative fra 28. mai til 15. oktober 2010. Lyttebøyennettverket fungerte etter hensikten under hele perioden, og alle utplasserte bøyer i fjorden ble gjenfunnet ved forsøkets avslutning



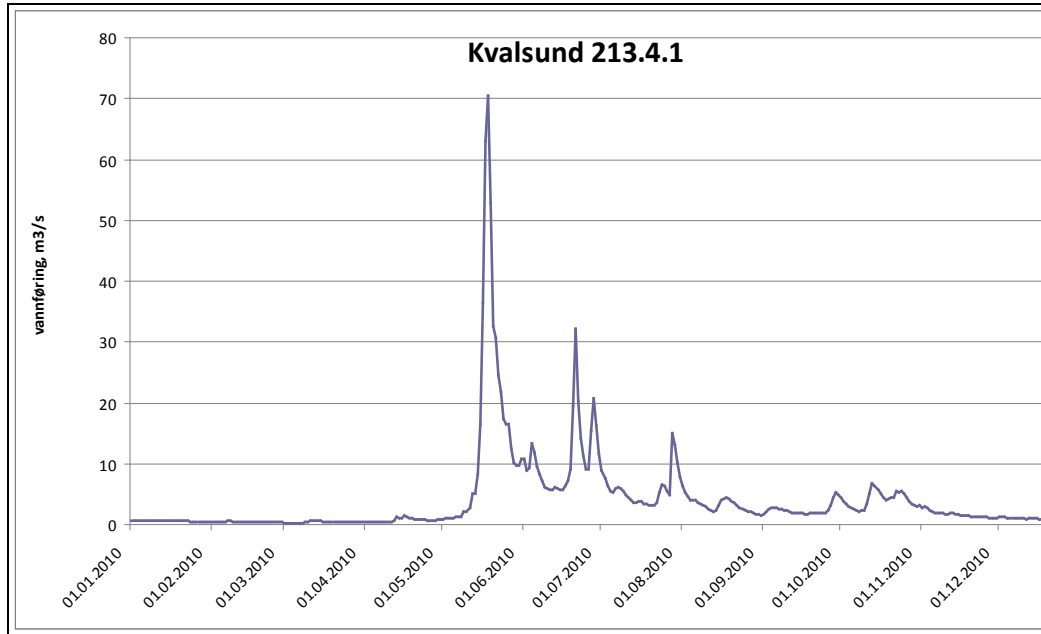
**Figur 10.** Stasjonsnett (●) over passive lyttebøyer i Repparfjorden og i utløpet av Kvalsundelva. I tillegg ble det plassert ut tre bøyer i Repparfjordelva ved Brukulpen (sort flagg nede til høyre hjørne), Josefsenkulpen og Fossekulpen.



**Figur 11.** Inndeling av lyttebøyene i ulike soner; Elvemunning, Indre fjord, Midtre fjord og Ytre fjord. Merk at bøyer i elvemunningen av Kvalsundelva er angitt i sone Ytre Fjord.

#### 4.1.3 Vannføring og temperatur

Det ble plassert ut en trykkcelle av typen Global Water WL16 ved Brukulpen for registrering av vannføring i Repparfjordelva. Vannføring fra Kvalsundelva ble innhentet fra NVE sin målestasjon Kvalsund 213.4.1 (**Figur 12**). Temperaturloggere (type: TinyTags) ble plassert ut i både i Kvalsundelva og Repparfjordelva og på to stasjoner i Repparfjorden (ved bøye nr 17 og 23 jf **Figur 13** på tre dyp (1 m, 4 m og bunn (55-65 m)). Resultat på fjordtemperaturen er vist i Vedlegg E.



**Figur 12.** Vannføring i Kvalsundelva sesongen 2010. Her ser en tydelig vårfloppen rundt 17-20. mai.

#### 4.1.4 Hydrografiske målinger i Repparfjorden 26. mai-13. september.

Det ble foretatt hydrografiske målinger ved fire stasjoner i Repparfjorden i perioden (**Figur 13**)

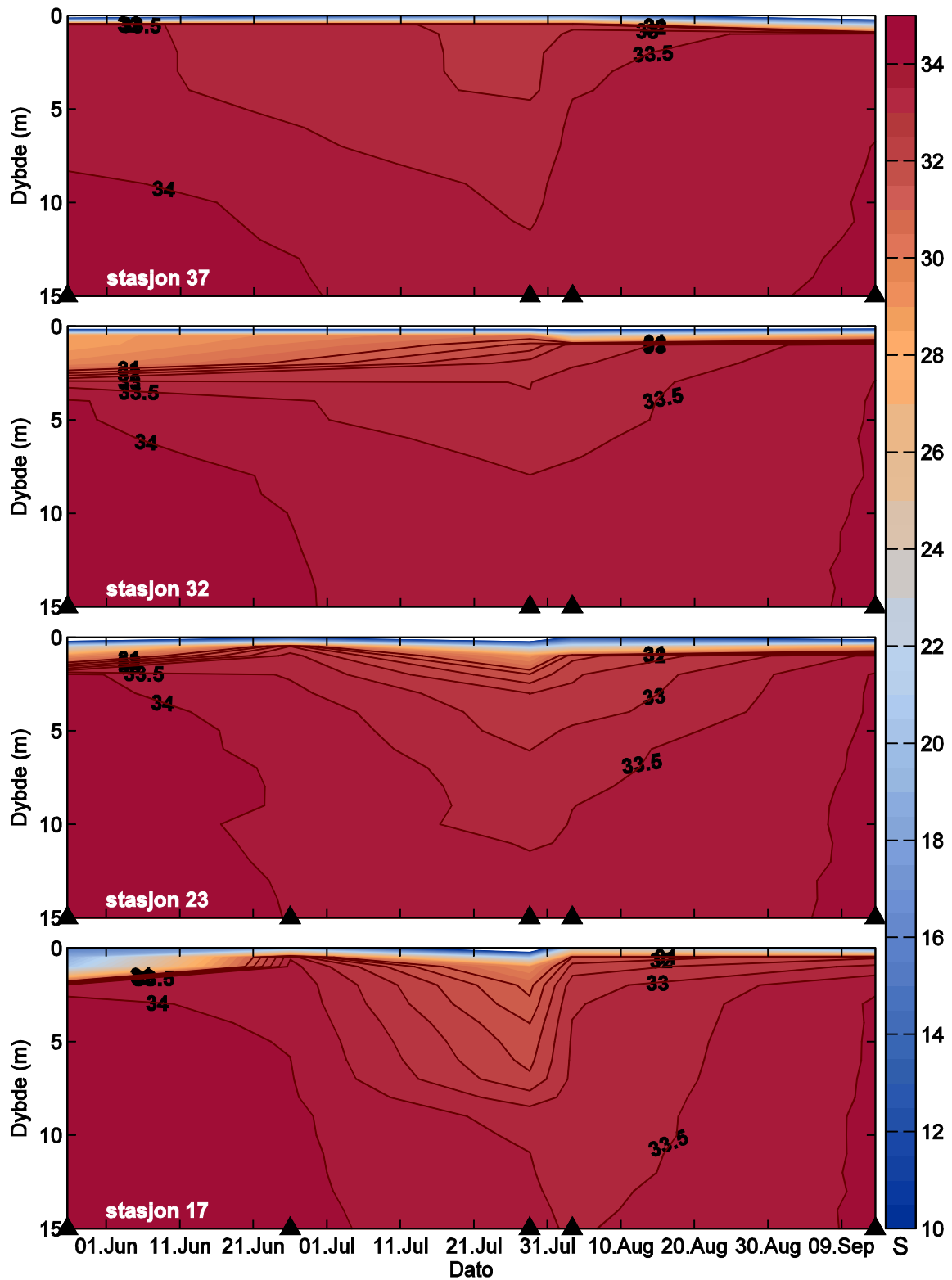


Stasjon	Koordinater
17	N70 27 35.1 E24 17 48.3
23	N70 28 52.9 E24 16 41.4
37	N70 31 08.3 E24 06 01.0
32	N70 29 50.4 E24 14 07.5
Dato	Stasjon prøvetatt
26.5.2010	17,23,32,37
26.6.2010	17,23,
28.7.2010	17,23,32,37
3.8.2010	17,23,32,37
10.8.2010	17
13.9.2010	17, 23,32, 37

**Figur 13.** Hydrografiske stasjoner i Repparfjorden med posisjoner og dato for prøvetaking. Ved stasjonene 17 og 23 ble det også plassert ut temperaturlogger på tre dyp (1 m, 4 m og bunn).

**Figur 14** viser tidsutviklingen av salinitet og temperatur ved de ulike stasjonene i de øvre 15 meterne. Det er størst variasjoner for stasjon 17 og 23 lengst inne i fjorden, men totalt sett er det små forskjeller mellom stasjonene. Brakkvannslaget er relativt grunt (< 2 m) ved alle tidspunktene, men strekker seg fra stasjon 17 og ut til stasjon 32 (brakkvannslaget når kun ut til stasjon 37 i septembarmålingene).

Brakkvannslaget er tykkest i mai når vårfloppen pågår. Saliniteten er realltvt homogen horisontalt, og det er stabil sjiktning i vannsøylen. Saliniteten er noe lavere midt på sommeren (juli-august) enn på for- og ettersommeren (mai og september).



Figur 14. Konturplott av tidsutviklingen i salinitet ved de ulike stasjonene(17, 23, 32 og 37) i Repparfjorden fra mai til september. Fargeskalaen t.h. angir salinitetsverdier, og de svarte trekantene markerer tidspunkt for observasjonene.

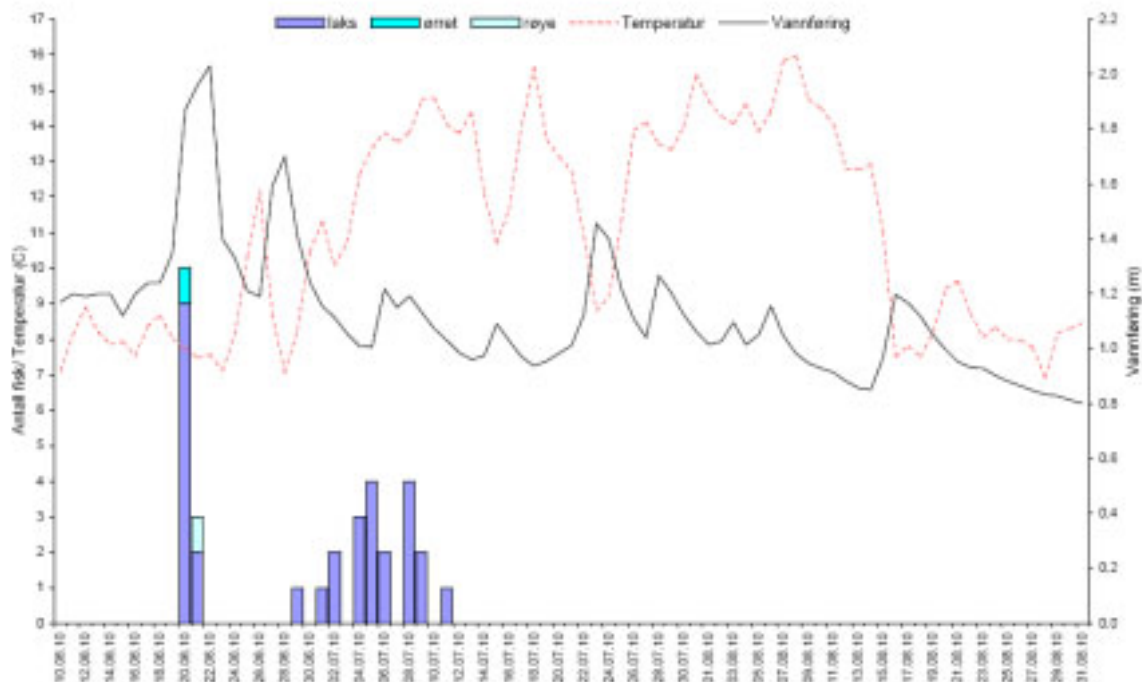


#### 4.1.5 Utvandringstidspunkt for smolt

Mesteparten av smolten vandrer ut i løpet av en kort periode om våren eller tidlig sommer i løpet av det såkalte ”smoltvinduet” (Ruggles, 1980; Hansen, 1993; Urke m.fl., 2010a).

Utvandringstidspunkt for akustisk merket laksesmolt fra Repparfjordelva basert på første registrering i sjøen er presentert i Figur 15. Til tross for at studien er basert på relativt få individ, ser det ut til at det forekommer to markerte perioder der laksesmolten vandrer ut av vassdraget (**Figur 15**). Den første registrerte utvandringen i studiet skjedde 20-21 juni på den første større flomtopp etter vårflommen 17-19. mai. (jf **Figur 12**). Neste markerte topp i utvandring var i perioden 2- 6. juli. Akustisk merket laksemolt hadde en utvandringsperiode fra 20. juni til 11. juli i 2011.

Denne utvandringsperioden stemmer bra overens med resultater fra 2008 sesongen i Repparfjordelva da det med bruk av smoltfelle ble registrert utvandring av laksesmolt i perioden medio juni- medio juli (Christensen m.fl., 2009). Tidspunktet for utvandring av smolt i Repparfjordelva er også sammenlignbart med det som er registrert i Altaelva der smolten i årene 2004 – 2006 vandret ut i perioden fra om lag 15. juni til slutten av juli (Davidsen m.fl., 2009). Utvandringen av smolt i Altaelva over en syvårs periode var median datoen for 50 % kumulativ utvandring 25. juni (Jensen m.fl., 1997).



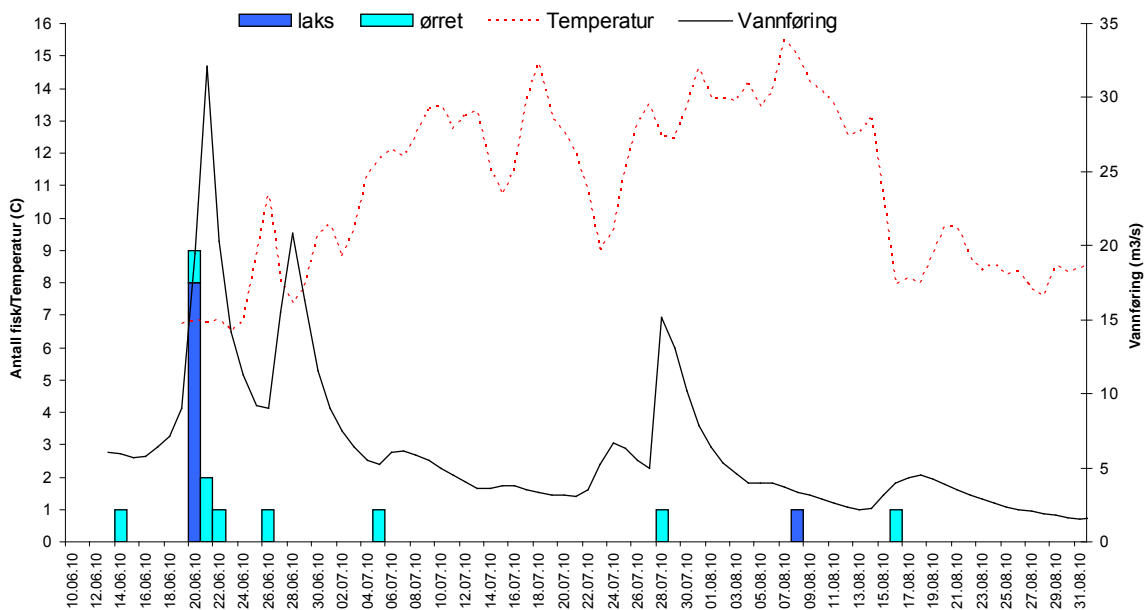
**Figur 15.** Utvandringstidspunkt for akustisk merket smolt av aure, røye og laks i Repparfjordelva sesongen 2010. Vannføring og temperatur er registrert ved Brukulpen. Fisken ble merket fra 7,3 til 40 km oppstrøms utløp. Det ble merket totalt 2 aurer, 64 laks og 6 røyer.

I 2010 synest en økning i vannføringen å være den viktigste utløsende faktoren for den første utvandringstoppen av laksesmolt fra Repparfjordelva (**Figur 15**). Dette er sammenfallende med det som er vist i mange andre laksevassdrag (Saksgård m.fl., 1992; Hvidsten m.fl., 1995; Arnekleiv m.fl., 2007). Saksgård m.fl. (1992) fant at utvandring i Alta skjedde etter vårflommen, og at den var korrelert med en økning i vannføring, vanntemperatur og månefase. I Imsa var derimot endring i vanntemperatur den viktigste enkeltfaktoren for smoltutvandring (Jonsson & Ruud-Hansen, 1985). Mye av denne variasjonen skyldes trolig ulike forhold i elvene, der hver elv har sine fysiske og klimatiske særtrekk.

Undersøkelser fra Altaelva viser videre at smolt fra ulike deler av elva har noe ulike utvandringstidspunkter (Ugedal m.fl., 2006). Sammenligner en utvandringsforløpet for fisk merket på lokalitetene Myggheim, Vippetangen og Skaidistryka i midtre del av Repparfjordelva med utvandringsforløpet for fisk merket på Sennalandet (øverste merkested), så ser det ut til smolten fra Sennalandet blir registrert i siste halvdel av utvandringsperioden (Vedlegg G). En ser også at smolt som ble merket ved Skaidistryka er fordelt utover hele utvandringsperioden. Fisk herifra kommer både tidlig og sent, mens fisk fra Myggheim ser ut til å dominere den første puljen av utvandrende fisk.

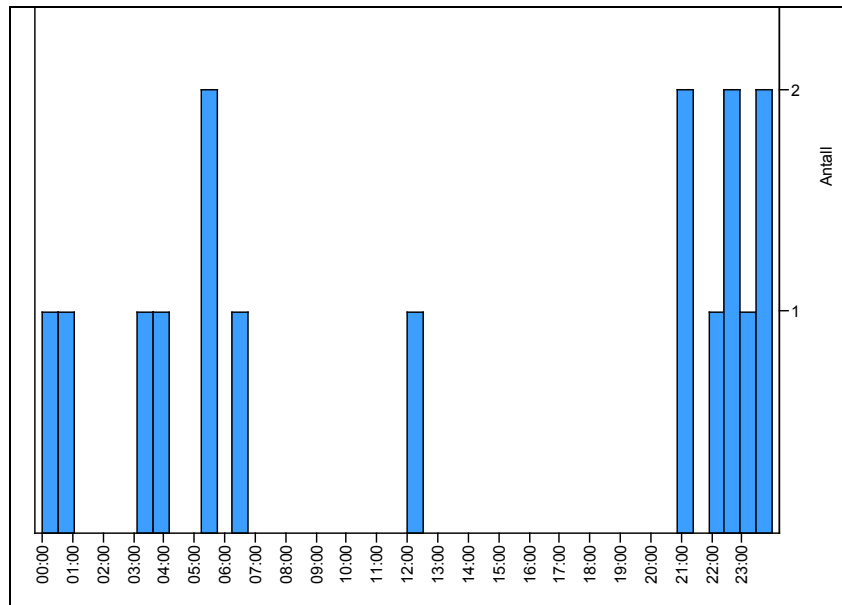
Kun to antatt presmolt av aure ble merket i Repparfjordelva. Den ene av disse vandret ut ved første registrert utvandringstopp 20. juni sammen med laksen. Det samme gjorde den ene røya som ble registrert utvandret.

I Kvalsundelva gikk 8 av de 15 merkede laksesmoltene ut ved en økning i vannføring den 20. juni. En laksesmolt ble deretter registrert 8. juli (**Figur 16**). Auren hadde også en markert topp i utvandring på samme tidspunkt som laksen, men auren vandret likevel ut over en lengre periode og litt mer vilkårlig i forhold til miljøvariablene Dette er i samsvar med undersøkelser gjort i andre vassdrag (Hembre m.fl., 2001; Arnekleiv m.fl., 2007; Urke m.fl., 2010a).



**Figur 16.** Utvandringstidspunkt for akustisk merket smolt fra Kvalsundelva sesongen 2010. Det ble merket totalt 15 aurer, 15 laks og 4 røyer.

Tid på døgnet for første registrering av merket smolt fra Repparfjordelva ved Brukulpen er vist i **Figur 17**. Det er tydelig at laksesmolten i hovedsak vandrer i den mørkeste delen av døgnet..

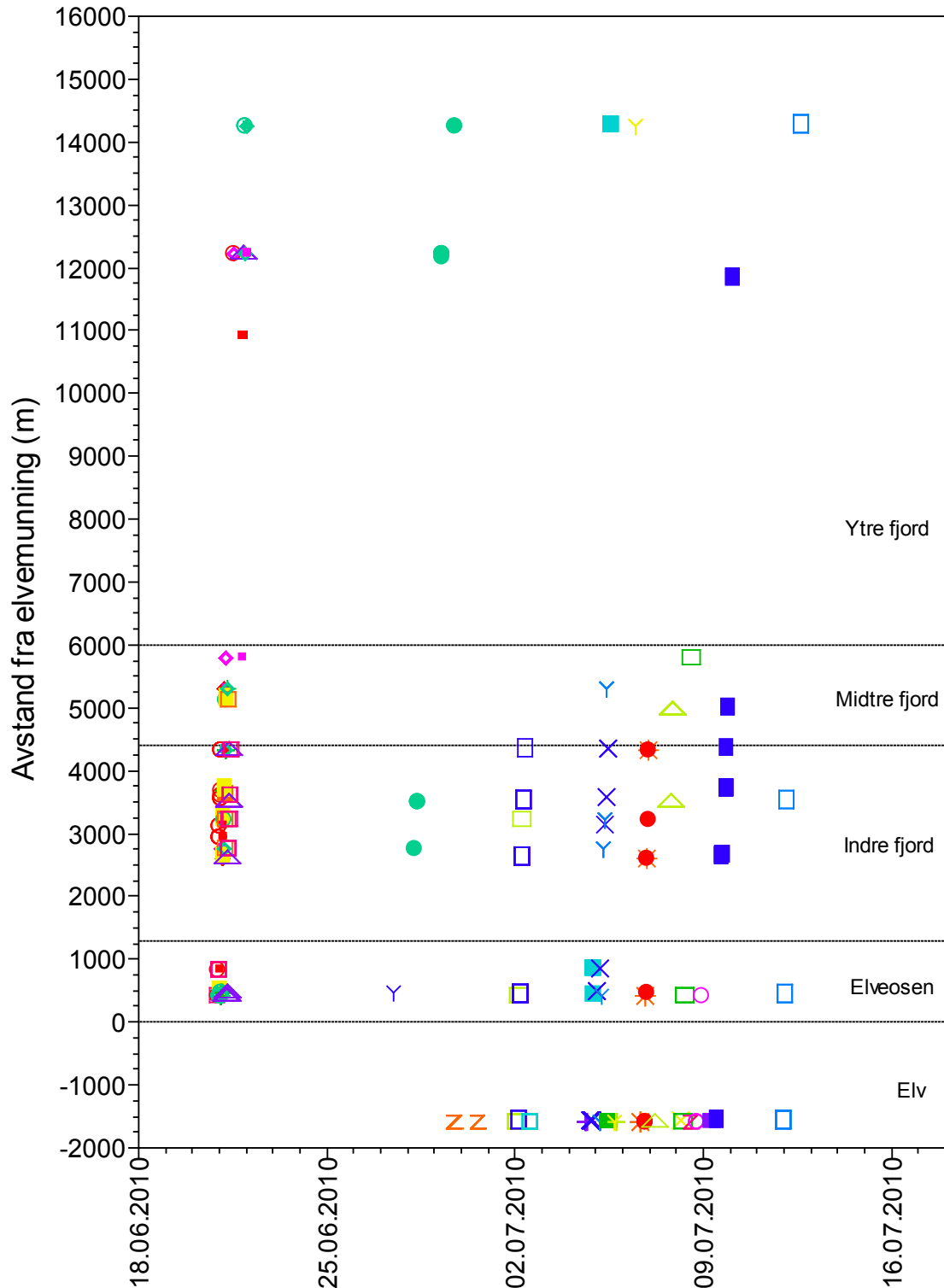


**Figur 17.** Tid på døgnet for registrering av akustisk merket laksesmolt i Repparfjordelva.

Av de 16 laksesmolten som ble registrert i Brukulpen (det er flere fisk som har passert dette området uten å bli registrert), ble kun en fisk registrert mellom klokken 0700 og 1900. 15 fisk ble registrert mellom 2000-0400 og 10 fisk mellom 2200 og 0100. Utvandring på den mørkeste tiden av døgnet er også tilfelle for laksesmolten i Kvalsundelva. Her ble 7 av 8 laksesmolt registrert mellom klokken 1800-2400. Disse resultatene er i tråd med resultater fra andre studier som rapporterer at smolten hovedsakelig vandrer på den mørkeste tiden av døgnet (Ruggles, 1980; Jonsson, 1991; Hansen, 1993; Aarestrup m.fl., 1999; Moore m.fl., 2000; Urke m.fl., 2010b). Vandring på natt er trolig en tilpasning for å unngå predasjon.

I elver nord for Polarsirkelen er det vist at smoltutvandringen kan skje gjennom hele døgnet (Jonsson, 1991; McCormick m.fl., 1998.), da det her er midnattssol og dermed mindre forskjeller mellom natt og dag enn lenger sør (McCormick m.fl., 1998). Tilsvarende ble ikke observert for laksesmolten fra Repparfjordelva i 2010.

#### 4.1.6 Vandringsfart og oppholdstid i Repparfjorden for laksesmolt



**Figur 18.** Registrering av laksesmolt fra Repparfjordelva i forhold til avstand fra elvemunning (elveosen) og tid for registrering i ulike soner utover i Repparfjorden jf **Figur 11**. Hver fisk har ulikt symbol. Smolt som vandret på første utvandringstopp rundt 20-21. juni er ikke registrert i elv da høy vannføring har ført til reduserte akustiske mottakerforhold for bøya i Brukulpen, disse fiskene har da sine første registreringer i elveosen.

Etter utvandring til sjø forflytter all laksemolt seg raskt utover i fjorden og ingen fisk blir igjen i elvmunningen/elveosen (**Figur 18**).

**Figur 18** viser videre at ingen laksemolt blir registrert av bøyenetteverket etter 12. juli. Manuelle peilinger gjennomført i perioden juli til september bekrefter også dette (John Birger Ulvund, pers. medd). Om større laksefisk eller marin fisk stod for predasjon av smolt i Repparfjorden, skulle en forvente at signal fra spiste laks ble registrert i fjordsystemet over lengre tid. Dette er ikke tilfelle. Dette kan tyde på at predasjonstrykket fra vannlevende predatorer på utvandrende smolt i munningsområdet er lavt.

De fleste studier benytter akustisk telemetri med lyttebøynettverk/transekt som registrerer tidspunktet når fisken passerer, og fiskens svømmefart blir estimert ut fra tidsdifferansen mellom registreringer på ulike geografiske punkt med kjent avstand. Dette blir da et uttrykk for netto fart. Mer detaljerte studier har vist at fisken svømmer i alle himmelretninger, men med en dominerende retning fra elvemunningen, slik at den faktiske svømmehastigheten er langt høyere enn det som blir registrert som netto fart (Thorstad m.fl., 2007; Hedger m.fl., 2008). Generelt er vandringshastigheten for laksemolt høy ut av kystnære farvann (Finstad m.fl., 2005; Thorstad m.fl., 2007; Urke m.fl., submitted), men en del arbeider har også vist at smolten kan tilbringe lengre perioder i elvedelta og fjorder (Lacroix m.fl., 2004; Hedger m.fl., 2008).

Estimert vandringsfart til laksemolt fra Repparfjordelva er vist i **Tabell 6**. Gjennomsnittlig vandringsfart til laksemolt fra Repparfjordelva er på 2,1 kroppslengder/sekund (kl/sek) (**Tabell 6**). Dette er høyt sammenliknet med andre studier som er gjennomført i norske fjordsystem særlig om en benytter kroppslengde pr sekund som måleenhet (Thorstad m.fl., 2007; Plantalech Manel-la m.fl., 2011). Villaksen fra Repparfjorden svømmer for eksempel hurtigere enn klekkerifisk i Hardangerfjorden (0,4-1,1kl/sek, Plantalech Manel-La m.fl., 2011), villaks i Romsdalsfjorden (0,4-0,7 kl/sek, Thorstad m.fl., 2007) og i Førdefjorden (1,2 kl/sek, Bremset m.fl., 2009).

Ved en vandringsfart på 0,8 km/t så bruker laksemolten i gjennomsnitt 16,2 timer før den er ute av Repparfjorden. Dette indikerer at laksemolten ikke bruker Repparfjorden som et oppvekstområde i flere dager etter utvandring til marint miljø. Laksemolten forflytter seg derimot raskt utover mot kysten.

**Tabell 6.** Estimert vandringsfart til laksesmolt fra Repparfjordelva. 28 fisk ble registrert på flere bøyetransektorer, og danner dermed grunnlaget for estimert vandringsfart. Vandringsfart er oppgitt i km/t og som kroppslengder (kl) pr sekund.

Fisk nr	Antall registreringer	Vandringsfart (km/t)	Vandringsfart (kl/s)
101	4	0,6	1,5
102	4	0,8	2,1
103	5	0,5	1,3
104	2	1,0	2,3
105	5	0,9	2,2
107	4	1,3	3,6
111	2	0,5	1,2
114	1	0,1	0,3
119	1	0,4	0,9
121	2	0,9	2,3
124	4	1,0	2,6
132	4	1,5	4,0
136	5	0,7	1,7
138	6	0,8	2,0
144	4	0,8	2,2
145	2	0,5	1,4
147	4	1,1	2,8
149	5	0,8	2,2
151	2	0,8	2,3
152	4	0,8	2,0
153	3	1,1	3,1
155	3	0,2	0,6
159	4	0,8	2,3
160	2	1,1	3,3
161	5	0,7	1,9
178	5	0,8	1,8
179	3	0,8	1,9
185	3	0,8	2,1
<b>Gjennomsnitt</b>		<b>0,8</b>	<b>2,1</b>
<b>Standard avvik</b>		<b>0,3</b>	<b>0,8</b>

Laksesmolten fra Repparfjordelva ser ut til å ha en ganske stø kurs utover fjorden da mesteparten av registreringene blir gjort på de to-tre nordligste bøylene i hver sone, hele strekningen ut til Sammelsundet. En stø kurs sammen med en fjordtopografi uten store sidegreiner og gunstige strømforhold kan som en mulighet forklare den høye vandringsfarten. Dette betyr også at det er få registreringer av laksesmolt på de sørlige bøylene i hver sone.

Det er noen få undersøkelser som er gjennomført for å se på dette med tidsperioden smolten oppholder seg i fjorden før den vandrer ut i havet. Disse undersøkelsene viser at smolten oppholder seg i fjorden fra kun noen timer og opp til 14 dager etter at den har vandret ut av elva (Hvidsten & Hansen, 1998; Rikardsen m.fl., 2004; Gudjonsson m.fl., 2005; Knudsen m.fl., 2005; Svenning m.fl., 2005; Davidsen m.fl., 2009). Akustisk merket smolt fra Altavassdraget, oppholder seg i Altafjorden fra 11 timer til 7 dager før de vandrer ut i havet (Davidsen m.fl., 2009) En undersøkelse fra Tanafjorden antyder at smolten oppholder seg en til 2 uker i fjordsystemet før de vandrer videre ut i havet (Svenning m.fl., 2005).

**Tabell 7** viser estimert oppholdstid for laksesmolten i ulike soner i Repparfjorden.

**Tabell 7.** Estimert oppholdstid i ulike soner i Repparfjorden for laksemolt fra Repparfjordelva (gjennomsnitt og SD). Soneinndeling jf. **Figur 11**.

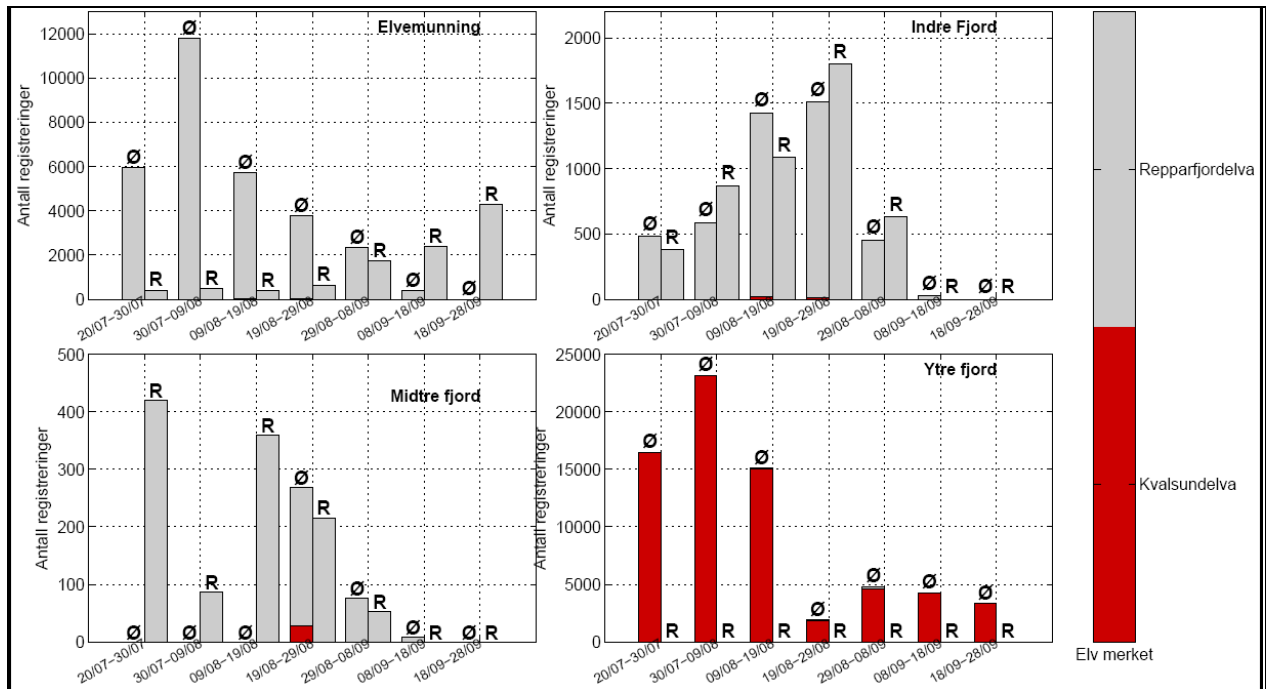
Område	Tid
Elvemunning til Indre fjord	2,44 +- 1,78 timer
Indre fjord til Midtre fjord	1,7 +- 0,62 timer
Midtre fjord til Ytre fjord	11,6 +- 5,6 timer

Selv om det i sjøfasen er dokumentert stor variasjon i vandringsfart for utvandrende laksesmolt, ser det ut til at vandringsdypet generelt synes å ligge i de øvste tre meterne av vannsøylen gjennom døgnet (Moore m.fl., 2000; Lacroix m.fl., 2004; Davidsen m.fl., 2008). Vandringsdyp på utvandrende laksesmolt er ikke kartlagt i dette studiet, da fiskemerker som gir informasjon om dyp krever at fisken er betydelig større enn vill laksesmolt fra Repparfjordelva.

Kombinasjonen av å ha merket et lite antall fisk, relativt liten rekkevidde på signalet og store avstander mellom lyttebøyene i "Ytre fjord" gjør sitt til at en ikke kan forvente mange registreringer i denne delen av studieområdet. Likevel er det i "Ytre fjord" registrert totalt 13 av totalt 28 laksemolt fra Repparfjordelva som er registrert i sjø (**Figur 18**). Disse deteksjonene i ytre del kan derfor gi et minimumsestimat på overlevelse i området innenfor, men det vil være knyttet stor usikkerhet til slike estimat basert på et så lite antall individer. Ved å se på antallet fisk registrert i ulike områder, kan en estimere at minimum 55 % av laksesmolten overlever de første 13- 15 kilometerne ut av Repparfjorden. Det reelle talet er trolig høyere, da en må regne med at fisk kan passere uten å bli registrert i bøynettverket.

Laksemolten fra Kvalsundelva er ikke registrert på bøyer innover i Repparfjorden. Disse laksesmoltene er kun registrert på bøyer i "Ytre fjord", blant annet på de bøylene som er lokalisert i Sammelsundet. Dette indikerer at Kvalsundsmolten vandrer ut i det nordlige løpet. Også laks fra Repparfjordelva er registrert på de nordlige bøylene i denne sonen.

#### 4.1.7 Vandringsmønsteret til aure og røye med ID merker



**Figur 19.** Oversikt over registreringer i ulike soner (elvemunning, indre fjord, midtre fjord og ytre fjord) for aure (Ø) og røye merket med ID merker (smolttag). Her inngår fisk merket som presmolt i elva (20. mai -10. juni) og som post-smolt i sjø (20. og 21. juli).

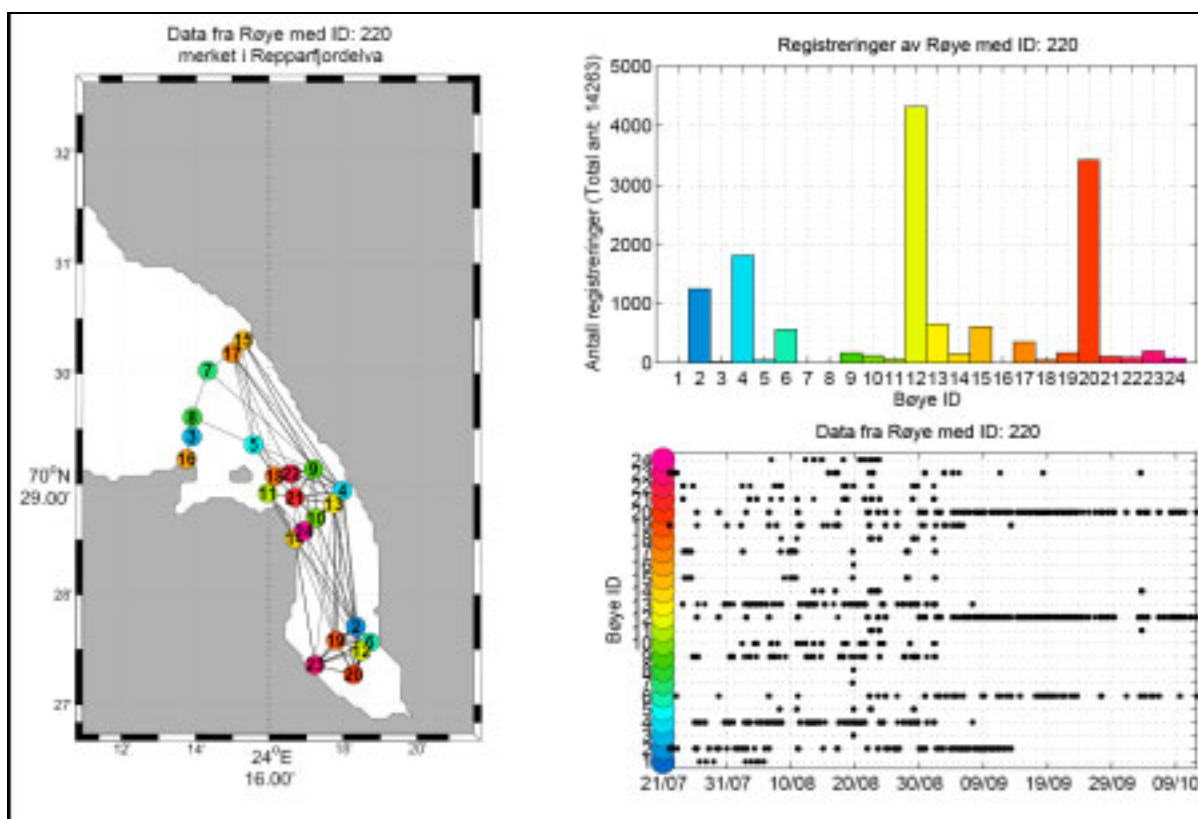
Av den merka fisken så er det gjennom hele perioden klart flest registreringer i elvemunningen, fulgt av indre fjord. I midtre fjord domineres registreringene tidlig i perioden av røye, med større innslag av aure i august. En større andel av registreringene i indre fjord utgjøres av røye mot slutten av perioden, da en god del av auren allerede har vandret på elva. I ytre fjord domineres registreringene totalt av aure fra Kvalsundelva, og registreringene forekommer i all hovedsak i bøyene nær elvemunningen av Kvalsundelva.

Av de merkede aurene fra Brennsnes er det en fisk som er registrert på bøyer i Ytre Fjord ellers er det flest registreringer av aure i elvemunningen og i Indre fjord

Vandringsmønsteret til røye med ID 220 er vist i **Figur 20**. Denne fisken ser ut til å bruke store deler av Repparfjorden til sitt næringssøk. Det at det ikke er registreringer av denne fisken utenfor midtre fjord skyldes trolig lav oppløsning av lyttebøyer videre vestover. Ved manuelle peilinger har en også fanget opp denne fisken på flere andre lokaliteter i planområdet (Ulvund, pers. med).

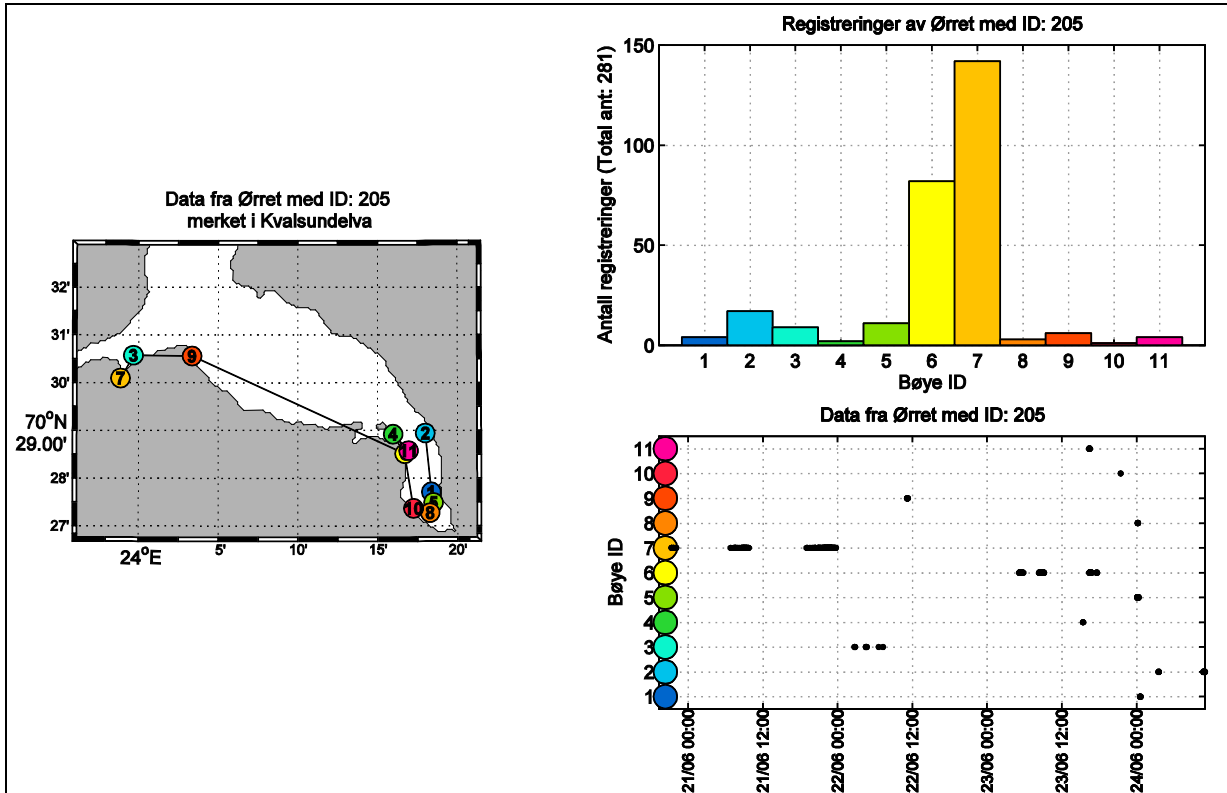
ID 220 har likevel flest treff på tre bøyer som alle er i indre fjord (2, 4, 12, 20). Den ser ut til å ha et vandringsmønster som går i en smal korridor mellom bøyene 2, 4, 12 og 20, basert på antall registreringer





**Figur 20.** Eksempler på registrering av ei røye merket med ID tag, vandringer i perioden 21.7-9.10. 2010. Fisken ble merket 1 km fra utløpet av Repparfjordelva ved Brennsnes (mellom bøye 2 og 6)..

**Figur 21** viser registreringer av en auresmolt som ble merket i øvre del av Kvalsundelva 10. juni 2010. etter utvandring til marint miljø står den lenge i munningsområdet av Kvalsundelva før den i løpet av en uke i august vandrer innover Repparfjorden og blir sist registret i "Indre Fjord" 22. august. Dette indikerer at Repparfjorden blir brukt av aure fra Kvalsundelva.

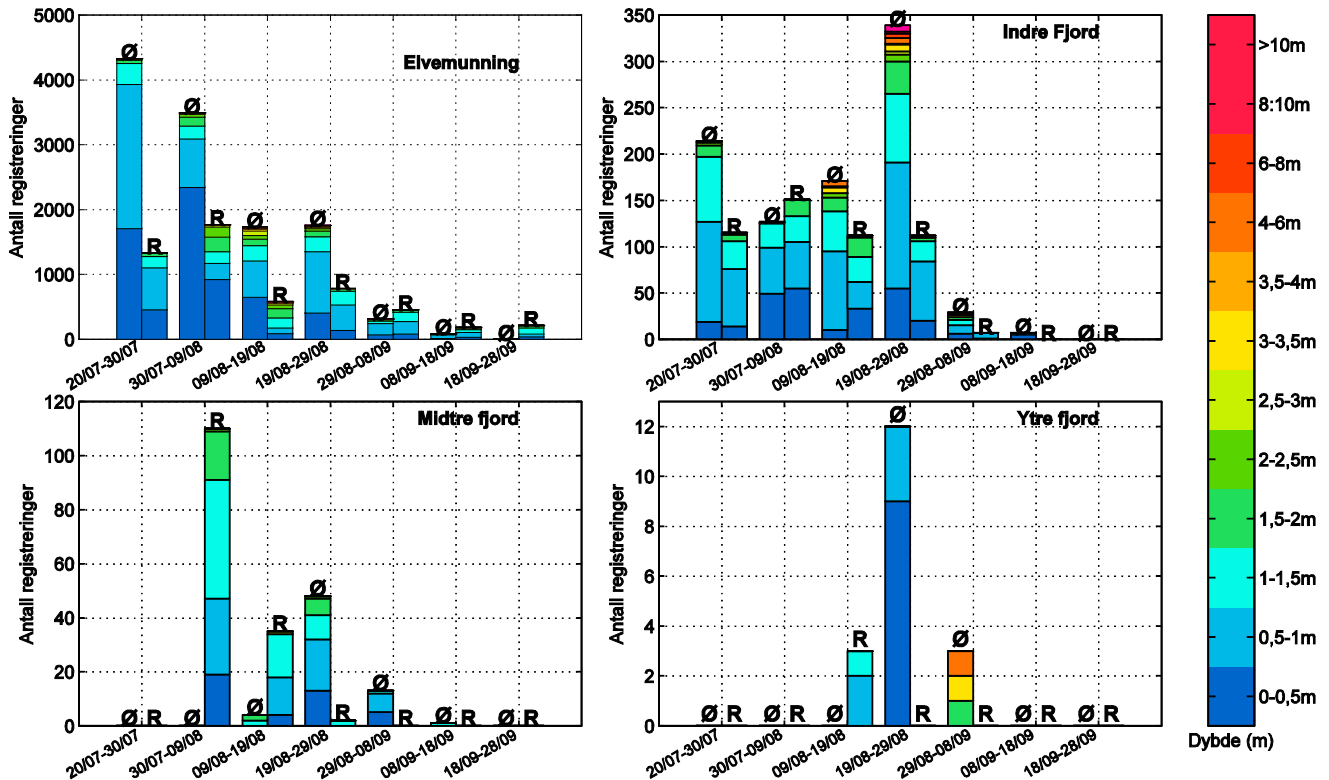


**Figur 21.** Registrering av en aure merket med ID tag 205 i 2010. Auren ble merket i øvre del av Kvalsundelva.

En viser til vedlegg I for flere detaljer om enkeltfisk med ID merker.

#### 4.1.8 Dybdefordeling i ulike soner for større fisk merket 20.-21. juli

Figur 22 viser dybdefordelingen for ørret (Ø) og røye (R) merket ved Brennsnes i Repparfjorden fra 20. juli til slutten av september.

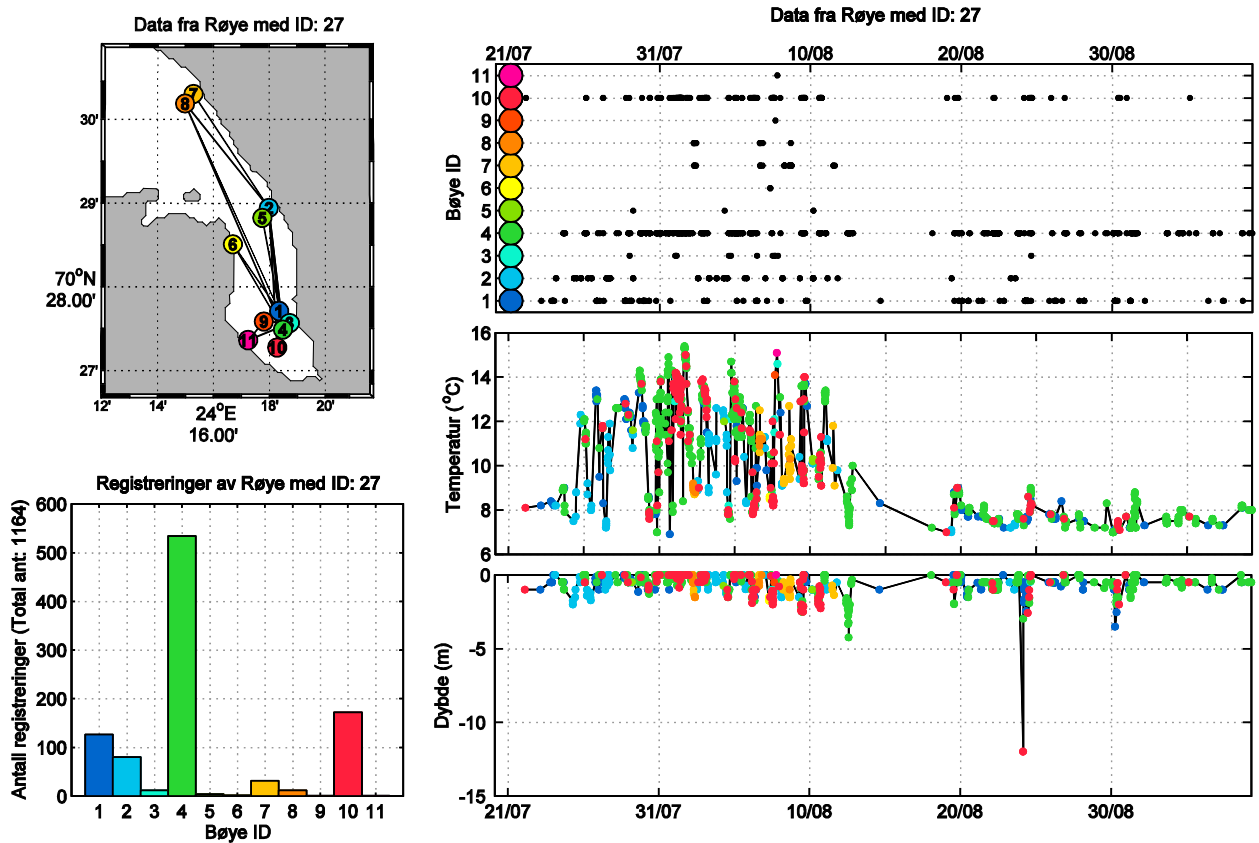


Figur 22. Antall registreringer av aure (Ø) og røye (R) merket med dybdemerker i de ulike delene av fjorden i ulike tidsrom. Fargeinndelingen til søylene sier noe om fordeling i ulike dybdeintervall.

Dybdefordelingen viser klart at fisken bruker de to øverste meterne av vannsøylen uavhengig om de er i elvemunningen eller lenger ute i fjorden. Som for fisk merket med ID merke, er det klart størst antall registreringer i elvemunning og indre fjord. Mønsteret for aure og røye ser i all hovedsak likt ut. Individuer fra begge arter er registrert på dyp > 2 meter, men da kun som enkeltvis registreringer og aldri over lengre tidsperioder.

To av aurene (ID 17 og ID 33) som ble merka med dybdesendere er registrert som oppfisket (6. og 1. august) i Hestkulpen nederst i Repparfjordelva.

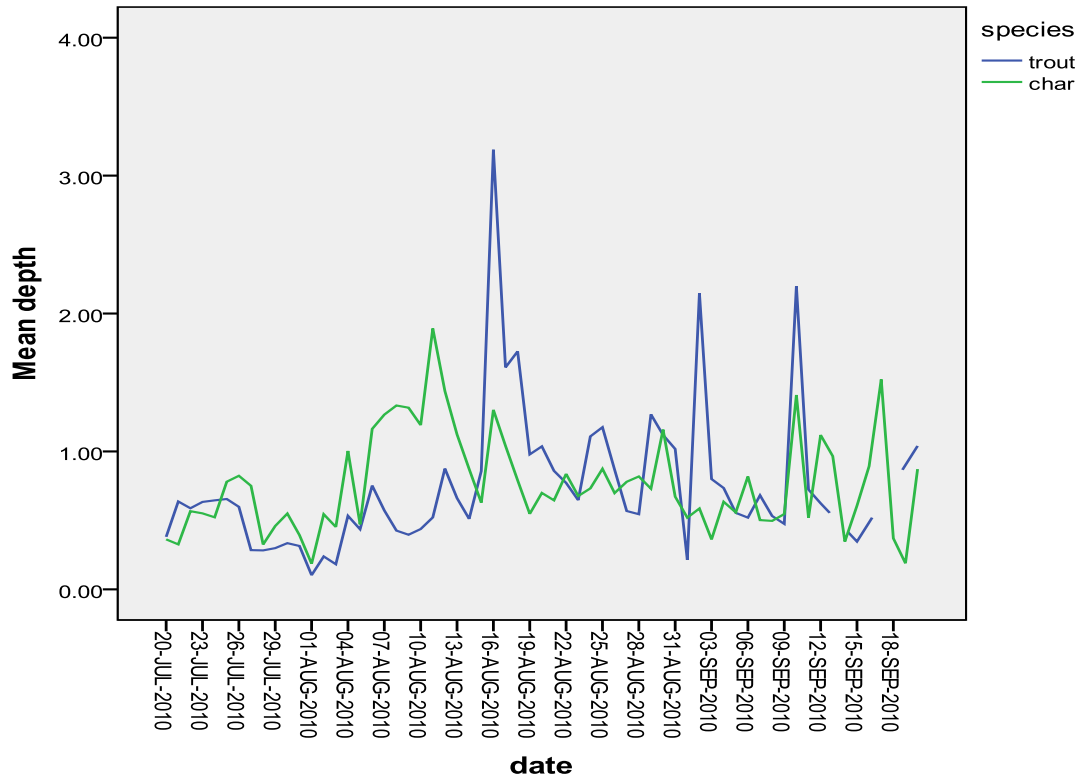
Figur 23 illustrerer dybde og posisjonsdata fra merket røye (ID 27). Flest registreringer er i elvemunning og indre fjord, mens østsida av fjorden benyttes lengre utover. Størstedelen av registreringene er på dybder < 3 meter, mens noen dypere registreringer kan ses sporadisk.



**Figur 23.** Registreringer fra ei røye merka med Dybde tag ID 27 i 2010. Røya ble merket på Brennsnes ved Repparfjordelva.

En viser til vedlegg H for flere detaljer om enkeltfisker med dybde merker.

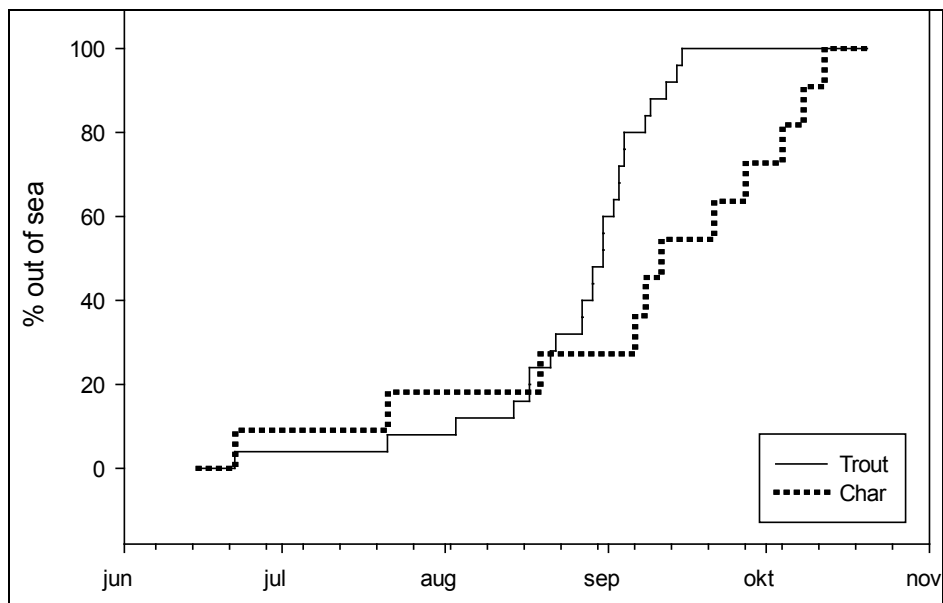
**Figur 24** viser gjennomsnittlige dybderegistreringer (mean depth) for aure og røye med dybde og temperaturmerker i Repparfjorden fra 20. juli til 20. september (Ulvund 2011).



**Figur 24.** Gjennomsnittlig dybderegistreringer (mean depth) for aure (trout) og røye (char) med dybde og temperaturmerker i Repparfjorden fra 20. juli til 20. september (kilde Ulvund 2011)

#### 4.1.9 Oppholdstid i sjø for aure og røye

**Figur 25** viser estimert kumulativ oppvandringskurve for aure og røye basert på siste registrering av fisken i sjø. Den siste auren ble registrert 20. september i sjø, mens merket røye fortsatt var i sjøen ved opptak av lyttebøyene 15. oktober.



**Figur 25.** Estimert kumulativ oppvandringskurve for aure og røye merket ved Brennsnes basert på siste registrering av fisken i sjø (Kilde: Ulvund 2011).

#### **4.1.10 Oppsummering marin atferd laksefisk**

Laksesmolten fra Repparfjordelva vandret ut i perioden fra 20. juni til 11. juli sesongen 2010. Den bruker kort tid i elvemunningen og er ute av fjorden i løpet av 16 timer i gjennomsnitt.

Det er ikke registrert at laksesmolt fra Kvalsundelva vandrer innover Repparfjorden, derimot vandrer en del auresmolt fra Kvalsundelva innover til Repparfjorden i august måned, og bruker fjorden som oppvekstområde.

For aure og røye som ble merket i Repparfjorden 20. og 21. juli så viser disse et vandringsmønster gjennomgående preget av lange og til dels permanent opphold i indre deler av fjorden. En god del av individene ble sporadisk registrert i ytre deler av fjorden, men da i kortere tidsrom. Resultatene viser at merket aure og røye bruker Repparfjorden som oppvekstområde i store deler av den marine fasen av sin livssyklus.

Av individer av aure og røye merket med dybdesensorer, viste all fisk hovedsakelig opphold på dybder < 2 meter. Sporadiske dykk til dypere vannmasser ble registrert hos majoriteten av fiskene, men kun som enkeltregistreringer. Resultatene tyder derfor på at aure og røyepopulasjonene i Repparfjorden i all hovedsak benytter de øverste 2 meter av vannsøylen som sitt marine habitat på ettersommeren. Utover sesongen vandret de fleste fiskene opp i elvene, der den siste auren ble registrert 20. september i sjø, mens merket røye fortsatt var i sjøen ved opptak av lyttebøyer 15. oktober.

## 4.2 Diettsammensetning og tungmetaller i muskel og lever på aure

Av fiskematerialet som ble innsamlet ved hjelp av kastenot ved Brennsnes utenfor elvemunningen av Repparfjordelva 21.juli 2010, ble 10 aurer undersøkt med hensyn til aldersfordeling, kvalitet, kjønn-/stadium, næringsvalg og analyser av tungmetaller i muskel og lever.

All fisk var i lengdeintervallet 184-238 mm, med alder 2-5 år. All fisk var postsmolt i sitt første leveår i sjøen, og mesteparten av fisken var 4 år. Ett individ, med alder 2 år, var fettfinneklipt og hadde trolig opphav fra settefisk-/oppdrett. Alle var umodne (gjellfisk) med gonadestadium 1. Fisken var i godt hold, med gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 1,09, noe som indikerer god næringstilgang og gode vekstvilkår.

Mageprøver ble undersøkt for å gi et øyeblikksbilde av diettsammensetning hos fisken. Et sammendrag av resultatene er tatt med her og en viser ellers til detaljer i Vedlegg F. Det var svært liten variasjon i magesammensetningen hos den undersøkte sjøauren som hadde mageinnhold. All sjøaure med mageinnhold hadde spist fiskeyngel i størrelse 4-6 cm, og denne byttedyrategorien utgjorde over 99 % av den gjennomsnittlig magefyllingen i volumprosent (**Tabell 8**). De undersøkte sjøaurene hadde fra 1 til 4 individer av denne fiskeyngelen i magesekken, som ikke var mulig å bestemme videre til art eller slekt. Yngelen var imidlertid av marint opphav. En sjøaure hadde i tillegg spist ett enkeltindivid av tangloppe, trolig i slekten *Gammarus*.

**Tabell 8.** Mageinnhold hos sjøaure (n=8) i Repparfjorden i juli 2010, angitt som gjennomsnittlig volumprosent av byttedyrkategoriene.

Sjøaure Repparfjorden (N=8)	Volumprosent
Fiskeyngel	99,375
Tanglopper ( <i>Gammaridae</i> )	0,625
<b>Sum</b>	<b>100</b>

### Tungmetaller i lever og muskel

Innhold av metaller i henholdsvis muskel (n=10) og lever (n=6) fra aurer innfanget i Repparfjorden ble analysert etter akkreditert metode (ICP-MS, E 8-3) ved NIVAs laboratorium (vedlegg B). Leververdier fra en fisk ble ekskludert i beregningene grunnet mistanke om prøvekontaminering (prøve L2). For Kadmium (Cd) var gjennomsnittsverdien ( $\pm$  SD) i lever  $0,056 \pm 0,014$   $\mu\text{g/g}$  våtvekt (vv). Verdiene i muskel var under deteksjonsgrense ( $< 0,001$   $\mu\text{g/g}$  vv). For kobber var leverkonsentrasjonen  $37,4 \pm 23,6$   $\mu\text{g/g}$  vv, mens muskelkonsentrasjonen var  $0,28 \pm 0,02$ . Verdiene for bly (Pb) var under eller på deteksjonsgrense for analyser av både lever og muskel ( $< 0,02$   $\mu\text{g/g}$  vv). For Sink var verdiene i lever og muskel hhv.  $46,7 \pm 3,8$  og  $5,8 \pm 0,9$   $\mu\text{g/g}$  vv.

Om en sammenligner de målte verdiene med bakgrunnsverdier gjengitt i Grande (1987) for aure i ferskvann fra Skandinavia og Nord-Amerika, samt nyere analyser fra gruvepåvirkede lokaliteter i Norge (**Tabell 9**) fremgår det at nivåene representerer normale bakgrunnsnivåer.

**Tabell 9.** Målte metallverdier i muskel og lever av aure fra Repparfjorden sommeren 2010. Bakgrunnsnivåer og nivåer fra gruvepåvirkede lokaliteter er inkludert som sammenligningsgrunnlag.

Metall	vev	Bakgrunnsnivåer		Gruvepåvirkede lokaliteter	
		Repparfjorden	Grande, 1987	Iversen et al, 2009	Kristensen, 2009
Cd (µg/g vv)	Lever	0.036-0.072	0.03-0.3		3.0-5.0
	Muskel	<0.001	0.002-0.01	0.0015-0.006	0.003-0.005
Cu(µg/g vv)	Lever	8.7-63.2	1,0-40		250-450
	Muskel	0.24-0.30	0.1-0.8	0.20-0.50	0.15-0.25
Pb(µg/g vv)	Lever	<0.02	0.02-0.2		0.07-0.18
	Muskel	<0.02	0.002-0.1?	<0.02	<0.02
Zn(µg/g vv)	Lever	41-52	20-80		48-72
	Muskel	4.6-7.4	1.0-10	4.0-8.0	3.0-4.0

Kobber akkumulerer i liten grad over bakgrunnsnivåer i muskel hos fisk, noe som kan skyldes at kobber er et essensielt sporstoff hvis nivå reguleres av spesialiserte enzymesystemer i kroppen. Observert gifteffekt på fisk tilskrives i første rekke akkumulering på gjeller med påfølgende hemming av gassutveksling og saltbalanse, det siste trolig gjennom spesifikk hemming av enzymer som er sentrale i opptak/utskillelse av monovalente ioner (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>) over gjellene.

### 4.3 Toksisitetsmodellering- vannkvalitet og metaller

Laksefisk i Repparfjorden vil oppholde seg i vannkvaliteter med ulik salinitet og det er derfor gjort beregninger på toksisitetspotensiale for avgangen både for ferskvann og sjøvann med ulike gradienter i salinitet. Vannkjemi fra Repparfjordelva er benyttet som ferskvannskilde da det er dette vassdraget som bidrar til mesteparten av ferskvannstilførselen til indre del av Repparfjorden.

#### 4.3.1 Ferskvann

Det er innsamlet og analysert vannprøver fra Repparfjordelva hver måned siden mai til oktober (**Tabell 10**). Disse er brukt som input BLM modellering (Niyogi & Wood, 2004, Arnold m. fl., 2005).

Vannkvalitet i elver vil være knyttet til en rekke forhold som inkluderer geologi i nedslagsfeltet (påvirker kjemisk sammensetning og forvittringsrate), nedbør og nedbørsintensitet (påvirker kjemisk forvitring og fortykning), klimasone (snø om vinteren, snøsmelting om våren), temperatur (forvittringsrate), grad av eksponering i forhold til sjøsalter (bidrag til ioner), grad av lokal forurensing (industri, landbruk, renseanlegg) og langtransporterte luftforurensinger (sur nedbør og ulike persistente organiske mikroforurensninger) (Skjelkvåle m.fl., 2007).

De enkelte elvene kan naturlig ha en vannkjemi som spenner fra å være ionerike med høy alkalinitet (ofte lavlandselver i landbruksområder) til å være ionefattige og ha lav alkalinitet (ofte elver som drenerer fjell- og heiområder). Foruten dette vil vannkvalitet variere med innholdet av TOC (total organisk karbon), hvor vannfargen kan spenne fra å være klar blå til dyp brun. Vannfarge vil ofte avhenge av vegetasjonssammensetning, jordsmonn og mengde myr innenfor vassdraget. Denne variasjonen i kjemiske sammensetning mellom vassdrag har betydning for hvor kraftig en gitt konsentrasjon av en forurensing kan ramme fisk. For de fleste metaller vil en høy kalsium (Ca) og magnesium (Mg) konsentrasjon (normalt høy alkalinitet) redusere den biologiske responsen på eksponering for et stoff. Giftighet kan dermed oppfattes som redusert; alternativt kan responsen bli kraftigere i de mer ionefattige vassdragene i Norge.

Giftighet til metaller vil variere med blant annet pH og TOC. TOC vil binde metaller og dermed redusere deres giftighet til tross for at total konsentrasjonen av metallet kan være høy. Dette skyldes at ikke alle former av metallet er giftig og gjør måling at totalkonsentrasjon lite egnet til fastsettelse av vannkvalitet (Burns m.fl., 2008). I USA er derfor giftighet til metaller knyttet til den frie fraksjonen og ikke til totalkonsentrasjon som i Norge. Foruten å binde metallioner kan TOC også være en kilde til



giftige frie metallioner som kan frigjøres hvis pH avtar eller ionestyrke øker. Giftighet til metaller varierer således med andre fysiske og kjemiske faktorer i vann.

Giftighet til en forurensing vil foruten å variere med generelle vannkjemiske faktorer også variere med konsentrasjon og eksponeringsvarighet (dosen), og biologisk respons avhenger også av hvilket livsstadium som eksponeres. For laks er smolt det mest følsomme livsstadiet for mange forurensinger. Det at giftighet vil variere med generell vannkemi er delvis tatt hensyn til i Vannforskriften ved at det her blant annet settes grenser knyttet til TOC samt kalsiumklasser hvor disse igjen er gjort avhengig av høyderegioner samt vassdragsstørrelse (se veileder 1 og 2 fra Direktoratgruppen for vanddirektivet; <http://www.vannportalen.no>).

Laks forvaltes etter gytebestandsmål (GBM). For å oppnå dette målet skal et vassdrag både produsere tilstrekkelig mengde laksesmolt og smolten skal ha en normal overlevelse fra den forlater elva og fram til gyting. Dette innebærer at vannkemi i ferskvann verken skal påvirke overlevelse fra gyting til smolten utvandrer (smoltproduksjon) eller påvirke egenskaper som reduserer sannsynlighet for overlevelse i saltvann (smoltkvalitet).

**Tabell 10.** Vannkjemiske analyser av Repparfjordelva fra mai til oktober 2010. Viser til Analyserapporter i vedlegg A.

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	Metode	2010.5.10	2010.6.14	2010.07.20	2010.8.1 1	2010.9.15	2010.10.25
1-4	Surhetsgrad	pH	A	7,33	7,18	7,36	7,22	7,26	7,14
2-3	Konduktivitet	mS/m	A	6,45	3,22	3,98	4,19	4,56	4,63
1	Alkalitet	mmol/l	C	0,296	0,167	0,228	0,057	0,272	0,241
4-3	Klorid	mg/l	C	8,74	4,03	3,91	3,62	4,53	5,42
4-3	Sulfat	mg/l	C	2,23	1,32	1,38	1,37	1,55	2,13
4-2	Karbon, organisk filt	mg C/l	G	2,2	1,5	2,4	2,1	2,4	2,0
4-3	Kalsium	mg/l	C	4,92	2,38	3,18	3,57	3,97	5,89
8-3	Kadmium	µg/l	E	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
8-3	Kobber	µg/l	E	0,470	0,413	0,666	0,492	0,562	0,769
4-3	Kalium	mg/l	C	0,83	0,42	0,46	0,46	0,57	0,51
4-3	Magnesium	mg/l	C	1,15	0,56	0,68	0,69	0,81	1,13
4-3	Natrium	mg/l	C	5,03	2,59	3,03	3,22	3,33	3,68
8-3	Nikkel	µg/l	E	0,27	0,32	0,30	0,32	0,28	0,34
8-3	Sink	µg/l	E	4,32	3,61	1,1	0,30	1,77	9,56

Biotisk Ligand Modell grenseverdier

Basert på den målte vannkjemien på de ulike tidspunktene (*Tabell 11*) ble BLM modellen brukt som risikovurderingsverktøy. Modellen baserer seg på vannkjemiske specieringsmodeller og data fra utførte toksisitetstester på utvalgte arter. På bakgrunn av dette predikeres metaldose som må til for å gi 50 % dødelighet i en forsøksgruppe av den aktuelle arten (LC50, dvs. 50% dødelighet). I dette tilfellet ble regnbueaure brukt som målart, og kobber som metall. Resultatene fra modellkjøring for å forutsi LC50 dosen, ga en kobberverdi som varierte mellom 12 og 20 µg/l, med et gjennomsnitt på 17 µg/l.

Modellen ble også kjørt med det amerikanske EPA sine kriterier for akutt giftighet for akvatiske organismer (EPA, 2007). Her er FAC (Final Acute Value), CMC (maksimum tillatt konsentrasjon, FAV/2), CCC (Kriteriet for høyest tillatte gjennomsnittskonsentrasjon, dvs kronisk eksponering, ACR=Acute Chronic ratio, EPA, 2007, tabell 2) og acute toxic units (målt Cu/CMC) gjengitt i *Tabell 11*.

**Tabell 11.** BLM modellkjøring med WQC (Water Quality Criteria) fra EPA (EPA, 2007) for Repparfjordelva sesongen 2010.

Site Label	Sample Label	Final Acute Value (FAV), ug/L	CMC (CMC=FAV/2), ug/L	CCC (CCC=FAV/ACR), ug/L	Cu ug/L	Acute Toxic Units (Acute TU=Cu/CMC)
Repparfjordelva	2010.05.10	13.3	6.6	4.1	0.47	0.07
Repparfjordelva	2010.06.14	7.8	3.9	2.4	0.41	0.11
Repparfjordelva	2010.07.20	15.8	7.9	4.9	0.66	0.08
Repparfjordelva	2010.08.11	11.3	5.6	3.5	0.49	0.09
Repparfjordelva	2010.09.15	13.4	6.7	4.2	0.52	0.08
Repparfjordelva	2010.10.25	8.9	4.5	2.8	0.77	0.17
<b>Gjennomsnitt:</b>		<b>11.7</b>	<b>5.9</b>	<b>3.6</b>	<b>0.55</b>	<b>0.10</b>
<b>SD:</b>		<b>3.0</b>	<b>1.5</b>	<b>0.9</b>	<b>0.13</b>	<b>0.04</b>

**Tabell 11** viser at en tidobling av nåværende Cu verdier må til for å nå kronisk toksiske grenser basert på EPA sitt klassifiseringssystem. WQC kalkulasjonene gir lavere grenseverdier enn når regnbueaure alene benyttes som måltart i LC50 beregninger. I det norske klassifiseringssystemet, vurderes årsmiddelkonsentrasjoner i vassdrag lavere enn 20 µg/l Cu som en totalverdi som ser ut til å ha liten skadeeffekt på fisk ([http://www.miljostatus.no/Tema/Hav-og-vann/Pavirkninger-pa-livet-i-vann/Miljogifter\\_vann/Miljogifter\\_ferskvann/Avrenning-fra-gruver/#A](http://www.miljostatus.no/Tema/Hav-og-vann/Pavirkninger-pa-livet-i-vann/Miljogifter_vann/Miljogifter_ferskvann/Avrenning-fra-gruver/#A)). Samtidig er kobberverdier over 6 µg/l likevel betegnet som "meget sterkt forurenset", etter Klima- og forurensningsdirektoratets klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Andersen m.fl., 1997). Klif har som målsetning at utslipp av kobber fra gruver skal reduseres, slik at kobberkonsentrasjonen ikke overstiger 10 µg/l i nærmeste vassdrag ([http://www.miljostatus.no/Tema/Hav-og-vann/Pavirkninger-pa-livet-i-vann/Miljogifter\\_vann/Miljogifter\\_ferskvann/Avrenning-fra-gruver/](http://www.miljostatus.no/Tema/Hav-og-vann/Pavirkninger-pa-livet-i-vann/Miljogifter_vann/Miljogifter_ferskvann/Avrenning-fra-gruver/)).

Pr i dag må konsentrasjonene i Repparfjordelva 10-20 dobles før denne målsettingen brytes, mens en 10-dobling vil resultere i at grenseverdien for EPAs klassifiseringssystem overskrides. Når det gjelder Atlantisk laks, og spesielt det sårbare smoltstadiet, viser forsøk utført i ionefattig vann 50 % dødelighet av smolten i ferskvann ved en total Cu-konsentrasjon på 8 µg/l (Kroglund, upublisert). I feltforsøk utført i gruveavrenningspåvirkede deler av Stjørdalsvassdrageta døde 90 % av fisken innen 48 timer ved en total Cu-konsentrasjon på ca 20 µg/l (Kristensen m.fl., 2009). Det er sannsynlig at for eksempel saltvannstoleranse hos smolten påvirkes ved betydelig lavere konsentrasjoner enn dette.

### 4.3.2 Sjøvann

Basert på beregnet tilførsel av løst kobber til vannmassen (Christensen m.fl., 2011b, tabell 1), målte vannkjemiske parametere (Christensen m.fl., 2011a), temperatur på prøvetakingstidspunktet og verdier for løste ioner i sjøvann korrigert for målt salinitet.

Modellen ble kjørt med det amerikanske EPA sine kriterier for akutt giftighet for akvatiske organismer (EPA, 2007). Her er FAC (Final Acute Value), CMC (maksimum tillatt konsentrasjon, FAV/2), CCC (Kriteriet for høyest tillatte gjennomsnittskonsentrasjon, dvs kronisk eksponering, ACR=Acute Chronic ratio, EPA, 2007, tabell 2) og acute toxic units (målt Cu/CMC) gjengitt i **Tabell 12**.

Som det fremgår av **Tabell 12**, er både akutte og kroniske grenseverdier for Cu langt over verdier som kan forventes løst i vannmassene under driftsperioden. Det må bemerkes at BLM modellen ikke pr dags dato er tilpasset sjøvann, slik at det vil være en usikkerhet knyttet til bruk av denne i marint miljø. Likevel virker ikke FAV verdiene fra modellkjøringene å være svært ulike LC50 verdier man finner hos marine fiskearter (Christensen m.fl., 2011a).

**Tabell 12.** BLM modellkjøring med WQC (Water Quality Criteria) fra EPA (EPA, 2007) for Repparfjorden basert på vannkjemiske analyser innhentet sesongen 2010. Alle analyser er også addert forventet gjennomsnittlig økning i CU konsentrasjon fra tilførsel av løst kobber i driftsperioden jf Christensen m.fl. 2011b.

Site Label	Sample Label	Final Acute Value (FAV), ug/L	CMC (CMC=FAV/2), ug/L	CCC (CCC=FAV/ACR), ug/L	Cu ug/L	Acute Toxic Units (Acute TU=Cu/CMC)
Stasjon 1, overflate	11.06.2010	359	179	111	0.22	0.0012
Stasjon 1, bunn	11.06.2010	445	222	138	0.40	0.0018
Stasjon 2, overflate	11.06.2010	454	227	141	0.47	0.0021
Stasjon 1, overflate	01.09.2010	463	232	144	0.25	0.0011
Stasjon 1, bunn	01.09.2010	463	232	144	0.35	0.0015
Stasjon 2, overflate	01.09.2010	486	243	151	0.24	0.001
Stasjon 2, bunn	01.09.2010	468	234	145	0.38	0.0016
Stasjon 1, overflate	10.10.2010	520	260	162	0.23	0.0009
Stasjon 1, bunn	10.10.2010	484	242	150	0.36	0.0015
Stasjon 2, overflate	10.10.2010	480	240	149	0.26	0.0011
Stasjon 2, bunn	10.10.2010	510	255	159	0.29	0.0012
Stasjon 1, overflate, økning ved drift	11.06.2010	359	179	111	0.30	0.0017
Stasjon 1, bunn, økning ved drift	11.06.2010	445	222	138	0.48	0.0021
Stasjon 2, overflate, økning ved drift	11.06.2010	454	227	141	0.55	0.0024
Stasjon 1, overflate, økning ved drift	01.09.2010	463	232	144	0.33	0.0014
Stasjon 1, bunn, økning ved drift	01.09.2010	463	232	144	0.43	0.0019
Stasjon 2, overflate, økning ved drift	01.09.2010	486	243	151	0.32	0.0013
Stasjon 2, bunn, økning ved drift	01.09.2010	468	234	145	0.46	0.002
Stasjon 1, overflate, økning ved drift	10.10.2010	520	260	162	0.31	0.0012
Stasjon 1, bunn, økning ved drift	10.10.2010	484	242	150	0.44	0.0018
Stasjon 2, overflate, økning ved drift	10.10.2010	480	240	149	0.34	0.0014
Stasjon 2, bunn, økning ved drift	10.10.2010	510	255	159	0.37	0.0015
<b>Gjennomsnitt, bakgrunnsverdier</b>		467	233	145	0.31	0.0014
<b>Gjennomsnitt, økning ved drift</b>		466	233	145	0.39	0.0017

## 5. Generell områdebeskrivelse

### 5.1 Repparfjorden

Repparfjorden er en relativt beskyttet fjord lokalisert på fastlandet innenfor Kvaløya i Finnmark (*Figur 1*). Fjorden har åpninger gjennom Kvalsundet mot sørvest og Sammelsundet mot nordøst. Fra Repparfjordbotn til åpningen mot Kvalsundet og Sammelsundet er det ca. 13 km. Dominerende vindretninger i Repparfjorden er inn (nordvestlig retning) eller ut fjorden (sørøstlig retning) (Christensen m.fl., 2009). Det er ut fra eksisterende sjøkart et terskeldyp på 80-85 meter i den ytre delen av fjorden og med et dypere basseng innenfor (120 meter).

Det er flere vassdrag med anadrom fisk som munner ut i denne fjorden, hvor Repparfjordelva er den klart største. Repparfjorden er utnevnt som en nasjonal laksefjord med Repparfjordelva som en nasjonalt laksevassdrag.

I elvemunningen av Repparfjordelva driver i dag selskapet Repparfjord Sand et grusuttak. På sørsida av elvemunningen av Repparfjordelva driver Halsvik Aggregates AS et grusverk.. Videre har Polar Gjenvinning AS etablert et mottaks- og behandlingsanlegg for offshoreavfall i de gamle produksjonslokalene til Folldal verk. Der er i tillegg flere aktive produksjonslokaliteter for matfisk av laks utenfor fjordsystemet.

### 5.2 Repparfjordelva

Repparfjordelva har status som nasjonalt laksevassdrag og har en meget god laksebestand samt noe sjøaure og sjørøye.

Repparfjordelva er i henhold til den offisielle laksestatistikken blant de 10-12 viktigste lakseelvene i Norge de senere årene med en fangst på mellom 6,7 – 9,7 tonn i perioden 2005 til 2009 (SSB).

Laksebestanden i Repparfjordelva er hovedsakelig smålaks, og gjennomsnittsvekten har ligget mellom 1,9 og 3,4 kg (bortsett fra 1982 hvor den var registrert til 6,6 kg). Det fanges noe sjøaure i Repparfjordelva, og fangststatistikken tyder på at dette fisket er økende i omfang. Høyeste registrerte fangst var i 2005 med 276 kg. Det er også noe sjørøye i vassdraget, med årsfangst opp til 120 kg (1986) (Johansen, 2008). I henhold til ny forskrift for laksefiske (19.2.2010) er sjørøya i Repparfjordelva totalfredet.

Repparfjordelva (Reieppuvuonjohka) har sine kilder i de flate vidde- og myrområdene mellom Altafjorden og Porsangerfjorden. Elva har utløp innerst i Repparfjorden. Det øvre partiet er preget av stilleflytende elvestrekninger, grunne vann og vide myrområder, inn mot grensen til Stabburselvas nedbørfelt og Stabbursdalen nasjonalpark i øst. Elva har lange stryk over grove løsmasser og grunne kulper. Dette gir svært gode forhold for laksen, og elva er en svært produktiv lakseelv. Fra samløpet mot Skaidijohka fra øst, ca 6 km før utløpet, dreier elva vestover og går gjennom et landskap preget av store elveterrasser, før den danner et fint delta i utløpet i Repparfjorden. E6 mellom Alta og Lakselv, og riksvei 94 ut til Hammerfest går langs vassdraget (Johansen, 2008).

Det er få større inngrep i vassdraget. Det inngrepet som har størst betydning er byggingen av fisketrappa i Áisaroaivifossen. Trappa stod ferdig høsten 1956 og den ble ombygd i 1985 og delvis lagt i tunnel (Johansen, 2008). Høsten 2010 har laksetrappa blitt utbedret, og det er installert nytt telleapparat i trappa.

Repparfjordelva forpakes av Vest-Finnmark Jeger- og fiskerforening (VJFF).

### 5.3 Kvalsundelva

Kvalsundelva renner i nordlig retning ut i Kvalsundet sør for Kvaløya (ved Kvalsund tettsted) i den ytre delen av Repparfjorden. Tilgjengelig elvestrekning for anadrom laksefisk er den drøyt 6 km lange Kvalsundelva (opp til Korsfossen), samt den 5 km lange Neverfjordelva opp til Neverfjordvatnene. Gjennomsnittsvakta på laksen ligger rundt 2 kg og bestanden av laks er dominert av smålaks, med en liten komponent av mellomlaks (Johansen, 2008).

Det foregår gyting på hele den tilgjengelige elvestrekningen. Fangststatistikken viser en positiv utvikling for laksen i vassdraget. På 1980- og 1990-tallet lå fangstene på 10-30 kg, mens på 2000-tallet har de vært oppe i 107 (2006) til 136 kg (2003). Det er en liten bestand av sjøaure i vassdraget, med årlige fangster rundt 5-20 kg. Fangstene av sjørøye er lave, det høyest registrerte er 14 kg fra 1997. (Johansen 2008).

Kvalsund Jeger og Fiskerforening forpakter Kvalsundelva (Johansen, 2008).

## 6. Konsekvensvurderinger

Denne utredningen tar for seg mulige konsekvenser av sjødeponi på anadrom laksefisk i Repparfjorden. Bestandene av laksefisk i området er i denne sammenhengen vurdert ut fra at de representerer et naturmiljø med egenverdi. Fokuset har ikke vært på disse bestandenes verdi som ressurs for mennesker. Verdien av anadrom laksefisk for mennesker behandles i delutredningen til Frilund & Simensen (2011).

I forhold til verdi, påvirkning og konsekvens har vi i det videre arbeidet delt opp laksebestanden fra henholdsvis Repparfjordelva og Kvalsundelva i utvandrende smolt, gytefisk og støinger da disse livsstadiene vil kunne opptre i Repparfjorden på ikke helt sammenfallende tidspunkt samt at oppholdstiden vil variere i større grad enn det som er tilfellet for aure og røye. Når det gjelder aure- og røyebestanden i de to elvene så har vi ikke skilt mellom de ulike livsstadiene som opptrer i marint miljø da disse har mer overlappende bruk av området i tid og rom.

Verdi, omfang og konsekvens er vurdert for alle aktuelle livsstadier. Til slutt er det under hver av de tre delene av utredningen gjort en oppsummering for anadrom laksefisk i sin helhet.

Et sjødeponi for gruveavgang i Repparfjorden vil påvirke marint miljø. Christensen m.fl., (2011b) har utført en utredning i forhold til følgende punkter fra Planprogrammet punkt 6.6:

- Alternative utslippslokaliteter og dyp (egnethet).
- Bunnareal som berøres (influensområde).
- Sedimentasjon og spredning av finstoff.
- Effekter av økt turbiditet i vannmasser under driftsfasen.
- Effekter av nedslamming på økosystemet (biologisk mangfold) både i dypområdene
- og i gruntområdene (fjæresonen).
- Effekter av utlekking av metaller fra avgang i sjøvann.
- Effekter ved bruk av kjemikalier – både akutte effekter og langtidseffekter.

En viser derfor til denne utredningen for detaljer omkring aktuelle punkt nevnt ovenfor.

Utredningene til Christensen m.fl., (2011a) og Christensen m.fl., (2011b), grunnlagsundersøkelser som beskrevet i kapittel 4, samt innhenting av relevant vitenskaplig og lokal dokumentasjon ligger til grunn for denne vurderingen.

Følgende alternativ er utredet:

- **Alternativ 1:** 0-alternativet Dagens situasjon uten gruvedrift jf kapittel 3.5
- **Alternativ 2:** Sjødeponi jf kapittel 1.3 og 3.6.1
- **Alternativ 3:** Uhellsscenario med utslipp av avgangsmasser i overflatelaget jf. Kapittel 3.6.2

## 6.1 Verdier

I denne fagrapporten om anadrom laksefisk vil følgende seks KU-relaterte verdier bli behandlet som naturmiljø:

- Laksebestanden i Repparfjordelva
- Aurebestanden i Repparfjordelva
- Røyebestanden i Repparfjordelva
- Laksebestanden i Kvalsundelva
- Aurebestanden i Kvalsundelva
- Røyebestanden i Kvalsundelva

En bruker heretter Repparfjordelva om hele Repparfjordvassdraget, dette inkluderer også sideelva Skaidi og alle tilhørende innsjøsystem. Det samme gjelder for Kvalsundelva.

Nasjonalt kategorisystem for sjøvandrende laksefisk ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)) søker å dele inn vassdragene i kategorier basert på graden av menneskeskapt negativ påvirkning. Kategoriplasseringen til et vassdrag er basert på en samlet vurdering av de forholdene som har betydning for bestandens eksistens og produksjon. DN arbeider med å oppdatere kategoriseringen som beskriver tilstanden for disse artene i vassdragene. Kategorisering av laksefiskbestandene i Repparfjordelva og Kvalsundelva er vist i **Tabell 13**

**Tabell 13.** Kategorisering av laksefiskbestandene i Repparfjordelva og Kvalsundelva (Anon. 2010 a,b Johansen, 2008).

Vassdrag	Kommune	Laks	Sjøaure	Sjørøye
Repparfjordelva	Kvalsund	5b	5a	5a
Kvalsundelva	Kvalsund	5a	5a	5a

**Kategori 5: Moderat eller lite påvirket bestand.** Vassdrag hvor bestanden er moderat eller lite utsatt for menneskeskapt påvirkning. To underkategorier:

**5a: Vassdrag med spesielt hensynskrevende bestand.** Dette er vassdrag hvor en moderat økning av påvirkningsfaktorene kan medføre plassering i lavere kategori. Disse bestandene tåler mindre enn andre, og alle små bestander skal anses spesielt hensynskrevende. Små i denne sammenhengen er bestander hvor antallet oppvandrende villfisk er under 500 individ.

**5b: Vassdrag med bestand som ikke anses ”spesielt hensynskrevende”.** Dette er gjerne større bestander. Store bestander kan imidlertid måtte plasseres i kategori 5a dersom vassdraget er moderat påvirket og en økning i påvirkningen kan medføre plassering i lavere kategori.

### 6.1.1 Laksebestanden i Repparfjordelva

For å gi våre viktigste laksebestander en særskilt beskyttelse har Stortinget opprettet 52 nasjonale laksevassdrag og 29 nasjonale laksefjorder. Laksebestandene som inngår i ordningen skal beskyttes mot inngrep og aktiviteter i vassdragene og i de nærliggende fjord- og kystområdene.

Repparfjorden er Nasjonal laksefjord og Repparfjordelva er nasjonal laksevassdrag. Den viktigste verneverdien i området er laksebestanden i Repparfjordelva. Laks fra Repparfjordelva vandrer gjennom planområdet som utvandrende smolt, innvandrende gytefisk og utvandrende støing. Disse gruppene vil kunne oppholde seg i fjordområdet både på like/ulike tidspunkt og over ulik tid, og vil dermed ha ulik sårbarhet i forhold til planlagte tiltak.

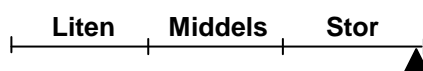


Repparfjordelva, sammen med Alta, innehar de to store laksebestandene i denne regionen. Det kan også tenkes at laks fra Altaelva og andre elver i regionen vil kunne oppholde seg i planområdet..

Laksebestanden i Repparfjordelva er i kategori *5b Moderat/lite påvirket - ikke hensynskrevende*. Vitenskaplig råd for lakseforvaltning (Anon, 2010b) viser til at laksebestanden i Repparfjordelva har gjennomsnittlig oppnåelse av gytebestandsmål siste fire år på 99 %. Videre er forvaltningsmålet nådd og beskatningen for laksen i Repparfjordelva fremstår som bærekraftig (Anon, 2010)b.

#### Konklusjon

Laksebestanden i Repparfjordelva er tillagt en spesielt høy nasjonal verdi og planområdet har en stor verdi for laks fra Repparfjordelva.



### 6.1.2 Aurebestanden i Repparfjordelva

Grunnlagsundersøkelsen fra 2010 bekrefter at både aure fra Repparfjordelva og Kvalsundelva bruker planområdet i store deler av sitt marine opphold. Aure fra Repparfjordelva bruker Repparfjorden både som oppvekst- og delvis som overvintringsområde (Rikardsen m. fl., 2002). Av de merkede aurene er det svært få som vandret ut av planområdet. Dette betyr at både første- og flergangsvandrere av aure oppholder seg i dette området.

Sjøauren er en viktig ressurs, og har de siste årene hatt en betydelig tilbakegang i de fleste områder, spesielt i Sør-Norge. Årsakene til denne reduksjonen kan være mange, men det er antatt at det meste av nedgangen er relatert til forhold i sjøen (DN, 2009). Lakselus, klimaendringer, matmangel og fiskesykdommer er noen av årsakene som har vært nevnt. Aurebestanden i Repparfjordelva, sett i forhold til innrapportert fangst har derimot vært stigende de siste årene. Bestanden i Repparfjordelva er kategorisert som *5a Moderat/lite påvirket bestand*. Vassdrag med spesielt hensynskrevende bestand. Repparfjorden er utvilsomt et viktig oppvekstområde for aure både fra Repparfjordelva og andre anadrome vassdrag i området. Planområdet dekker i tillegg hele Repparfjorden.

Vi vurderer planområdet som særdeles viktig da alle marine årsklasser av aure oppholder seg i planområdet, samt at planområdet dekker hele Repparfjorden.

#### Konklusjon

Planområdet vurderes til å ha stor verdi for aurebestanden fra Repparfjordvassdraget.



### 6.1.3 Røyebestanden i Repparfjordelva

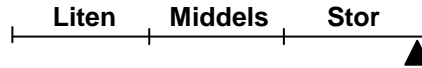
Sjørøya i Repparfjordelva er kategorisert som *5a Moderat/lite påvirket bestand*. Vassdrag med spesielt hensynskrevende bestand.

Røye fra Repparfjordvassdraget bruker Repparfjorden som oppvekstområde. Av de merkede røyene i grunnlagsundersøkelsen i 2010, er det svært få som vandrer ut av planområdet. Dette betyr at de fleste røyene oppholder seg i planområdet under hele sjøoppholdet, dette gjelder både for første- og flergangsvandrere av røye. Sjørøya i Repparfjordelva er for tiden fredet og er en sårbar ressurs. Planområdet er viktig.

Vi vurderer planområdet som særdeles viktig da alle marine årsklasser av røye oppholder seg i planområdet, samt at planområdet dekker hele Repparfjorden. Planområdets utstrekning gjør til at vi må sette verdien til et nivå høyere enn de verdikriteriene legger til grunn

#### Konklusjon

Planområdet vurderes til å ha stor verdi for røyebestanden fra Repparfjordvassdraget.



### 6.1.4 Laksebestanden i Kvalsundelva

Laksebestanden i Kvalsundelva er kategorisert som *5a Moderat/lite påvirket bestand. Vassdrag med spesielt hensynskrevende bestand*. Resultater fra grunnlagsundersøkelsen i 2010 antyder at laksesmolt fra Kvalsundelva ikke ser ut til å oppsøke midtre og indre del av Repparfjorden. Siden studien hadde få laks og lav oppløsning av lyttebøyer kan det likevel ikke utelukkes at laksesmolt fra Kvalsundelva tar seg en kortere eller lengre runde innom Repparfjorden før den oppsøker havet.

Mens laks fra Repparfjordelva må vandre gjennom planområdet for å komme til havet/elva, så vil derimot laks fra Kvalsundelva kunne foreta slike vandringer uten å være i kontakt med planområdet.

En kjenner ikke til vandringsmønster til voksen laks fra Kvalsundelva (vinterstøinger og gytefisk). Grunnet denne usikkerheten vurderer vi derfor planområdet til å ha middels verdi for laks fra Kvalsundelva, da det ikke kan utelukkes at både smolt, gytefisk og vinterstøinger oppholder seg i planområdet i perioder.

#### Konklusjon

Planområdet vurderes til å ha middels verdi for laksebestanden fra Kvalsundelva.



### 6.1.5 Aurebestanden i Kvalsundelva

Sjøauren i Kvalsundelva er kategorisert som *5a Moderat/lite påvirket bestand. Vassdrag med spesielt hensynskrevende bestand*. Grunnlagsundersøkelsen i 2010 dokumenterte at merket auresmolt fra Kvalsundelva bruker midtre og indre del av Repparfjorden som oppvekstområde. Også voksen aure merket ved elvemunningen av Repparfjordelva er senere registrert i utløpet av Kvalsundelva og har trolig vandret opp her (ID 188, vedlegg H).

Vi vurderer planområdet som særst viktig da alle marine årsklasser av aure oppholder seg i planområdet, samt at planområdet dekker hele Repparfjorden. Planområdet sin utstrekning gjør til at vi må sette verdien til et nivå høyere enn de verdikriteriene legger til grunn.

#### Konklusjon

Planområdet vurderes til å ha stor verdi for aurebestanden i Kvalsundelva.



### 6.1.6 Røyebestanden i Kvalsundelva

Røya i Kvalsundelva er kategorisert som *5a Moderat/lite påvirket bestand. Vassdrag med spesielt hensynskrevende bestand.*

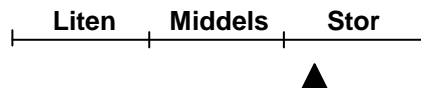
Ingen av de akustisk merket røyene (N=4) fra Kvalsundelva ble registrert utvandret. Av fisk merket ved Brennsnes i juli er det ingen som oppsøker elvemunningen av Kvalsundelva men en røye ble registrert på fjordbøyer rett utenfor Kvalsundelva (ID 21, vedlegg H)

Vandringsmønsteret til de røyene som ble merket ved Brennsnes tyder på at røya har en stor forflytting i sitt marine opphold. Basert på dette er det trolig at også røye fra Kvalsundelva bruker Repparfjorden som oppvektsområde.

En vurderer planområdet som viktig da alle marine årsklasser av røye trolig oppholder seg i planområdet, samt at planområdet dekker hele Repparfjorden. Planområdet sin utstrekning gjør til at vi må sette verdien til et nivå høyere enn de verdikriteriene legger til grunn.

#### Konklusjon

Planområdet vurderes til å ha stor verdi for røyebestanden i Kvalsundelva.



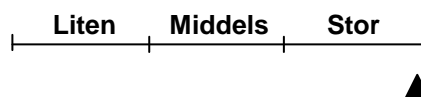
### 6.1.7 Sammenstilling av verdier

Repparfjordelva har en nasjonalt viktig laksebestand der gytebestandsmålet er oppnådd. Laks fra Repparfjordelva må vandre gjennom planområdet flere ganger for å fullføre sin livssyklus.

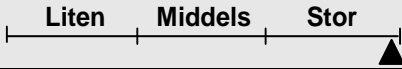
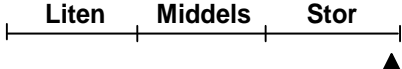
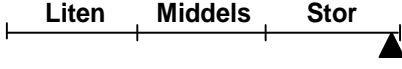
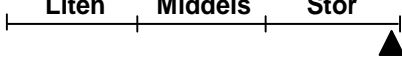
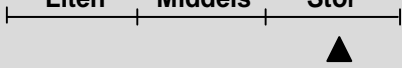
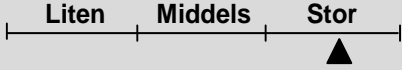


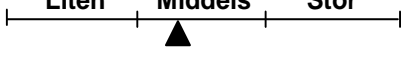


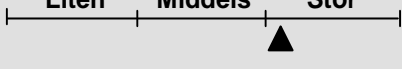
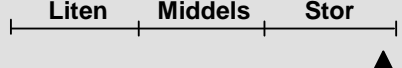
Ved at Repparfjordelva er nasjonalt laksevassdrag og Repparfjorden er nasjonal laksefjord så er dette alene nok til å konkludere med at planområdet har en stor verdi for anadrom laksefisk. I tillegg har planområdet stor verdi både som beite-, oppholds og vandringsområde for både røye og aure.

#### Konklusjon

Planområdet vurderes til å ha stor verdi for anadrom laksefisk



Tabell 14. Sammenstilling av verdier for anadrom laksefisk.

Nr	Vurderingsfelt	Verdi
1	<b>Laksebestanden i Repparfjordelva</b>	
a	Utvandrende laksesmolt fra Repparfjordelva	
b	Utvandrende laksestøing fra Repparfjordelva	
c	Innvandrende voksen laks til Repparfjordelva	
2	<b>Oppvekstområder til aure fra Repparfjordelva</b>	
3	<b>Oppvekstområder til røye fra Repparfjordelva</b>	
4	<b>Laksebestanden i Kvalsundelva</b>	
a	Utvandrende laksesmolt fra Kvalsundelva	
b	Utvandrende laksestøing fra Kvalsundelva	
c	Innvandrende voksen laks til Kvalsundelva	
5	<b>Oppvekstområder til aure fra Kvalsundelva</b>	
6	<b>Oppvekstområder til røye fra Kvalsundelva</b>	
7	<b>Området sin verdi for anadrom laksefisk</b>	

## 6.2 Omfang - påvirkning

### 6.2.1 Generelt

Tiltaket vil kunne ha påvirkning på fisk som oppholder seg i Repparfjorden på flere ulike måter:

- a) Direkte ved toksisitet av utlekte metaller i vannsøylen
- b) Direkte ved økt partikkelkonsentrasjon i vannsøylen
- c) Indirekte gjennom redusert næringstilgang

Av de ulike livsstadiene hos anadrom laksefisk er smoltstadiet svært følsomt for metalleksponering. Økt følsomhet for lav pH og aluminium under smoltifisering er godt dokumentert (Staurnes m.fl., 1996; Kroglund m.fl., 2008), og konsentrasjoner som gir liten effekt under eksponering i ferskvann, er vist å gi redusert overlevelse i påfølgende livv stadium i det marine miljøet (Kroglund m.fl., 2008). Mekanismene knyttes til forstyrrelse i sentrale enzymsystemer for opprettholdelse av saltbalansen (Kroglund m. fl., 2008; Nilsen m.fl., 2010).

Ut i fra dagens forståelse av metallers virkningsmekanisme, er det all grunn til å anta at økt følsomhet på smoltstadiet også gjelder andre metaller. For gruveavrenning fra Meråker er det påvist at smolt dør hurtigere enn yngel, og har store forstyrrelser i saltreguleringsenzymer (Kristensen m.fl., 2009). Det er videre grunn til å påpeke at påvirkning av metaller på fiskens sanseapparat (spesielt luktesans) i en periode med aktiv migrasjon kan ha adferdsmessige påvirkninger. For kobber er det dokumentert slike effekter på konsentrasjoner langt under toksikologiske grenseverdier (Tierney m.fl., 2010), men betydningen av dette på fiskens overlevelse og vandringer er uavklart.

Eksponering for kobber er også påvist å ha negative effekter på lukt-basert utvikling av kjønnsmodning og gyteadferd, men da på høyere konsentrasjoner enn det som anses relevant i denne sammenheng (Jaensson & Olsen, 2010).

For alle de anadrome laksefiskene vil eventuell eksponering i Repparfjorden kunne skje både på smoltstadiet og i de tidlige fasene av kjønnsmodning. Det er p.t. ikke fastlagt livsstadiespesifikke tålegrenser for de aktuelle fiskeslagene, men man bør derfor legge til grunn at disse potensielt vil være vesentlig lavere enn dagens etablerte tålegrenser.

Man har dokumentert at malmen som skal utvinnes inneholder svært lave konsentrasjoner av andre sulfider enn kobbersulfidene og at forekomsten ligger i dolomitt og skifer med svært lave nivåer av tungmetaller. Dette gjør at noen problemstillinger som er vanlig ved kisgruver i Norge ikke er aktuelle i dette tilfellet (Christensen m.fl., 2011b).

### 6.2.2 Toksistitet av utlekte metaller i vannsøylen

Kobber er et essensielt element for alle levende organismer og det fungerer som komponent i mange metalloenzymer og proteiner. I vann er de giftige formene av kobber vanligvis toverdige kobber i form av  $\text{Cu}^{2+}$  ioner eller som ioniske hydroksidkomplekser ( $\text{Cu}(\text{OH})^+$ ,  $\text{Cu}_2(\text{OH})_2^{2+}$ ). Forekomst av andre metaller som sink, kvikksølv og nikkel sammen med kobber kan ha additive virkninger på giftigheten av kobber (Lydersen m.fl., 2002). Giftigheten minsker med økende hardhet, alkalitet og pH som følge av reduksjon i kobberets permeabilitet over gjellemembranene og dannelsen av mindre giftige hydroksider og karbonatkomplekser i vannet (Lydersen m.fl., 2002). I bløtt vann vil kompleksdannelse med humus redusere gifteffekter av kobber, og i surt bløtt vann som en gjerne finner i vassdrag nedenfor gruveavløp vil kobberets binding til humus kunne redusere giftigheten av kobber. Kobber bundet til organisk materiale kan likevel være giftig avhengig av kobberets affinitet for organiske syrer i forhold til affiniteten til fisken gjeller (Lydersen m.fl., 2002).

Kobber akkumulerer i liten grad over bakgrunnsnivåer i fisk i muskel noe som kan skyldes at kobber er et essensielt sporstoff hvis nivå reguleres av spesialiserte enzymsystemer i kroppen. Observert gifteffekt på fisk tilskrives i første rekke akkumulering på gjeller med påfølgende hemming av gassutveksling og saltbalanse, det siste trolig gjennom spesifikk hemming av enzymer som er sentrale i opptak/utskillelse av monovalente ioner (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> og Cl<sup>-</sup>) over gjellene.

Nikkel (Ni) er et essensielt spormetall med en kompleks vannkjemi (Lydersen m.fl., 2002). Grande & Andersen (1983) rapporterte en grenseverdi for laksefisk på 50 µg/l, og grenseverdier for klasse 3 (UN-ECE, 1997, negative effekter på laksefisk) er satt til 31-100 µg/l. Ni virker ikke å hemme luktrespons hos røye ved eksponering av gruveavrenning med Cd, Ni og Zn (Thompson & Hara, 1977). EQS er satt til 20 µg/l (348/93/EC). Det kan knyttes noe usikkerhet til sammenligning av tallverdiene ved at man opererer med EQS-verdier på filtrerte vannprøver, mens mye av litteraturen baseres på målinger av totalkonsentrasjon. Likevel virker EQS-verdien å være i et konsentrasjonsområde der det ikke forventes akutte effekter, men hvor det for laks er usikkert om smoltproduksjon og sjøoverlevelse er tilstrekkelig beskyttet.

*Deponering av masser i fjorden vil føre til utlekking av tungmetallene kobber og nikkel. Det er utført økotoxisitets tester for avgangen, både av SGS, Lakefield, Canada og NIVA. Avgangen viste negative effekter (dødelighet og redusert vekst) for blant annet krepsdyr. I massene som vil bli deponert er innholdet av kobber og nikkel høyt, og testene som er gjort er gjennomført på porevann i sedimentet. Derimot er sjøvannskonsentrasjonene av disse metallene i Repparfjorden svært lave. I gjennomsnitt er konsentrasjonen av oppløst kobber og nikkel for hele vannsøylen beregnet til henholdsvis 0,07 µg/l kobber og 0,04 µg/l nikkel. Disse verdiene er forventet konsentrasjonsøkning i vannmassene som følge av deponeringen. Bakgrunnskonsentrasjonen av kobber i fjorden er målt til 0,36 µg/l, og teoretisk økning i kobberkonsentrasjonen i vannmassene er på ca. 20 %. Konsentrasjonen av kobber vil ligge langt under øvre grense for tilstandsklasse II "moderat kjemisk tilstand" Disse beregningene er en "worst case" situasjon (Christensen m.fl., 2011b).*

*Konsentrasjonene av Magnafloc10 vil være maksimalt 6mg/L i det som slippes ut av røret, inkludert faststoff og vann. I tillegg vil utslippets vann blandes sterkt med fjordvannet når det går ut i fjorden ved utslippet. Konsentrasjonen av Magnafloc10 vil dermed hurtig bli svært lav i vannmassen. Den vil eksklusivt følge partiklene ut i vannmassen om konsentrasjonen er utført riktig og ikke er overdosert. Databladet til Magnafloc10 viser følgende dødeligheter: 96 timers LC50 for Regnbueaure på 10mg/L og en 48 timers EC50 på Daphnia Magna på >50mg/L (Christensen m.fl., 2011b).*

Det er bred enighet om at luktesansen spiller en sentral rolle for at laksen skal finne sin opprinnelseselv, og mye av den observerte adferden under den kystnære vandringen forklares ut i fra en søken etter luktsignaler som kan gi informasjon om retning (Døving m.fl., 1985). Også forstyrrelser i sanseapparatet blir svært viktig hos fisk som vandrer mellom ulike habitater, og effekter av kobber på luktesans hos laksefisk er påvist ved svært lave konsentrasjoner (Baldwin m.fl., 2003; Sandahl m.fl., 2007). Konsentrasjonen av Cu som er oppgitt i avgangen vil trolig ikke ha påvirkning på dette.

I forhold til toksisitetspotensialet til avgangen så viser beregninger basert på vannkjemi fra Repparfjordelva og Repparfjorden at de Cu verdier som kan forventes løst i vannmassen under driftsperioden ligger langt under både akutte og kroniske grenseverdier for laksefisk jf kapittel 4.3 og **Tabell 13**). Det forventes derfor ikke direkte negativ påvirkning på laksefisk som følge av forhøyede konsentrasjoner av Cu i vannsøylen.

### 6.2.3 Økt partikkelkonsentrasjon i vannsøylen

Begrepet ”partikler” benyttes om mange typer ikke-løste aggregater av variabel størrelse. I bergverkssammenheng vil avrenning/utslipp bestå av uorganiske partikler med en stedskarakteristisk kjemisk sammensetning, størrelsesfordeling og form.

Partikler vil kunne påvirke fisk direkte gjennom effekter på slimlag, skinn og gjeller, og indirekte gjennom økosystem-effekter. Den indirekte effekten av partikler kan oppsummeres i tre hovedelementer:

- Nedslamming av bunnsubstrat med ødelagt/reduerte gyte- og oppvekstområder som resultat
- Redusert primærproduksjon som følge av redusert lysgjennomtrengning i vannet
- Redusert visibilitet med redusert fødeopptak som konsekvens

Kunnskapsstatus på direkte effekter av partikler på fisk er oppsummert i Dale m.fl., (2008), der det påpekes at hoveddelen av kunnskap om effekter på fisk i ferskvann stammer fra stillehavsarter av laksefisk. Det mangler dermed spesifikke grenseverdier for de vanligste fiskearter i norsk ferskvannsf fauna. For estuarin/marin fisk er antallet effektstudier svært lavt, og det er dermed mangelfull kunnskap om effekten av partikkelutslipp til marint miljø og marine deponier på fisk (Dale m.fl., 2008).

Viser til flere detaljer i Christensen m.fl., 2011b:

*Partikkelkonsentrasjonene i sentrale deler av fjorden ble i følge simuleringene under 0,05 mg/l. Dette er utelukkende på grunnlag av den svært effektive behandlingen med Magnafloc10. Uten Magnafloc10 kan man regne med konsentrasjoner som kan estimeres mot 5mg/kg, som diskutert nedenfor. Hvis Magnafloc10 er optimalisert slik at det fungerer slik det er vist i forsøkene vil omtrent 2 % av finstoffet spres med vannmassene utenfor dette området på 2,1km<sup>2</sup>,*

*Utslipp av partikler skjer på dypet, og det skal i utgangspunktet begrense partikkelspredning til overflaten og grunnere vannlag. Partikkelstørrelsen spiller også inn, da store partikler vil synke raskt, og i liten grad spre seg, mens mindre, lettere partikler har større spredningspotensiale. Ifølge modelleringen utgjør større partikler (partikler med diameter over 10µm) 98 % av utslippet . Partikler av denne størrelsen sedimenterte nær utslippsstedet og er ikke med i vurderingen av suspenderte partikler som kunne spres oppover i vannsøylen og til overflaten. Modellering/simuleringer av partikkelspredning i Repparfjorden viser at partikkelkonsentrasjonene i størstedelen av fjorden vil ligge på godt under 0,05 mg/l for den fineste partikkelfraksjonen i overflatelaget ned til ca. 20 m (konsentrasjoner 0,01 – 0,005 mg/l var vanlige i omtrent hele fjorden). Det er anslått at bakgrunnsverdiene er på ca. 0,5 mg/l, noe som indikerer en økning på <10 %. Spredningen og økningen i konsentrasjonen vil være størst for de fineste partikkelfraksjonene og i den øverste delen av vannsøylen. For de tyngste fraksjonene vil konsentrasjons-økningen og spredningen være størst i de dypere vannlag, og endringene er i all hovedsak konsentrert til de indre delene av fjorden.*

*På bakgrunn av analyser av kornform vil ikke avgangen inneholde nåleformete mineralkorn som kan skade gjeller hos fisk og andre organismer. Det er de nåleformede partikler som har størst potensial for å skade fiskens gjeller. Den høye vannutskiftningen i området leder også til en fortykning av partikkelkonsentrasjonen i vannsøylen (Christensen m.fl., 2011b). Generelt viser litteraturen at det trengs høye partikkelnivåer for å forårsake direkte dødelighet, mens påvirkning av vekst og adferd samt subletale skader kan skje med langt lavere partikkelnivåer (Falk & Christensen, 2011).*

*De antatte lave konsentrasjonene av partikler i vannsøylen, som spredes fra utslippet på 30 m's dyp, vil sannsynlig ligge under det som kan gi påvirkning av vekst og overlevelse for fisk. Ved ordinær utslipp skal det ikke være noe utslipp av partikler direkte til overflatelaget i fjorden.*

#### **6.2.4 Økologisk funksjon til Repparfjorden-betydning for anadrom laksefisk**

Effekter av økt partikkelinnhold og metallinnhold i fjordvannet på marin fisk og invertebrater er beskrevet i Christensen m.fl., 2011b.

*”Sediment-levende organismer er den delen av det marine næringsnett som vil oppleve den mest omfattende og lengst varende direkte eksponeringen for avgangspartiklene (se Christensen m.fl., 2011). Evertebrater som lever i sediment er en viktig næringskilde for bunnlevende fisk. Økotoksitetstester påviste tydelige negative effekter for krepsdyr og børstemark (SGS og Lillicrap 2011). Ved deponering av avgangsmasser inneholdende tungmetaller i fjorden kan både subletale og letale effekter på bunndyr kunne få følger for fiskebestandene i fjorden gjennom mindre tilgang på føde for spesielt larver og yngel, med konsekvenser som redusert vekst eller skifte av beiteområde”*

Avgangsmaterialet som er vurdert i forhold til sjødeponering er å anse som giftig for marine organismer, spesielt på basis av kobberinnholdet og til dels for nikkel. Full utbygging med sjødeponi vil medføre at bunnhabitatet forsvinner i selve deponiområdet, med konsekvenser som mindre tilgang på føde for bunnlevende fisk og yngel som spiser bunndyr, noe som trolig kan gi negative effekter for resten av næringskjeden og konsekvensen for oppvekstområde for marin fisk som ved gjennomføring er satt til ”liten/middels negativ” (Christensen m.fl., 2011b).

Beregninger viser at omlag halvparten av overflatevannet i Repparfjorden skiftes ut i løpet av en periode på ca. 14 dager. Med basis i partikkelkonsentrasjoner i de ulike vannlagene, partiklenes form, spredningsmønster i fjorden, samt modellert utskiftningen av vannmassene i fjordsystemet, vurderes tiltaket til å ha minimal eller ingen effekt på zooplanktonsamfunnet i Repparfjorden. Følgelig vil tiltaket heller ikke gi noen negative endringer i næringsgrunnlaget til planktonspisende fisk i fjorden (Christensen m.fl., 2011b).

Det er tidligere innsamlet røye fra Repparfjorden i september måned, der dietten utelukkende bestod av marflo (tanglopper) (Rikardsen m. fl., 2002). Tidligere i sesongen (juli – august) er sjørøya vist å beite på et bredere spekter av byttedyr som inkluderer ulike krepsdyr (særlig rauåte og krill), fisk, insekter og børstemark (Grønvik & Klemetsen, 1987; Rikardsen m.fl., 2000).

Grunnlagsundersøkelsene viste at fiskelarver totalt dominerte dietten til aure i Repparfjorden. Negativ påvirkning på rekruttering og eller overlevelse av marine fiskelarver vil derfor kunne svekke produksjonsgrunnlaget for spesielt anadrom aure og i mindre grad røye i Repparfjorden.

#### **6.2.5 Utvandringsforhold for laksesmolt**

Vandringen ut mot åpent hav forgår i stim hovedsaklig på 1-3 meters dyp og vandringsfarten øker utover fjorden (Davidsen m.fl., 2008; Plantalech Manel-La m.fl., 2009). Vindinduserte overflatestrømmer, tidevannsstrømmer, strømhastighet og mengde ferskvann i overflatelagene er viktige faktorer som bestemmer vandringsmønsteret i kyst/fjordområder (Jonsson m.fl., 1993, Davidsen m. fl 2009).

Når smolten vandrer ut fra elvene skjer dette gjerne på et tidspunkt der en allerede har hatt eller har en større avrenning av ferskvann til fjorden. Smolten vil da vandre utover fjorden i en periode der en har vertikalsjiktning i salinitet og temperatur i alle fall i de indre deler fjorden, noe som også var tilfellet i 2010 da smoltutvandringen skjedde i månedsskiftet juni/juli omtrent en måned etter vårflommen og



der den utløsende faktoren var en økning i vannføring. En større vertikal sjikting fører til at avgangen vil ha større problem med å komme opp i de øvre vannmassene..

Ved at smolten vandrer i øverste vannlag vil den bli eksponert for varierende salinitetsgradienter utover fjorden (jf kapittel 4.1.4 og vedlegg D). Toksitetester utført for avgangen med ulike saliniteter viser at en ikke vil forvente negative effekter på laksesmolten innenfor noen av de ulike salinitetsnivåene.

De antatte lave konsentrasjonene av partikler i vannsøylen, som spres fra utslippet på 57 m's dyp, vil sannsynlig ligge under det som kan gi påvirkning av vekst og overlevelse for fisk. Ved ordinær utslipp skal det ikke være noe utslipp av partikler direkte til overflatelaget i fjorden.

Utvandrende laksesmolt fra Repparfjordelva bruker kort tid i Repparfjorden. Før oppstart av grunnlagsundersøkelsene ble det diskutert om laksemolten bruker fjorden som et oppvekstområde de første dagene/ukene av sitt sjøopphold (Christensen m.fl., 2009). Resultater fra telemetriundersøkelsen i 2010 bekrefter at dette ikke er tilfelle. Laksemolten brukte i gjennomsnitt 16 timer før den var ute av Repparfjorden.

Utvandrende laksesmolt er vist å ta til seg føde under sine vandringer i kystnære strøk (Rikardsen m.fl., 2004). Fiskelarver var i disse undersøkelsene viktigste byttedyrgruppe. For laks viser grunnlagsundersøkelsene en så hurtig vandring (og dermed kort oppholdstid i fjorden) at næringsgrunnlaget her trolig har liten betydning.

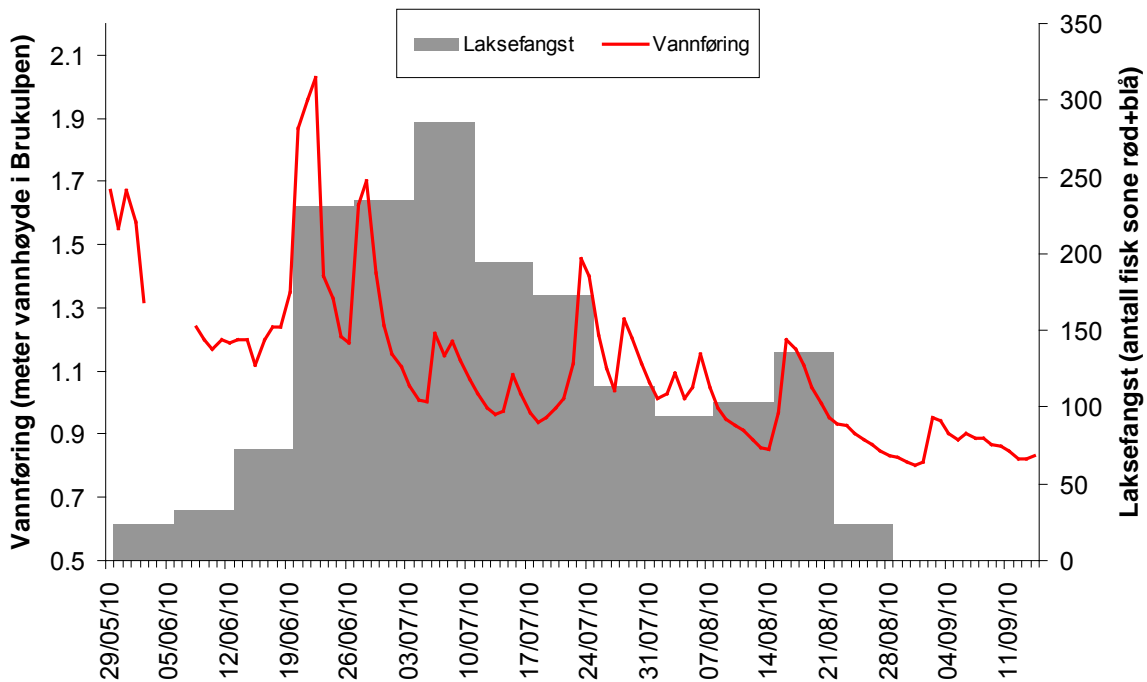
Kombinert med lav toksitet, lav partikkeleksponering i det aktuelle svømmedyp samt rask forflytting vil laksesmolten være lite direkte berørt av avgang/partikler fra sjødeponiet.

### **6.2.6 Vandringsforhold for voksen laks**

Tilbakevandrende laks går opp i elvene fra april til november, med en topp i juni og juli. Hovedinnsiget av laks i Repparfjordelva er i juli og tidlig august. Ved gunstige miljøforhold for oppvandring er oppholdet i elvemunningen ofte begrenset til timer (Thorstad m.fl., 1998; Solomon & Sambrook, 2004; Davidsen m.fl., *in press*), men laksen kan i perioder også oppholde seg over lengre tid i fjorden/elveosen i påvente av gunstige oppvandringsforhold i elva (Potter, 1988).

Det er ikke samlet inn materiell som kan dokumentere vandringsmønsteret til voksen laks i Repparfjorden.. Det eksisterer heller ikke mye informasjon om laksens tilbakevandring til kysten og elvene fra norske fjordsystemer, men noen studier har sett på adferd i fjordstrøk hos gytevandrende laks. Adferdsforsøk med tilbakevandrende gytefisk er utført i Altafjorden (Davidsen m.fl., *in press*). Tilbakevandrende gytefisk merket i fjordmunningen vandret i hovedsak hurtig på elva, og oppholdt seg hovedsakelig i de øverste 1-5 meterne av vannsøylen i fjorden (Davidsen m.fl., *in press*).

I mangel av adferdsdata fra oppvandrende laks fra Repparfjorden, er ukentlig laksefangst (antall individer fanget) på de to nedre soner av Repparfjordelva sesongen 2010 sammenholdt med vannføring målt i Brukulpen. Dersom vandring opp i elva er begrenset av vannføringsforhold, ville en forvente topper i fangstene etter vannføringsøkninger. Som det fremgår av **Figur 26**, er det ikke noe klart mønster mellom laksefangstene og vannføringsøkninger gjennom sesongen 2010.



**Figur 26.** Ukentlig laksefangst (antall individer fanget) på de to nedre soner av Repparfjordelva sesongen 2010, sammenholdt med vannføring målt i Brukulpen.

Laksefangsten i de to nederste sonene var sterkt korrelert ( $R^2 = 0,89$ ), og ble derfor slått sammen. Fangstene rapporteres på ukesbasis, så det lar seg ikke gjøre å se på dag til dag variasjoner mellom fangst og vannføring. Det er ikke noe mønster å se med økt fangst etter vannføringsøkninger utover i juli med bruk av denne relativt grove tilnærmingen. Dette kan indikere at laksen går på elva uavhengig av vannføring, og vil dermed trolig ikke oppholde seg lengre tid i utløpet i påvente av vannføringsendringer. Det er ikke dermed sagt at laksen ikke kan oppholde seg i fjorden over tid, men vi har ingen holdepunkter i eksisterende data for å si at dette er tilfelle i Repparfjordelva.

Tiltaket vil kunne ha påvirkning på utvandrede laksestøinger. Det er ikke kjent hvor lenge slik fisk oppholder seg i kystnære strøk. Knut Altmann i VJFF har følgende kommentar i forhold til dette med når vinterstøinger vandrer ut av Repparfjordelva (sitat):

*”Når vinterstøingen slepper seg ut er mye avhengig av når vinteren starter og elva islegges. Det vi har observert er at når elva har stor vannføring og ikke er islagt senhøstes/vinter (november/desember) så har vi fått lite støinger i oppstart fiskesesong, juni, året etter. År når elva har vært liten og frosset tidlig høst, okt./nov, har det vært mer støinger året etter. Men kort fortalt er det i juni, fra start til slutten at de fleste støinger tas. Imidlertid har jeg selv fått støinger også i juli men som du vet er det laks langt inn på fjellet som gyter og her tiner vassdragene senere opp og derav vil nok utgangen av støinger forsinkes fra disse områdene.”*

Rikardsen m.fl., (2002) fanget vinterstøinger i Repparfjorden i november. Dette indikerer da at enkelte laks vandrer direkte til havet etter gyting og ikke overvintrer i elva. Basert på dette må en ta høyde for at vinterstøinger opptrer i marint miljø i store deler av året. Oppholdstiden vil sikkert også variere for de enkelte individ. En kan derfor ikke utelukke negativ påvirkning fra tiltaket på vinterstøinger.

Om gytefisk vandrer i de øvre vannmassene så forventer vi ingen negativ påvirkning av tiltaket.

### 6.2.7 Uhellsscenario alternativ 3

I forhold til et scenario med utslipp til overflate så vil en anta at et slikt uhell vil ha kort varighet. Det er viktig å påpeke at denne vurderingen ikke tar stilling til sannsynligheten for at et slikt uhell skal skje, men at det er konsekvensene av et slikt uhell som her blir vurdert.

Simuleringer jf. Kapittel 3.6.2 viser at dette utslippet vil spre seg innover mot elvemunningen av Repparfjordelva i de øvre vannmassene. Om et slikt uhell skulle sammenfalle med smoltutvandring vil en anta dette kan ha en negativ påvirkning selv om de beregnede konsentrasjonene av partikler er relativt lav. Et slikt utslipp vil kunne føre til at smolten bruker lenger tid i elvemunningen og kanskje blir utsatt for et større predasjonstrykk.

Beregninger viser at en ved uhell kan forvente partikkel konsentrasjoner opp mot 5,0 mg/l i få, svært avgrensede områder i overflatelaget mens en i resten av overflatelaget har konsentrasjoner på 1,0mg/l eller lavere (Christensen m.fl., 2011b). En vil anta at forhøyede konsentrasjoner som følge av uhell er av kortvarig karakter. Direkte subletale effekter på laksefisk ved konsentrasjoner som det antatt høyeste ved uhellsberegninger forventes kun ved eksponeringstid på nærmere 7 uker (Dale m.fl., 2008). De negative effektene av økt partikkelinnhold vil variere med partiklernes størrelse og form. En kan derfor ikke si med sikkerhet at de beregnede partikkelkonsentrasjonene ved et tenkt uhell ikke medfører direkte skade for fisken.

Elvemunningen og indre del av fjorden er viktig oppvekstområde for både aure og røye så en kan også forvente en direkte negativ effekt på disse. Disse vil generelt være mer utsatt en laks som oppholder seg kortere tid i fjordsystemet.

### 6.2.8 Sammenstilling av påvirkningsfaktorer for anadrom laksefisk

Vitenskapelig råd for lakseforvaltning har satt klassegrenser for bl.a. metalleksponering, som funksjon av oppnåelse av gytebestandsmål (GBM) i norske lakseelver. Ihht. dette arbeidet klassifiseres også skadegrad i liten (<10%), middels (10-30 %) og stor (>30 %) effekt på GBM.

Basert på det foreliggende vurderes påvirkning på utvandrende laksemolt til liten. Ettersom kunnskapen om vinterstøinger og gytefisk er minimal og beheftet med stor usikkerhet vil en måtte sette påvirkningene til et høyere nivå jmfør tråd med en føre-var tilnærming. I forhold til laks vurderer vi at tiltaket vil ha liten negativ effekt

I forhold til aure og røye vurderer en tiltaket til å ha en middels negativ effekt, der det trolig er auren som vil bli den laksefisken som vil bli påvirket mest av tiltaket grunnet forringelse av oppvekstområdet gjennom mulig redusert næringstilgang

Forundersøkelsene har kommet frem til en ønsket plassering av deponiet (Christensen m.fl., 2011b). Denne plasseringen jf kapittel 1.3 vil sørge for at avgangen blir deponert på dypere vann og avgangen vil ikke berøre elvemunningen. Uavhengig av partikler og tokistitet så er det positiv at deponiet kommer så langt bort fra elvemunningen som mulig. Akustisk merket aure og røye brukte en stor del av tiden i indre del av fjorden.

**Tabell 15. Omfang av tiltaket på anadrom laksefisk i Repparfjorden ved de ulike alternativet. Alt 1 er 0 alternativet if Repparfjorden ved de ulike alternativet. Alt 2 er 0 alternativet if Repparfjorden ved de ulike alternativet. Alt 3 er et uhellsscenario med ledningsbrudd i overflaten if 3.6.2 og planprogrammet kapittel 6.7 siste avsnitt**

nr	Vurderingsfelt	Alt 1 - 0 - alternativet	Alt 2 - Full utbygging med sjødeponi	Alt 3 - Uhellsscenario med utslipp i overflaten i juni - juli
1	Laksebestanden Repparfjordelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
a	Utvandrende laksesmolt fra Repparfjordelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
b	Utvandrende laksestøing fra Repparfjordelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
c	Innvandrende voksen laks til Repparfjordelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
2	Oppvekstområder til aure fra Repparfjordelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
3	Oppvekstområder til røye fra Repparfjordelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
4	Laksebestanden Kvalsundelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
a	Utvandrende laksesmolt fra Kvalsundelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
b	Utvandrende laksestøing fra Kvalsundelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
c	Innvandrende voksen laks til Kvalsundelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
5	Oppvekstområder til aure fra Kvalsundelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
6	Oppvekstområder til røye fra Kvalsundelva	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos
7	Oppsummering anadrom laksefisk	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos	Stort negativt Middel negativt Lite Lite Intet Neg Pos

## 6.3 Konsekvenser

### 6.3.1 Laksebestanden i Repparfjordelva

Stor KU-verdi og lite negativ påvirkning gir Liten negativ konsekvens.

### 6.3.2 Aurebestanden i Repparfjordelva

Stor KU-verdi og middels negativ påvirkning gir middels negativ konsekvens.

### 6.3.3 Røyebestanden i Repparfjordelva

Stor KU-verdi og middels negativ gir middels negativ konsekvens.

### 6.3.4 Laksebestanden i Kvalsundelva

Middels KU-verdi og lite negativ påvirkning gir Ingen / liten negativ konsekvens.

### 6.3.5 Aurebestanden i Kvalsundelva

Stor KU-verdi og middels negativ påvirkning gir middels negativ konsekvens.

### 6.3.6 Røyebestanden i Kvalsundelva

Stor KU-verdi og middels negativ påvirkning gir middels negativ konsekvens.

### 6.3.7 Uhellsscenario alternativ 3

Middels negativ konsekvens (-/--).

### 6.3.8 Samlet konsekvensvurdering av sjødeponi (Alt 2) for anadrom laksefisk

Planområdet har stor verdi for laks og tiltaket vil ha et lite negativt omfang noe som gir *Liten negativ konsekvens(-)* for laks.

Planområdet har videre stor verdi for aure og røye og tiltaket vil ha middels påvirkning noe som gir *middels negativ konsekvens - / --* for disse to artene.

<b>Etter en totalvurdering i forhold til anadrom laksefisk vil tiltaket (Alt 2) ha <u>Liten/ middels negativ konsekvens (-/--)</u>.</b>
---

**Tabell 16.** Sammenstilling av konsekvenser av sjødeponi for anadrom laksefisk for de ulike alternativene. Alt 1 er 0-alternativet jf kapittel 3.5, Alt 2 er sjødeponi jf kapittel 3.1, Alt 3 er et uhellsscenario med ledningsbrudd i overflaten jf 3.6.2 og planprogrammet kapittel 6.7 siste avsnitt.

nr	Vurderingsfelt	Alt 1 0- Alternativet	Alt 2- Sjødeponi	Alt 3- Uhellsscenario
1	Laksebestanden i Repparfjordelva	0 / -	-	--
1a	Utvandrende laksesmolt fra Repparfjordelva	0 / -	0 / -	--
1 b	Utvandrende laksestøing fra Repparfjordelva	0	-	-
1 c	Innvandrende voksen laks til Repparfjordelva	0	-	-
2	Oppvekstområder til aure fra Repparfjordelva	0 / -	--	-
3	Oppvekstområder til røye fra Repparfjordelva	-0 / -	--	-
4	Laksebestanden i Kvalsundelva	0 / -	-	0 / -
4a	Utvandrende laksesmolt fra Kvalsundelva	0 / -	0 / -	0 / -
4b	Utvandrende laksestøing fra Kvalsundelva	0	-	0 / -
4 c	Innvandrende voksen laks til Kvalsundelva	0	-	0 / -
5	Oppvekstområder til aure fra Kvalsundelva	0 / -	--	-
6	Oppvekstområder til røye fra Kvalsundelva	0 / -	--	-
7	Samlet vurdering anadrom laksefisk	0 / -	- / --	--

## 7. Avbøtende tiltak og overvåking

### 7.1 Avbøtende tiltak

Et viktig risikoreducerende tiltak i anleggs- og driftsfasen er å unngå avvikende aktivitet som øker risiko for økt metall og partikkelinnhold i øvre vannlag i perioden fra juni til ut september, da dette må kunne betegnes som kjerneperioden for tilstedeværelse av anadrom laksefisk i fjordsystemet.

### 7.2 Overvåking

Det forventes at særlig røye og aure vil være gode indikatorer på økologisk funksjon til Repparfjorden etter eventuell oppstart. Røye og aure beiter på delvis ulike næringsdyr, og endringer i næringsdyrmengde, sammensetning eller kvalitet vil kunne påvirke fiskens vekst og kondisjon. Vevsprøver kan avdekke eventuelle forhøyede metallkonsentrasjoner. Bakgrunnsdata foreligger for vekstmønster, kondisjon, mageinnhold og metallnivåer hos aure fra 2010. Dette materialet bør utvides over flere år, og således danne grunnlag for en senere vurdering av tiltaket dersom dette gjennomføres.

Vi foreslår innsamling og registrering av aure og røye i juni og august for dokumentasjon av vekstmønster, kondisjonsfaktor, magefylling, genetisk opphav og tungmetall-analyser. Levendefangst og gjenutsetting bør praktiseres i stor grad. Ved bruk av standardisert innfangingsmetodikk og merke-gjenfangst studier vil en også kunne få estimater på den totale bestandsstørrelsen på en kostnadseffektiv måte.

Kvalsundelva bør inkluderes i et overvåkingsprogram, både som en kontroll på effekter i ytre deler av planområdet og fordi eventuelle effekter ikke kan ventes manifestert i like stor grad her. Aure og røye som beiter i samme marine område er vist å ha sterk preferanse for sin hjemmelv (Nordeng & Bratland, 2006) slik at eventuelle bestandseffekter trolig vil kunne beskrives separat for de to systemene.

Årlige epidemier av lakselus på vill laksesmolt, sjøaure og sjørøye i oppdrettsintensive områder var sammen med rømming av oppdrettslaks, et viktig argument for opprettelsen av ordningen med nasjonale laksefjorder. Det har tidligere blitt dokumentert moderate lakselusangrep på sjøaure og sjørøye i Altafjordsystemet (Bjørn m.fl., 2010). Utvandrende laksesmolt ser imidlertid ut til å slippe unna dette infeksjonstrykket, sannsynligvis fordi de lave vintertemperaturene i sjøen om vinteren som oftest fører til en forskyvning mellom utvandringen av laksesmolt og infeksjonstoppen i systemet (Bjørn m.fl., 2010). Utviklingen av oppdrettsnæringen og eventuelle klimaendringer kan derimot bidra til at dette blir endret i fremtiden (Bjørn m.fl., 2010).

Det er usikkert hvilke konsekvenser annen industriaktivitet jf kapittel 5.1 vil få for utviklingen av de anadrome laksebestandene i området. For å vurdere tiltaket sin mulige effekt på anadrom laksefisk må en også ha en formening om hvordan andre aktiviteter kan påvirke bestandsutviklingen. Dokumentasjon av andre påvirkningsfaktorer som lakselus, rømming, annen industriaktivitet og beskatning må intensiveres.

Når det gjelder laksebestanden i Repparfjordelva, vil videreføring av nåværende fangstrapportering, og en systematisk registrering av oppvandrende laks i laksetrappa tjene som gode indikatorer på bestandssituasjonen. Laksetrappa i Repparfjordelva er utbedret, og planlagte videre utbedringer vil sikre at fisken i større grad bruker trappa på lav vannføring. Ved å bruke registreringssystemet i trappa kan en få et godt bilde på utviklingen av gytebestanden i øvre del av vassdraget.

## 8. Usikkerheter

Resultatene fra andre delstudier (Christensen m.fl., 2011a; Christensen m.fl., 2011b; Falk & Christensen, 2011) legges til grunn for vurderinger av risiko for anadrom fisk, og alle usikkerheter og reservasjoner som er presentert i disse, legges også til grunn for vurderinger knyttet til anadrom fisk.

Det må bemerkes at BLM modellen for metalltoksisitet pr dags dato ikke er tilpasset sjøvann, slik at det vil være en usikkerhet knyttet til bruk av denne i marint miljø.

For anadrom laksefisk har grunnlagsundersøkelsene dokumentert høy vandringshastighet gjennom fjordsystemet for laksesmolt, og utstrakt bruk av indre deler av fjorden i hele den marine livsfasen for aure og røye. Telemetristudiers styrke er stor datafangst pr individ, mens en iboende usikkerhet er et lavt totalt antall individer. Slutninger basert på slike studier må derfor generaliseres fra individnivå opp til populasjonsnivå med stor grad av forsiktighet. Datagrunnlaget i grunnlagsundersøkelsen er etter vår oppfatning sterkt nok til å kunne konkludere som vi gjør ovenfor ift. Repparfjordelva, mens lavere bøyedekning og individantall gjør at det er større usikkerhet knyttet til bestandene i Kvalsundelva.

I tillegg mangler det data for vandring av voksen laks i fjordsystemet.

Før sjøaure og røye er det samlet inn et omfattende materiale som også inkluderer dybderegistreringer på fisken. Materialet er dog begrenset til ettersommeren (etter 20. juli) da det ikke var mulig å få tak i fisk tidligere på tross av et utstrakt fiske både med stang og landnot i store deler av Repparfjorden allerede fra slutten av mai. Flere av de merkede sjøaure og - røyene er registrert som oppvandret både i Repparfjordelva og Kvalsundelva i september-oktober, og en har derfor oppretthold lyttebøyer i utløpet for å muligens fange opp utvandringstidspunkt for disse fiskene; mest trolig til våren - sommeren 2011.

I Repparfjordelva er det merket fisk som har passert forbi lyttebøyer i elvemunning og i elva uten å bli registrert men som er registrert på bøyer lenger ute i fjorden. Dette skyldes trolig farten til fisken i forhold til tidsopløsningen på signalet som i gjennomsnitt sender ut informasjon en gang i minuttet, samt det faktum at de akustiske forholdene i elva kan gjøre deteksjonen vanskeligere. Bruk av akustiske lyttebøyer i hurtigrennende elv gir en mye kortere deteksjonsradius grunnet turbulens, innblanding av luftbobler og støy. Sammen med de høye vandringshastighetene i elva, medfører dette at en god del utvandrende fisk ikke blir registrert før de kommer ut i fjorden. Deteksjonsradiusen til fjordbøylene vil være påvirket av bølger, nedbør og andre kilder til akustisk støy, i tillegg til variasjoner i salinitet eller temperatur som vil medføre avbøying av lydbølgene. Senderekkevidden til merket er avhengig av de akustiske forholdene i sjøen og elva rundt mottakerne, og kan variere fra få meter og opp i flere hundre meter. Rekkeviddetester gjennomført i Repparfjorden viser at smoltmerket hadde en rekkevidde på 120-150 meter ved stille sjø og dybde merket en rekkevidde på 420-450 m.

Det er av flere grunner knyttet ganske mye usikkerhet til merking av pre-smolt, og en må forvente at mange fisk ikke vil bli registrert i ettertid. En kan risikere å merke fisk som ikke skal smoltifisere det aktuelle året, og som da ikke vil vandre ut. Selve merkingen vil kunne ha en negativ effekt på gjenfangstresultatet. I studien rapportert her, ble det registrert fisk i sjø fra alle merkelokaliter.



## 9. Referanser

- Anon, 2006. Konsekvensanalyser- veiledning. Håndbok 140, Statens Vegvesen, Oslo, 290 sider.
- Anon, 2007. Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Stortingsproposisjon nr. 32 (2006-2007), Miljøverndepartementet, Oslo, 143 sider.
- Anon, 2010a. Status for norske laksebestander i 2010. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2, 213 sider. ISBN: 978-82-93038-02-3.
- Anon, 2010b. Vedleggsrapport med vurdering av måloppnåelse for de enkelte bestandene. Rapport fra Vitenskapelig råd for lakseforvaltning nr 2b, 516 sider.
- Arnold, W., Santore, R., and Cotsifas, J. 2005. Predicting copper toxicity in estuarine and marine waters using the Biotic Ligand Model, *Marine Pollution Bulletin* 50, 1634-1640.
- Aarestrup, K., Jepsen, N., Rasmussen, G. and Økland, F. 1999. Movements of two strains of radio tagged Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts through a reservoir. *Fisheries Management and Ecology* 6: 97-107.
- Arnekleiv, J. V., Rønning, L., Koksvik, J. Kjærstad, G., Alfredsen, K. Berg, O. K og Finstad, A.G. 2007. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Stjørdalselva 1990-2006. Faglig oppsummering: Kraftverksregulering, bunndyr, drivfauna, ungfisk og smolt. Vitenskapsmuseet, NTNU. Rapport zoologisk serie 2007-1. LFI rapport nr 129.
- Baldwin, D. H., Sandahl, J. F., Labenia, J. S. and Scholz, N. L. 2003. Sublethal effects of copper on coho salmon: Impacts on nonoverlapping receptor pathways in the peripheral olfactory nervous system. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 22: 2266-2274.
- Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø. og Hvidsten, N.A. 2010. Nasjonal lakselusovervåkning 2009 på ville bestander av laks, sjøaure og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder - NINA Rapport 547. 50 sider.
- Bremset, G., Helland, I.P. og Uglem, I. 2009. Konsekvenser av gruvevirksomhet i Engebøfjellet for laksefisk i Nausta, Grytelva og Stølselva. Temarapport i KU- program knyttet til planer om rutilutvinning ved Førdefjorden. NINA rapport 416, 69 sider.
- Christensen, G. N., Leikvin, Ø., Dahl-Hansen, G.A.P., og Rikardsen, A. 2009. Smolt av anadrom laksefisk - en sårbar ressurs ved et kystnært oljesøl? Akvaplan- niva rapport 3885 - 01, 152 sider.
- Christensen, G. N., Dahl-Hansen, G. A. P. Gaardsted, F., Leikvin, Ø., Palerud, R., Velvin, R., Vogelev, B. 2011a. Marin Grunnlagsundersøkelse i Repparfjorden 2010. Akvaplan-Niva rapport 4973-01.
- Christensen, G. N., Kvassnes, A. JS, Tjomsland, T., Leikvin, Ø., Kempa, M., Kolluru, V., Velvin, R., Dahl-Hansen, G.A.P., Jørgensen, N. M. 2011b. Konsekvenser tilknyttet sjødeponi av avgang i Repparfjorden, Finnmark. Spredning av avgang, kjemiske og økologiske effekter. Akvaplan Niva Rapport 5249-1.

- Davidson, J. G., Plantalech Manel-La, N., Økland, F., Diserud, O.H., Thorstad, E.B., Finstad, B., Sivertsgård, R., McKinley and Rikardsen, A. 2008. Changes in swimming depths of Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts relative to light intensity. *Journal of Fish Biology* 73, 1065-1074. doi:10.1111/j.1095-8649.2008.02004.x.
- Davidson, J.G., A.H. Rikardsen, E. Halttunen, E.B. Thorstad, F. Økland, B.H. Letcher, J. Skardhamar, J. and T.F. Næsje, 2009. Migration and survival of northern post-smolt. *Journal of Fish Biology* 75, 1700-1718.
- Davidson, J.G., Rikardsen, A.H., Halttunen, E., Mimamura, H., Thorstad, E.B., Præbel, K, Skardhamar, J., Næsje, T.F., Homing behaviour of Atlantic salmon during final phase of marine migration and river entry: Alta Fjord: a case study. *Fisheries Management and Ecology*. *In press*.
- Dale, T., Kvassnes, JS. A., og Iversen, E.R. 2008. Risikoen for skader på fisk og blåskjell ved gruveaktivitet på Engebøneset - En litteratustudie om effekter av metaller og suspenderte partikler. NIVA Rapport: 5689, 40 sider.
- Didriksen, T.A. og Willersrud, Ø. 2011. Reguleringsplan med konsekvensutredning for planlagt gruvedrift i Nussir og Ulveryggen i Kvalsund kommune. P-nr. 408451.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2009. Bestandsutvikling hos sjøaure og forslag til forvaltningstiltak. Notat 2009- 1, 28 sider.
- Døving, K.B., Westerberg, H. and Johnsen, P.B. 1985. Role of olfaction in the behaviour and neuronal responses of Atlantic salmon, *Salmo salar*, to hydrographic stratification. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic sciences* 42, 1685-1667.
- Falk, A. H. og Christensen, G. N. 2011. Kartlegging av marine fiskeressurser i Repparfjorden. Grunnlagsundersøkelse. Akvaplan-Niva Rapport 4973 – 01. 39 sider + vedlegg.
- Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E.B., Bjørn, P.A. and McKinley, R.S. 2005. Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology* 66: 86–96.
- Frilund, G. og Simensen. T. 2011. Gruvedrift: Ulveryggen og Nussir, Kvalsund kommune, Finnmark. Konsekvenser for landskap, friluftsliv og biologisk mangfold på land og i ferskvann. P-nr. 578921. Sweco Norge AS.
- Grande, M. 1987. Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport, O-85167, 1.nr.1979, ISBN 82-577-1218-3, 34 sider.
- Grønvik, S. and Klemetsen, A. 1987. Marine food and diet overlap of co-occurring Arctic Charr *Salvelinus alpinus* (L.), brown trout *Salmo trutta* L. and Atlantic salmon *S. salar* L. off Senja, N. Norway. *Polar Biol* 7:173-177.
- Gudjonsson, S., Jonsson, I.R. and Antonsson, T. 2005. Migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolt through the estuary area of River Ellidaar in Iceland. *Environmental Biology of Fishes*, 74 (3-4), 291-296.
- Hansen, L. P. 1993. Movement and migration of salmon at sea. In Mills, D. (ed) "Salmon in the sea and new enhancement strategies". Fishing News Books. Blackwell, Oxford.

Hedger, R.D., Martin, F., Hatin, D., Caron, F., Whoriskey, F.G. and Dodson, J.J. 2008. Active migration of wild Atlantic salmon *Salmo salar* smolt through a coastal embayment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 355: 235-246.

Hembre B., J. Arnekleiv and J. L'Abée-Lund. 2001. Effects of water discharge and temperature on the seaward migration of anadromous brown trout, *Salmo trutta*, smolts. Ecology of Freshwater Fish 10:61-64.

Hvidsten, N. A., Jensen, A. J., Vivås, H., Bakke, Ø. and Heggberget, T. G. 1995. Downstream migration of Atlantic salmon, *Salmo salar*, in relation to water flow, water temperature, moon phase and social interaction. Nordic Journal of Freshwater Research 70:38-48.

Iversen, E., Kristensen, T. og Aanes, K.J. 2009. Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvedfelt. Undersøkelser i 2008. NIVA Rapport, No 5750-2009. ISBN 82-577-5485-3, 67 sider.

Jaensson, A. and Olsen, K.H. 2010. Effects of copper on olfactory-mediated endocrine responses and reproductive behaviour in mature male brown trout *Salmo trutta* parr to conspecific females. Journal of Fish Biology. 76, 800-817.

Jensen, A.J., A. Zubchenko, N.A. Hvidsten, B.O. Johnsen, E. Kashin, O., Kuzim, and T.F. Næsje, 1997. A comparative study of life histories of Atlantic salmon in two Norwegian and two Russian rivers. NINA prosjekt rapport 007, 44 sider.

Johansen, M. 2008. Regionvis vurdering av anadrom laksefisk i Finnmark 2008. En gjennomgang av bestandsstatus i Finnmark i forbindelse med regulering 2008-2012, 174 sider.

Jonsson, B. and Ruud-Hansen, J. 1985. Water temperature as the primary influence on timing of seaward migrations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts. Can. J. Fish. Aquat. Sci 42: 593-595.

Jonsson, B., Jonsson, N. and Hansen, L. P. 1991. Differences in life history and migratory behaviour between wild and hatchery-reared Atlantic salmon in nature. Aquaculture 98: 67-78.

Jonsson, N, L. P. Hansen and B. Jonsson, 1993. Migratory behaviour and growth of hatchery-reared post-smolt Atlantic salmon, *Salmo salar*. Journal of Fish Biology. 42:435-443.

Klemetsen, A., Amundsen, P. A., Dempson, B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. and Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. Ecology of Freshw.Fish 12(1):1-59.

Knudsen, R., Rikardsen, A. H., Dempson, J. B, Bjørn, P.A. Finstad, B., Holm, M. and Amundsen, P.A. 2005. Trophically transmitted parasites in wild Atlantic salmon post-smolts from Norwegian fjords. Journal of Fish Biology 66, 758-772.

Kroglund, F., Rosseland, B. O., Teien, H. C., Salbu, B., Kristensen, T. and Finstad, B. 2008. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes, Hydrology and Earth System Sciences 12, 491-507.

Kristensen, T., Urke, H.A., Teien, H-C., Adolfsen, P., Salbu, B., Steffansson, S., Nilsen, T.O., Rosseland, B.O., Kroglund, F. and Åtland, Å. 2009. Increased susceptibility to metal mine discharges during the smolt stage of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) 8<sup>th</sup> ICARD 2009 Proceedings.

Kristensen, T. 2009. Analyse og vurdering av metallinnhold i muskel og lever fra aure fanget i Hjerkinndammen våren 2009 NIVA brevrapport, J.nr 955/09, 4 sider.

- Lacroix, G. L., McCurdy, P. and Knox, D. 2004. Migration of Atlantic salmon postsmolts in relation to habitat use in a coastal system. *Transactions of the American Fisheries Society* 133, 1455–1471.
- Lydersen, E., Løfgren, S. and Arnesen, R. T. 2002. Metals in Scandinavian surface Waters: Effects of acidification, liming and potential reacidification. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 32(2&3):73–295.
- McCormick, S.D., L.P. Hansen, T.P. Quinn, and R.L. Saunders. 1998. Movement, migration and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 55 (Suppl. 1), 77-92.
- Moore, A., Lacroix, G. L. and Sturlaugsson, J. 2000. Tracking Atlantic salmon postsmolts in the sea. In *The Ocean Life of Atlantic Salmon: Environmental and Biological Factors Influencing Survival* (Mills, D. D., ed.), pp. 49–64. Oxford: Fishing News Books.
- Nilsen, T.O., Ebbesson, L.O.E., Kverneland, O.G., Kroglund, F. Finstad, B., and Stefansson, S.O. 2010. Effects of acidic water and aluminum exposure on gill Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> ATPase –  $\alpha$  subunit isoforms, enzyme activity, physiology and return rates in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquatic Toxicology* 97, 250-259.
- Niyogi, S., and Wood, C. 2004. Biotic ligand model, a flexible tool for developing site-specific water quality guidelines for metals. *Environmental Science & Technology* 38, 6177-6192.
- Nordeng, H. and Bratland, P. 2006. Homing experiments with parr, smolt and residents of anadromous Arctic char *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*.: transplantation between neighbouring river systems. *Ecology of Freshwater Fish*. 15, 488-499.
- Plantalech manel -la, N., E.B. Thorstad, J.G. Davidsen, F. Økland, R. Sivertsgård, R.S. McKinley and B. Finstad. 2009. Vertical movements of Atlantic salmon post-smolt relative to measures of salinity and water temperature during the first phase of the marine migration. *Fish. Management and Ecology*, 16, 147-154.
- Plantalech manel-la, N., Chittenden, C. M., Økland, F., Thorstad, E. B., Davidsen, J. G., Sivertsgård, R., McKinley, R. S. and Finstad, B. 2011. Does river of origin influence the early marine migratory performance of *Salmo salar*? *Journal of Fish Biology*, 78: 624–634. doi: 10.1111/j.1095-8649.2010.02882.x.
- Potter, E.C.E. 1988. Movements of Atlantic salmon, *Salmo salar*, L. in an estuary in south west England. *Journal of Fish biology* 33 (suppl. A), 153-159
- Rikardsen, A.H., Amundsen, P.A. Bjørn, P.A. and Johansen, M. 2000. Comparison of growth, diet and food consumption of sea-run and lake-dwelling Arctic charr. *J. Fish Biol.* 57:1172-1188.
- Rikardsen, A.H., Sandring, S. og Knudsen, R. 2002. Marin vintervandring til sjøaure i Nord-Norge. NINA-Oppdragsmelding 738: 1-25.
- Rikardsen, A.H., M. Haugland, P.A. Bjørn, B. Finstad, R. Knudsen, J.B. Dempson, J.C. Holst, N.A., Hvidsten and M. Holm, 2004. Geographical differences in marine feeding of Atlantic salmon post-smolts in Norwegian fjords. *Journal of Fish Biology* 64, 1655-1679.
- Ruggles, C. P. 1980. A review of the downstream migration of Atlantic salmon. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.* No 952. Ix + 39p.

- Saksgård, L.M., Heggberget, T.G., Jensen, A.J. and Hvidsten, N.A. 1992. Utbyggingen av Altaelva-virkninger på laksebestanden. NINA Forskningsrapport 34: 1-98.
- Sandahl, J.F., Baldwin, D.H., Jenkins, J.J. and Scholz, N.L. 2007. A Sensory System at the Interface between Urban Stormwater Runoff and Salmon Survival. *Environmental Science & Technology*, 41: 2998-3004.
- Skjelkvåle, B.L., Bjerknes, V., Hindar, A., Kaste, Ø., Kristensen, T., Rosseland, B.O., Salbu, B., Teien, H.-C., og Åtland, Å. 2007. Vannkjemi. I: Bjerknes, V. (red.) Vannkvalitet og smoltproduksjon, Kapittel 2, side 57-93, Juul forlag, ISBN 978-82-8090-018-0.
- Solomon, D.J. and Sambrook, H.T. 2004. Effects of hot dry summers on the loss of Atlantic salmon, *Salmo salar*, from estuaries in South West England. *Fisheries Management and Ecology* 11, 353-363.
- Staurnes, M., Hansen, L., Fugelli, K., and Haraldstad, O. 1996. Short-term exposure to acid water impairs osmoregulation, seawater tolerance, and subsequent marine survival of smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 53: 1695-1704.
- Svenning, M. A., Fagermo, S. E., Barrett, R. T., Borgstrøm, R., Vader, W., Pedersen, T. and Sandring, S. 2005. Goosander predation and its potential impact on Atlantic salmon smolts in the River Tana estuary, northern Norway. *Journal of Fish Biology* 66, 924-937.
- Tierney, K.B., Baldwin, D.H., Hara, T.J., Ross, P.S., Scholz, N.L., and Kennedy, C.J. 2010. Olfactory toxicity in fishes. *Aquatic Toxicology* 96: 2-26.
- Thompson, B.E. and Hara, T. J. 1977. Chemo sensory bioassay of toxicity of lake waters contaminated with heavy metals from mining effluents. *Water Pollution Research in Canada* 12, 179-189.
- Thorstad, E.B., Heggberget, T.G. and Økland, F. 1998. Migratory behaviour of adult wild and escaped farmed Atlantic salmon, *Salmo salar* L., before, during and after spawning in a Norwegian river. *Aquaculture research*. 29, 419-428.
- Thorstad, E., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Bjørn, P.A. and McKinley, R. S. 2007. Fjord migration and survival of wild and hatchery-reared Atlantic salmon and wild brown trout post-smolts. *Hydrobiologia* 582:99-107.
- Ugedal, O., Thorstad, E. B., Næsje, T. F., Saksgård, L., Reinertsen, H. R. Fiske, P., Hvidsten, N.A. og Blom, H. H. .2006. Biologiske undersøkelser i Altaelva 2005. NINA Rapport 177, 52 sider.
- Ulvund, J. B. 2011. Size dependency of spatial and temporal patterns of marine migration of sea trout (*Salmo trutta* L.) and Arctic char (*Salvelinus alpinus* L.) in Repparfjord Northern Norway Masteroppgåve fiskeøkologi. NTNU Department of Biology. 41 sider.
- Urke H. A., Koksvik, J., Kristensen, T., Arnekleiv, J. V., Hindar, K. and Kroglund, F. 2010a. Seawater tolerance in Atlantic salmon, *Salmo salar* L., brown trout, *Salmo trutta* L., and *S. salar* × *S. trutta* hybrids smolt. *Fish Physiology and Biochemistry*. 36:845-853. DOI: 10.1007/s10695-009-9359-x.
- Urke, H. A., Kristensen, T., Alfredsen, K.T., Daae, K. L. D. og Alfredsen, J.A. 2010 b. Utvandringstidspunkt og marin åtferd hjå smolt frå Lærdalselva. NIVA rapport. 6033-2010, 48 sider.
- Vest-Finnmark Jeger og Fiskerforening (VJFF). 2010. Driftsplan for Repparfjordelva 2010-2013. Datert 31.12.2009.

# Vedlegg A. Vannkjemiske analyser av Repparfjordelva sesongen 2010- Analyserapport

Side nr.78/152

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

## ANALYSE RAPPORT



Navn REPPALA  
Adresse

Deres referanse:  
OGA

Vår referanse:  
Rekv.nr. 2010-1796  
O.nr. O 10122

Dato  
03.06.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Blå	2010.08.11	2010.08.16	2010.08.18-2010.09.14

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr		1
		Metode		
Surhetsgrad	pH	A 1-4		7,22
Konduktivitet	mS/m	A 2-3		4,19
Alkalitet	mmol/l	C 1		0,057
Klorid	mg/l	C 4-3		3,62
Sulfat	mg/l	C 4-3		1,37
Karbon, organisk filt	mg C/l	G 4-2		2,1
Kalsium	mg/l	C 4-3		3,57
Kadmium	µg/l	E 8-3		<0,005
Kobber	µg/l	E 8-3		0,492
Kalium	mg/l	C 4-3		0,46
Magnesium	mg/l	C 4-3		0,69
Natrium	mg/l	C 4-3		3,22
Nikkel	µg/l	E 8-3		0,32
Sink	µg/l	E 8-3		0,30

Norsk institutt for vannforskning

Norsk  
 Institutt  
 for  
 Vannforskning

Gaustadalléen 21  
 0349 Oslo  
 Tel: 22 18 51 00  
 Fax: 22 18 52 00

Navn REPPALA  
 Adresse

# ANALYSE RAPPORT

**Deres referanse:**

OGA

**Vår referanse:**

Rekv.nr. 2010-2193  
 O.nr. O 10122

**Dato**

03.06.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Pr.punkt blå	2010.09.15	2010.09.24	2010.09.24-2010.10.15

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1
Surhetsgrad	pH	A 1-4	7,26
Konduktivitet	mS/m	A 2-3	4,56
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,272
Turbiditet v/ 860 nm	FNU	A 4-2	
Nitrogen, total	µg N/l	D 6-1	
Nitrat	µg N/l	C 4-3	
Karbon, organisk	mg C/l	G 4-2	
Klorid	mg/l	C 4-3	4,53
Sulfat	mg/l	C 4-3	1,55
Karbon, organisk filt	mg C/l	G 4-2	2,4
Aluminium, reaktivt	µg/l	E 3-2	
Aluminium, ikke labil	µg/l	E 3-2	
Aluminium	µg/l	E 8-3	
Kalsium	mg/l	C 4-3	3,97
Kadmium	µg/l	E 8-3	<0,005
Kobber	µg/l	E 8-3	0,562
Jern	µg/l	E 8-3	
Kalium	mg/l	C 4-3	0,57
Magnesium	mg/l	C 4-3	0,81
Mangan	µg/l	E 8-3	
Natrium	mg/l	C 4-3	3,33
Nikkel	µg/l	E 8-3	0,28
Bly	µg/l	E 8-3	
Sink	µg/l	E 8-3	1,77

m : Analyseresultat mangler.

**Kommentarer**

1 Al/R: Prøvens matriks passer ikke vår metode

Norsk institutt for vannforskning

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



Navn REPPALA  
Adresse

**Deres referanse:**  
OGA

**Vår referanse:**  
Rekv.nr. 2010-2556  
O.nr. O 10122

**Dato**  
03.06.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Blå	2010.10.25	2010.10.29	2010.10.29-2010.11.17

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr		1
		Metode		
Surhetsgrad	pH	A 1-4		7,14
Konduktivitet	mS/m	A 2-3		4,63
Alkalitet	mmol/l	C 1		0,241
Klorid	mg/l	C 4-3		5,42
Sulfat	mg/l	C 4-3		2,13
Karbon, organisk filt	mg C/l	G 4-2		2,0
Kalsium	mg/l	C 4-3		5,89
Kadmium	µg/l	E 8-3		<0,005
Kobber	µg/l	E 8-3		0,769
Kalium	mg/l	C 4-3		0,51
Magnesium	mg/l	C 4-3		1,13
Natrium	mg/l	C 4-3		3,68
Nikkel	µg/l	E 8-3		0,34
Sink	µg/l	E 8-3		9,56

## Kommentarer

1 Dato på ICPMS flaske:28-10-10

Norsk institutt for vannforskning

Side nr.80/152



Norsk  
 Institutt  
 for  
 Vannforskning

Gaustadalléen 21  
 0349 Oslo  
 Tel: 22 18 51 00  
 Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



Navn REPPALA  
 Adresse

**Deres referanse:**  
 OGA

**Vår referanse:**  
 Rekv.nr. 2010-868  
 O.nr. O 10122

**Dato**  
 03.06.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Prøvepunkt rød	2010.05.10	2010.05.12	2010.05.12-2010.05.21

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr		1
		Metode		
Surhetsgrad	pH	A 1-4		7,33
Konduktivitet	mS/m	A 2-3		6,45
Alkalitet	mmol/l	C 1		0,296
Klorid	mg/l	C 4-3		8,74
Sulfat	mg/l	C 4-3		2,23
Karbon, organisk filt	mg C/l	G 4-2		2,2
Kalsium	mg/l	C 4-3		4,92
Kadmium	µg/l	E 8-3		<0,005
Kobber	µg/l	E 8-3		0,470
Kalium	mg/l	C 4-3		0,83
Magnesium	mg/l	C 4-3		1,15
Natrium	mg/l	C 4-3		5,03
Nikkel	µg/l	E 8-3		0,27
Sink	µg/l	E 8-3		4,32

Norsk institutt for vannforskning

Side nr.81/152

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



Navn REPPALA  
Adresse

**Deres referanse:**  
OGA

**Vår referanse:**  
Rekv.nr. 2010-1251  
O.nr. O 10122

**Dato**  
03.06.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Blå	2010.06.14	2010.06.16	2010.06.16-2010.06.22

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr		1
		Metode		
Surhetsgrad	pH	A 1-4		7,18
Konduktivitet	mS/m	A 2-3		3,22
Alkalitet	mmol/l	C 1		0,167
Klorid	mg/l	C 4-3		4,03
Sulfat	mg/l	C 4-3		1,32
Karbon, organisk filt	mg C/l	G 4-2		1,5
Kalsium	mg/l	C 4-3		2,38
Kadmium	µg/l	E 8-3		<0,005
Kobber	µg/l	E 8-3		0,413
Kalium	mg/l	C 4-3		0,42
Magnesium	mg/l	C 4-3		0,56
Natrium	mg/l	C 4-3		2,59
Nikkel	µg/l	E 8-3		0,32
Sink	µg/l	E 8-3		3,61

Norsk institutt for vannforskning

Side nr.82/152

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

# ANALYSE RAPPORT



Navn REPPALA  
Adresse

**Deres referanse:**  
OGA

**Vår referanse:**  
Rekv.nr. 2010-1604  
O.nr. O 10122

**Dato**  
03.06.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Prøve punkt Blå	2010.07.20	2010.07.21	2010.07.22-2010.08.31

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr		1
		Metode		
Surhetsgrad	pH	A 1-4		7,36
Konduktivitet	mS/m	A 2-3		3,98
Alkalitet	mmol/l	C 1		0,228
Klorid	mg/l	C 4-3		3,91
Sulfat	mg/l	C 4-3		1,38
Karbon, organisk filt	mg C/l	G 4-2		2,4
Kalsium	mg/l	C 4-3		3,18
Kadmium	µg/l	E 8-3		<0,005
Kobber	µg/l	E 8-3		0,666
Kalium	mg/l	C 4-3		0,46
Magnesium	mg/l	C 4-3		0,68
Natrium	mg/l	C 4-3		3,03
Nikkel	µg/l	E 8-3		0,30
Sink	µg/l	E 8-3		1,1

Norsk institutt for vannforskning

# Vedlegg B. Tungmetallanalyser i muskel og lever av aure sesongen 2010- Analyserapport

Side nr.84/152

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

## ANALYSE RAPPORT



Navn **Analysering av muskel og lever**  
Adresse

Deres referanse:  
HUR

Vår referanse:  
Rekv.nr. 2011-415  
O.nr. O 10122 MU

Dato  
03.06.2011

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet kan fås ved henvendelse til laboratoriet):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	L1		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
2	L2		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
3	L3		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
4	L4		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
5	L5		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
6	L6		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
7	L7		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3	4	5	6	7
Kadmium	µg/g v.v.	E 8-3	0,057	0,342	0,061	0,036	0,064	0,072	0,043
Kobber	µg/g v.v.	E 8-3	8,77	574	45,4	63,2	60,2	36,6	10,5
Bly	µg/g v.v.	E 8-3	<0,02	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	<0,02
Sink	µg/g v.v.	E 8-3	52,5	523	41,4	46,6	46,5	48,7	44,3

### Kommentarer

- 1 Fiskelever fra 1-7  
Fiskemuskel fra 8-17

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2011-415  
(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
8	M1		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
9	M2		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
10	M3		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
11	M4		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
12	M5		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
13	M6		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
14	M7		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25

Prøvenr	Analysevariabel	Enhet	8	9	10	11	12	13	14
	Kadmium	µg/g v.v. E	<0,001	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
8-3									
	Kobber	µg/g v.v. E	0,28	0,25	0,24	0,28	0,30	0,28	0,28
8-3									
	Bly	µg/g v.v. E	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
8-3									
	Sink	µg/g v.v. E	5,36	5,72	7,44	6,20	4,57	5,43	6,28
8-3									

# ANALYSE RAPPORT



Rekv.nr. 2011-415

(fortsettelse av tabellen):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
15	M8		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
16	M9		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25
17	M10		2011.03.16	2011.03.24-2011.03.25

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	15	16	17
Kadmium	µg/g v.v.	E 8-3	<0,001	<0,001	<0,001
Kobber	µg/g v.v.	E 8-3	0,29	0,25	0,30
Bly	µg/g v.v.	E 8-3	<0,02	<0,02	<0,02
Sink	µg/g v.v.	E 8-3	6,33	4,57	6,28

Norsk institutt for vannforskning

## Vedlegg C. Koordinater for akustiske lyttebøyer i 2009

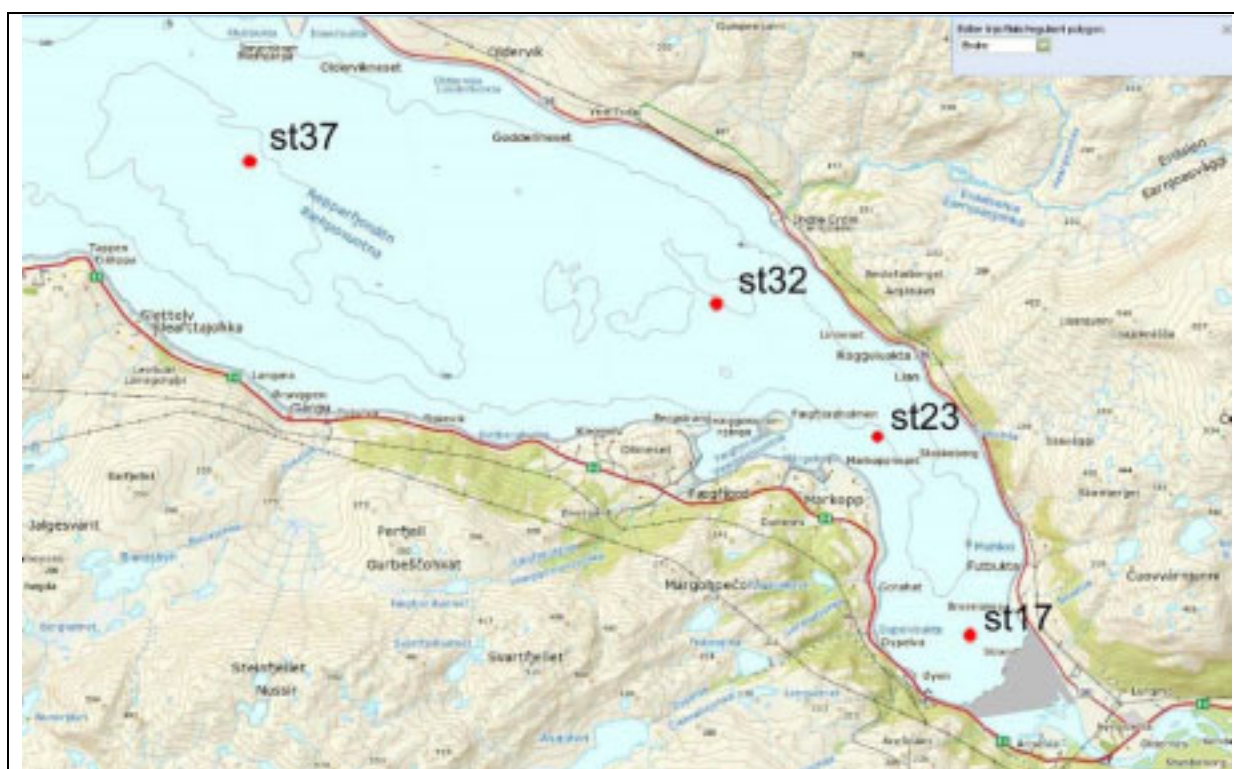
soner	plassering-transekt	VRW ID	GPS posisjon
Repparfjordelva	Brukulpen	109712	N70 26 41.7 E24 19 56.1
Repparfjordelva	Brukulpen	109696	N70 26 41.7 E24 19 56.1
Repparfjordelva	Fossekulpen	109715	N70 17 47.0 E24 09 14.8
Repparfjordelva	Josefsenskulpen	109700	N70 22 33.1 E24 24 41.4
Elvemunningen	Brennsnes	103437	N70 27 42.6 E24 18 20.9
Elvemunningen	Brennsnes	109711	N70 27 35.1 E24 17 48.3
Elvemunningen	Brennsnes	109718	N70 27 21.8 E24 17 14.2
Elvemunningen	osen	104260	N70 27 34.1 E24 18 43.4
Elvemunningen	osen	105956	N70 27 29.3 E24 18 29.0
Elvemunningen	Osen	109713	N70 27 16.5 E24 18 16.4
Indre fjord	Deponi A	109716	N70 28 52.9 E24 16 41.4
Indre fjord	Deponi B	104259	N70 29 21.6 E24 15 34.5
Indre fjord	Markoppneset Ø	109702	N70 28 30.5 E24 16 41.6
Indre fjord	Markoppneset Ø	109719	N70 28 34.5 E24 16 55.9
Indre fjord	Markoppneset Ø	105707	N70 28 41.6 E24 17 15.8
Indre fjord	Markoppneset Ø	109699	N70 28 49.4 E24 17 44.8
Indre fjord	Markoppneset V	105713	N70 28 55.1 E24 15 57.5
Indre fjord	Markoppneset V	109710	N70 29 04.6 E24 16 08.7
Indre fjord	Markoppneset V	109717	N70 29 05.8 E24 16 35.5
Indre fjord	Markoppneset V	105140	N70 29 08.2 E24 17 11.9
Indre fjord	Markoppneset Ø	103442	N70 28 56.5 E24 17 59.0
Midtre fjord	Fægfjordholmen V	109706	N70 29 13.7 E24 13 45.2
Midtre fjord	Fægfjordholmen V	103438	N70 29 25.9 E24 13 53.9
Midtre fjord	Fægfjordholmen V	105136	N70 29 36.4 E24 13 54.7
Midtre fjord	Fægfjordholmen V	105129	N70 29 50.4 E24 14 07.5
Midtre fjord	Fægfjordholmen V	105128	N70 30 01.9 E24 14 19.8
Midtre fjord	Fægfjordholmen V	109708	N70 30 11.3 E24 14 59.1
Midtre fjord	Fægfjordholmen V	109703	N70 30 18.3 E24 15 17.1
Ytre fjord	Klubberget	109707	N70 32 05.6 E24 05 39.4
Ytre fjord	Klubberget	104257	N70 32 00.2 E24 05 21.1
Ytre fjord	Klubberget	109714	N70 30 33.3 E24 03 20.8
Ytre fjord	Klubberget	104256	N70 30 42.4 E24 03 38.2
Ytre fjord	Klubberget	109709	N70 31 08.3 E24 06 01.0
Ytre fjord	Kvalsund	105138	N70 30 34.3 E23 59 40.6
Ytre fjord	Kvalsund	109705	N70 30 31.5 E23 58 38.2
Ytre fjord	Sammelsundet	105135	N70 33 16.2 E24 06 10.7
Ytre fjord	Sammelsundet	104258	N70 34 11.1 E24 03 37.6
Kvalsundelva	utløp	109701	N70 30 14.3 E23 59 01.3
Kvalsundelva	Oppstrøms bru	109704	N70 30 05.7 E23 58 52.1

## Vedlegg D. Hydrografiske målinger i Repparfjorden 26. mai-13. september

Det ble foretatt hydrografiske målinger ved fire stasjoner i Repparfjorden i perioden (**Figur 27**). En oversikt over målingene finnes i *Tabell 18* under. Figur 28-34 viser resultatene fra målingene.

*Tabell 17. Oversikt over dato for prøvetaking (t.v) og posisjon for målestasjonene (t.h)*

Dato	Stasjon Prøvetatt	Stasjon	Koordinater
26.05.2010	17,23,32,37	17	N70 27 35.1 E24 17 48.3
26.06.2010	17,23,	23	N70 28 52.9 E24 16 41.4
28.07.2010	17,23,32,37	37	N70 31 08.3 E24 06 01.0
03.08.2010	17,23,32,37	32	N70 29 50.4 E24 14 07.5
10.08.2010	17		
13.09.2010	17, 23,32, 37		
26.05.2010	17,23,32,37		



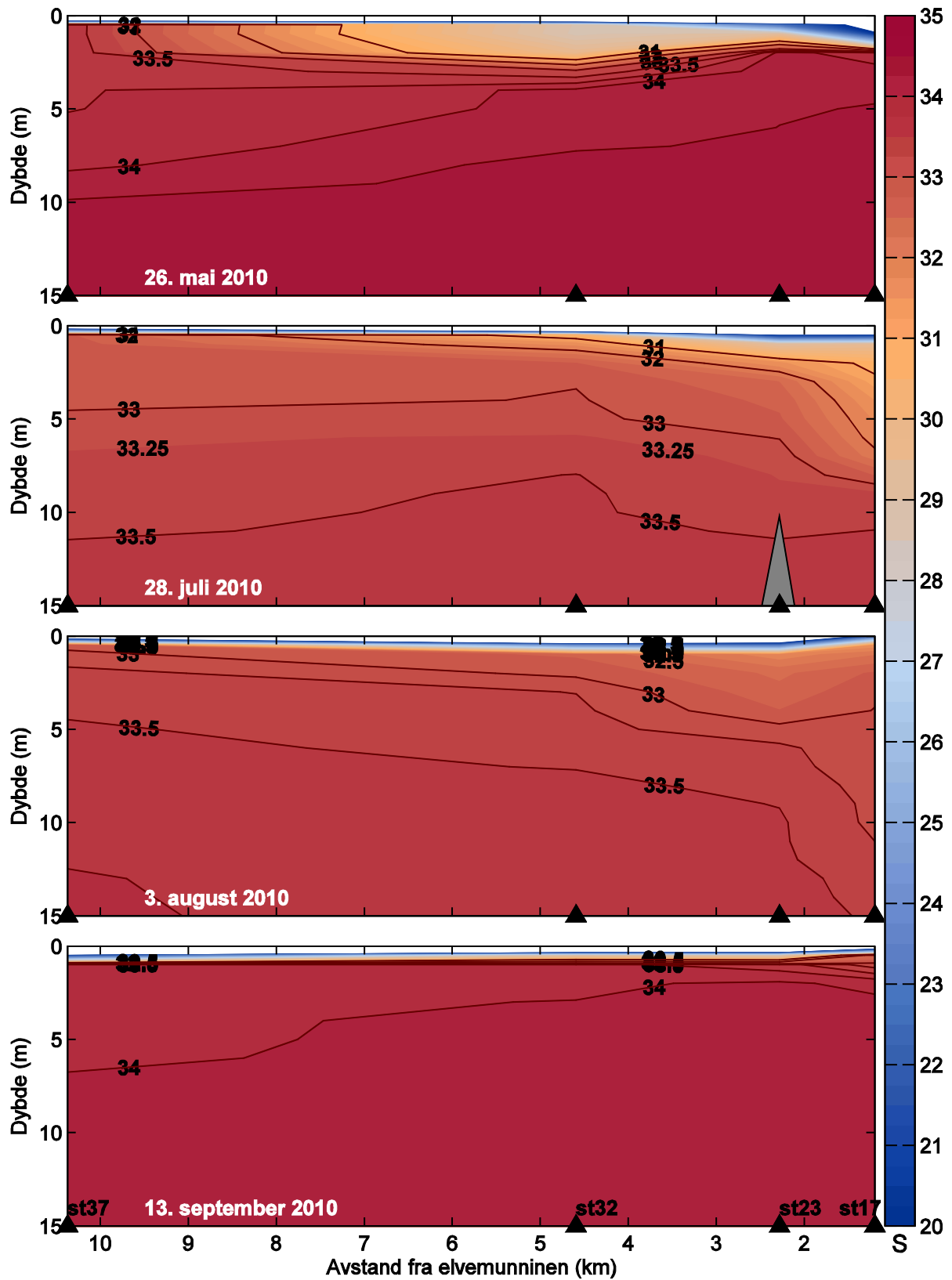
**Figur 27.** Hydrografiske stasjoner i Repparfjorden.



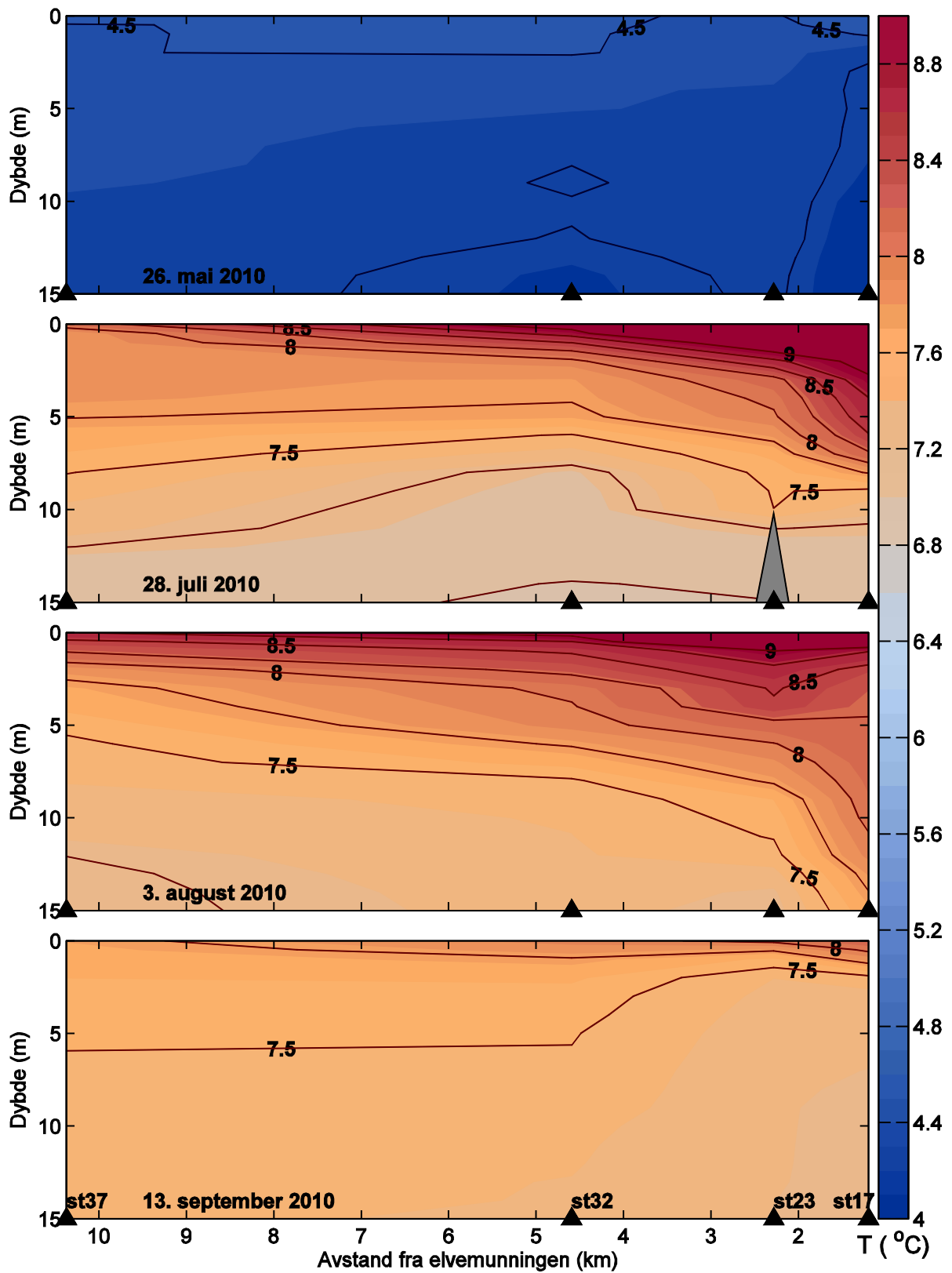
Figur 28-32 viser saliniteten og temperaturen som transekt langs fjorden ved tidspunktene det ble gjort målinger ved alle stasjonene. Figurene fokuserer på det øvre 20 meterne. Brakkvannslaget er relativt grunt (< 2 m) ved alle tidspunktene, men strekker seg fra ut til stasjon 32 (brakkvannslaget når kun ut til stasjon 37 i september målingene). Brakkvannslaget er tykkest i mai når vårflommen pågår. Saliniteten er reelt homogen horisontalt, og det er stabil sjiktning i vannsøylen. Saliniteten er noe lavere midt på sommeren (juli-august) enn på for- og etter sommeren (mai og september).

Temperaturen viser også at det er relativt homogent horisontalt. Det er noe varmere innerst i fjorden der det er grunnere. Dette gjelder spesielt i de øverste 5-10 meterne. Det er betydelig kaldere i mai enn i juli-september. Også for temperatur finner vi de største vertikale variasjonene i juli og august. Dette henger sammen med den betydelig større varmefluksen fra atmosfæren i sommermånedene.

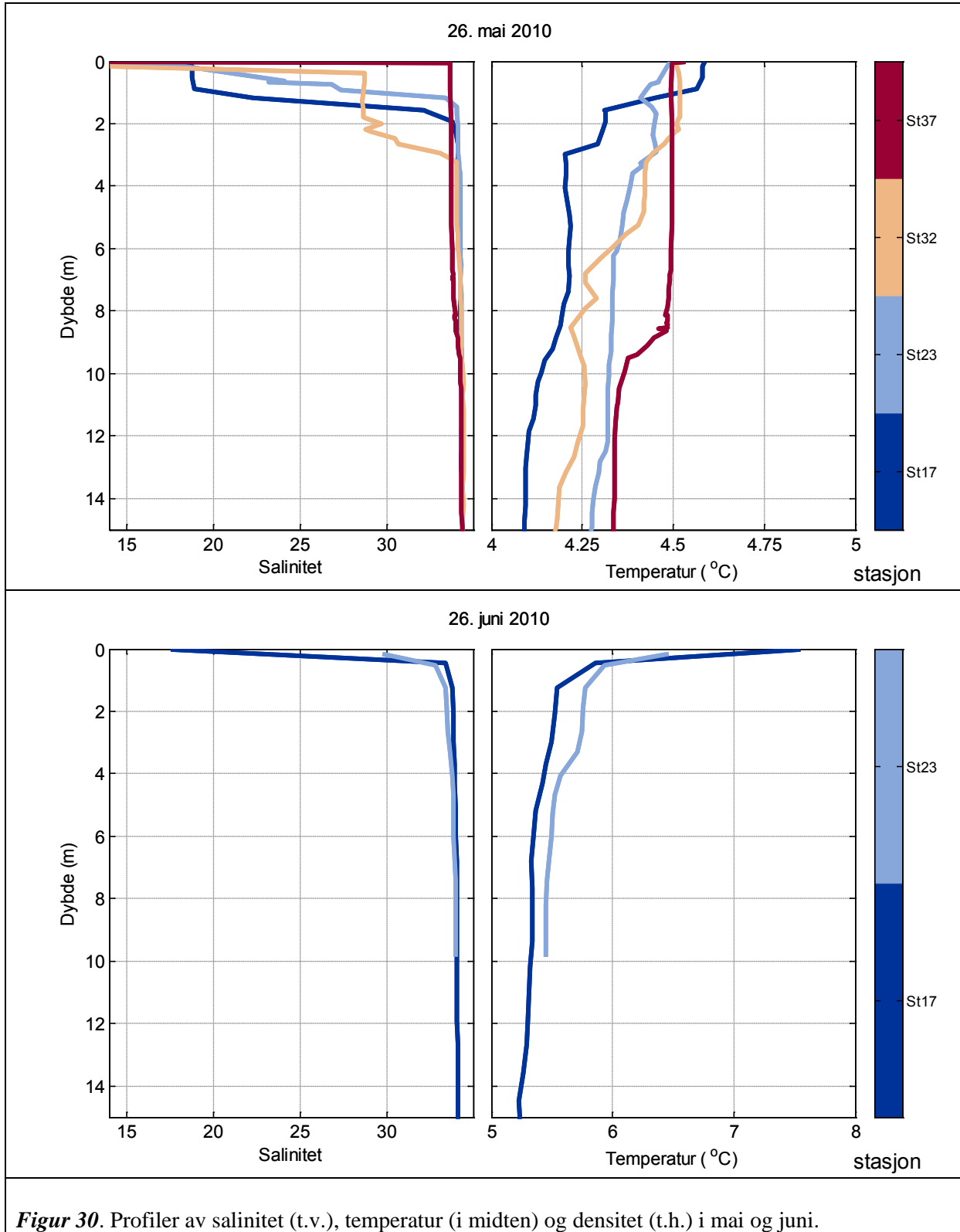
Figur 33 og 34 viser tidsutviklingen av salinitet og temperatur ved de ulike stasjonene. Vi ser at det er størst variasjoner for stasjon 17 og 23 lengst inne i fjorden, men at det generelt sett er små forskjeller mellom stasjonene.

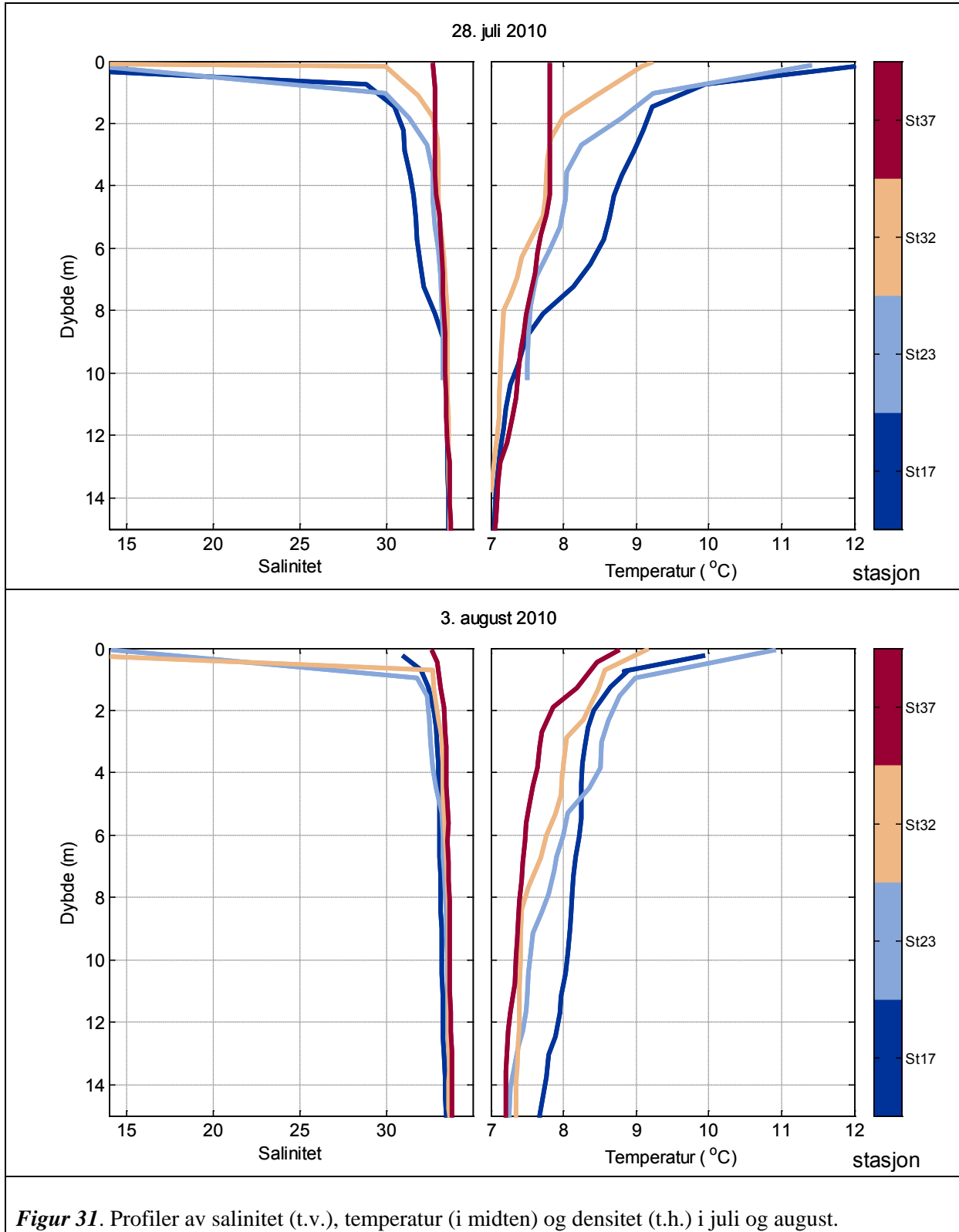


**Figur 28.** Konturplott av salinitet langs fjorden ved fire måletidspunkt. Fargeskalaen til høyre gir salinitetsverdiene. Det grå feltet markerer dyp der det ikke er foretatt målinger. De svarte markørene angir hvor i transektet målingene er gjort.

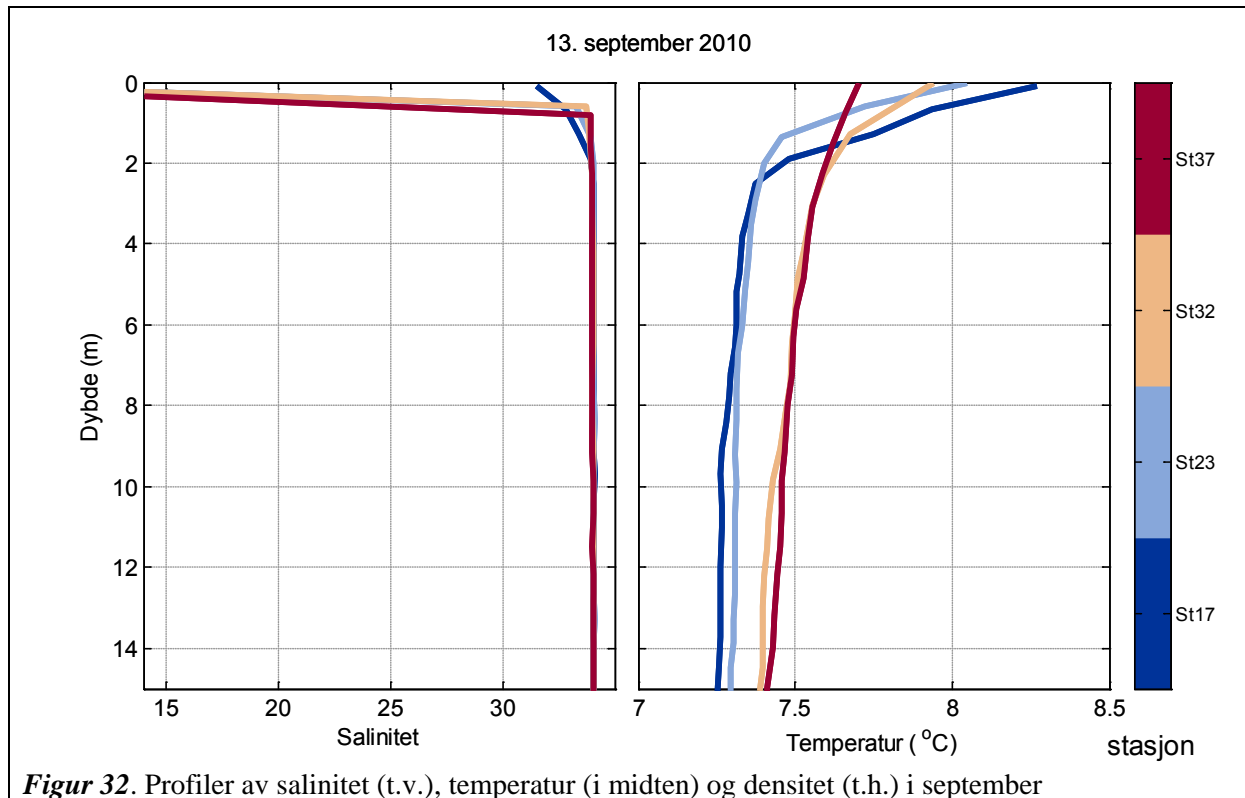


Figur 29. Konturplott av temperatur langs fjorden ved fire måletidspunkt. Fargeskalaen til høyre gir salinitetsverdiene. Det grå feltet markerer dyp der det ikke er foretatt målinger. De svarte markørene angir hvor i transektet målingene er gjort.

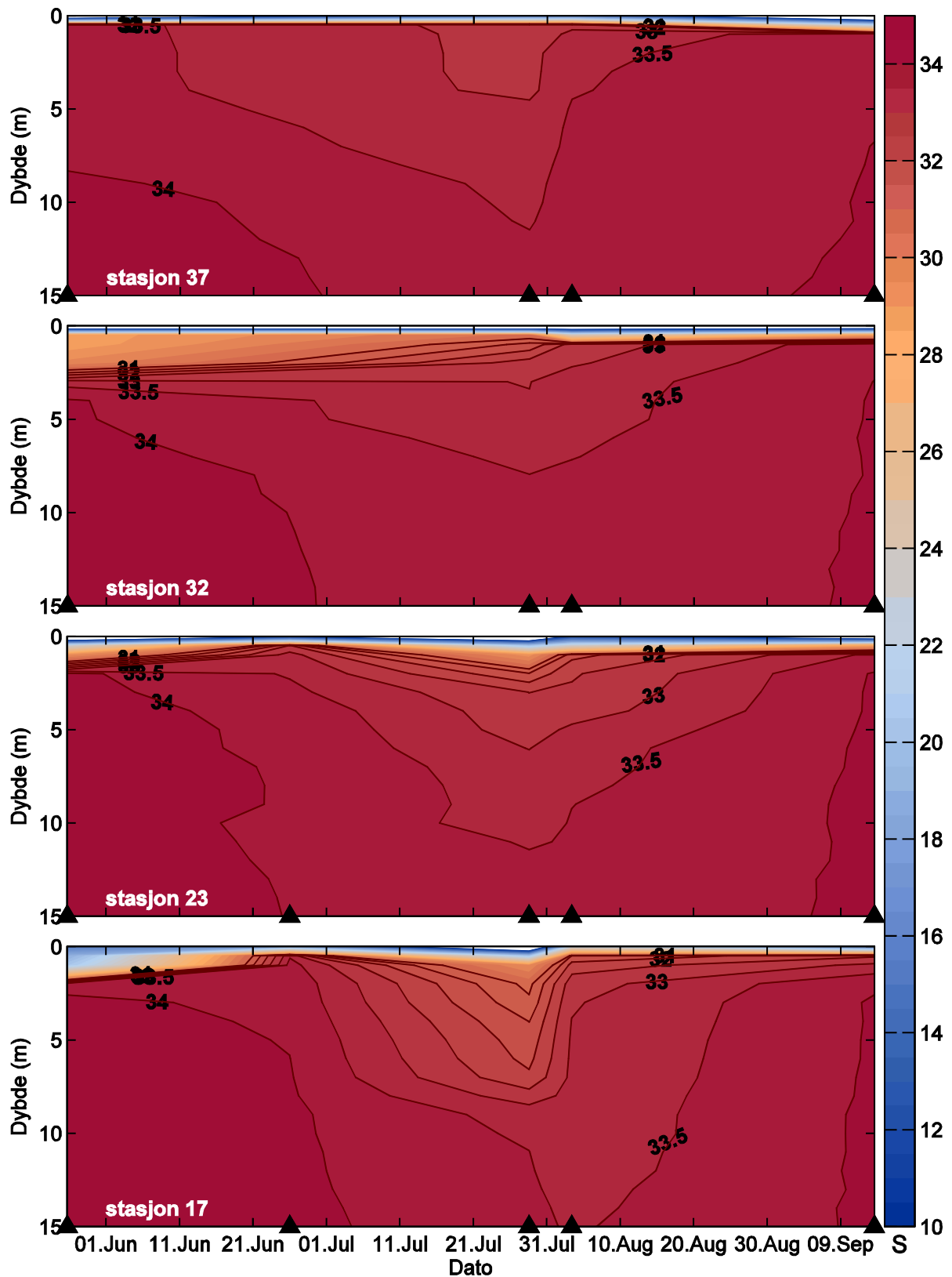




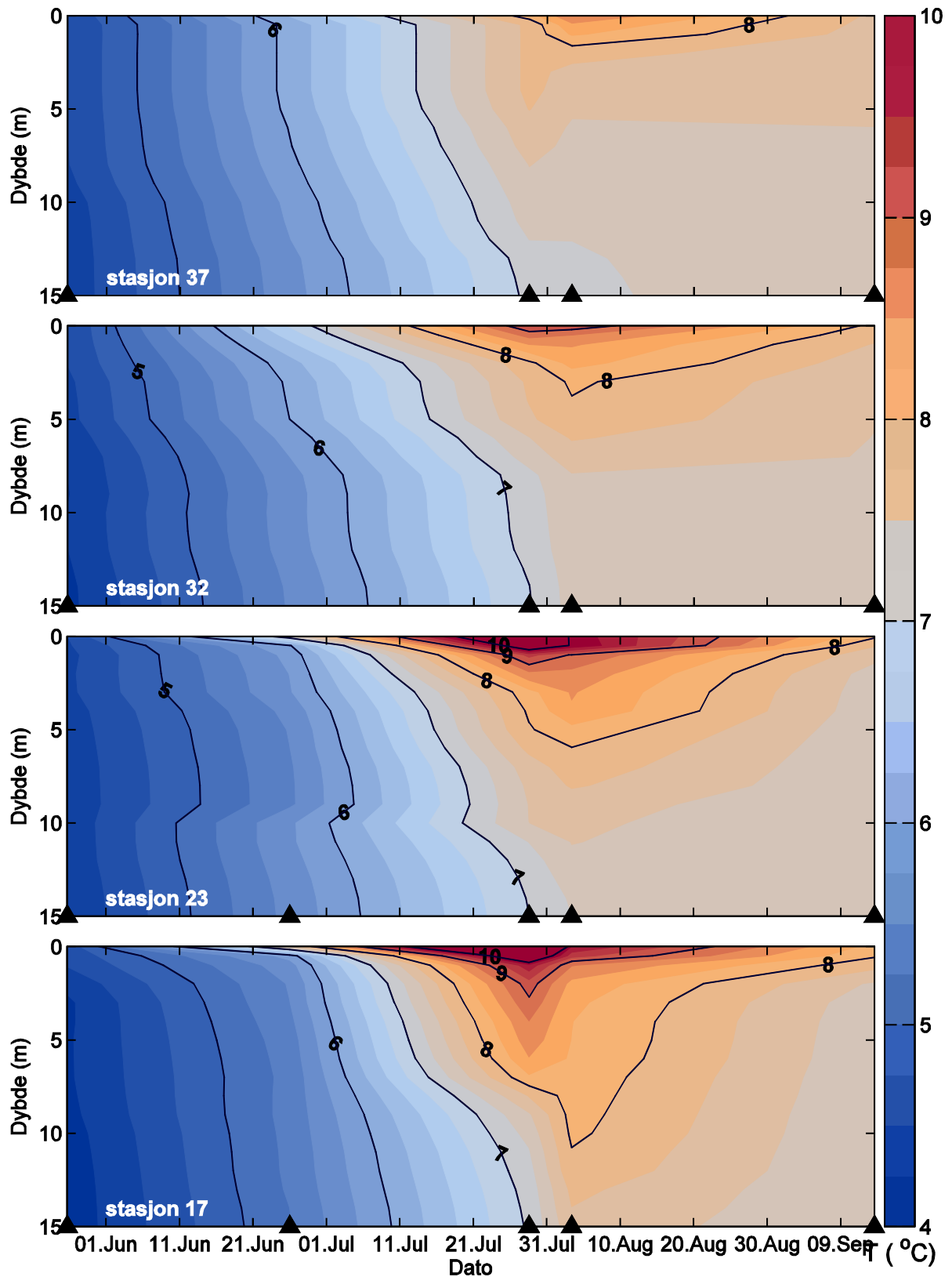
**Figur 31.** Profiler av salinitet (t.v.), temperatur (i midten) og densitet (t.h.) i juli og august.



**Figur 32.** Profiler av salinitet (t.v.), temperatur (i midten) og densitet (t.h.) i september



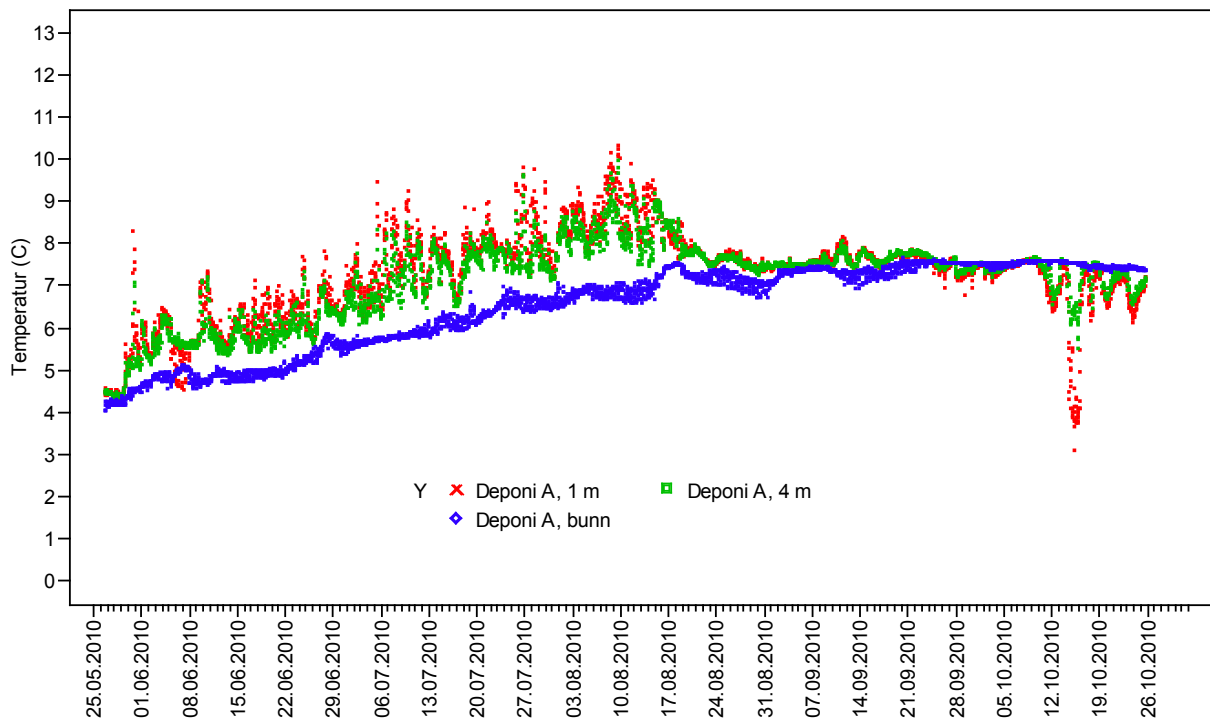
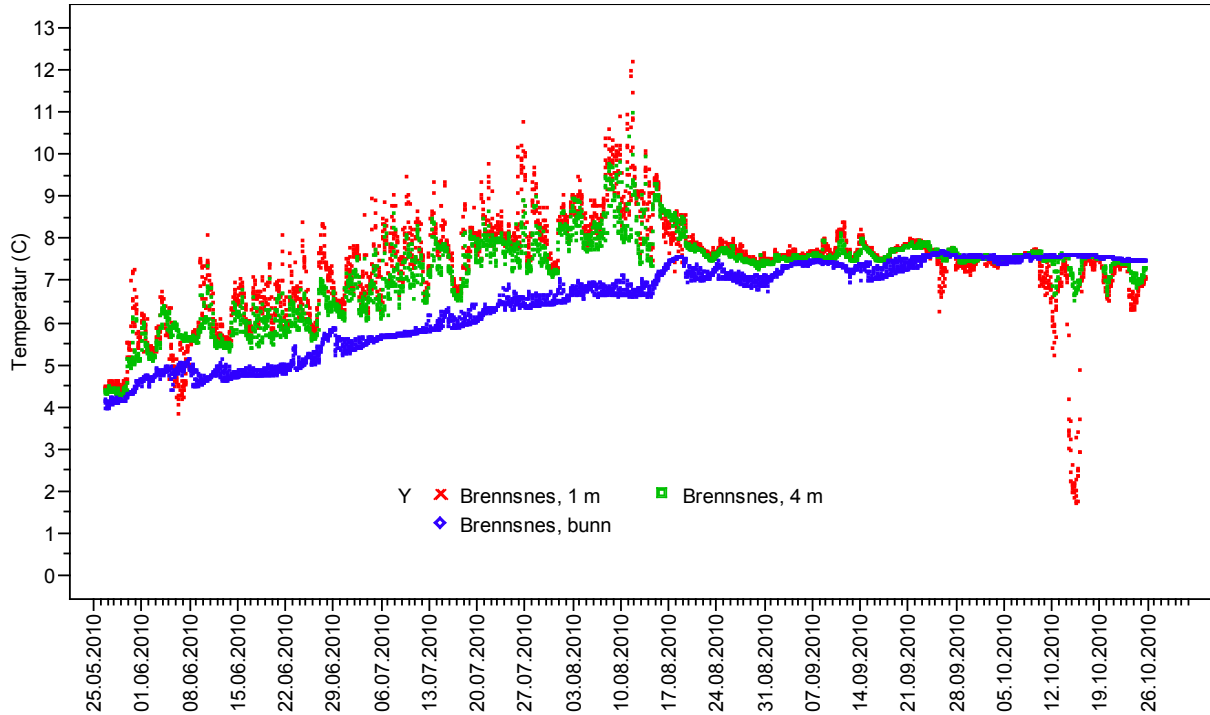
**Figur 33.** Konturplott av tidsutviklingen i salinitet ved de ulike stasjonene i Repparfjorden fra mai til september. Fargeskalaen t.h. angir salinitetsverdier, og de svarte trekantene markerer tidspunkt for observasjonene.



**Figur 34.** Konturplott av tidsutviklingen i temperatur ved de ulike stasjonene i Repparfjorden fra mai til september. Fargeskalaen t.h. angir temperaturverdier, og de svarte trekantene markerer tidspunkt for observasjonene.



## Vedlegg E. Temperatur i fjorden



## Vedlegg F. Mageprøver fra aure fanget i Repparfjorden juli 2010

### Sammendrag

Sjøaure er samlet inn med kastenot i 21. juli 2011 Repparfjorden, og det er foretatt utvidete undersøkelser av 10 utvalgte individer med hensyn til fiskens aldersfordeling, kvalitet, kjønn-/stadium og næringsvalg.

All fisk var i lengdeintervallet 184-238 mm, med alder 2-5 år. All fisk var postsmolt i sitt første leveår i sjøen, og mesteparten av fisken var 4 år. Ett individ, med alder 2 år, var fettfinneklippt og trolig opphav fra settefisk-/oppdrett. Av 10 sjøaure var 4 hannfisk og 6 hunnfisk. Alle var umodne (gjellfisk) med gonadestadium 1. Fisken var i godt hold, med gjennomsnittlig kondisjonsfaktor på 1,09, noe som indikerer god næringstilgang og gode vekstvilkår.

Fiskens næringsvalg var hovedsakelig en ukjent art fiskeyngel i størrelse 4-6 cm av marint opphav.

### Metodikk

10 individer av sjøaure ble tilfeldig valgt ut fra det innsamlede materialet for nærmere aldersbestemmelse og mageprøveanalyser. Fiskens lengde ble målt til nærmeste mm fra snutespiss til enden av sammenklemt halefinne (total lengde). Aldersanalyser ble for sjøaure ble gjort hovedsakelig ved bruk av ottolitter, med støtte i skjellanalyser. All fanget fisk ble gjennomgått med henblikk på kjønn, gonadenes utviklingsstadium, grad av parasittisme og kjøttfarge.

Fiskens kondisjonsfaktor ble beregnet etter Fultons formel (K): 
$$K = \frac{\text{vekt(gram)} \times 100}{\text{lengde}^3}$$

All fisk og de registrerte parametre fra sjøaurematerialet i denne undersøkelsen er vist i Tabell 1 under.

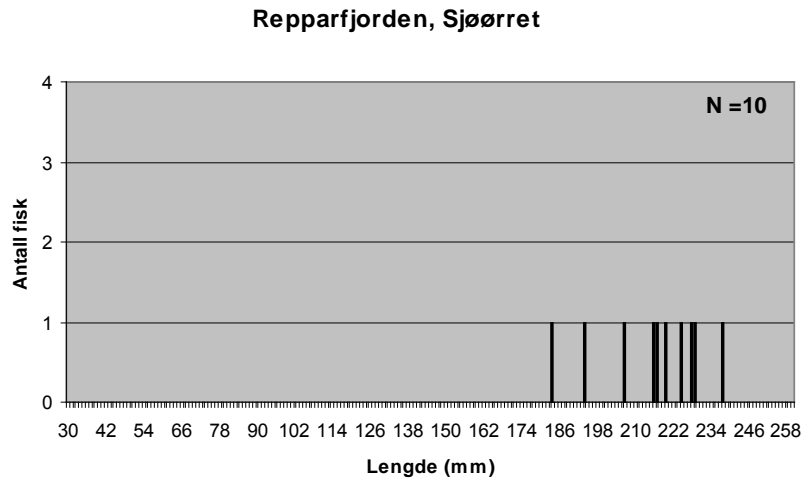
Tabell 1. Undersøkt sjøaure fra Repparfjorden.

L.nr.	Lokalitet	Art	Lengde	Vekt	K-Faktor	Alder	Kjønn	Stadium	Kjøttfarge	Magefylling	Parasitt
1	Repparfjord	Aure	23,8	150	1,11	4	Hann	1	Lyserød	0	0
2	Repparfjord	Aure	21,6	107	1,06	5	Hunn	1	Hvitt	1	0
3	Repparfjord	Aure	18,4	77	1,24	3	Hann	1	Hvitt	3	0
4	Repparfjord	Aure	21,7	106	1,04	4	Hunn	1	Hvitt	3	0
5	Repparfjord	Aure	22	110	1,03	4	Hunn	1	Hvitt	2	0
6	Repparfjord	Aure	20,7	101	1,14	2	Hunn	1	Hvitt	1	0
7	Repparfjord	Aure	22,5	112	0,98	4	Hann	1	Hvitt	3	0
8	Repparfjord	Aure	19,4	85	1,16	4	Hann	1	Hvitt	4	0
9	Repparfjord	Aure	22,9	134	1,12	4	Hunn	1	Lyserød	2	0
10	Repparfjord	Aure	22,8	123	1,04	4	Hann	1	Lyserød	0	0
<b>Median</b>	Repparfjord	Aure	21,85	108,5	1,09	4,00				2,5	
<b>Gj.snitt</b>	Repparfjord	Aure	21,58	110,5	1,09	3,80				2,375	

### Lengde- og aldersfordeling

Lengdeintervallet hos den utvalgte sjøauren var fra 184 mm til 238 mm (Figur 1). Aldersanalysene viste at all sjøaure var postsmolt med utvandring fra ferskvann til saltvann våren /sommeren 2010. Mesteparten av fisken var 4 år gamle (n=7, Tabell 1). Ett individ var 5 år og ett individ var 3 år. En av

fiskene var kun to år, og denne var tydelig fettfinneklipt. Aldersanalysen av denne fisken viste at denne har unormalt god vekst de første to årene av sitt liv sammenlignet med de øvrige sjøaurene (og det som regnes som normalt for regionen), noe som kan indikere at det kan dreie seg om oppdrett-/settefisk av aure.



Figur 1. Lengdefordeling hos sjøaure i materialet fra Repparfjorden juli 2010.

#### Fiskens kvalitet

Kondisjonsfaktor (k-faktor), kjøttfarge og parasitter er vanligvis de parametrene som blir undersøkt når fiskens kvalitet skal vurderes. Kondisjonsfaktoren er et mål for fiskens vekt i forhold til lengde (jf. Materiale og metoder). Ved bruk av totallengde som lengdemål kan aure med en k-faktor på omkring 1,0-0,9 betraktes som normal til feit fisk. For mindre fiskestørrelser, som i denne undersøkelsen, så vil en k-faktor på over 1,0 indikere at fisken har svært godt hold og god næringstilgang.

Alle de undersøkte sjøaurene ble subjektivt vurdert til å være i meget godt hold ut fra utseende (habitus og morfologi). Dette gjenpeiles i fiskens k-faktor (Tabell 1), som varierte fra 0,98 til 1,24 hos sjøauren, med en gjennomsnittlig verdi på 1,09. Dette betyr at all undersøkt fisk hadde meget tilfredsstillende kondisjon.

Fiskens kjøttfarge varierte mellom hvitt og lyserød (Tabell 1). 7 av 10 fisk hadde hvitt kjøttfarge. De tre lengste fiskene i materialet hadde en svak rødfarge på kjøttet. Generelt er det slik at mindre fisk gjerne har størst andel hvitt kjøtt, uavhengig av diett, mens andelen lyserødt og rødt kjøtt øker naturlig med økt fiskestørrelse.

Graden av innvollparasittisme ble vurdert etter en skala fra 0-3, hvor 0 betyr ingen parasitter og 3 betyr sterk parasittering. Ved svak infiseringsgrad er det kun enkeltcyster på innvollene (spesielt mage og tarm), mens ved sterk infisering vil også bukhuleveggen være angrepet. Ved virkelig sterk infisering kan innvollene være sammenvokst med kjøttet (bukhuleveggen). All fisk i denne undersøkelsen ble vurdert til parasittgrad 0 (Tabell 1), der ingen parasitter ble registrert. Ektoparasitter, som lever på en kroppsoverflate hos verten, ble heller ikke påvist.

#### Kjønn og stadium

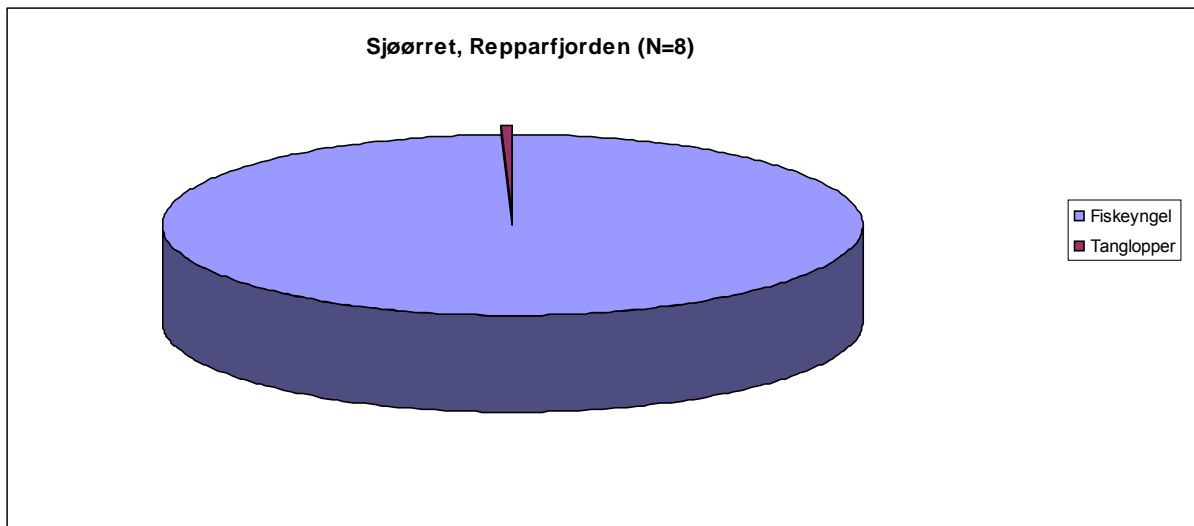
Av 10 fisk var 4 hanner og 6 hunner (Tabell 1). All sjøaure i denne undersøkelsen var prematur (umoden), såkalt gjellfisk. Dette betyr at ingen fisk har gytt tidligere, og basert på gonadenes størrelse og utvikling så var alle fisker på stadium 1, noe som indikerer at de ikke skal gyte førstkommande høst.

Mageanalyser og fiskens næringsvalg

Mageprøver fra 10 sjøaure ble undersøkt for å gi et øyeblikksbilde av diettsammensetning hos fisken. 8 individer hadde mageinnhold, og 2 fisk hadde tomme mager (Tabell 1). Fisk med tomme mager er ikke med i de videre beregningene. Magefyllingen varierte fra 1 til 4 i det opparbeidede materialet som her rapporteres (Tabell 1)

Tabell 2. Mageinnhold hos sjøaure (n=8) i Repparfjorden i juli 2010, angitt som gjennomsnittlig volumprosent av byttedyrkategoriene.

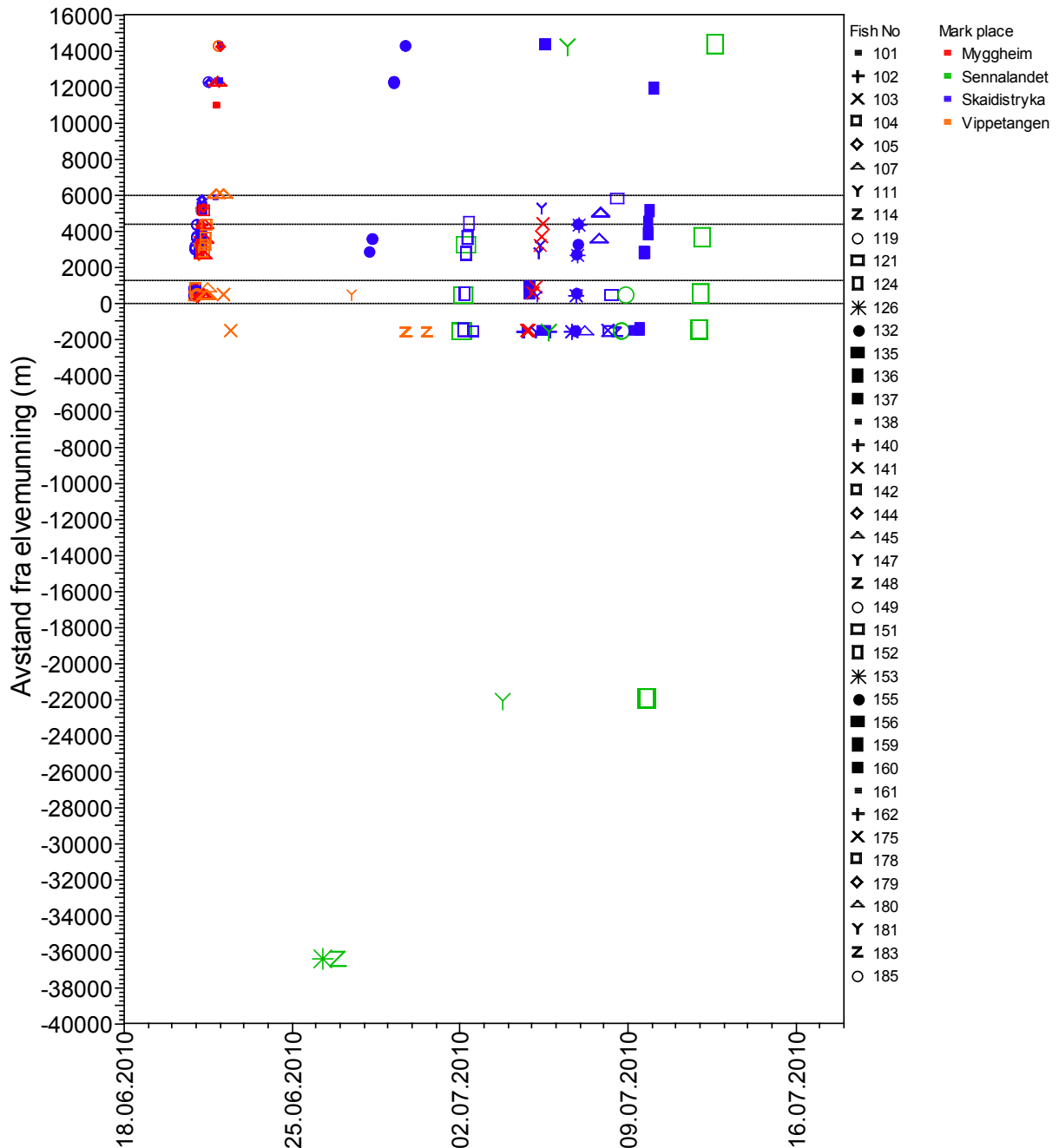
Sjøaure Repparfjorden (N=8)	Volumprosent
Fiskeyngel	99,375
Tanglopper (Gammaridae)	0,625
<b>Sum</b>	<b>100</b>



Figur 2. Kakediagram som illustrerer gjennomsnittlig volumprosent av de to byttedyrkategoriene i dietten til sjøaure (n=8) i Repparfjorden i juli 2010.

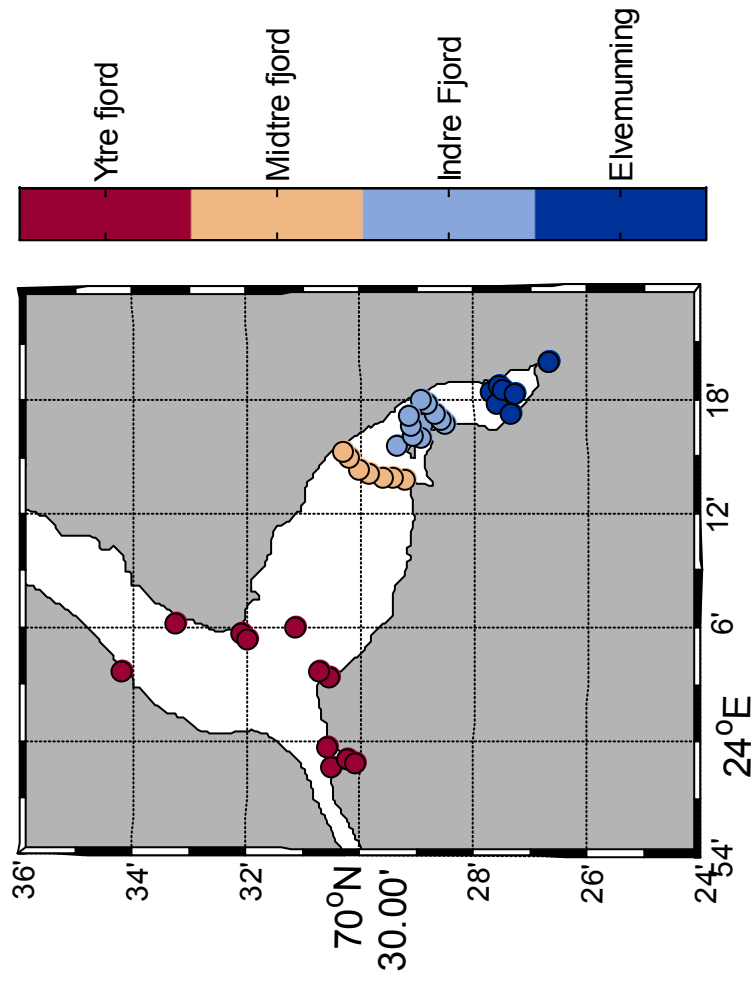
Det var svært liten variasjon i magesammensetningen hos den undersøkte sjøauren med mageinnhold (N=8). Alle 8 sjøaure med mageinnhold hadde spist fiskeyngel (Tabell 1), og denne byttedyrkategorien utgjorde over 99 % av den gjennomsnittlig magefyllingen i volumprosent (Figur 2). De undersøkte sjøaureene hadde fra 1 til 4 individer av denne fiskeyngelen i magesekken, som ikke var mulig å bestemme videre til art eller slekt. Yngelen var imidlertid med sikkerhet av marint opphav, der alle var i størrelsen 4-6 cm, og trolig av samme art. En sjøaure hadde i tillegg spist ett enkeltindivid av tangloppe, trolig i slekten Gammarus.

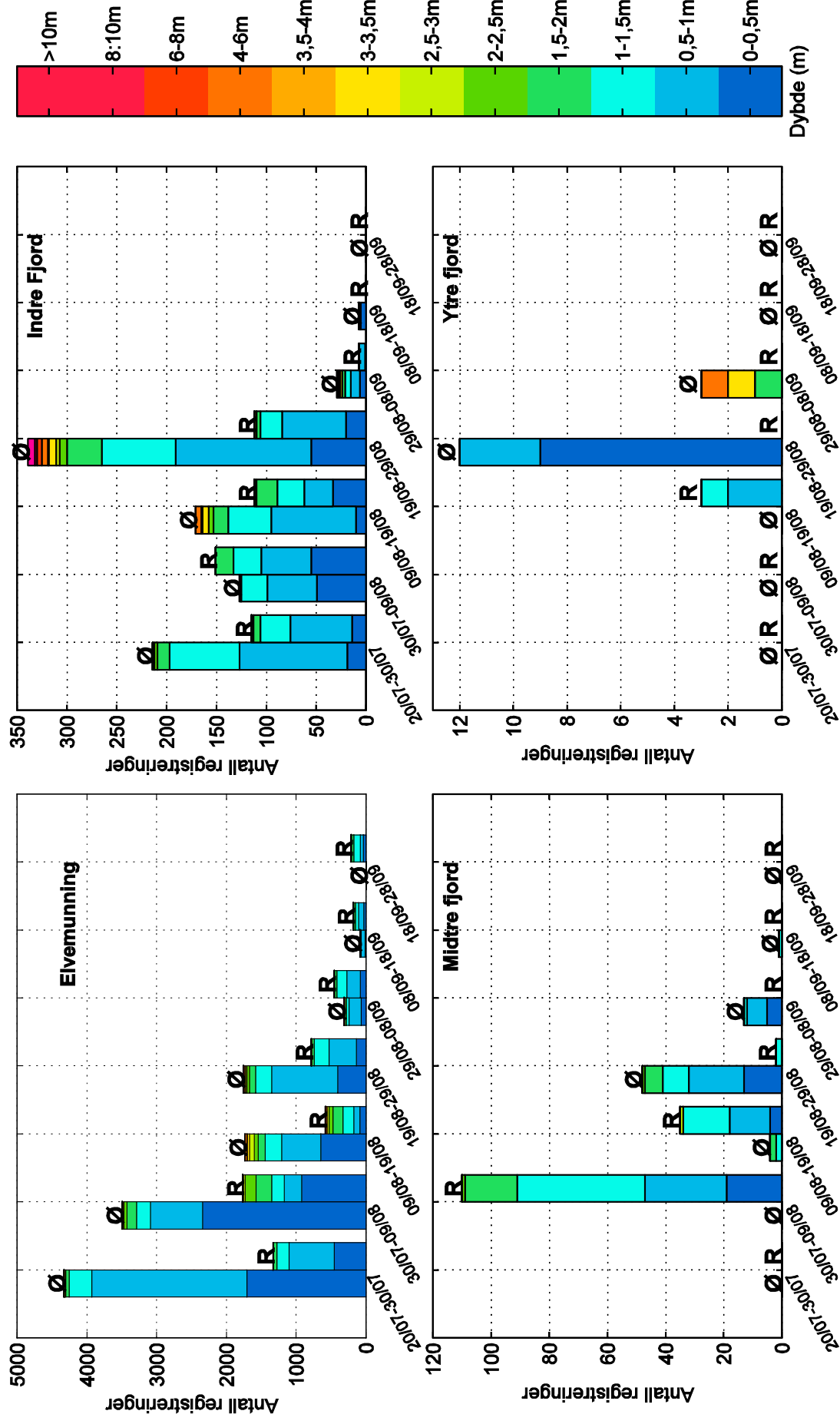
## Vedlegg G. Utvandningsforløpet til laksesmolt som ble merket i ulike deler av Repparfjordelva



Figur 35. Utvandringstidspunkt og registreringer som avstand fra elvemunningen for laksesmolt som ble merket i ulike deler av Repparfjordelva sesongen 2010. En ser også to smolt fra Sennalandet som blir registrert i Fossekulpen 36 km fra elvemunningen 26 og 27. juni. Disse to fiskene blir ikke registrert av bøyenettverket senere.

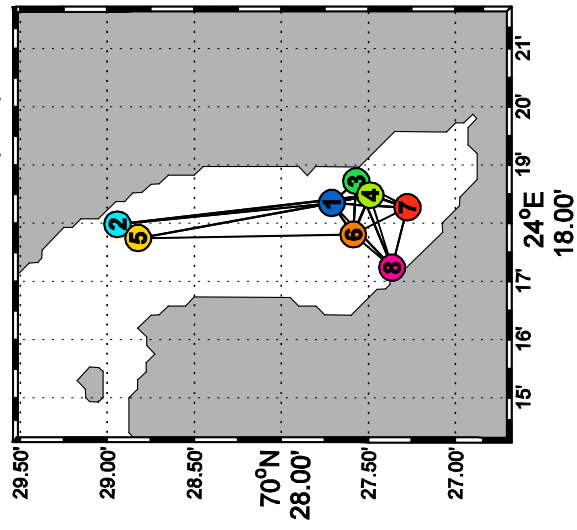
## Vedlegg H. Vandringsmønster til aure og røye med dybde og temperaturinformasjon.



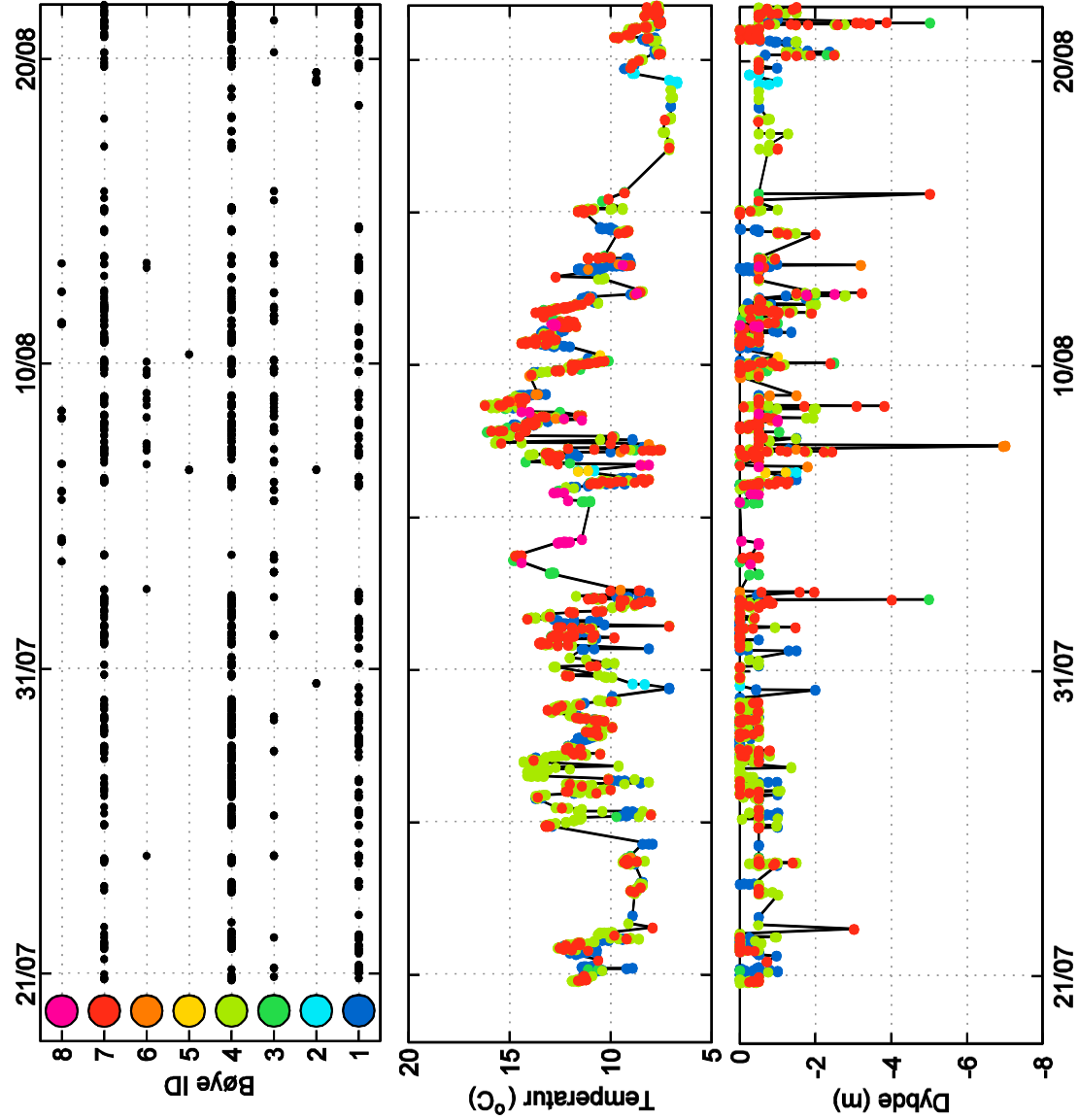


Figur 36. Antall registreringer av ørret (Ø) og røye (R) i de ulike delene av fjorden i ulike tidsrom. Fargeinndelingen til søylene sier noe om fordeling i ulike dybdeintervall.

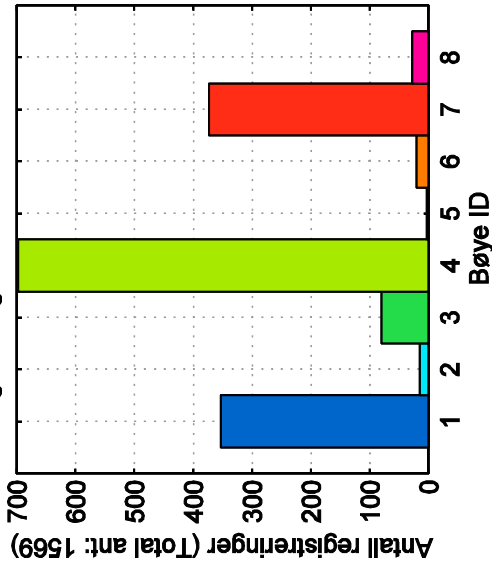
Data fra Ørret med ID: 5 og lengde 27 cm



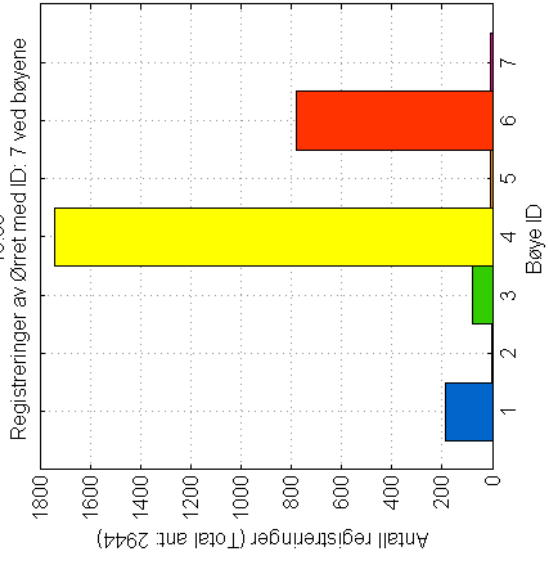
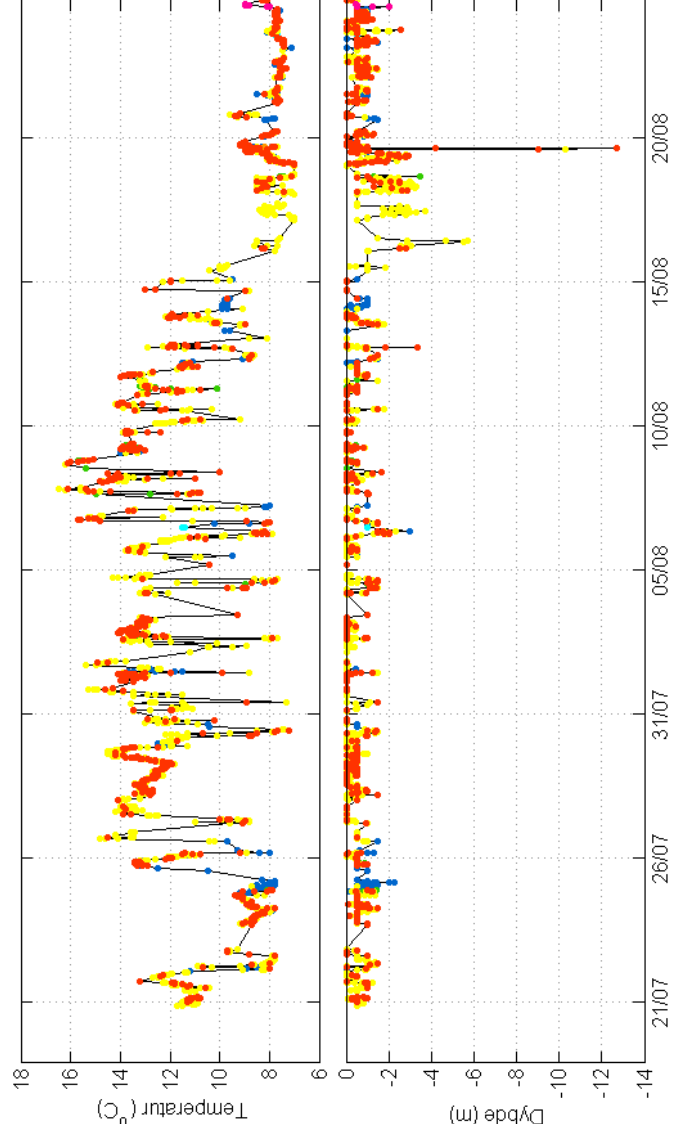
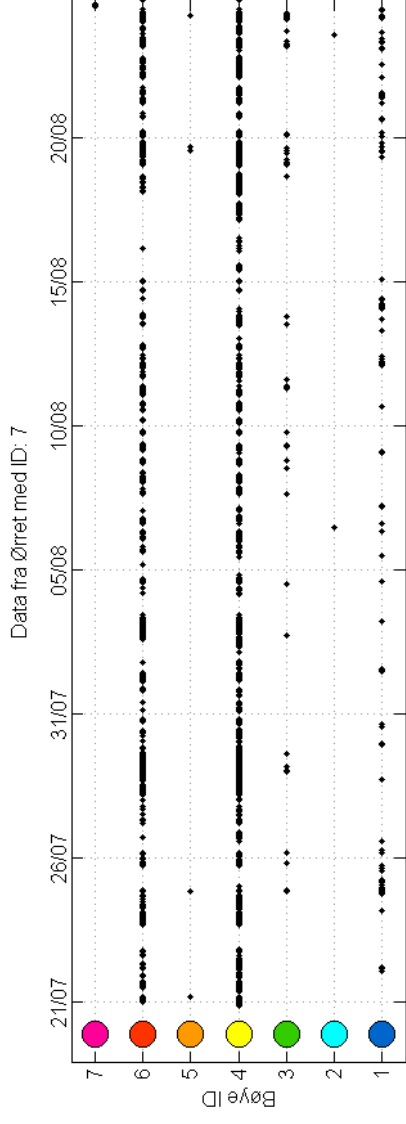
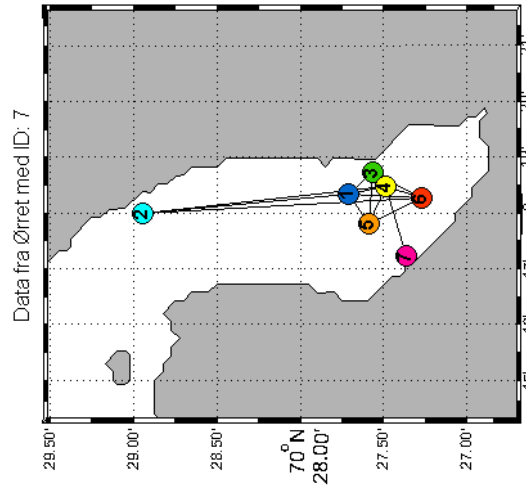
Data fra Ørret med ID: 5 og lengde 27 cm



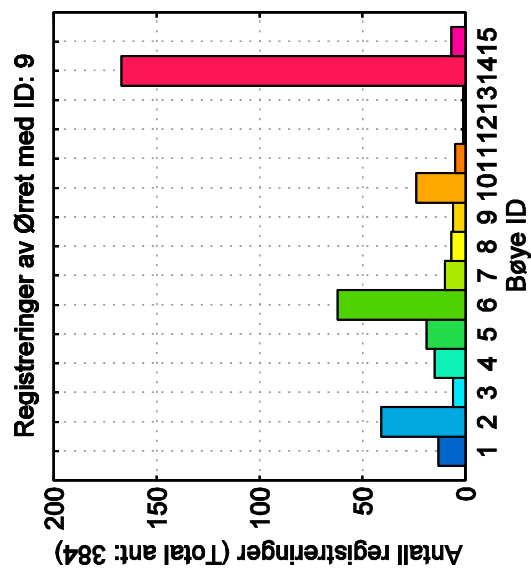
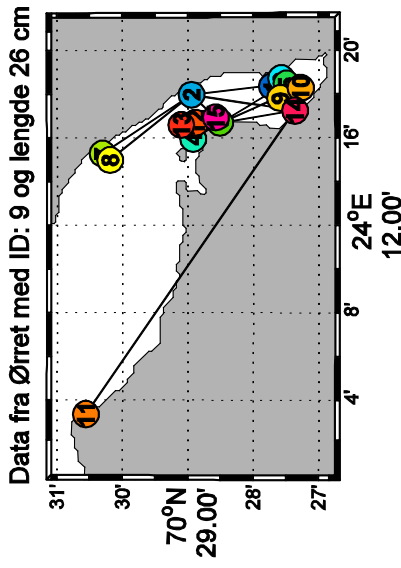
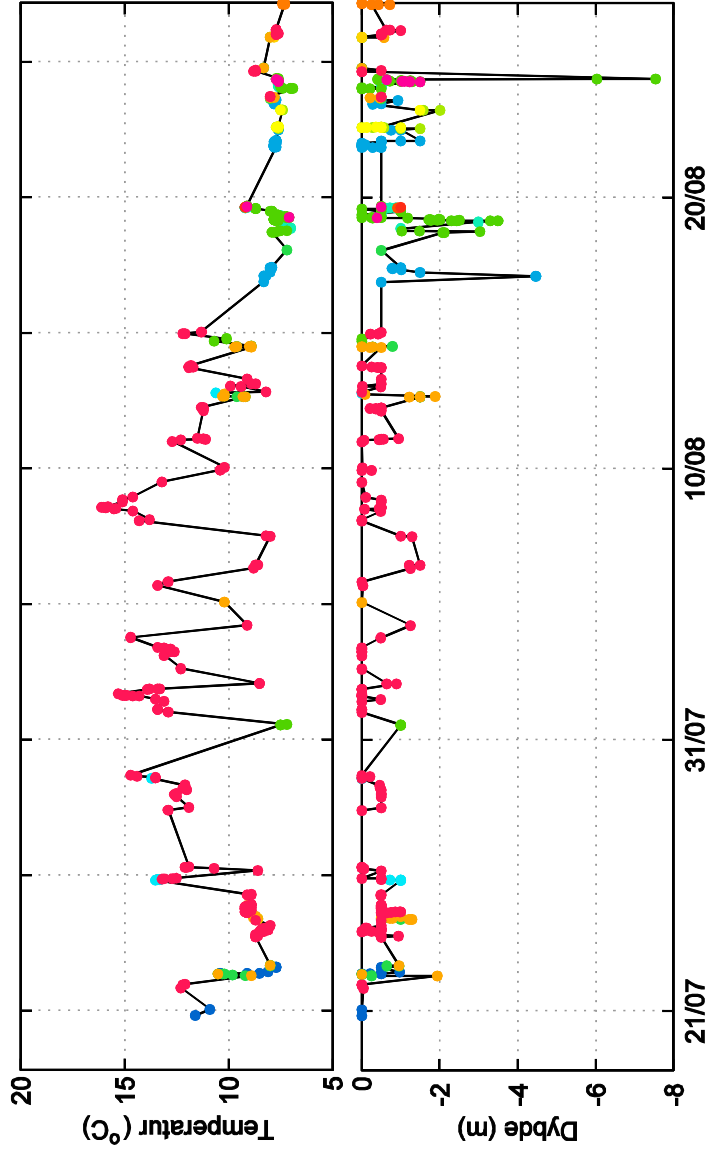
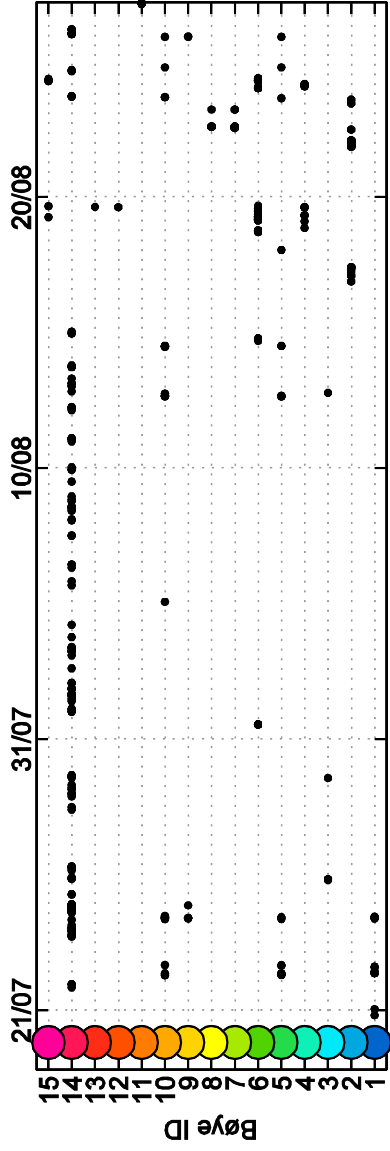
Registreringer av Ørret med ID: 5



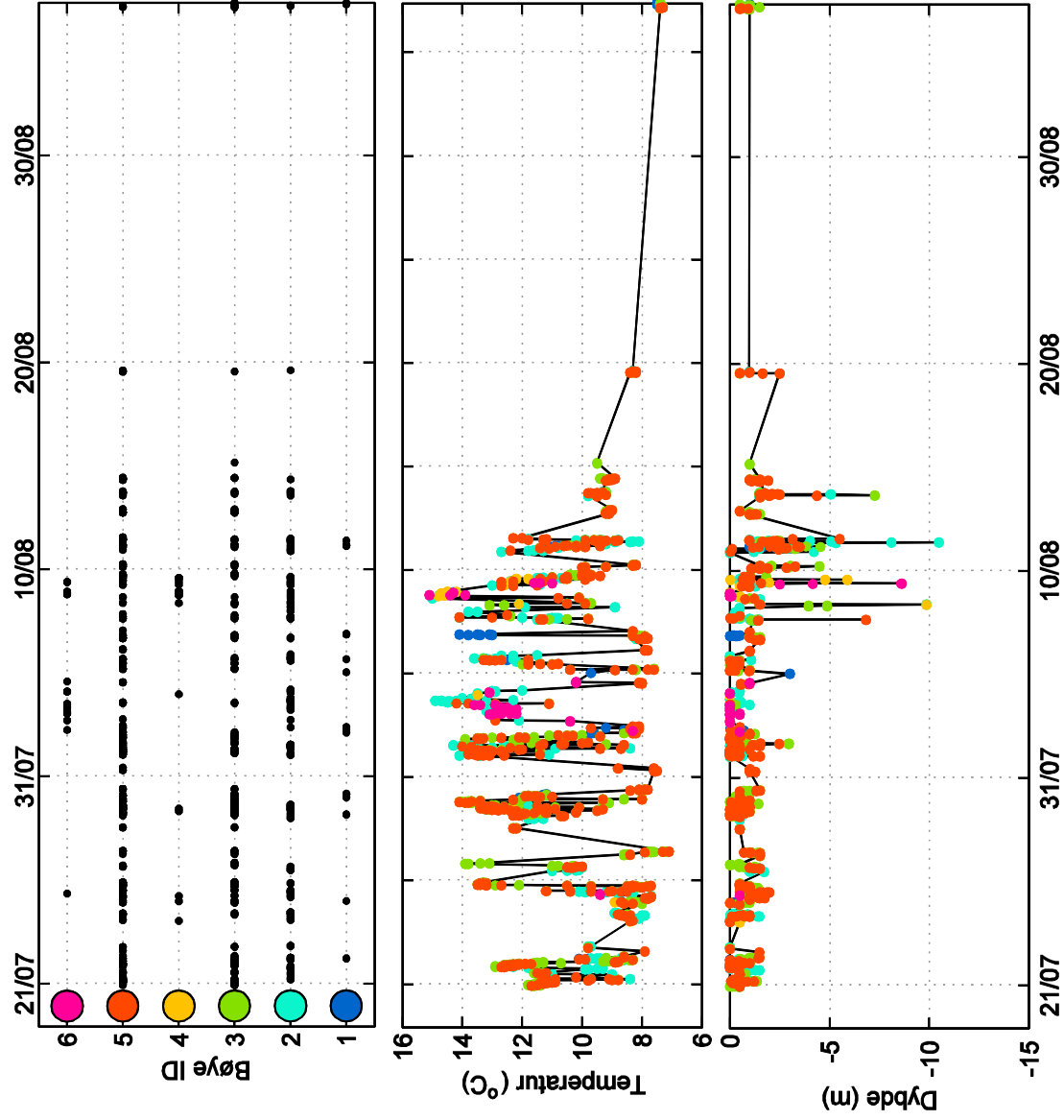




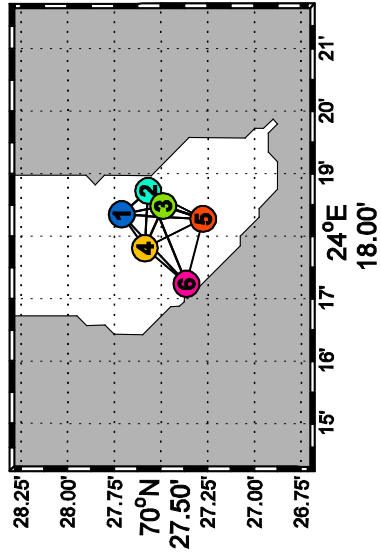
Data fra Øirret med ID: 9 og lengde 26 cm



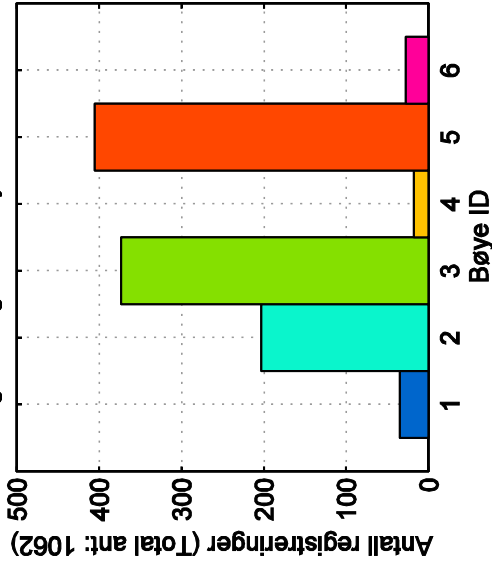
Data fra Røye med ID: 11 og lengde 36 cm



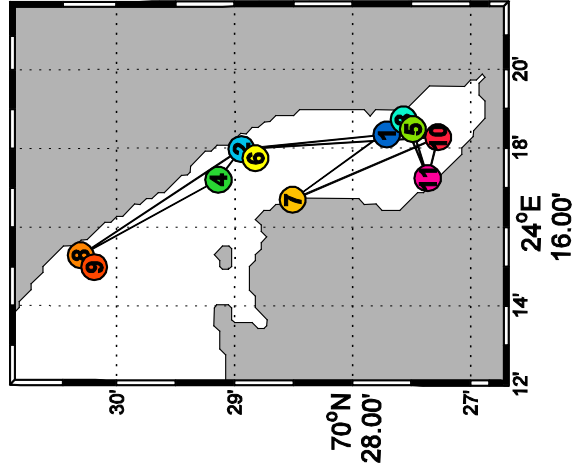
Data fra Røye med ID: 11 og lengde 36 cm



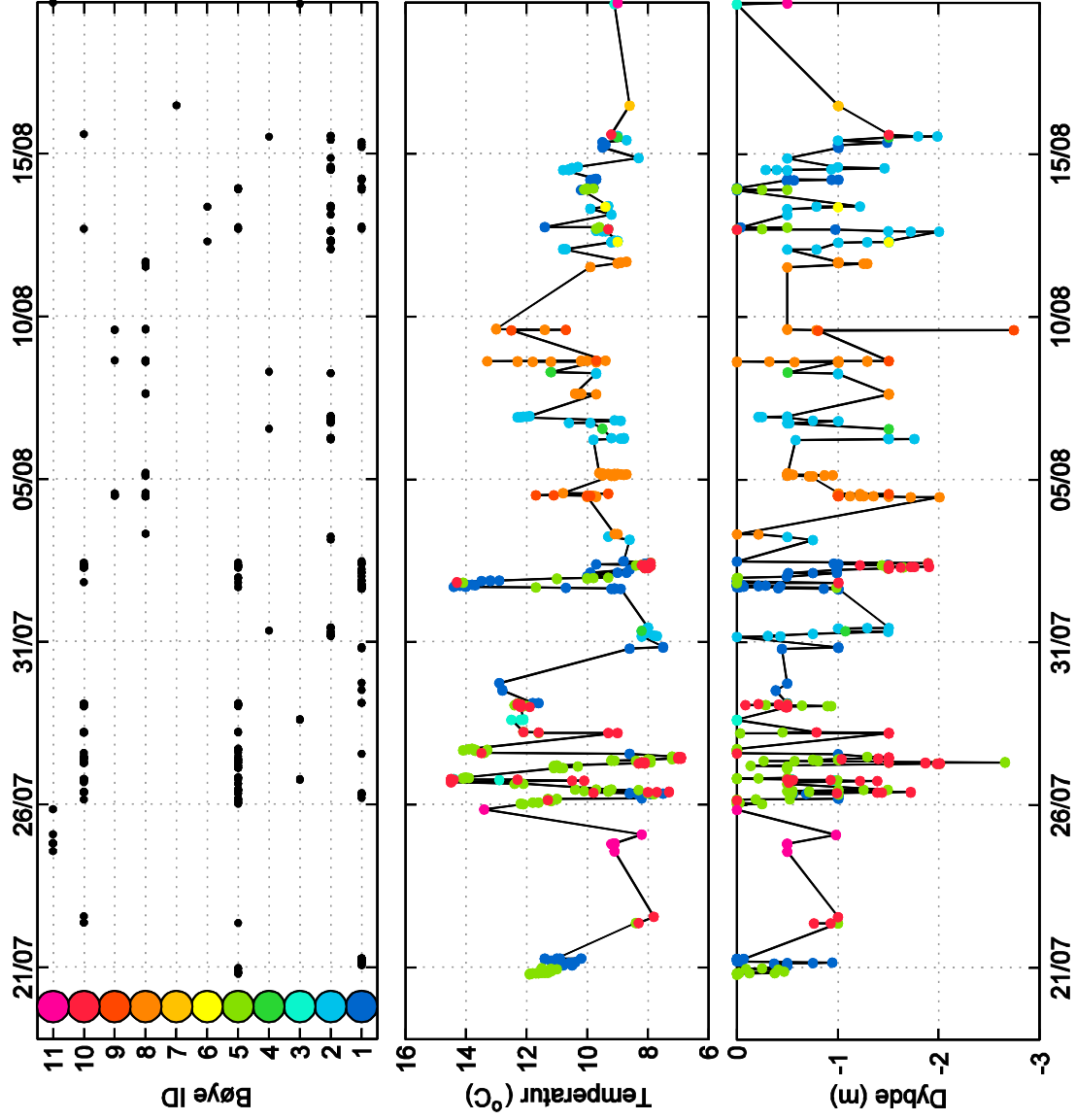
Registreringer av Røye med ID: 11



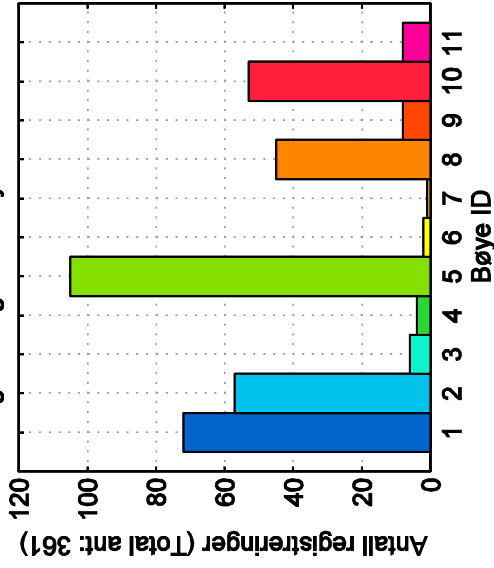
Data fra Røye med ID: 13 og lengde 27 cm



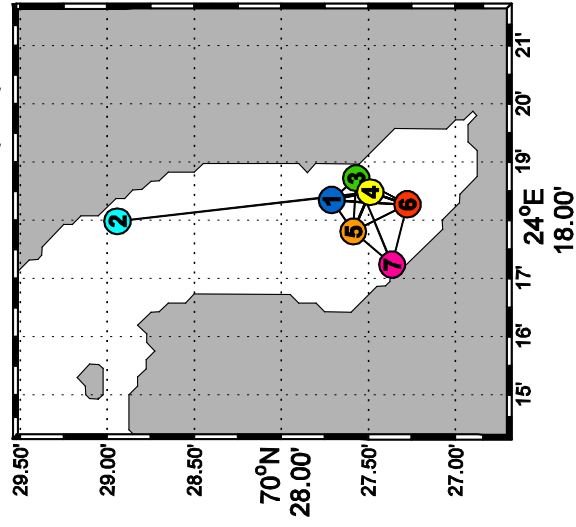
Data fra Røye med ID: 13 og lengde 27 cm



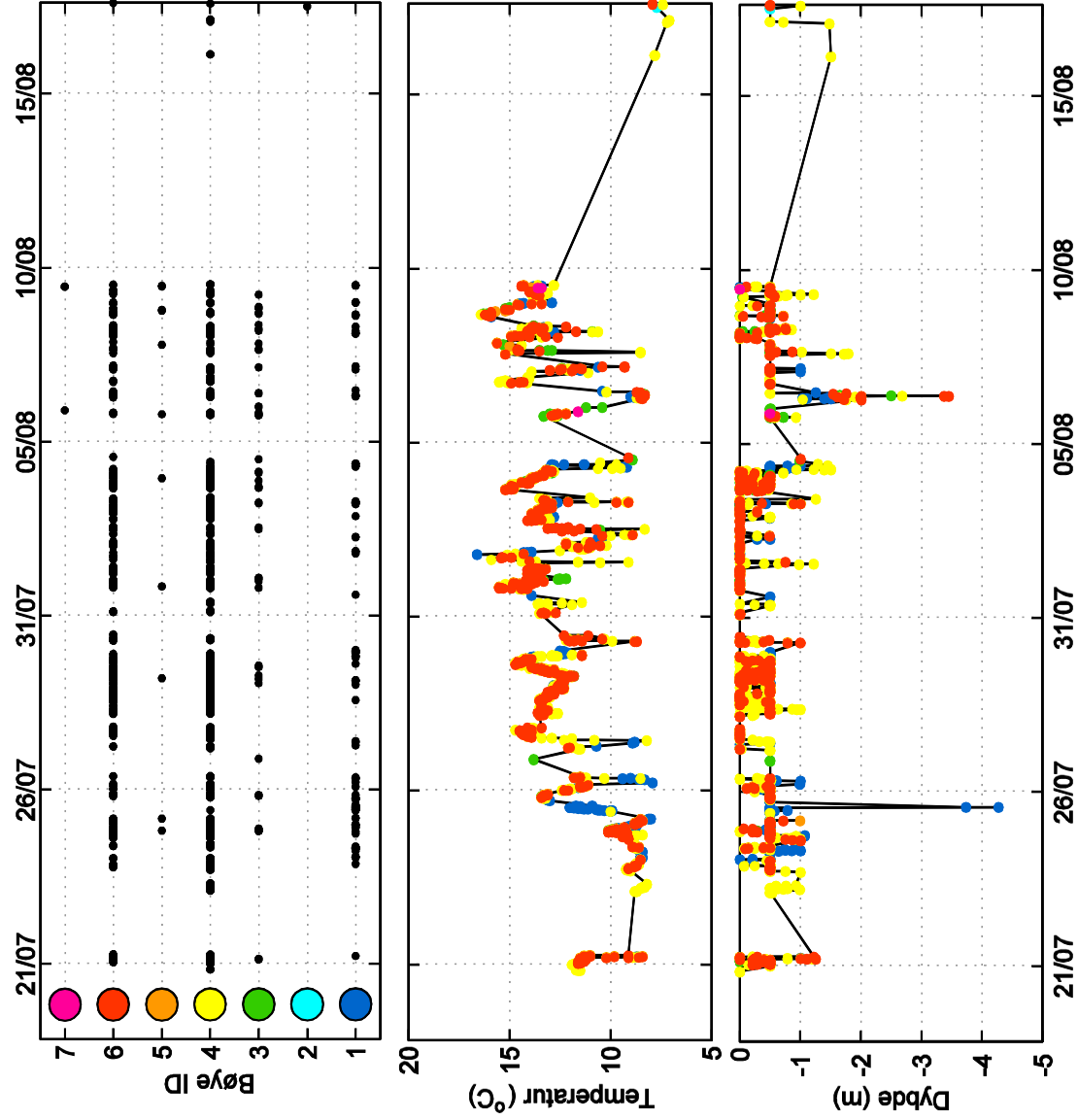
Registreringer av Røye med ID: 13



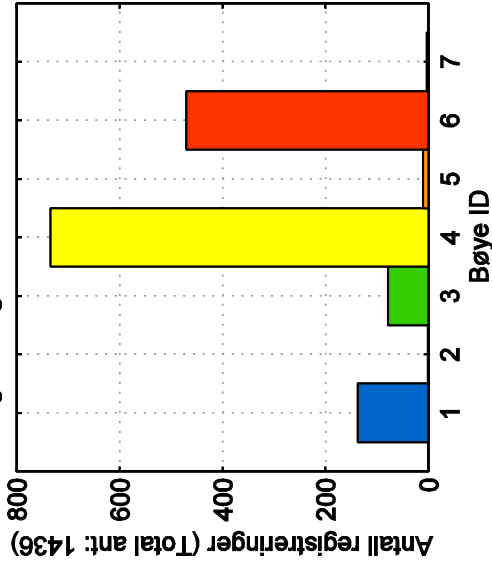
Data fra Ørret med ID: 15 og lengde 33 cm



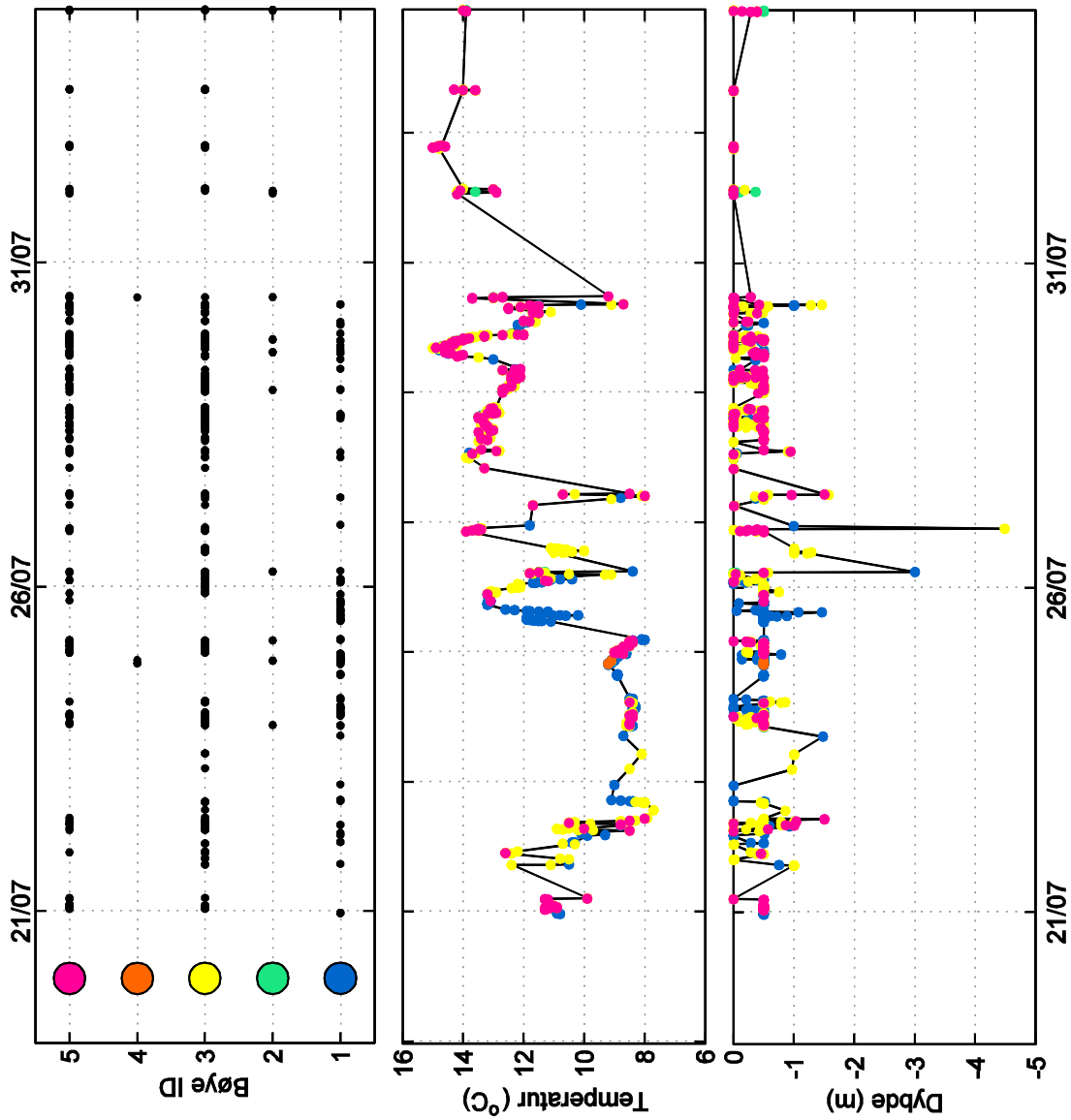
Data fra Ørret med ID: 15 og lengde 33 cm



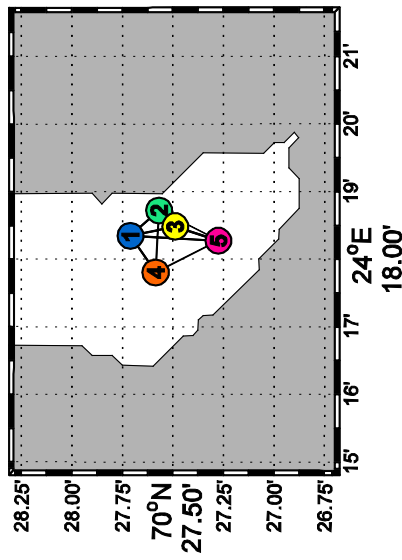
Registreringer av Ørret med ID: 15



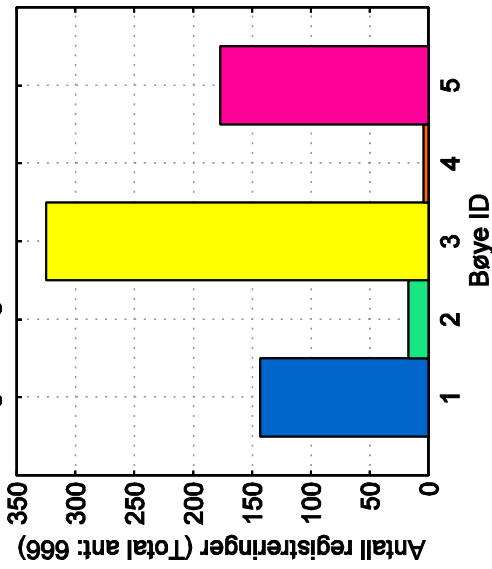
Data fra Ørret med ID: 17 og lengde 36 cm



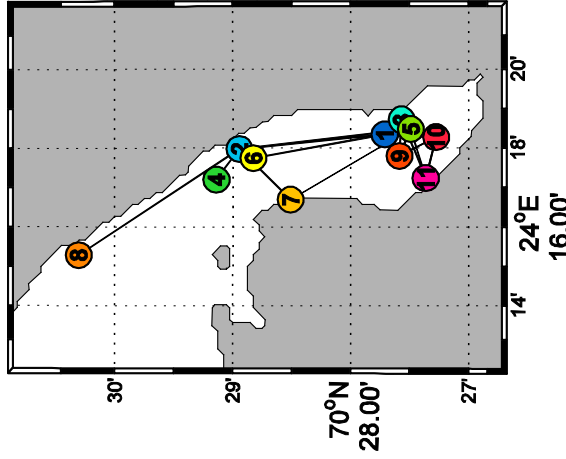
Data fra Ørret med ID: 17 og lengde 36 cm



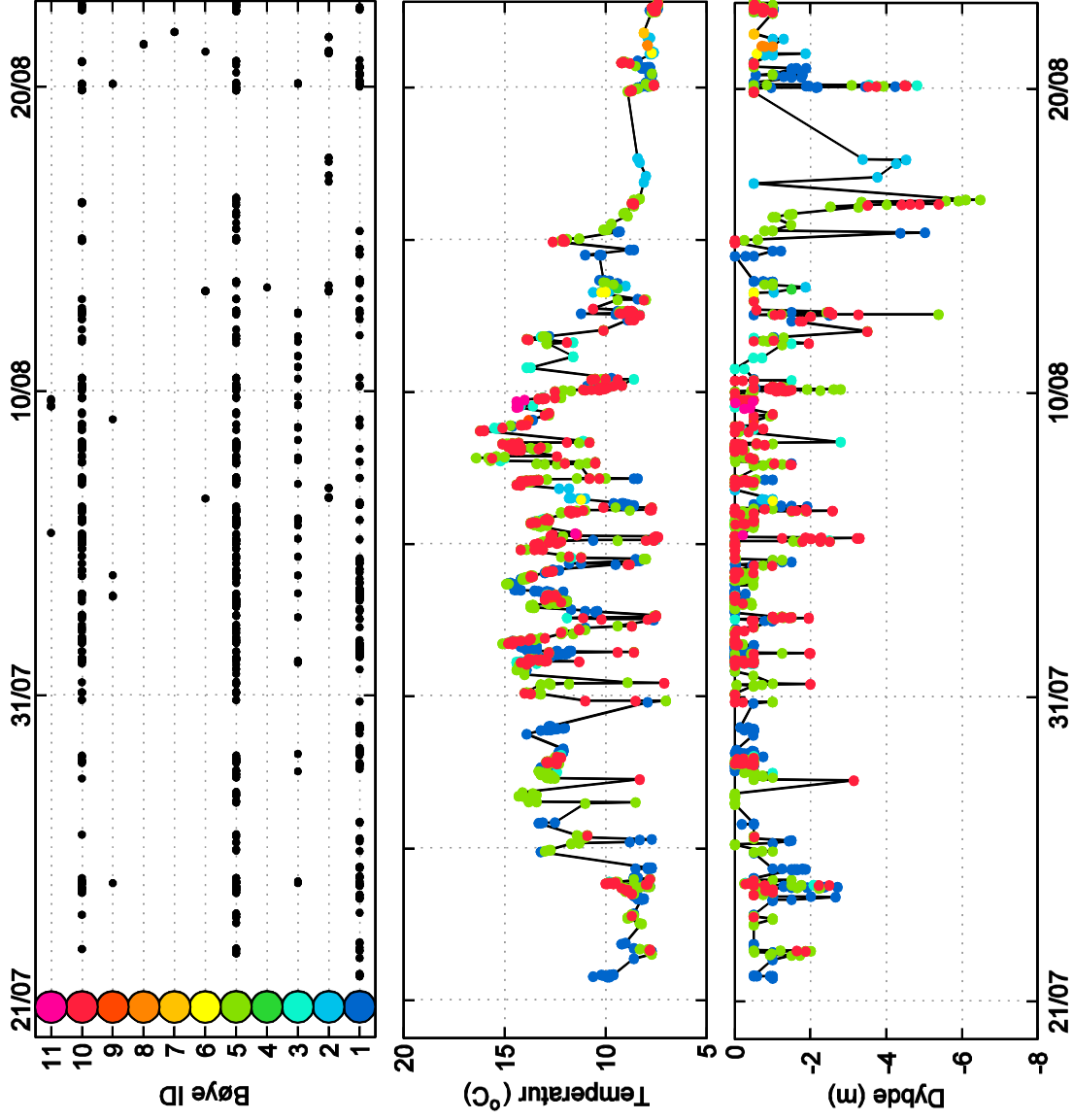
Registreringer av Ørret med ID: 17



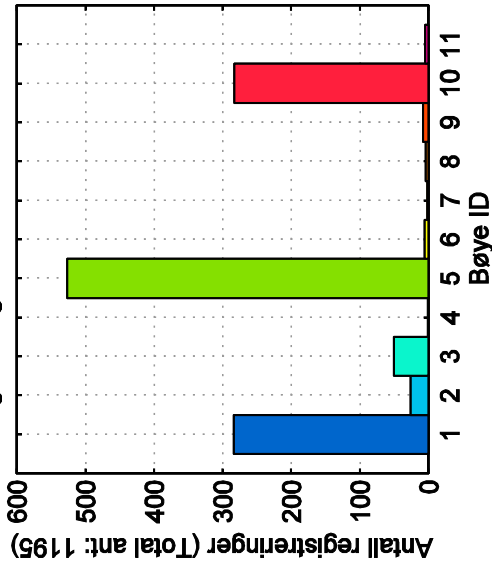
Data fra Ørret med ID: 19 og lengde 26 cm



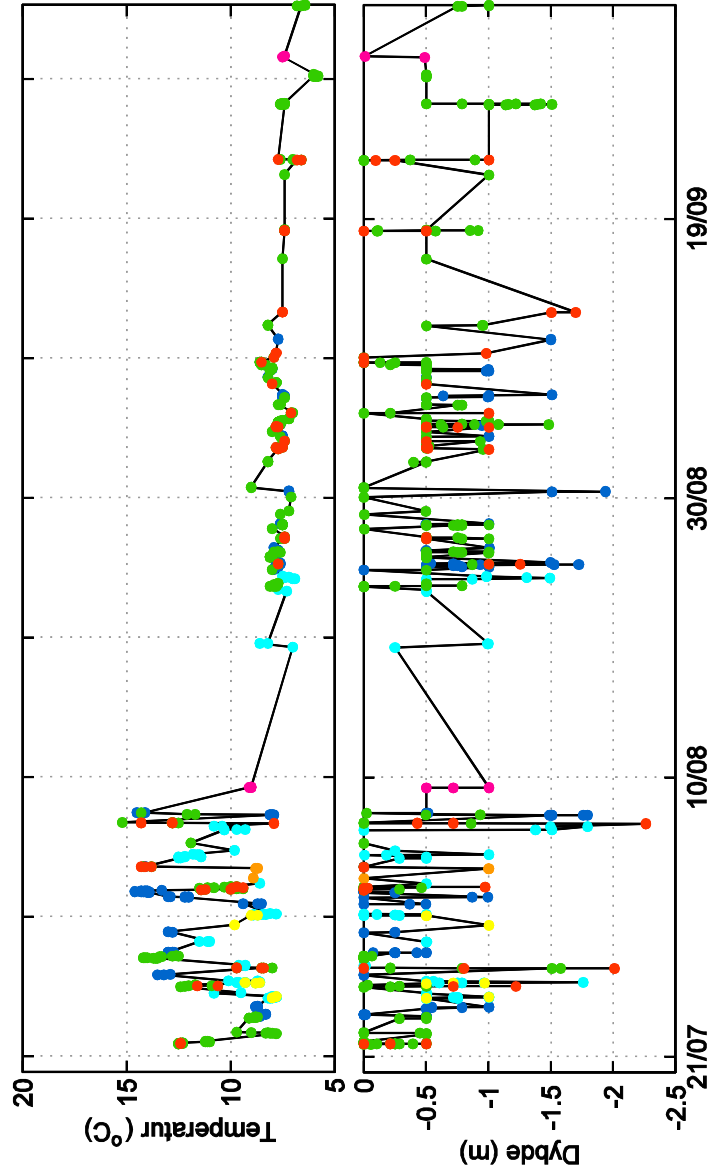
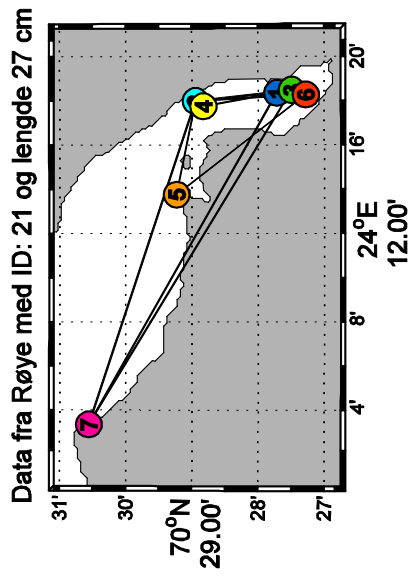
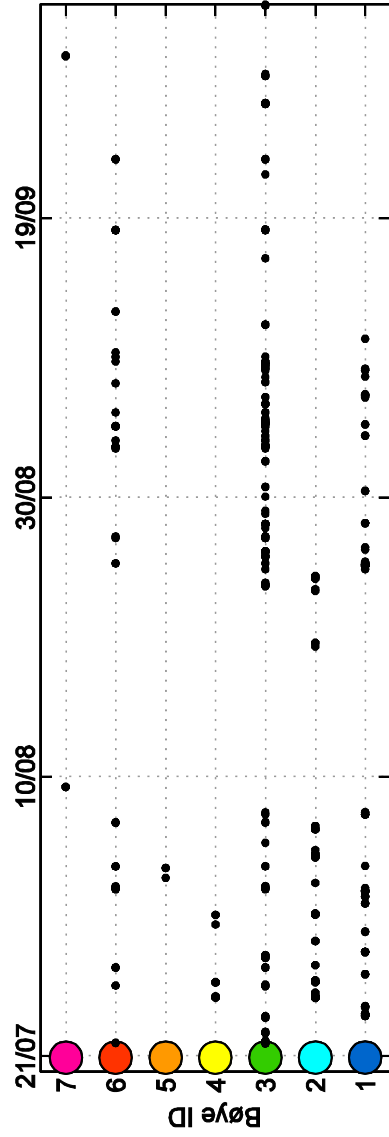
Data fra Ørret med ID: 19 og lengde 26 cm



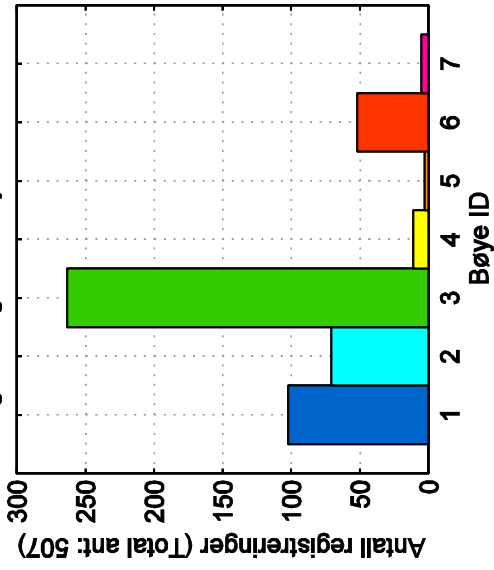
Registreringer av Ørret med ID: 19



Data fra Røye med ID: 21 og lengde 27 cm

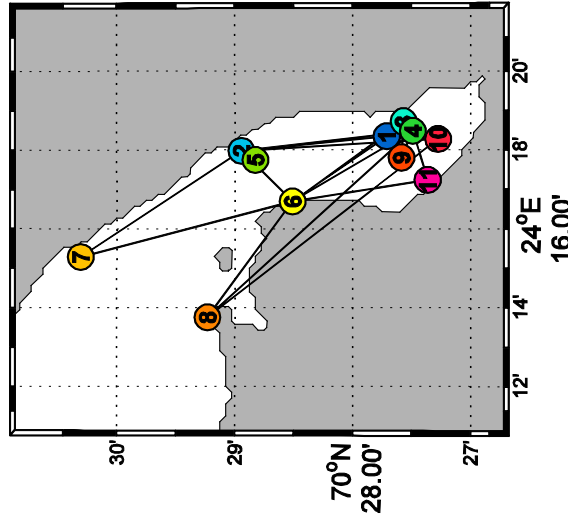


Registreringer av Røye med ID: 21

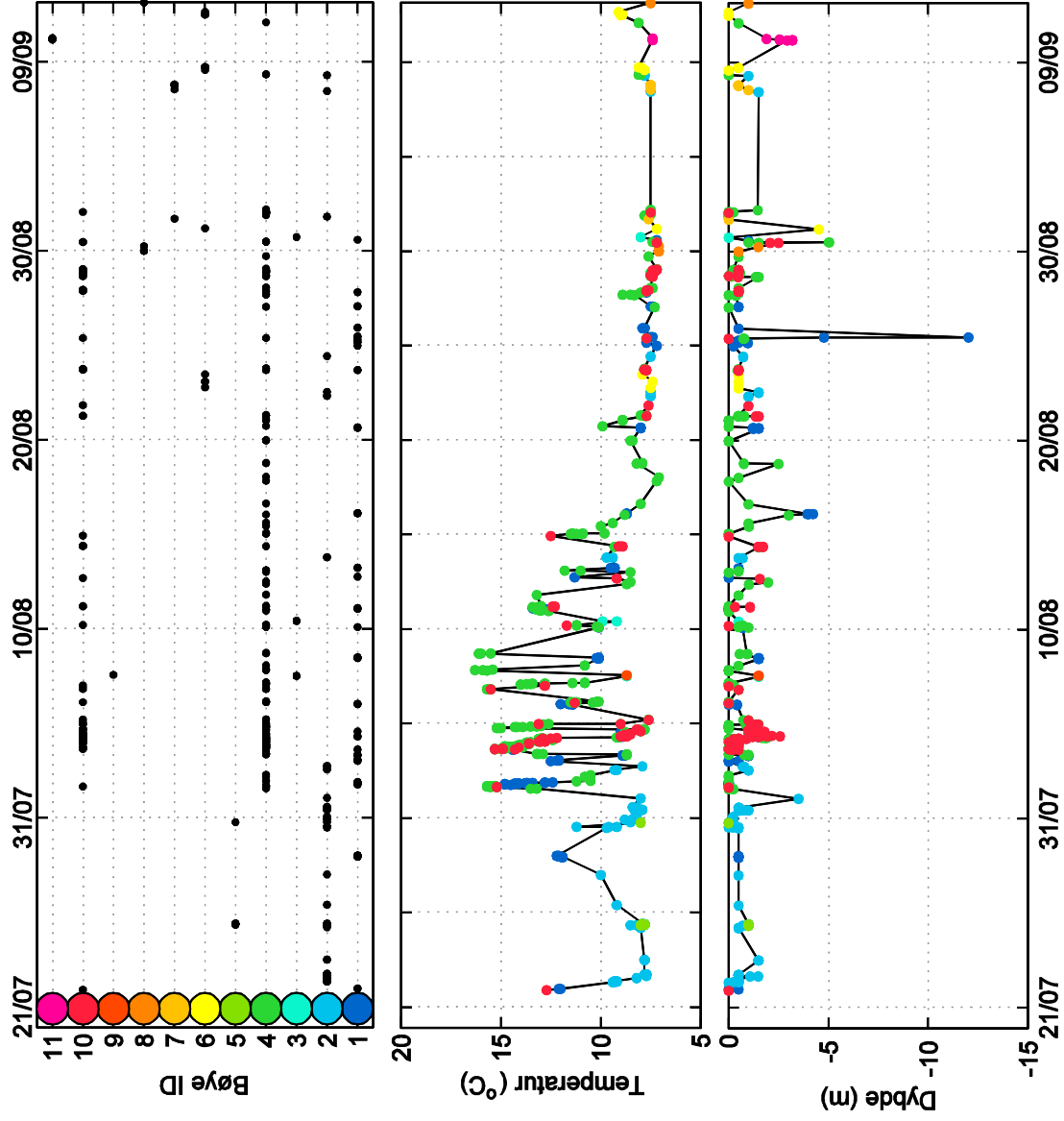




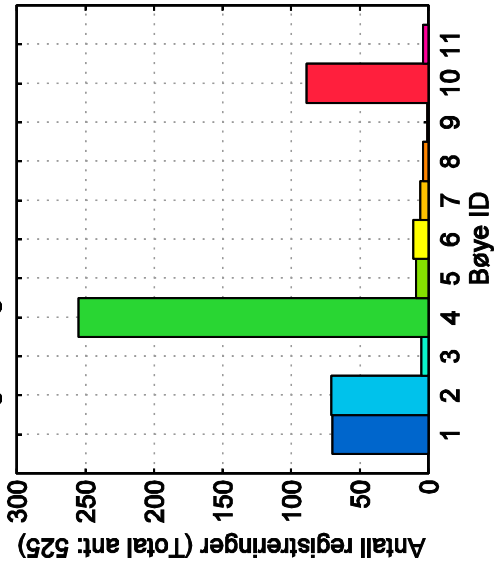
Data fra Ørret med ID: 25 og lengde 27 cm



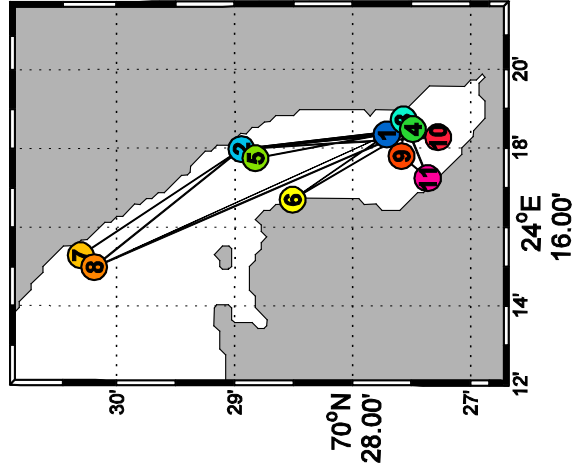
Data fra Ørret med ID: 25 og lengde 27 cm



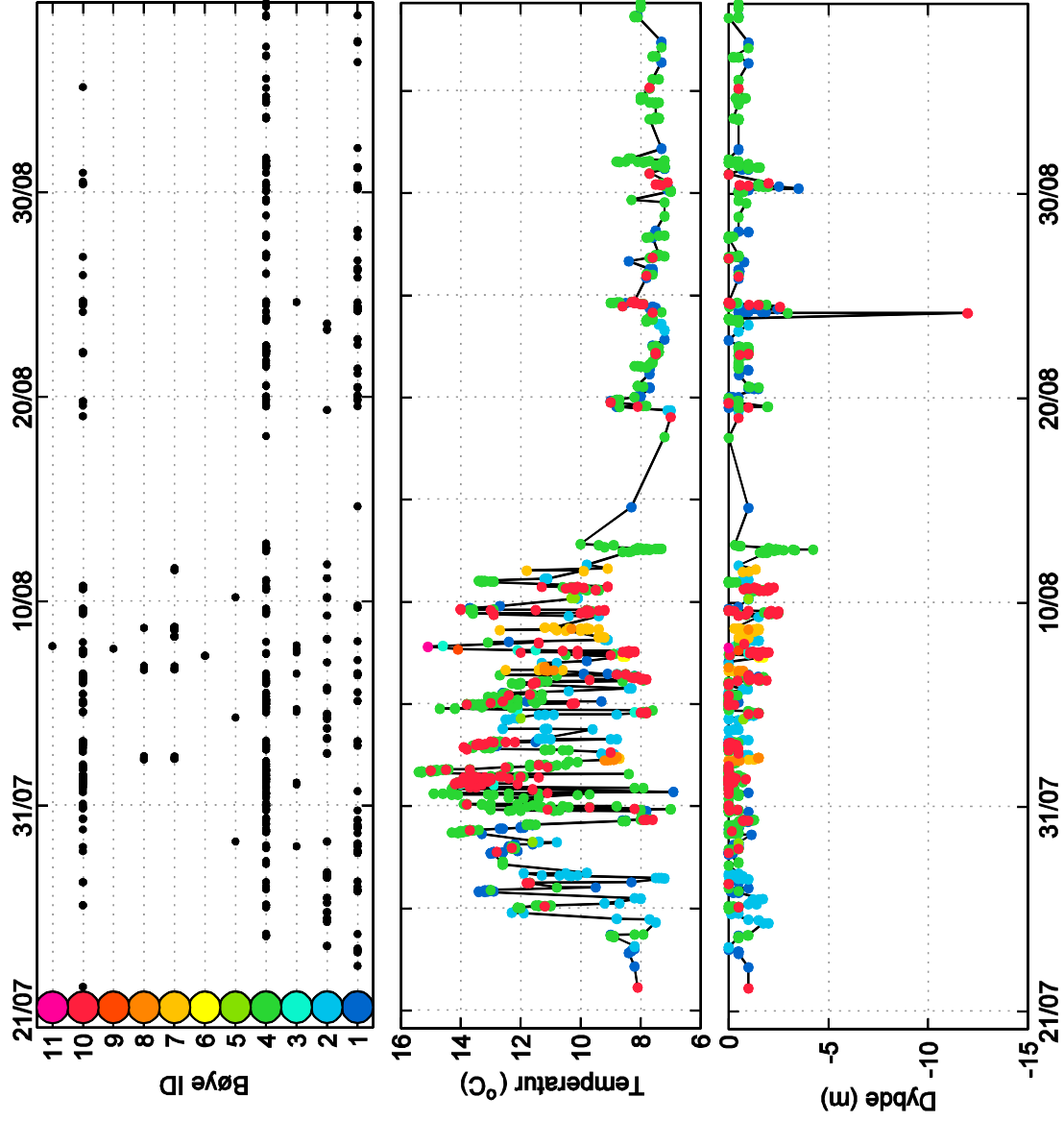
Registreringer av Ørret med ID: 25



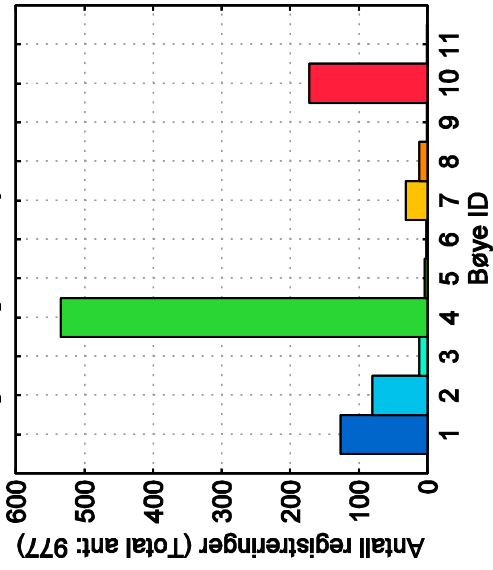
Data fra Røye med ID: 27 og lengde 28 cm



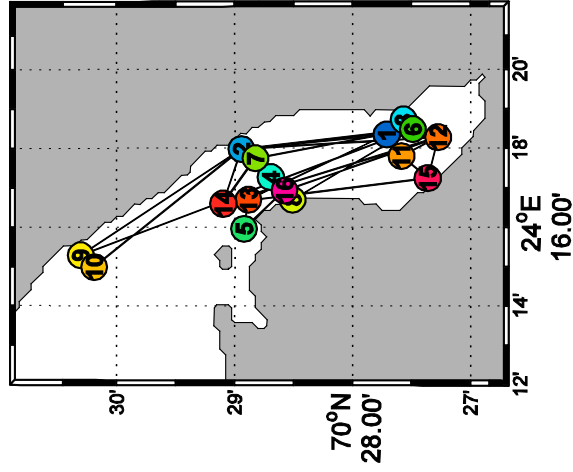
Data fra Røye med ID: 27 og lengde 28 cm



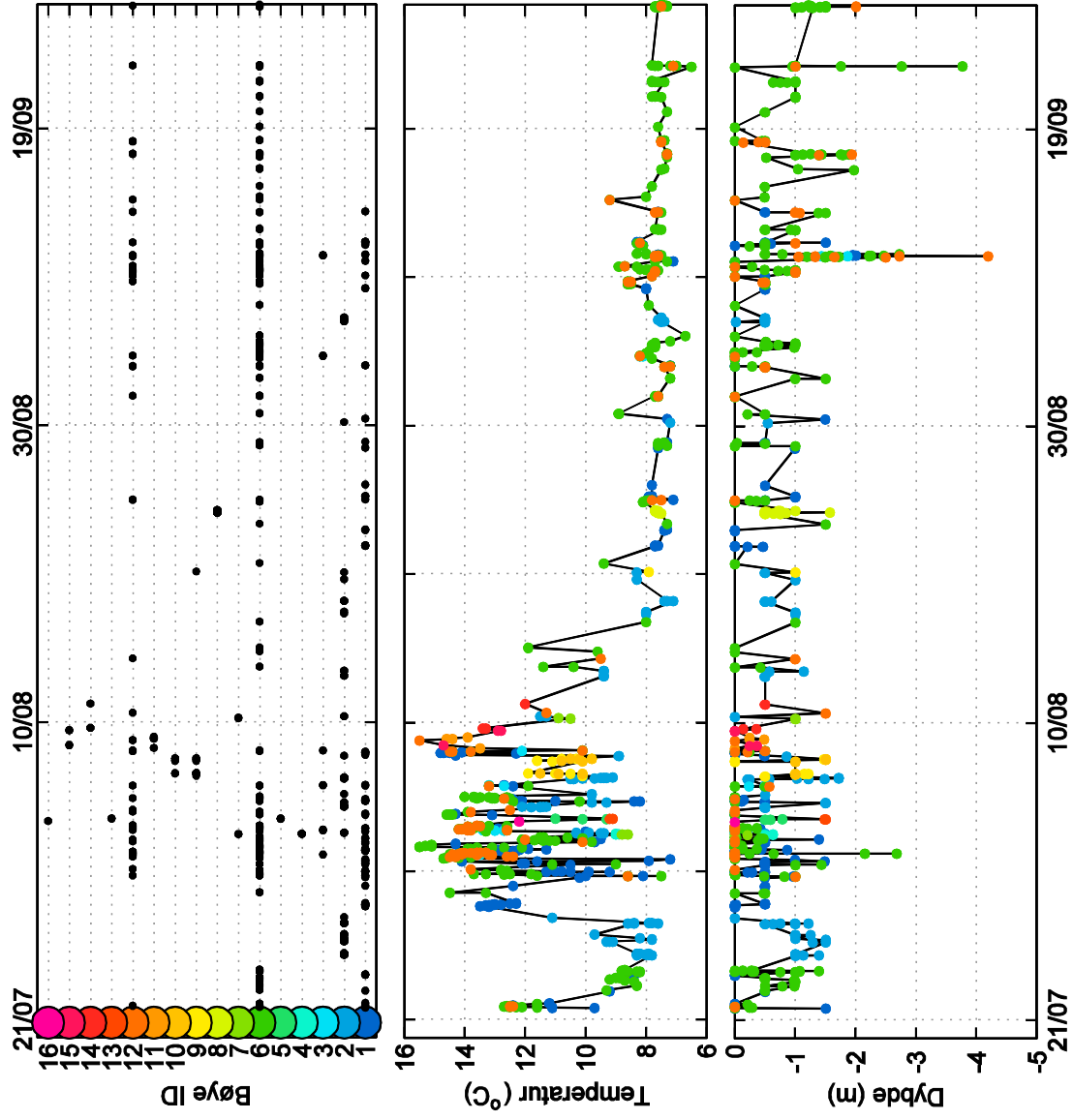
Registreringer av Røye med ID: 27



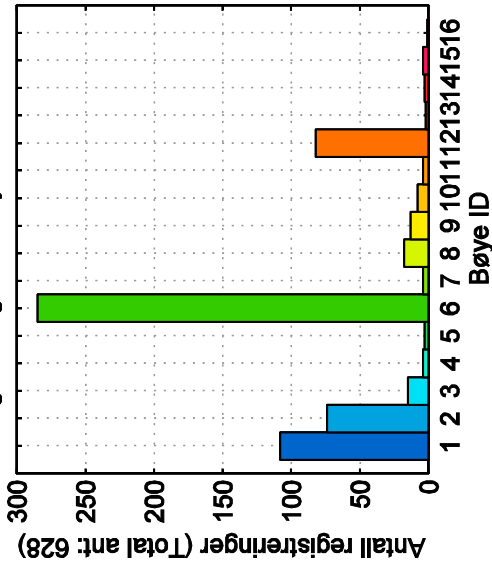
Data fra Røye med ID: 29 og lengde 26 cm



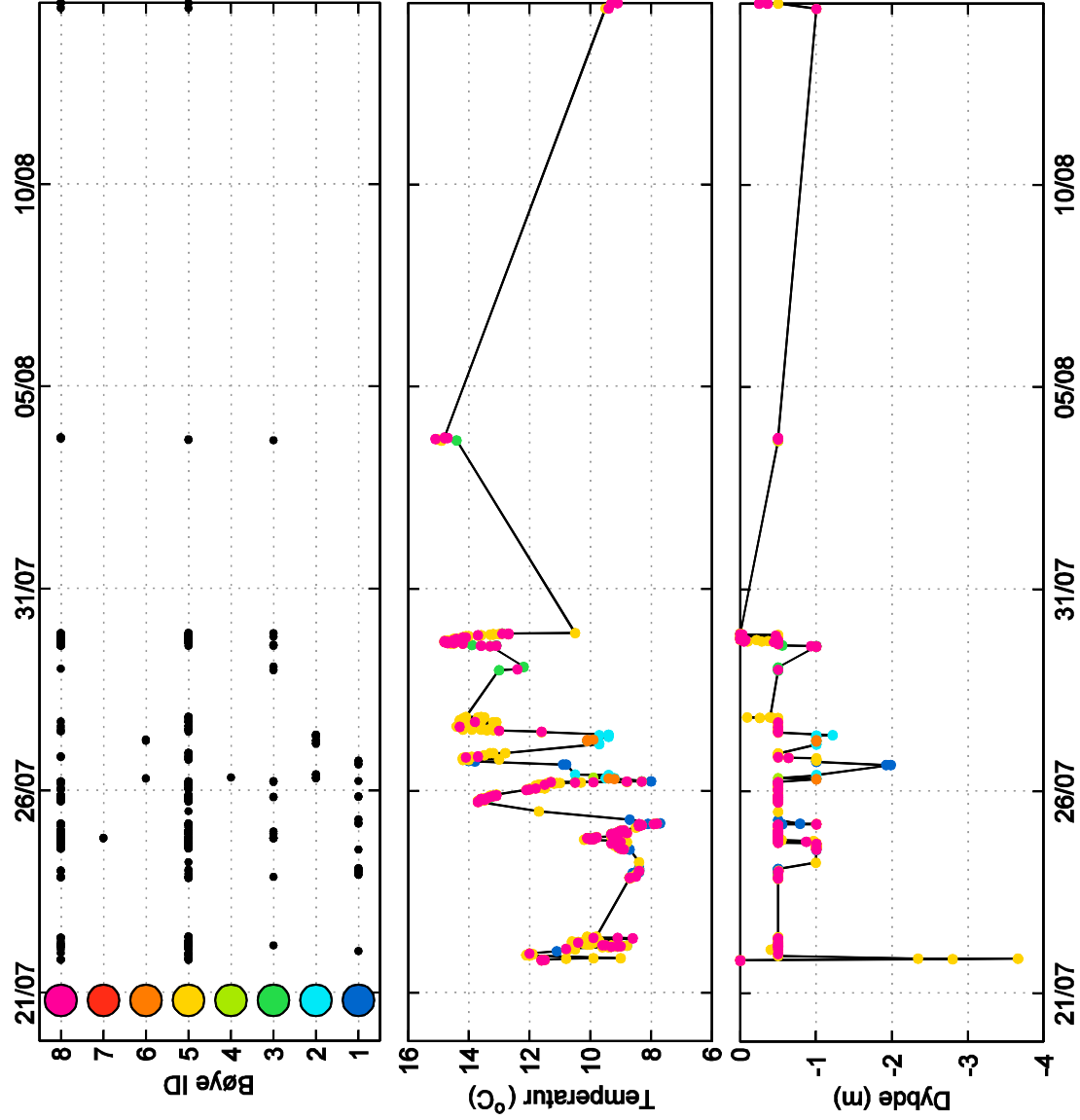
Data fra Røye med ID: 29 og lengde 26 cm



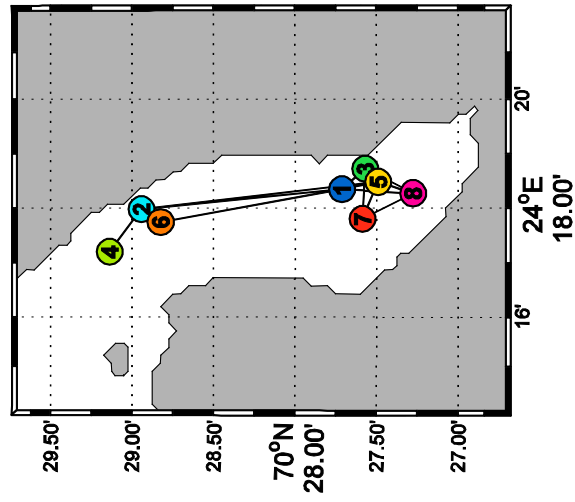
Registreringer av Røye med ID: 29



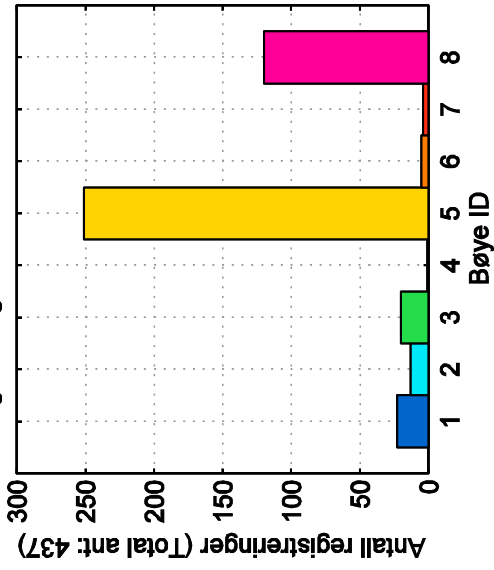
Data fra Ørret med ID: 31 og lengde 32 cm



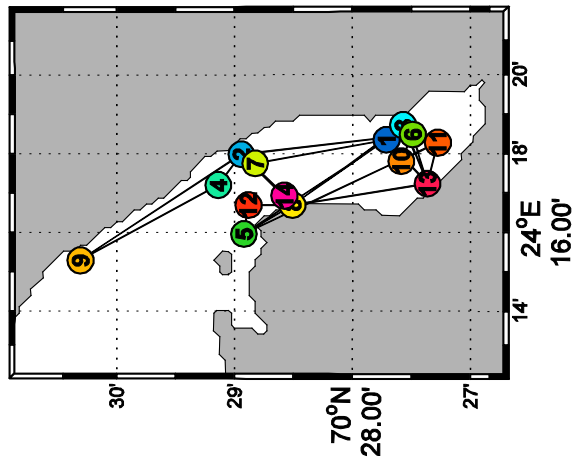
Data fra Ørret med ID: 31 og lengde 32 cm



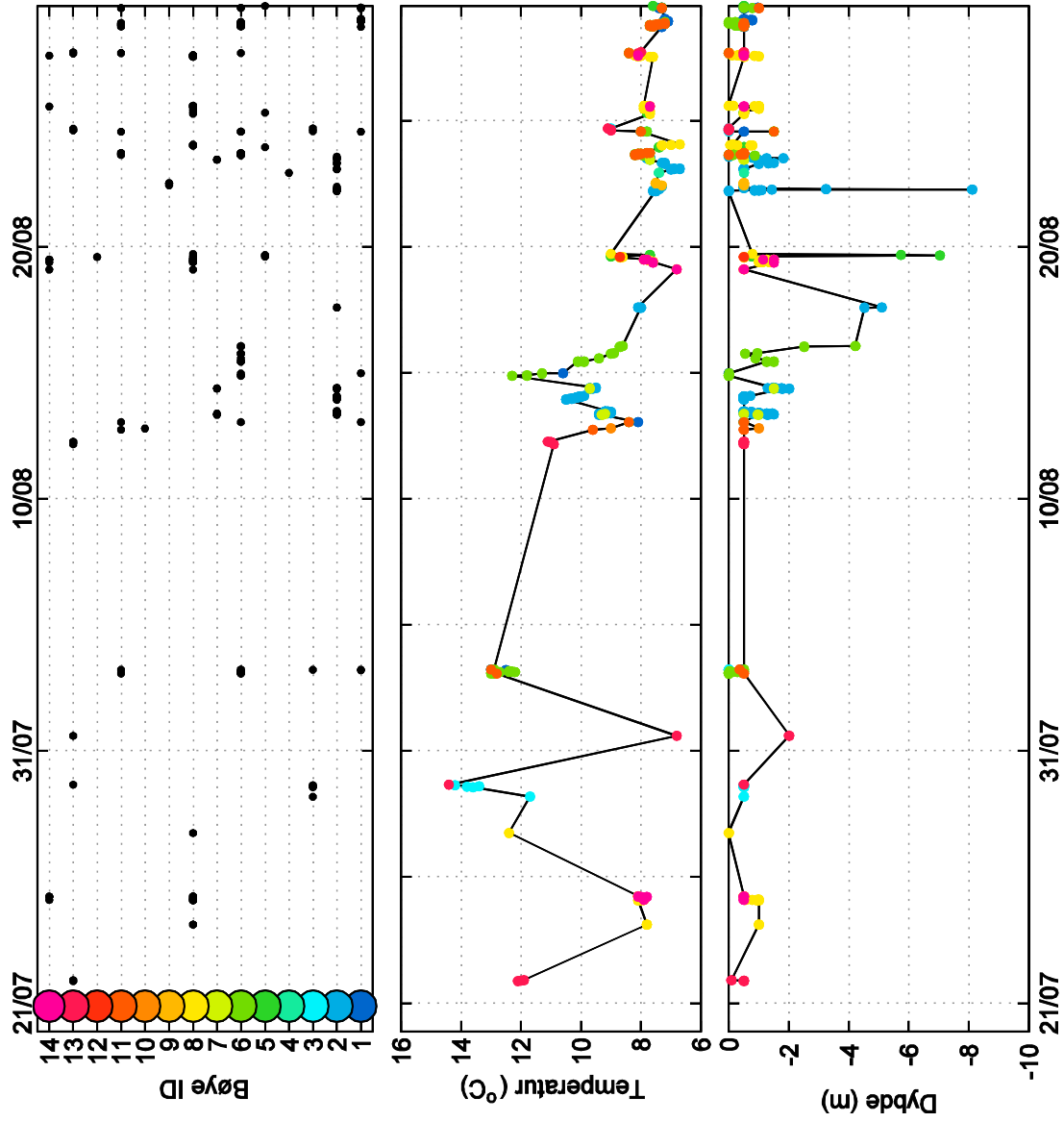
Registreringer av Ørret med ID: 31



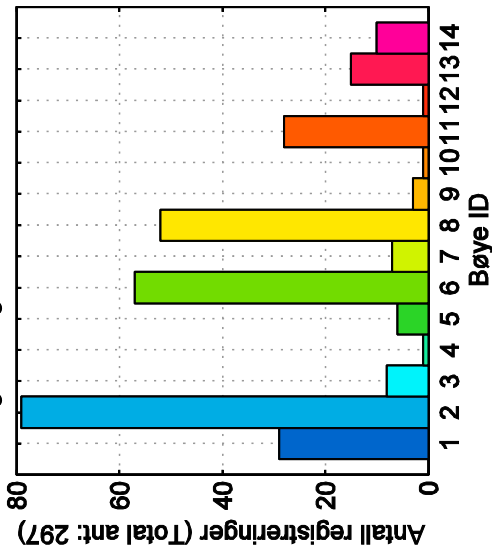
Data fra Ørret med ID: 35 og lengde 31 cm



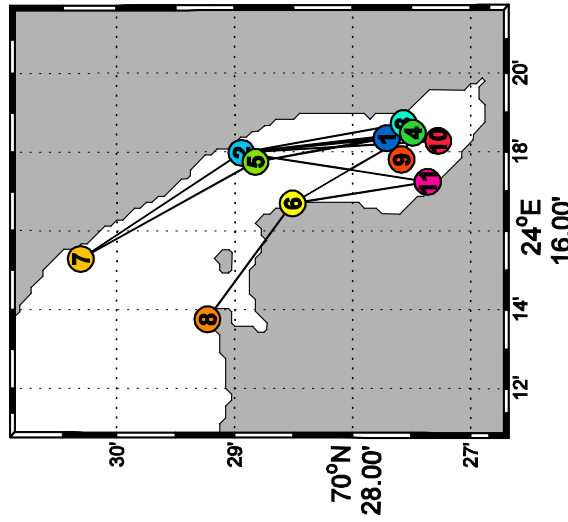
Data fra Ørret med ID: 35 og lengde 31 cm



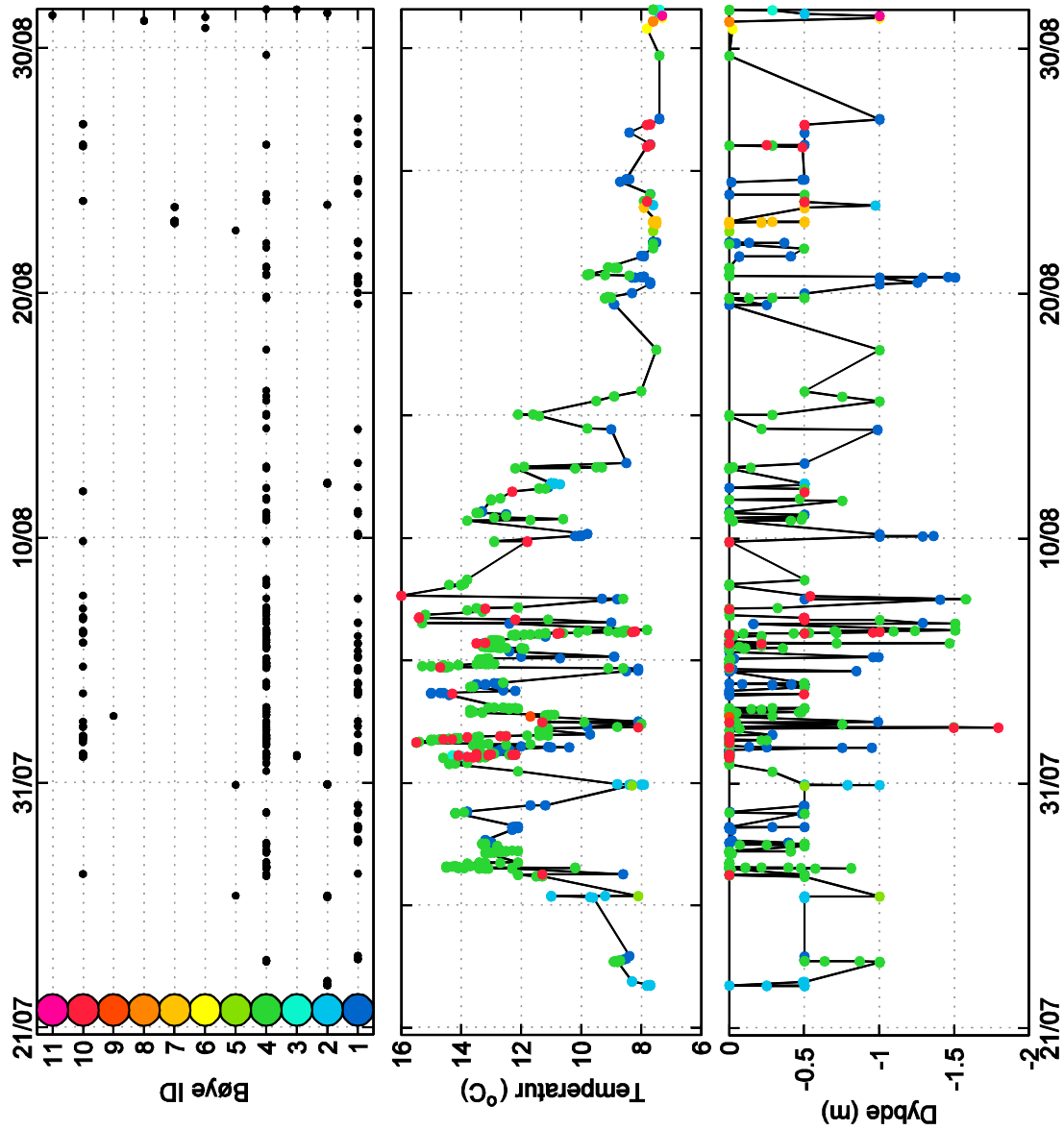
Registreringer av Ørret med ID: 35



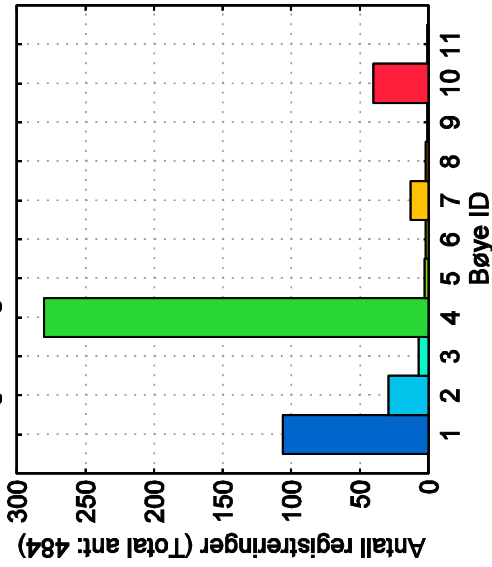
Data fra Ørret med ID: 39 og lengde 26 cm



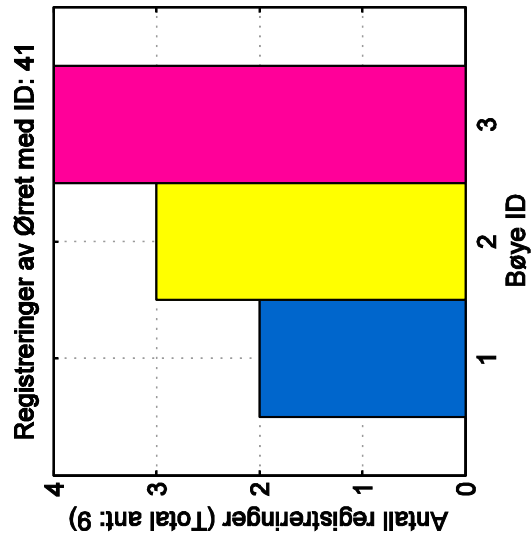
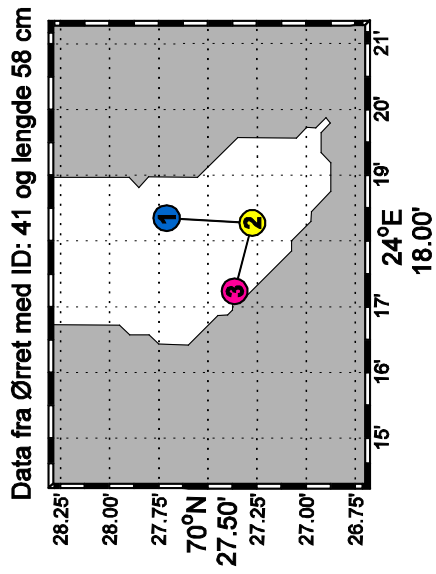
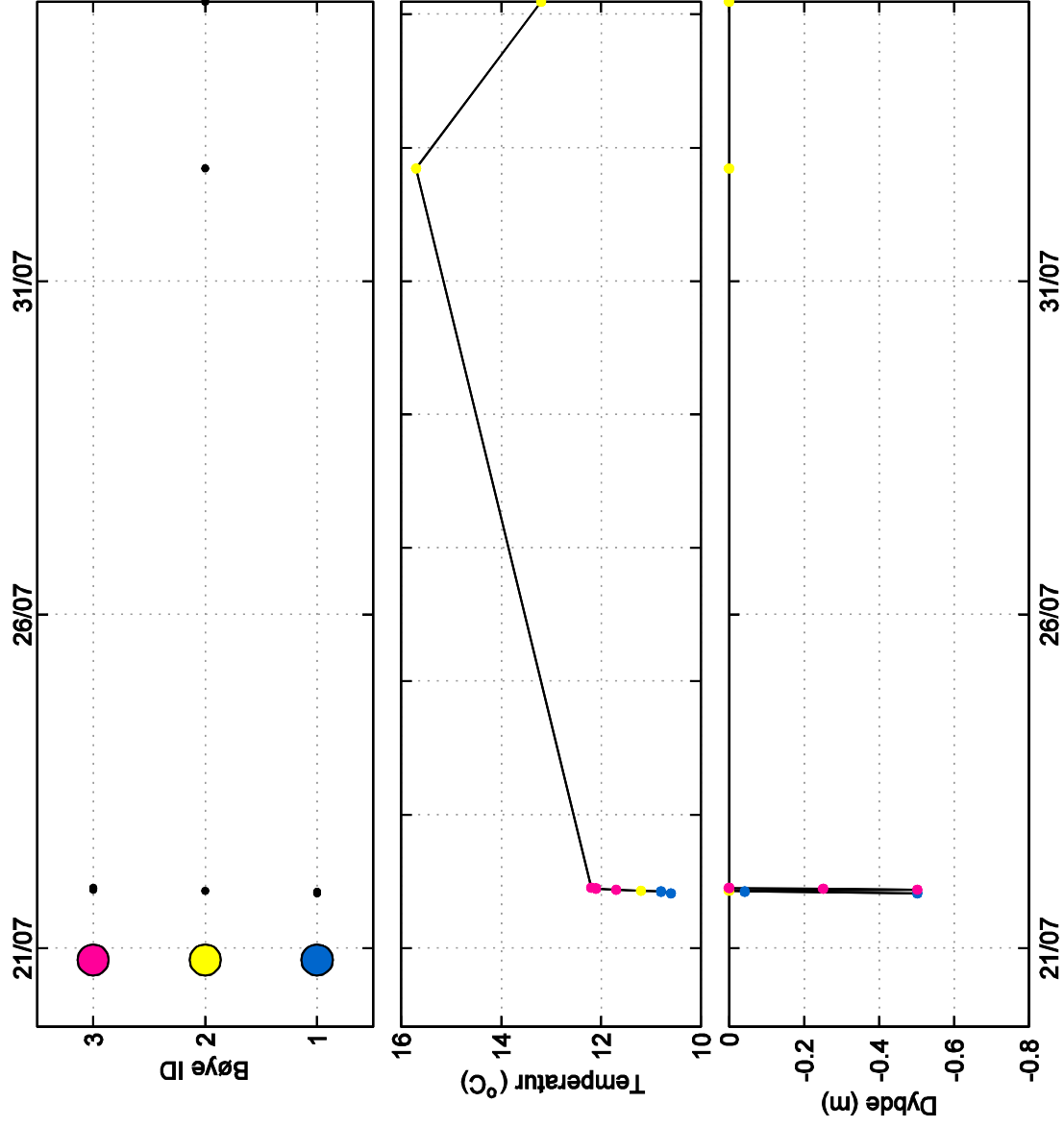
Data fra Ørret med ID: 39 og lengde 26 cm



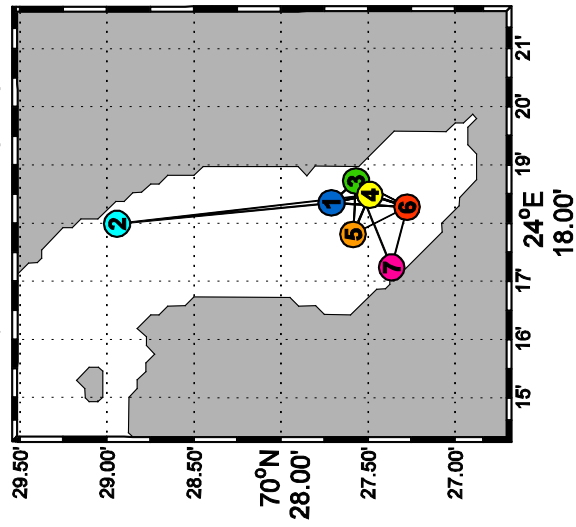
Registreringer av Ørret med ID: 39



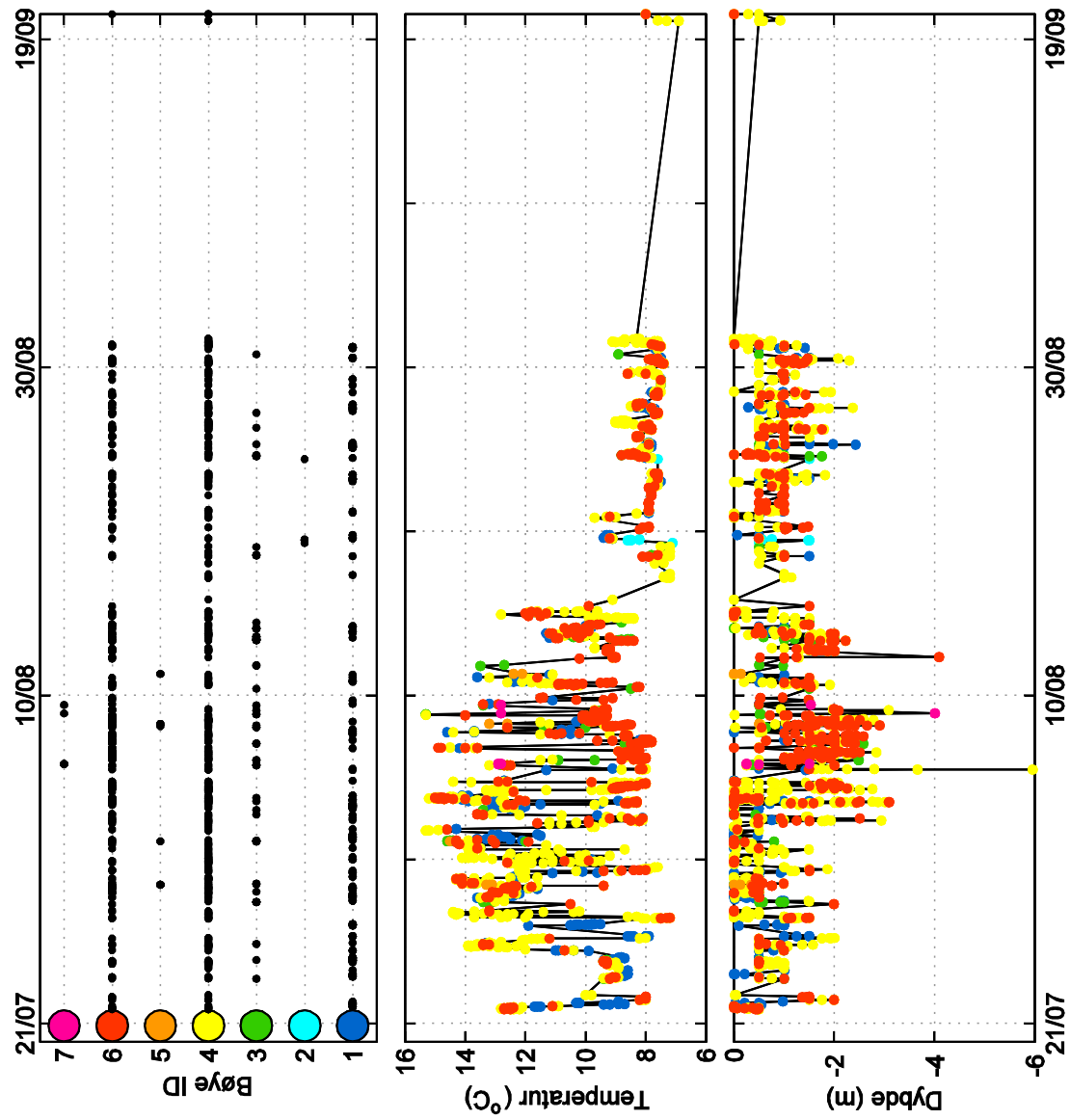
Data fra Ørret med ID: 41 og lengde 58 cm



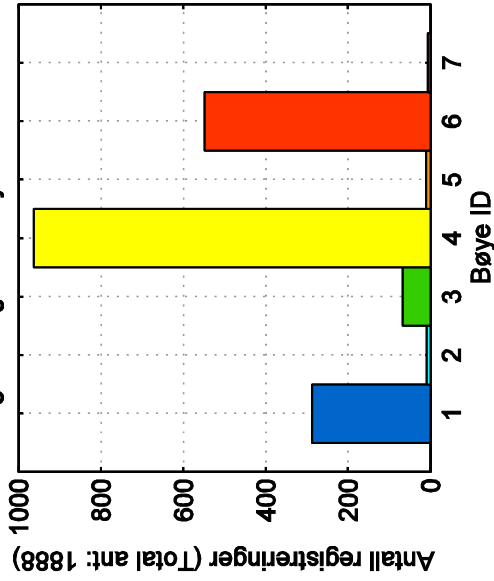
Data fra Røye med ID: 43 og lengde 31 cm



Data fra Røye med ID: 43 og lengde 31 cm

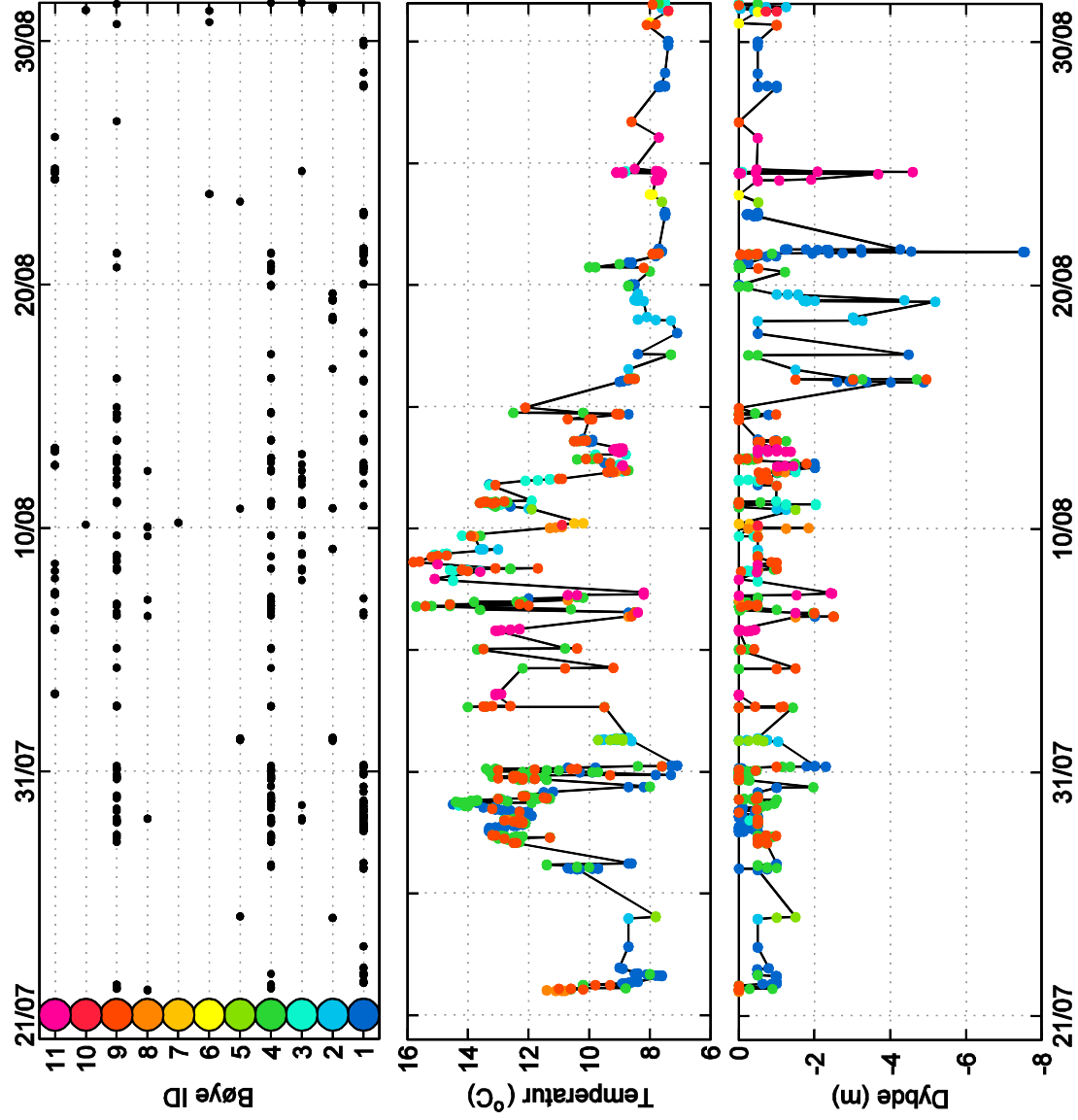


Registreringer av Røye med ID: 43

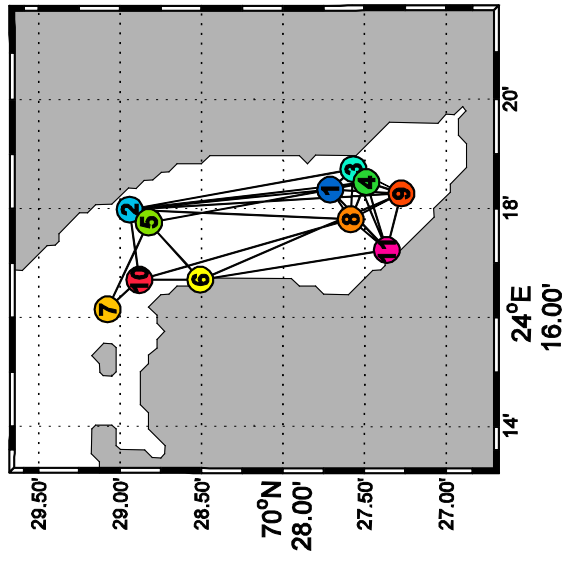




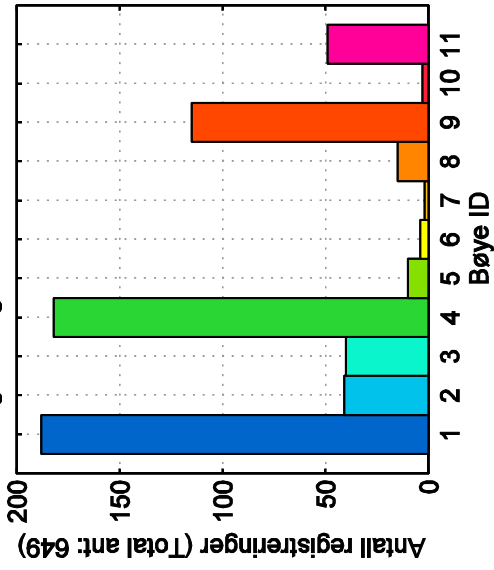
Data fra Ørret med ID: 45 og lengde 26 cm



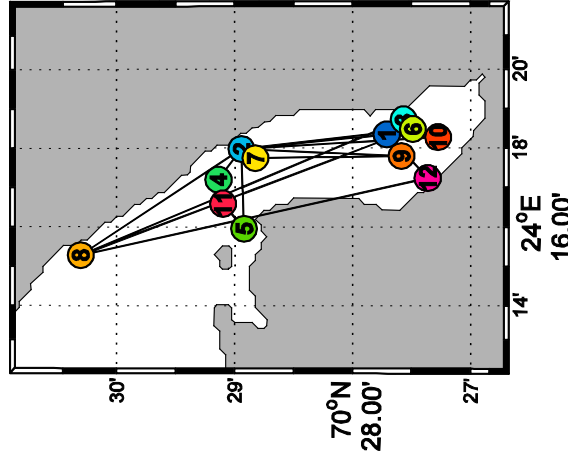
Data fra Ørret med ID: 45 og lengde 26 cm



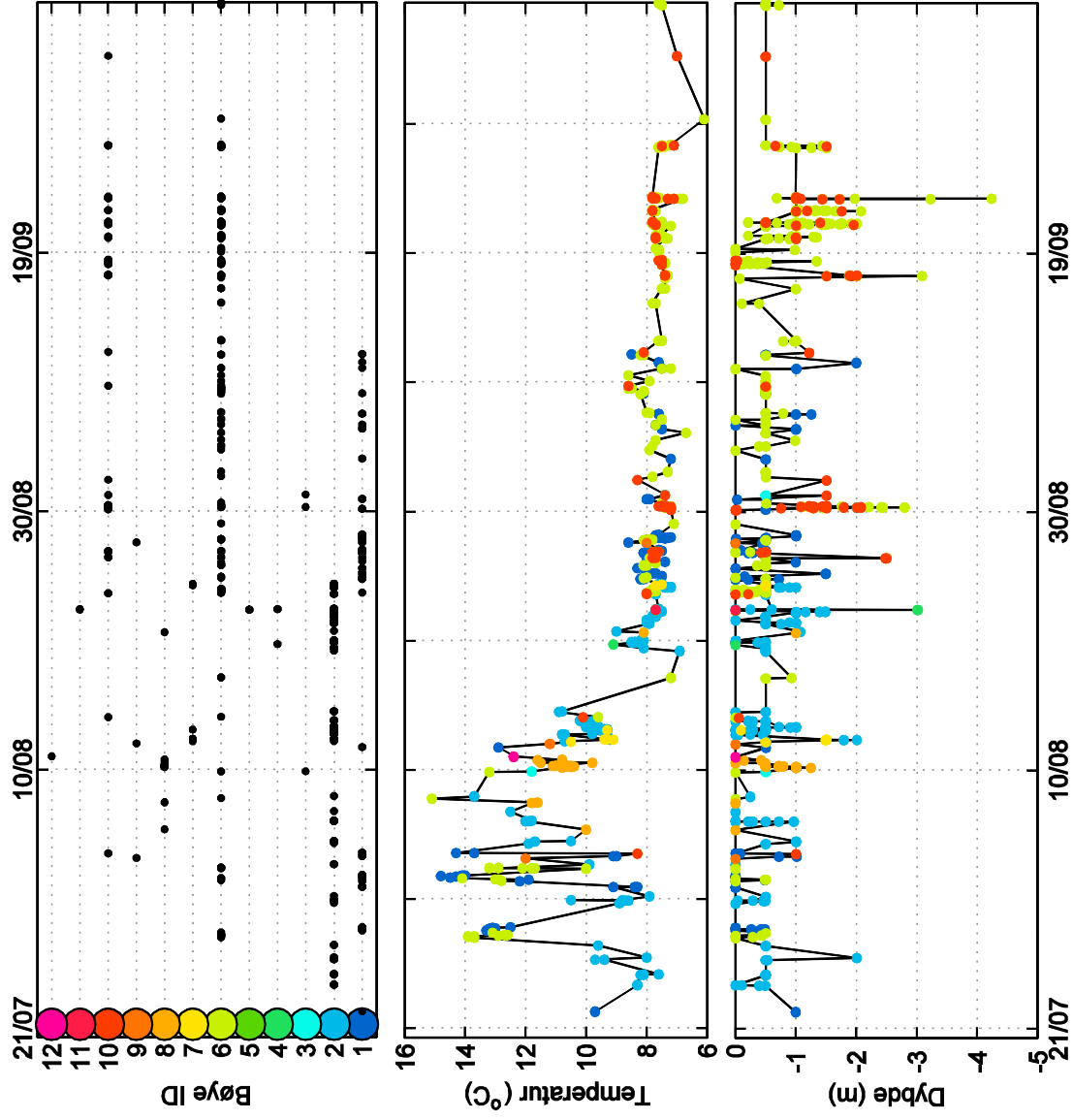
Registreringer av Ørret med ID: 45



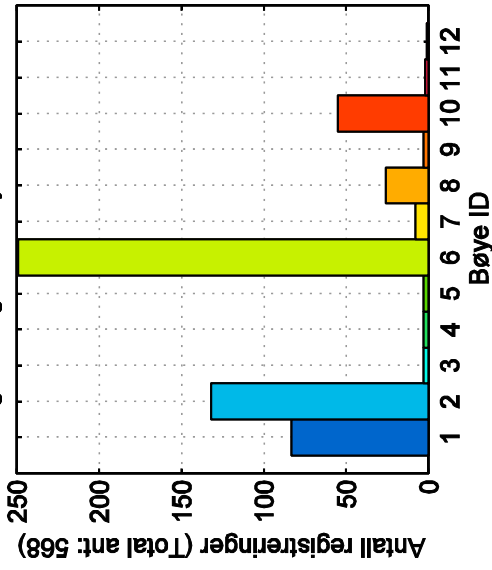
Data fra Røye med ID: 47 og lengde 23 cm



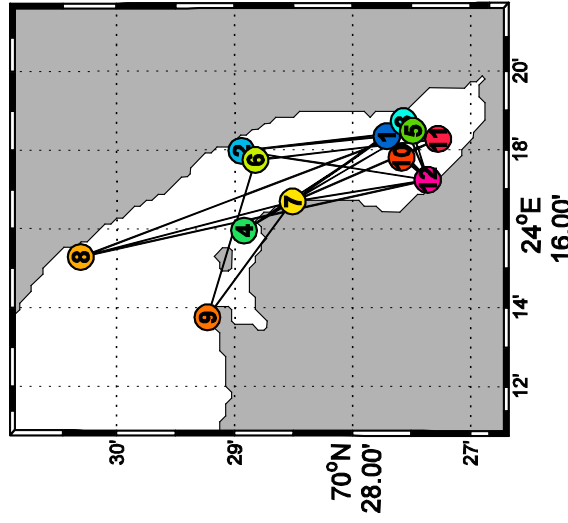
Data fra Røye med ID: 47 og lengde 23 cm



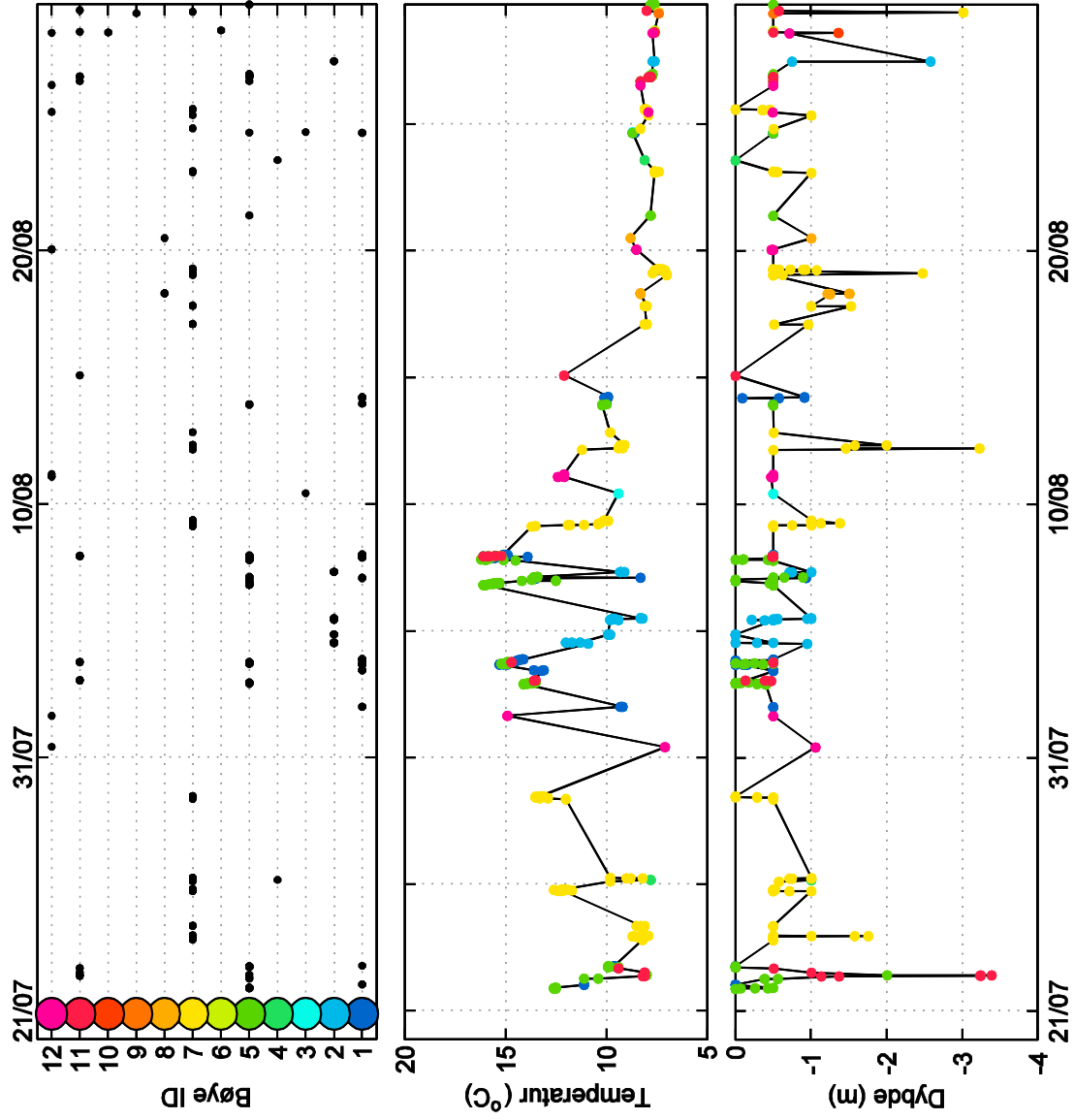
Registreringer av Røye med ID: 47



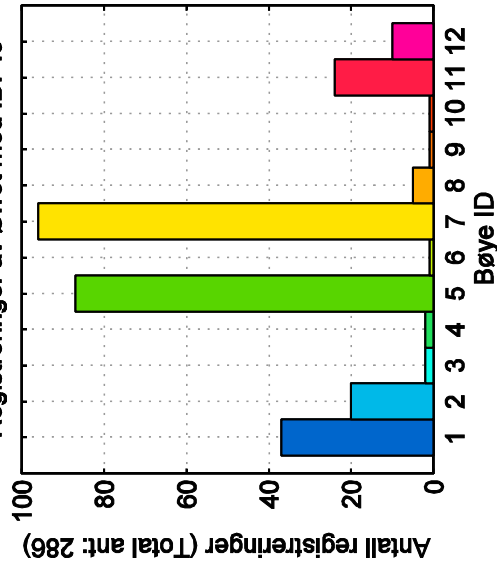
Data fra Ørret med ID: 49 og lengde 23 cm



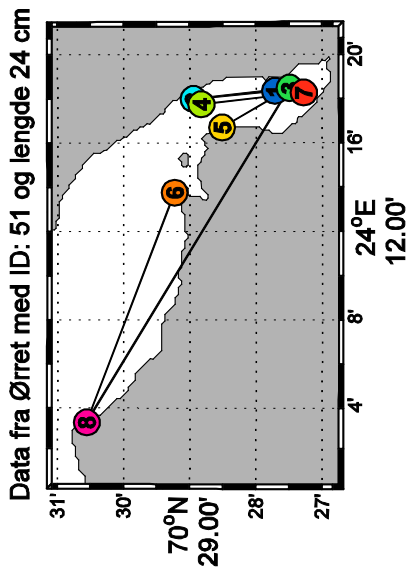
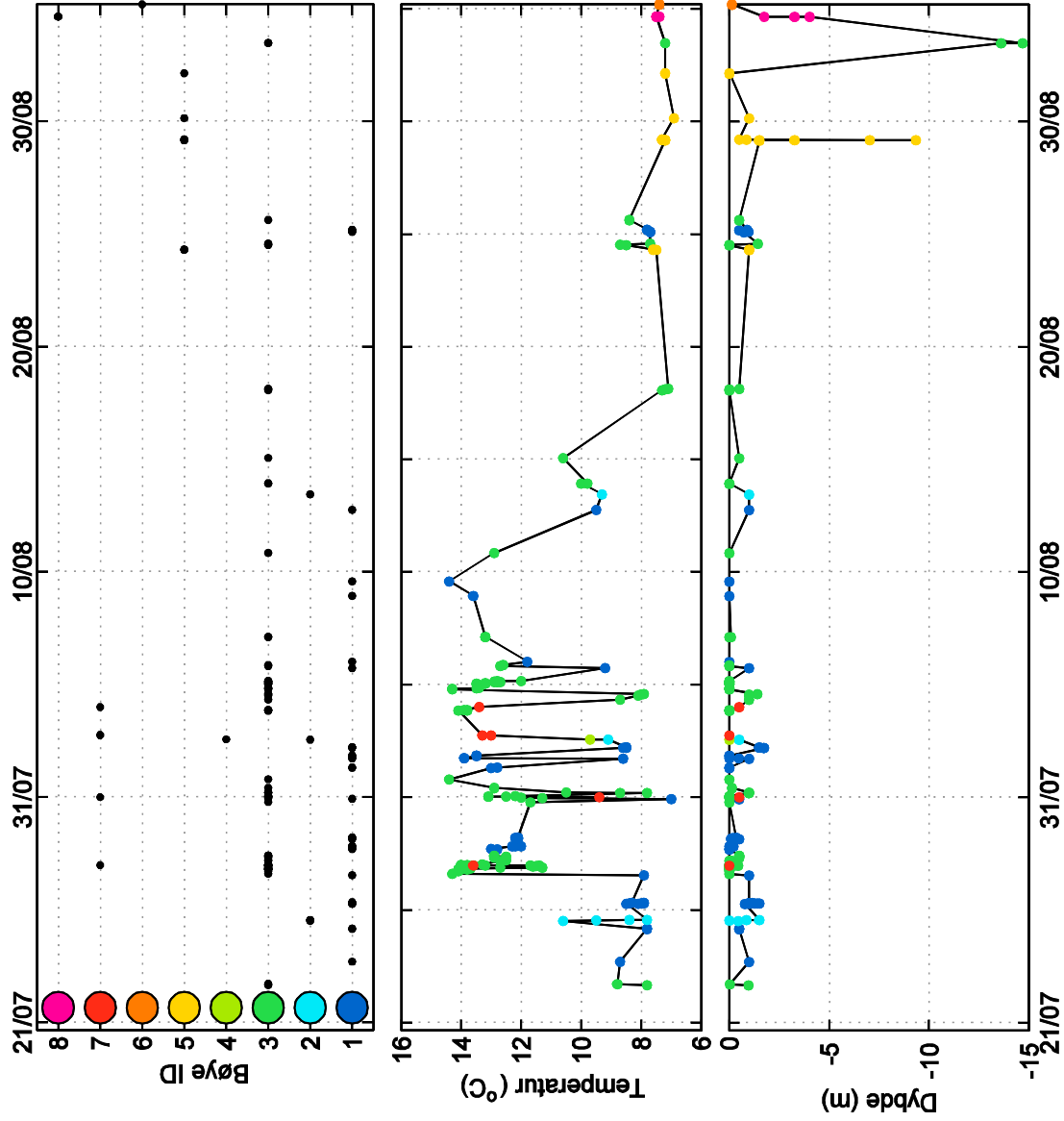
Data fra Ørret med ID: 49 og lengde 23 cm



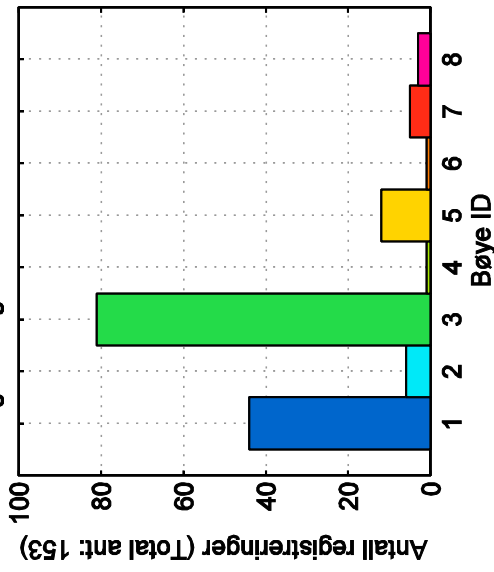
Registreringer av Ørret med ID: 49

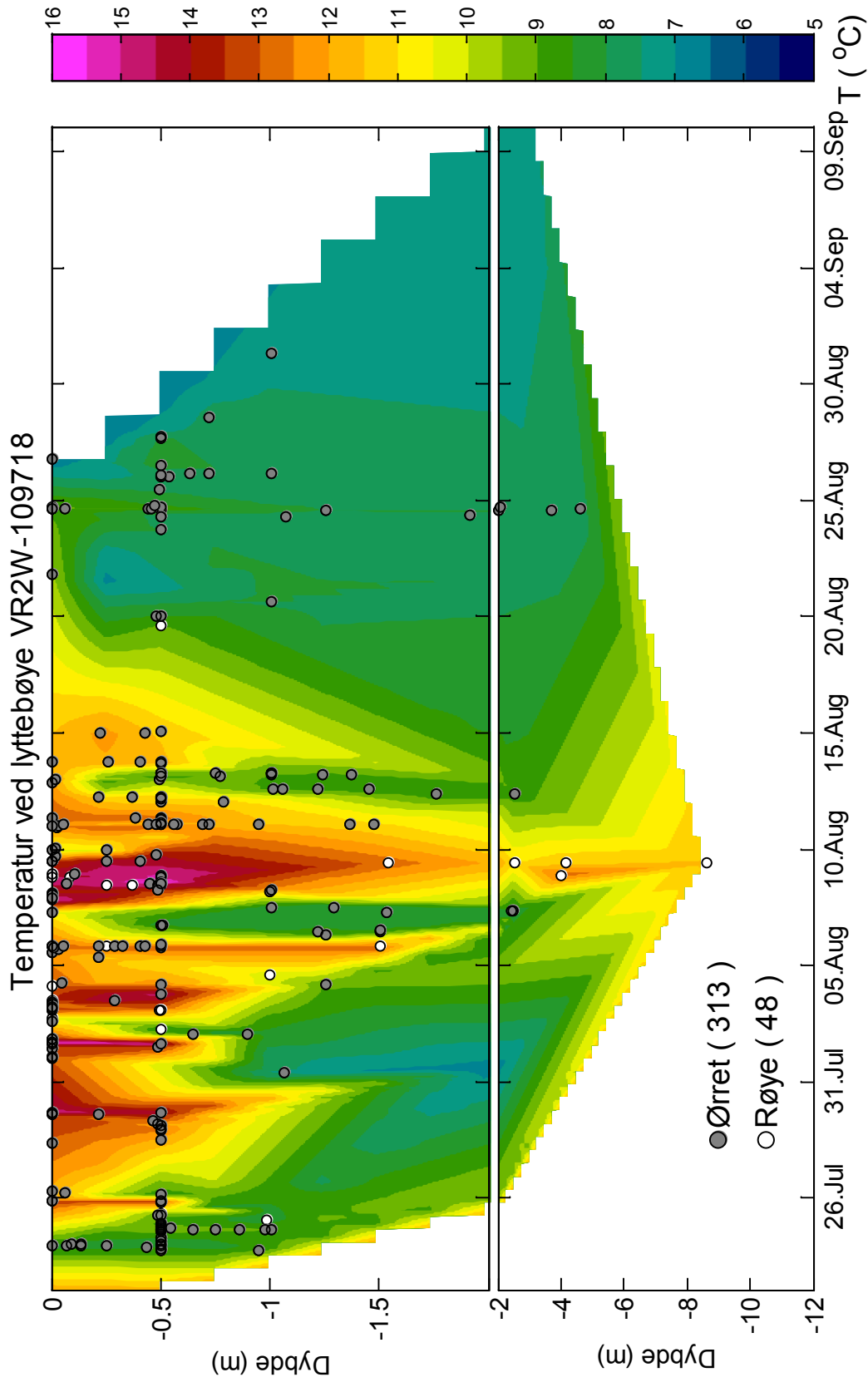


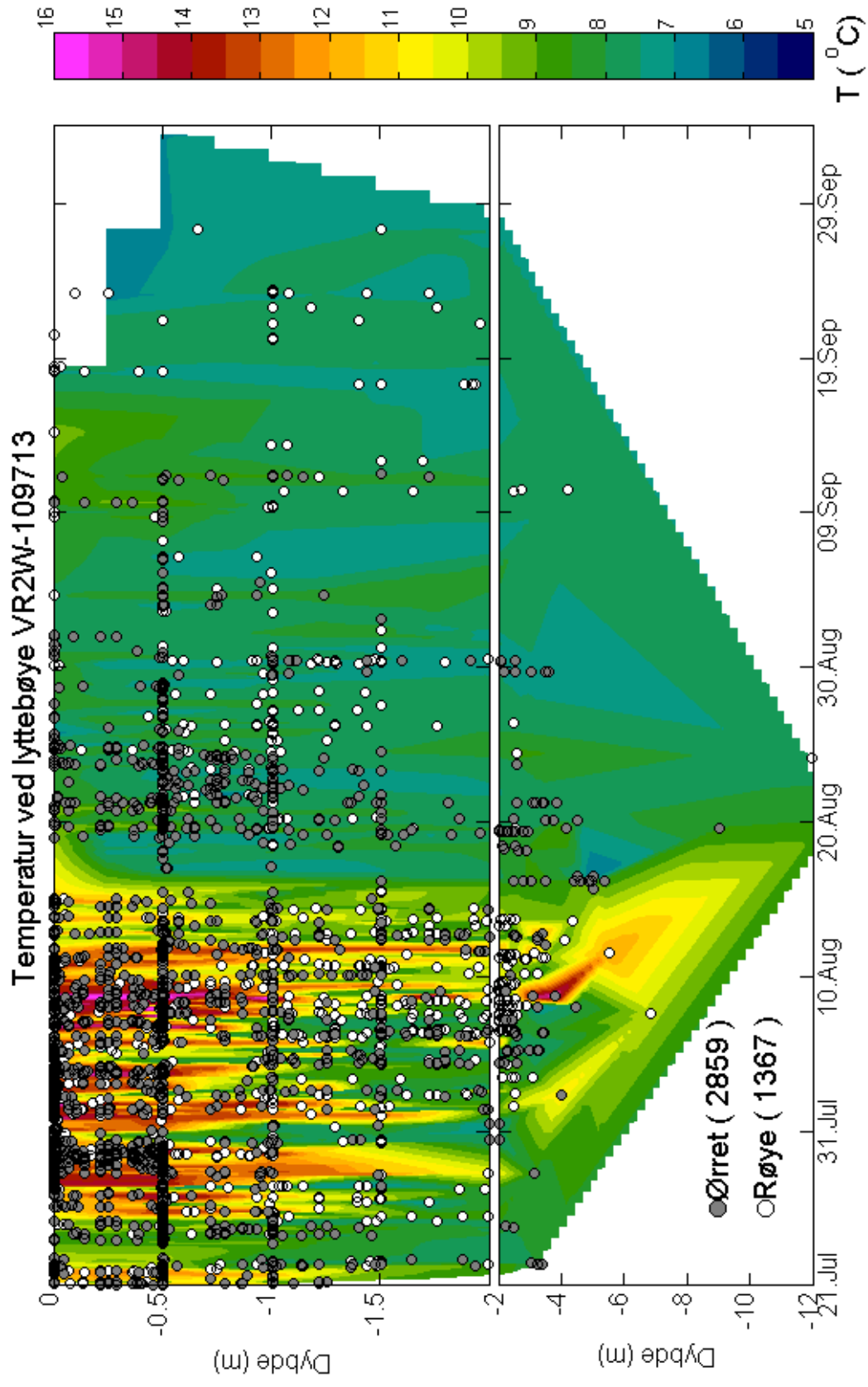
Data fra Ørret med ID: 51 og lengde 24 cm

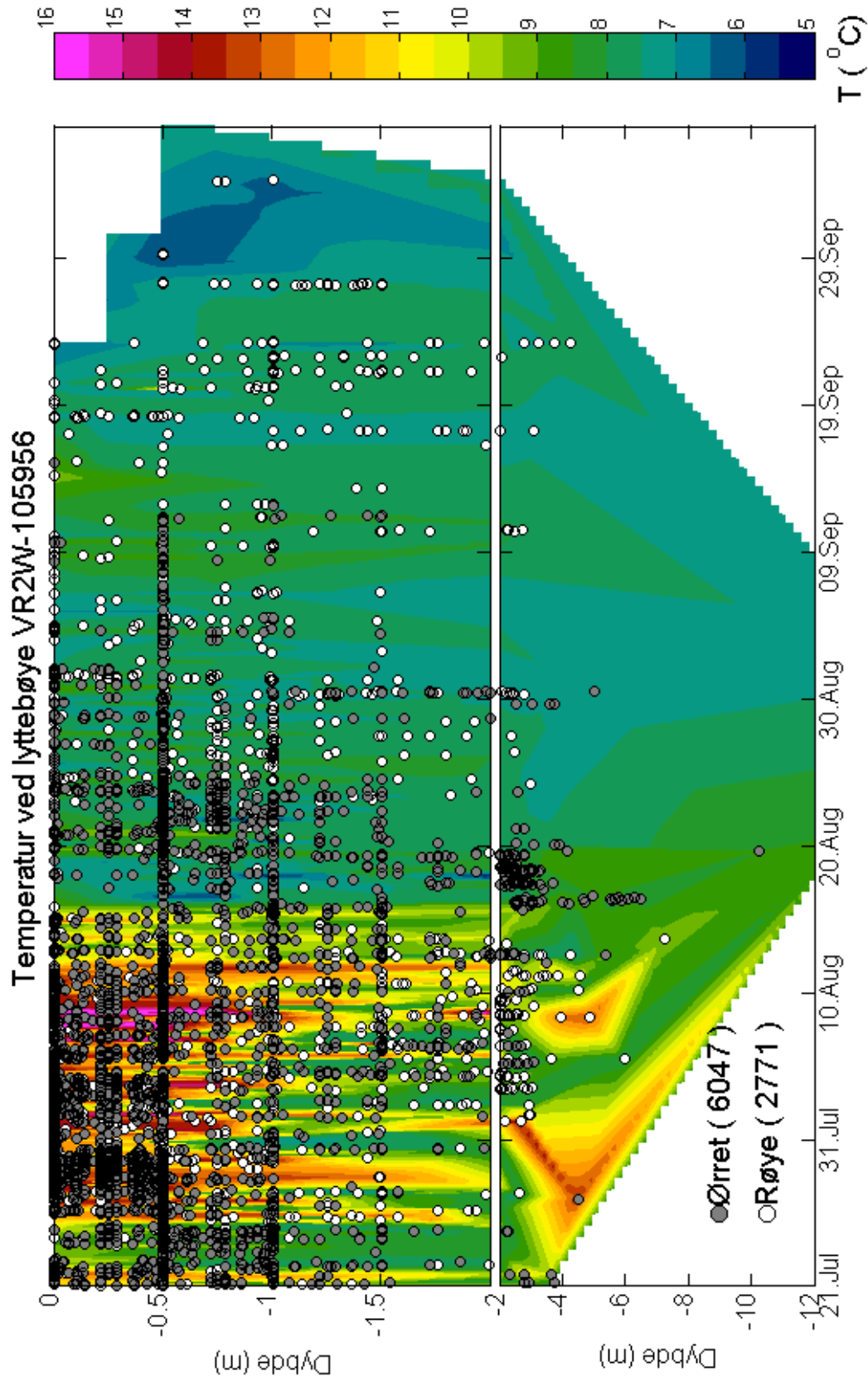


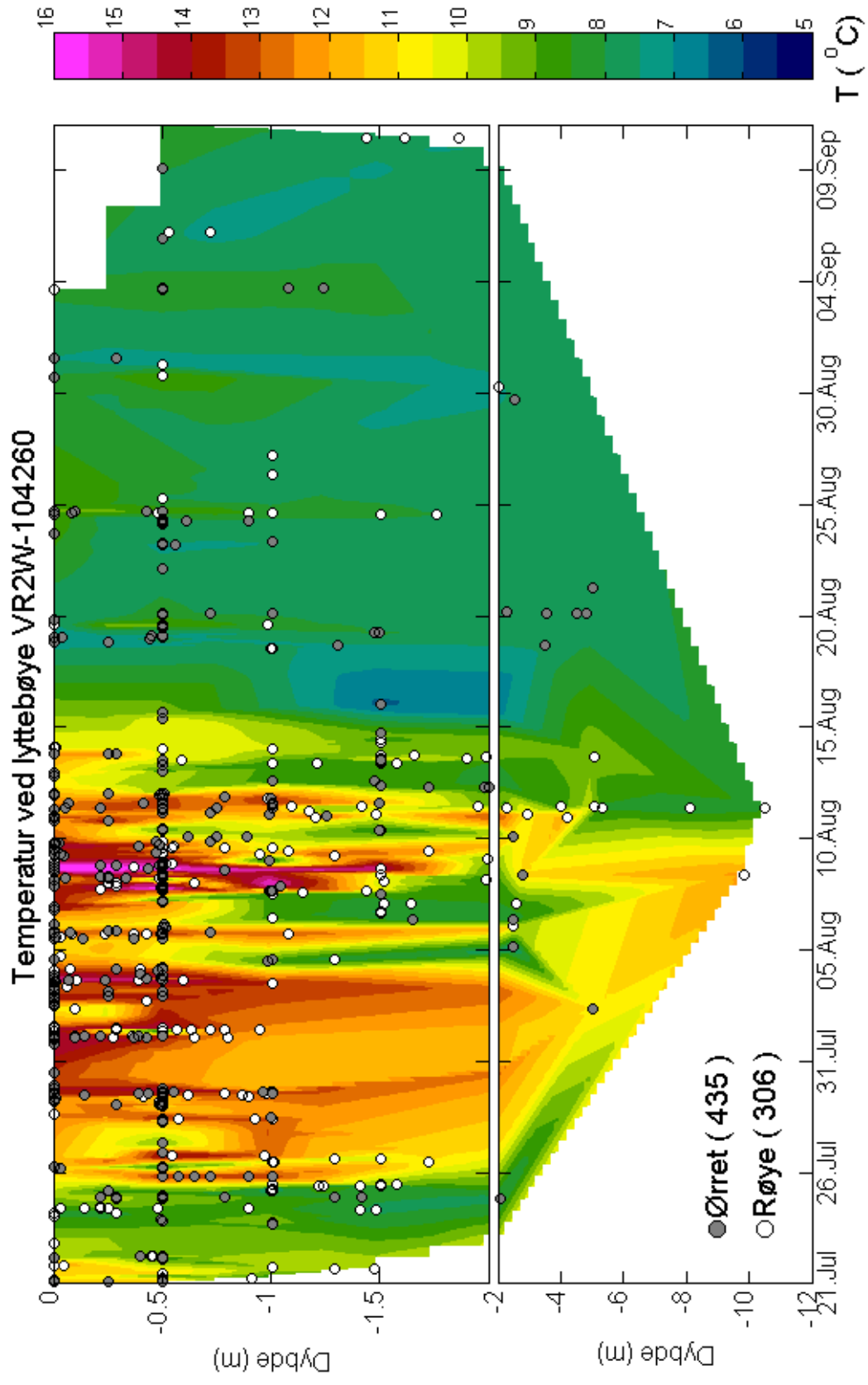
Registreringer av Ørret med ID: 51







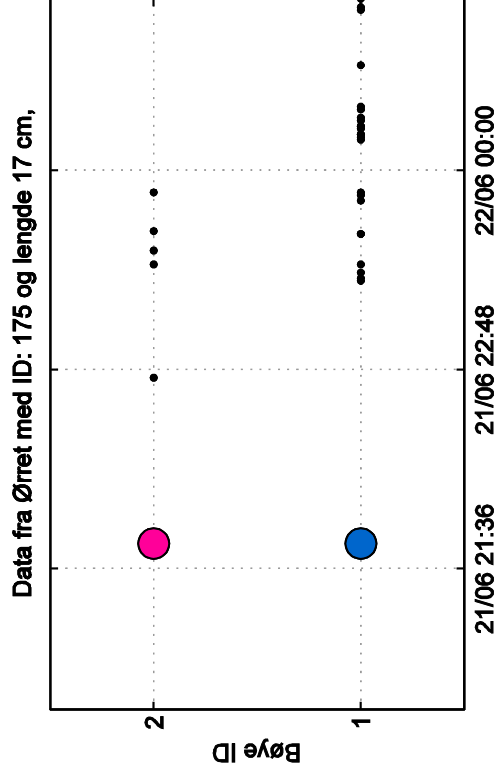
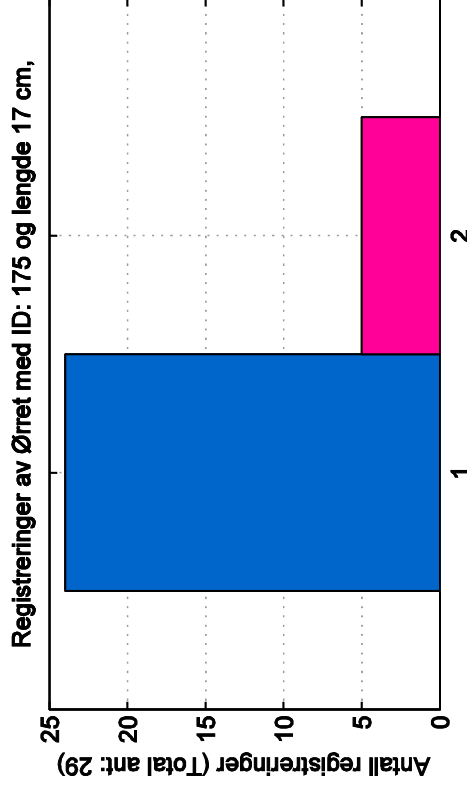
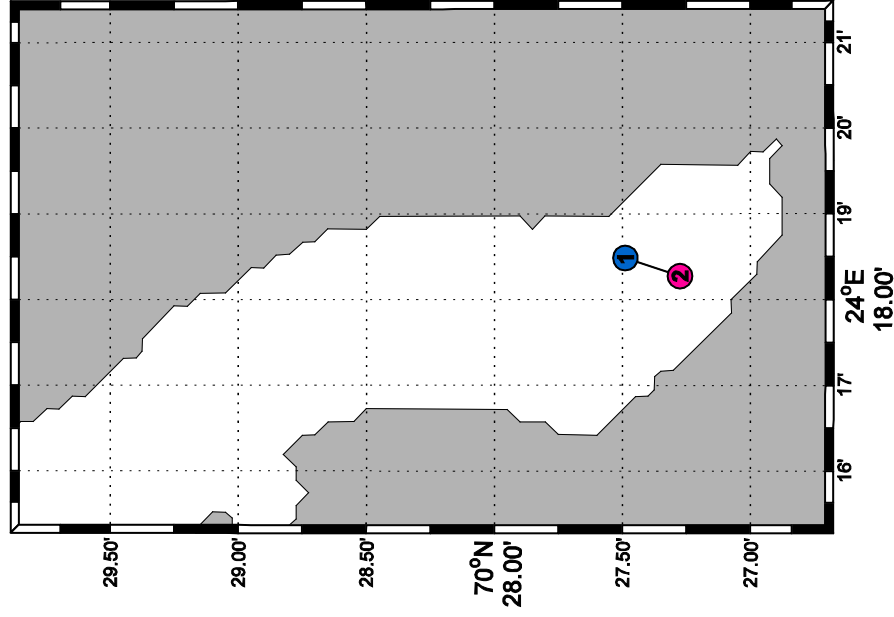




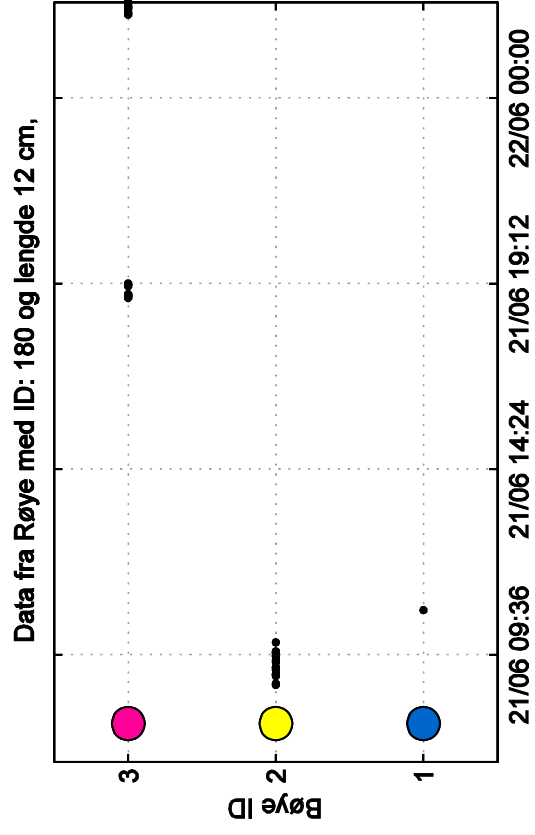
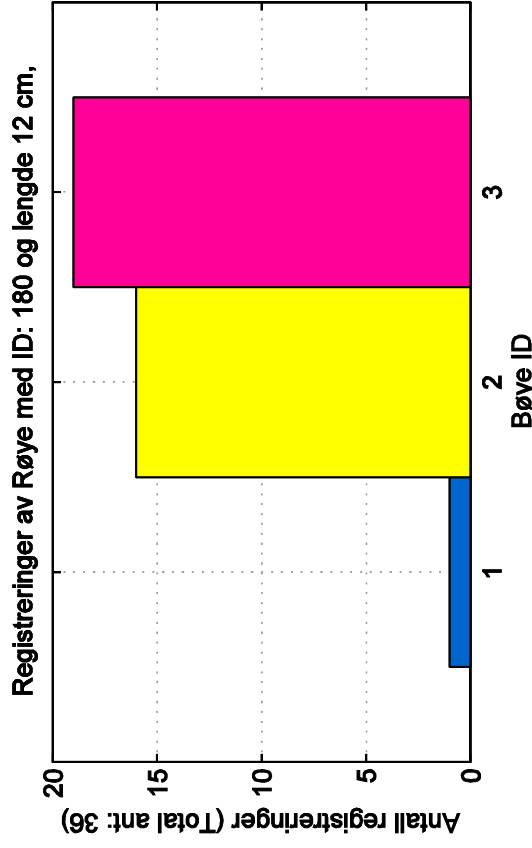
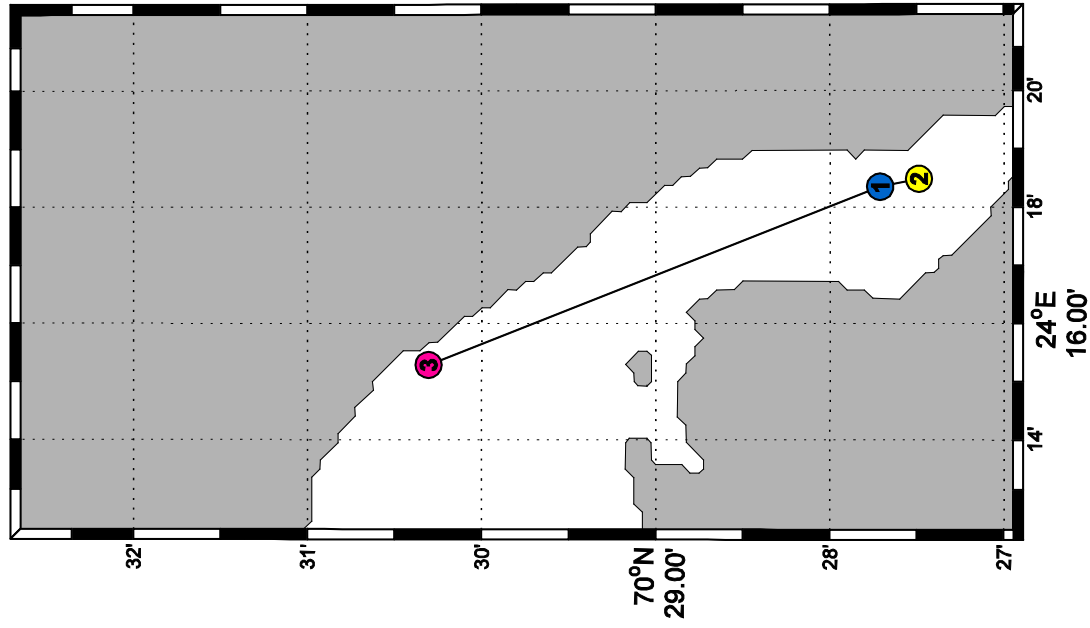


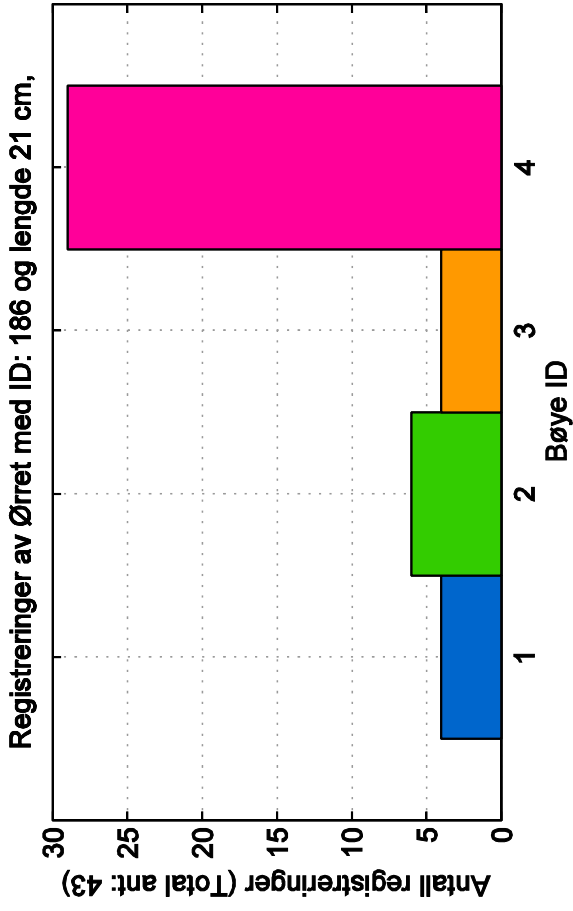
# Vedlegg I. Vandringsmønster aure og røye med ID merker.

Data fra Ørret med ID: 175 og lengde 17 cm, merket i Repparfjordelva

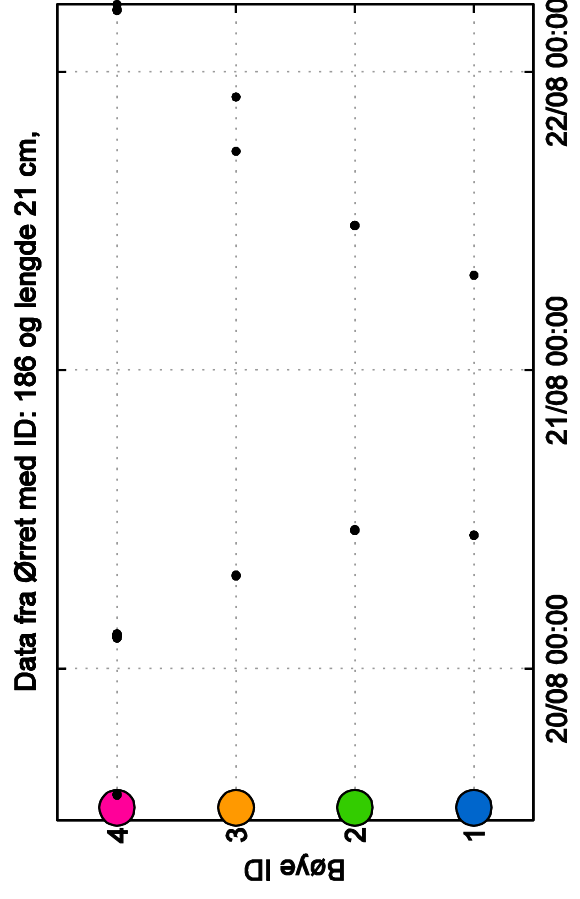
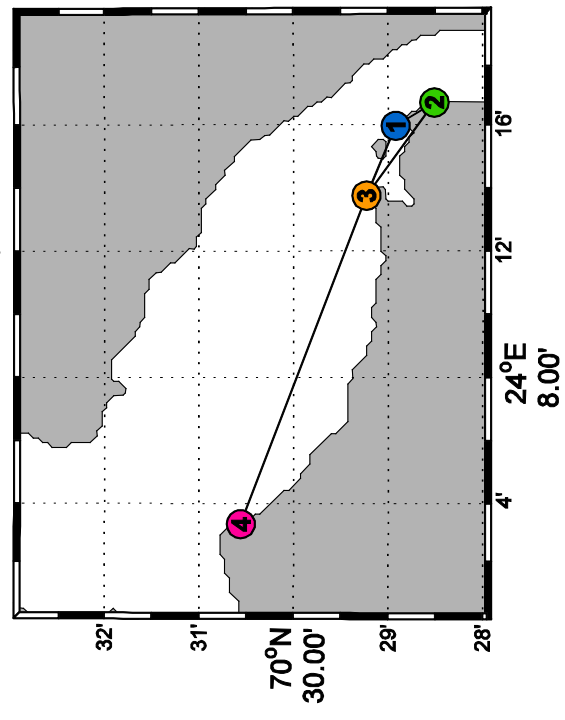


Data fra Røye med ID: 180 og lengde 12 cm, merket i Repparfjordelva

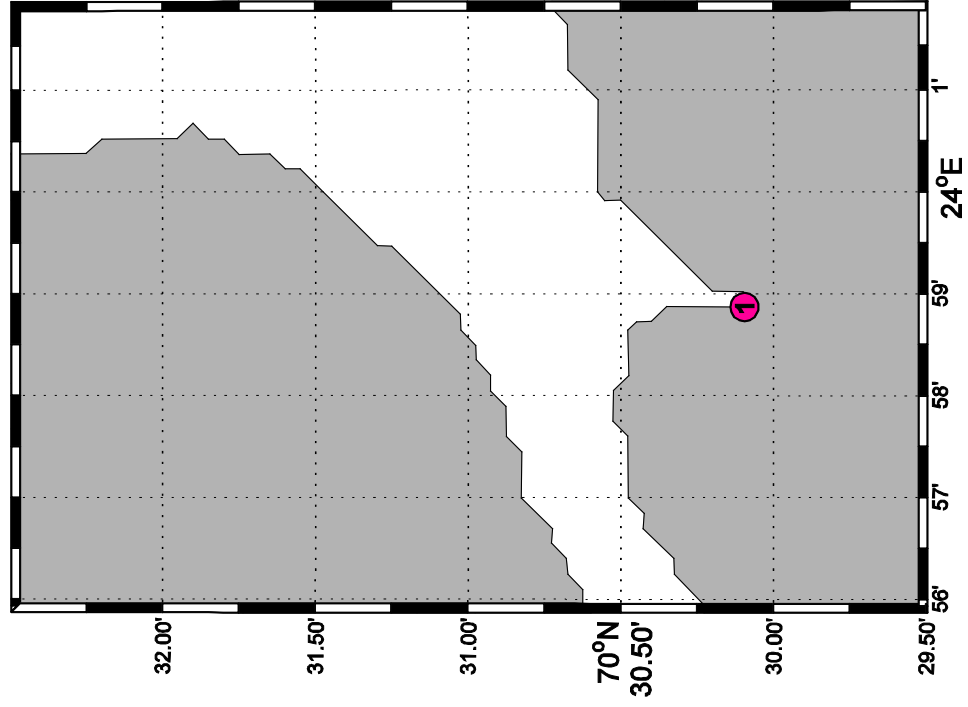




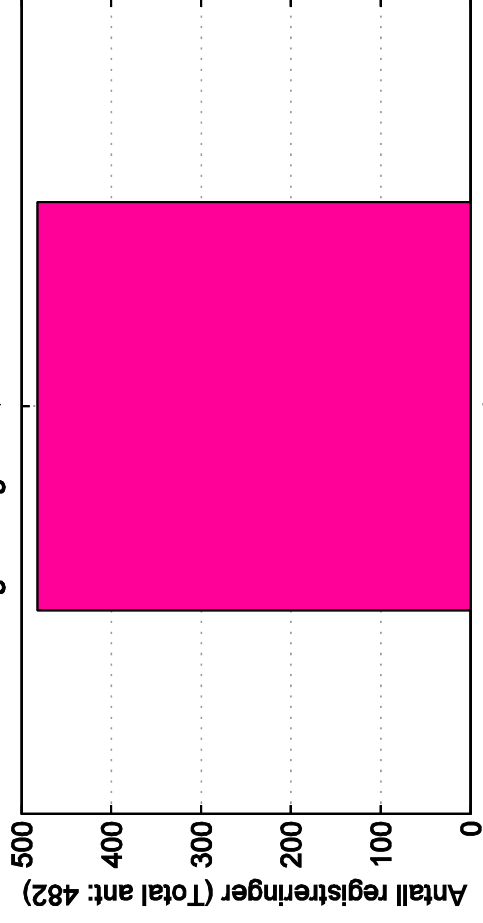
Data fra Ørret med ID: 186 og lengde 21 cm, merket i Repparfjordelva



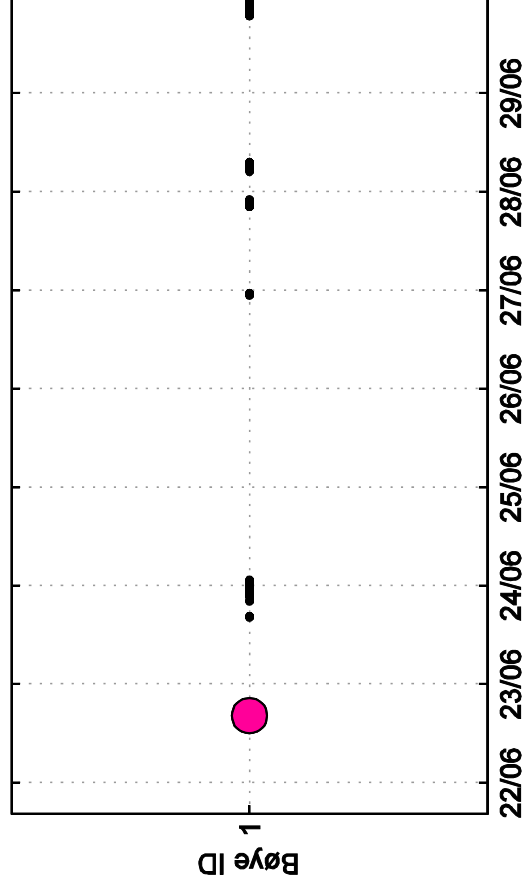
Data fra Ørret med ID: 187  
merket i Kvalsundelva



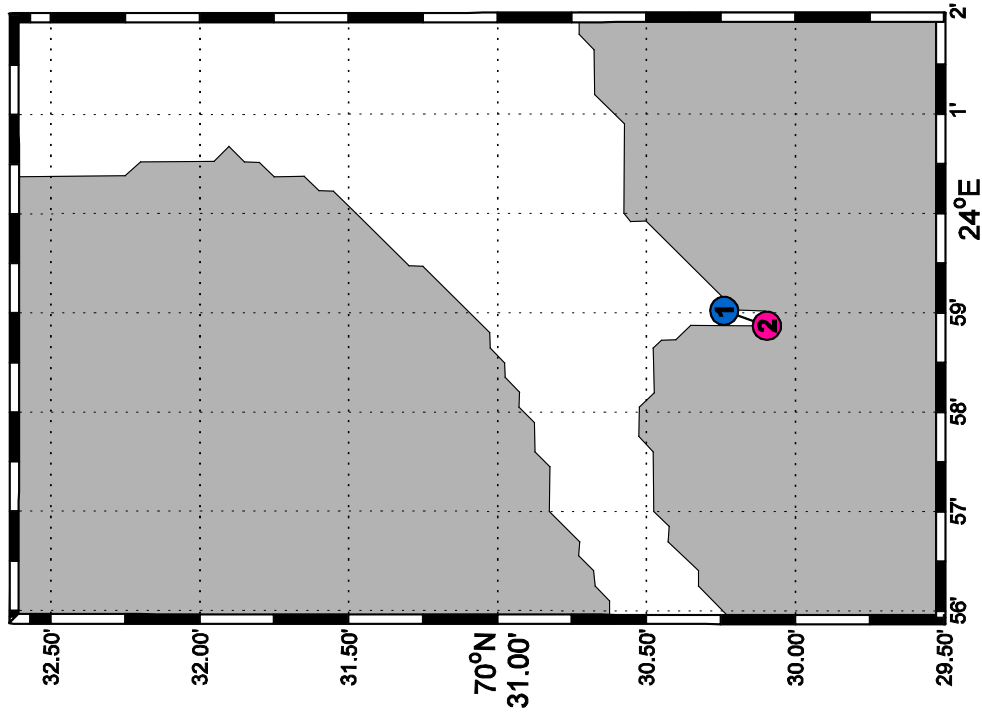
Registreringer av Ørret med ID: 187



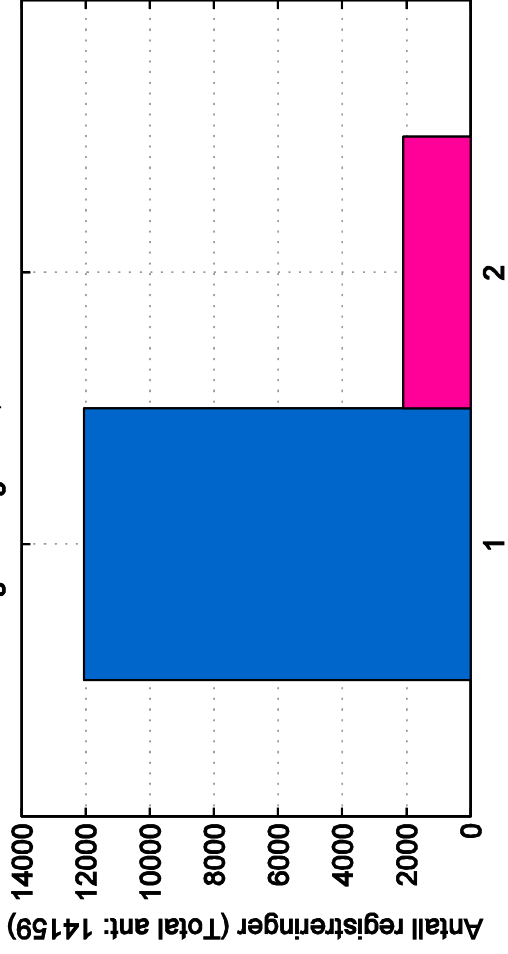
Data fra Ørret med ID: 187



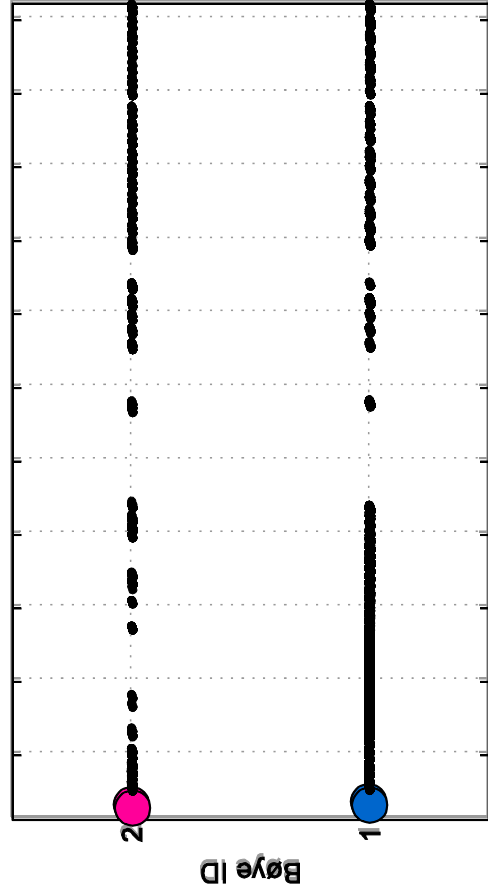
Data fra Ørret med ID: 189  
merket i Kvalsundelva



Registreringer av Ørret med ID: 189

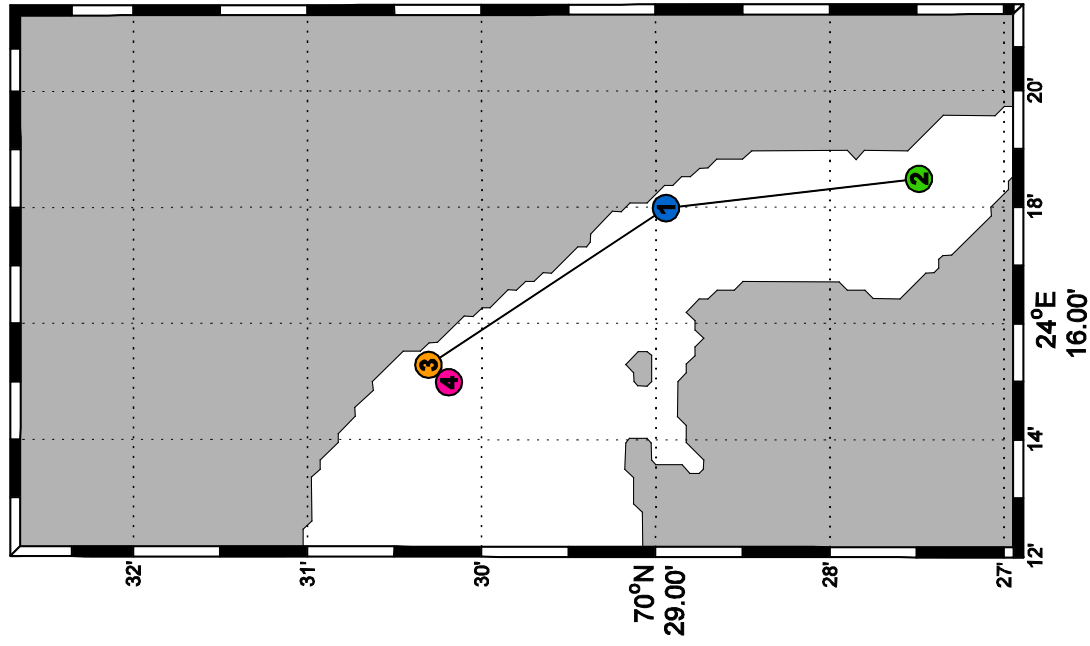


Data fra Ørret med ID: 189

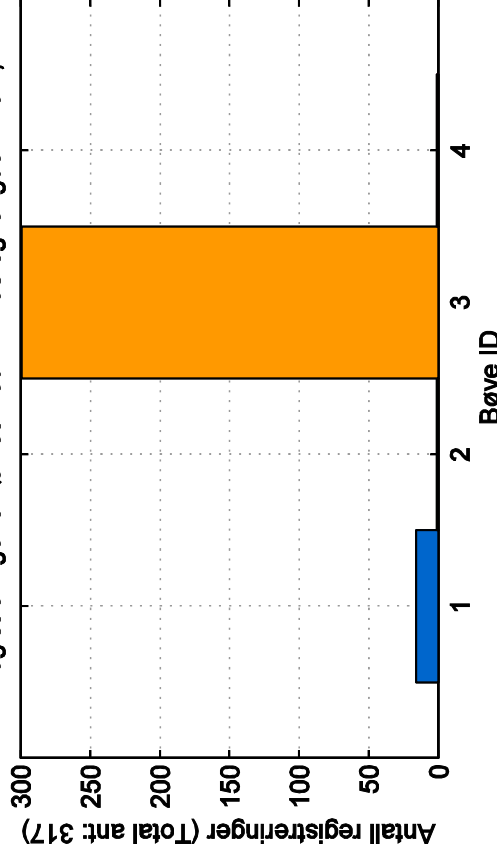


31/07/05/08 10/08 15/08 20/08 25/08 30/08 04/09 09/09 14/09 19/09

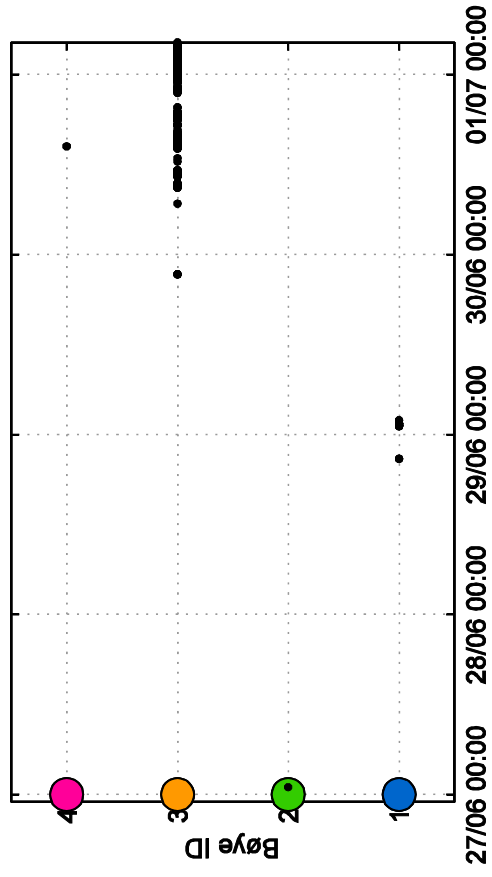
Data fra Ørret med ID: 198 og lengde 21 cm, merket i Repparfjordeilva



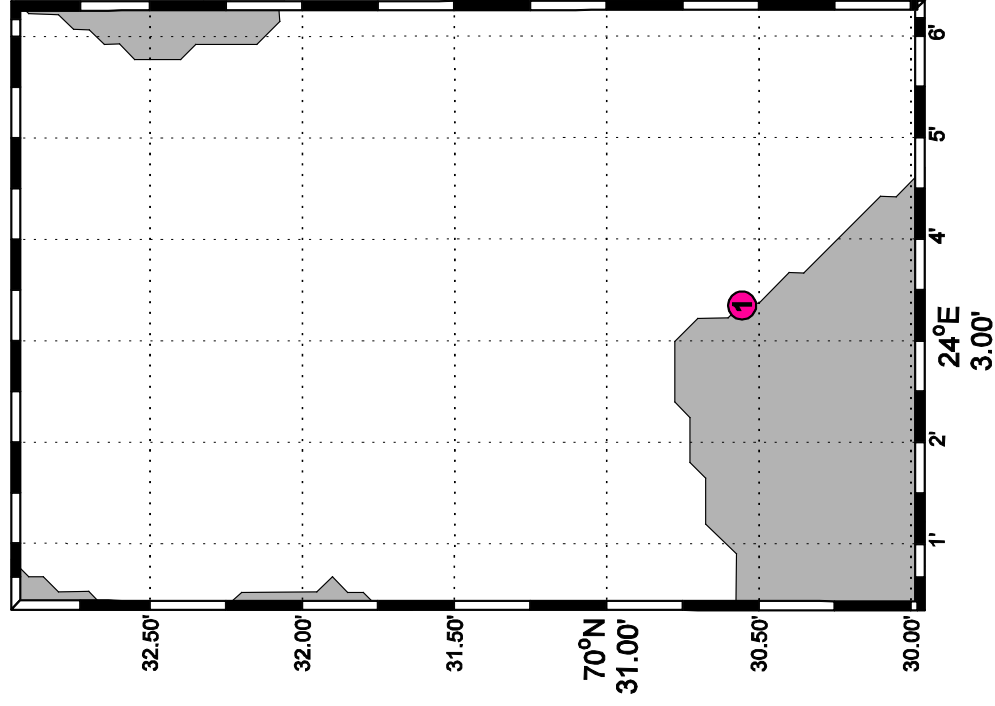
Registreringer av Ørret med ID: 198 og lengde 21 cm,



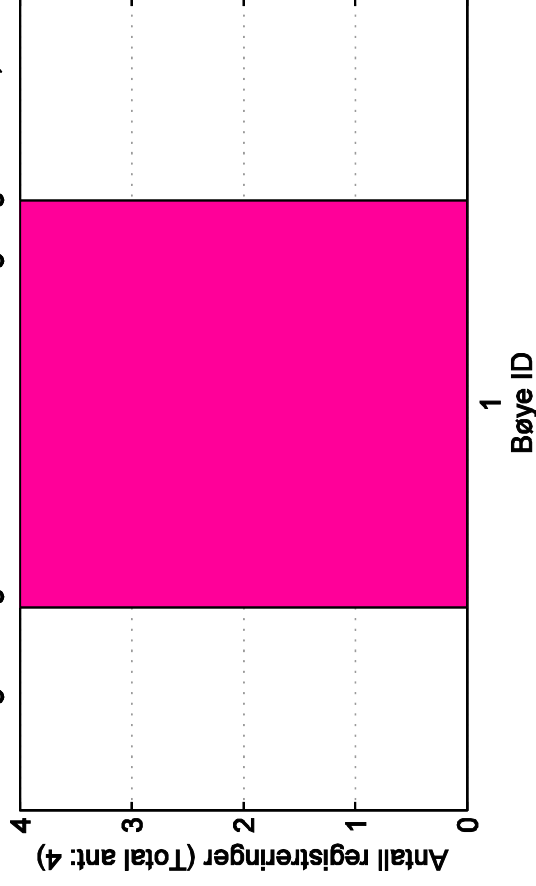
Data fra Ørret med ID: 198 og lengde 21 cm,



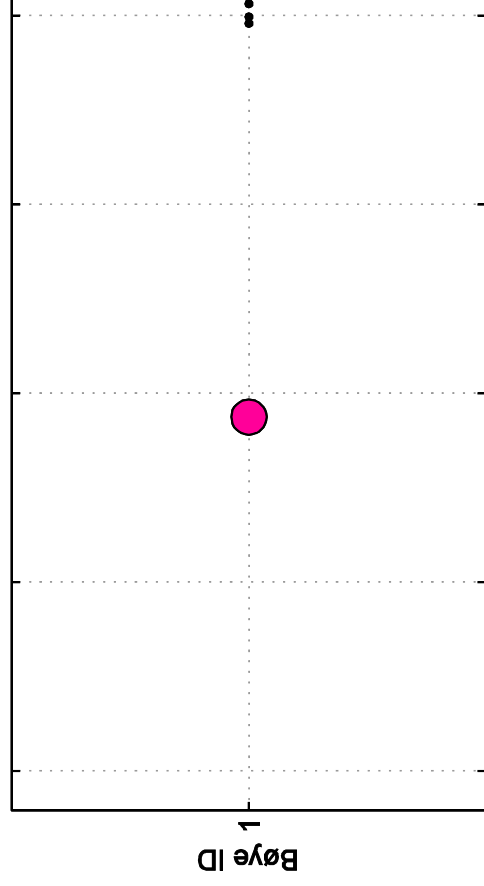
Data fra Ørret med ID: 200 og lengde 19 cm, merket i Repparfjordelva



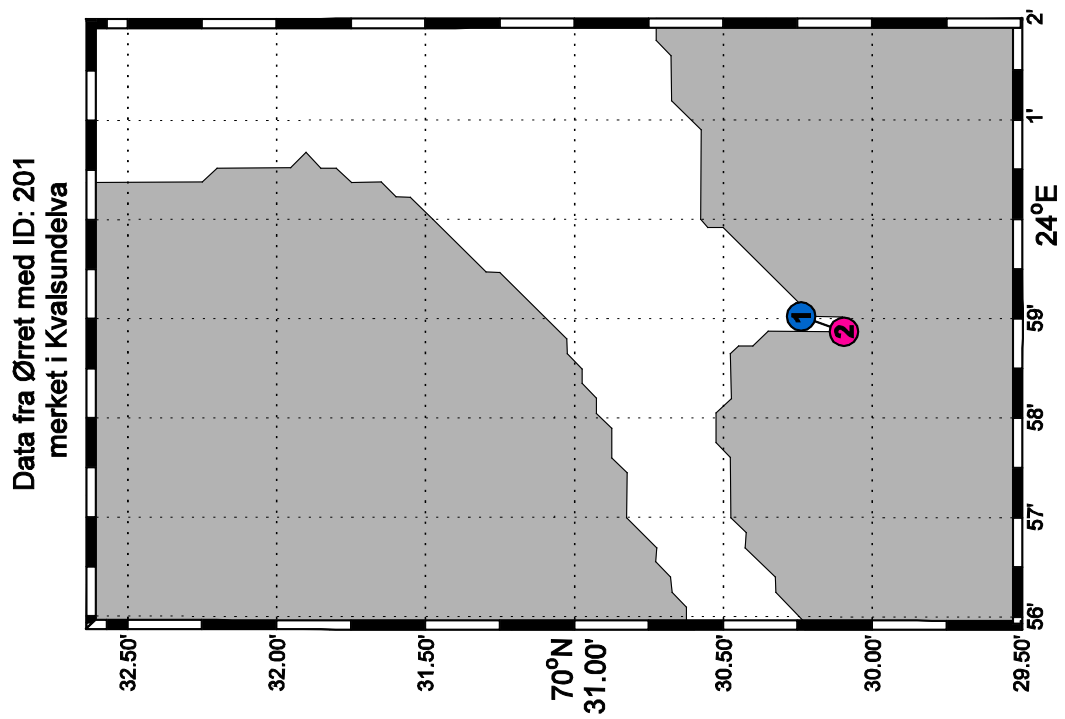
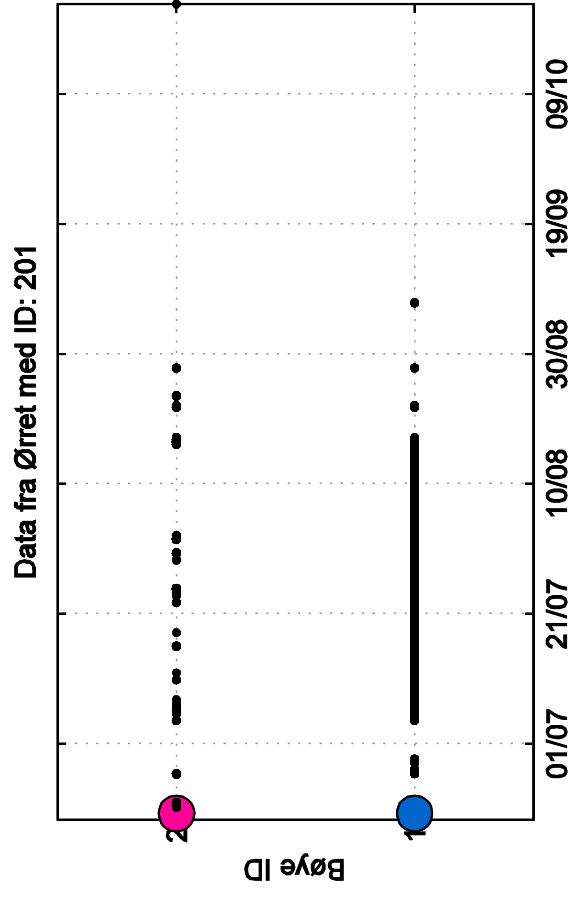
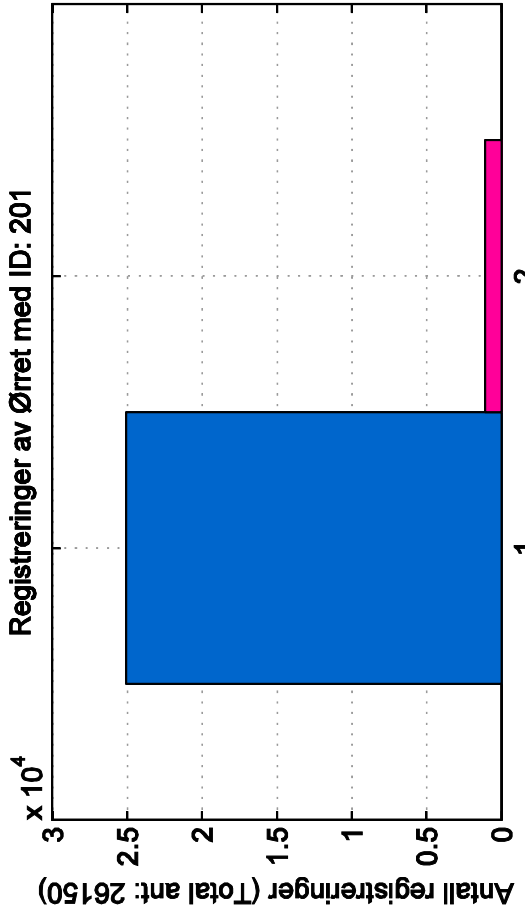
Registreringer av Ørret med ID: 200 og lengde 19 cm,



Data fra Ørret med ID: 200 og lengde 19 cm,

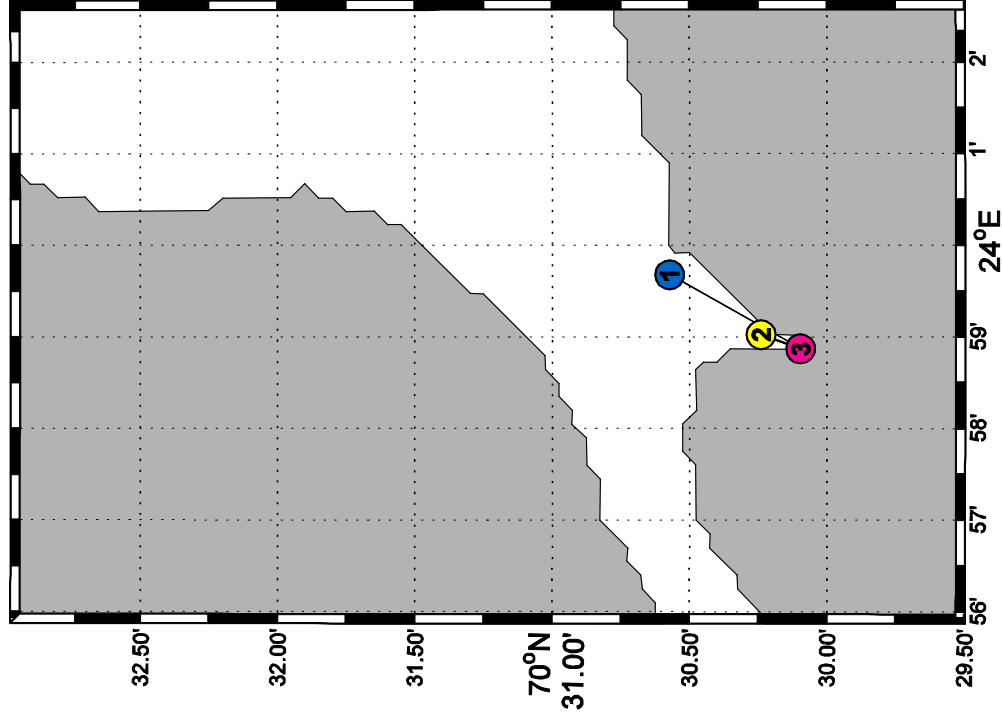


23/06 04:48 23/06 05:16 23/06 05:45 23/06 06:14 23/06 06:43

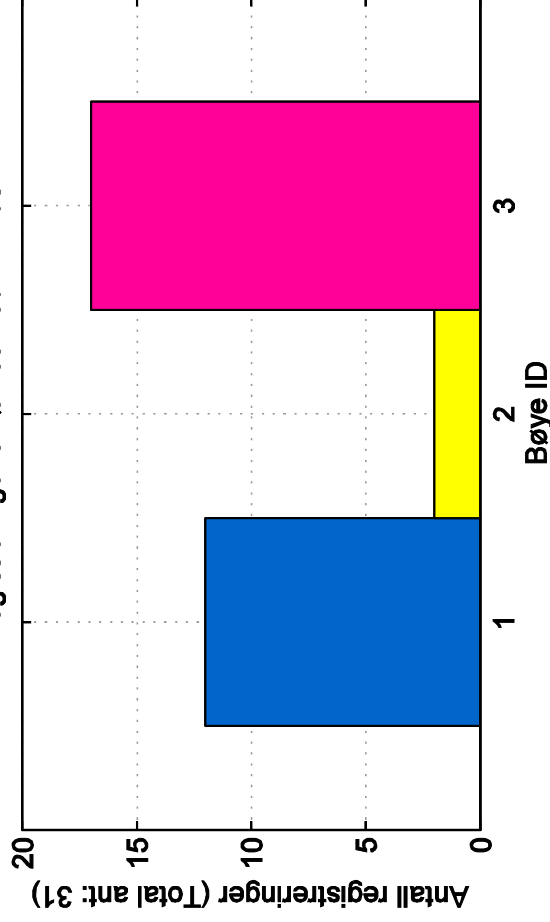




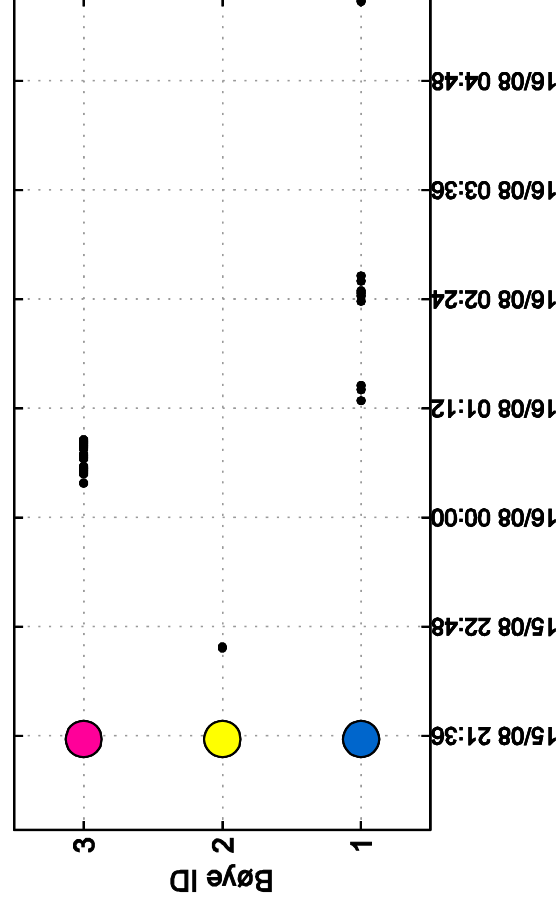
Data fra Ørret med ID: 203  
merket i Kvalsundelva



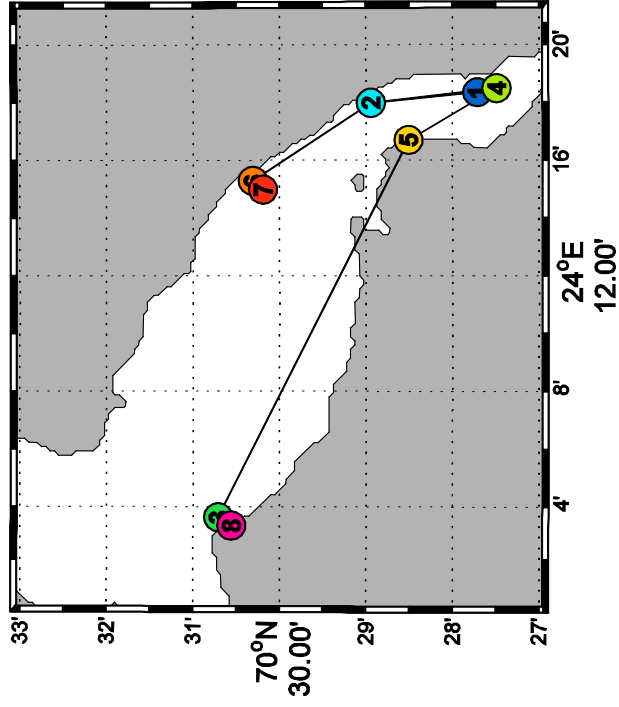
Registreringer av Ørret med ID: 203



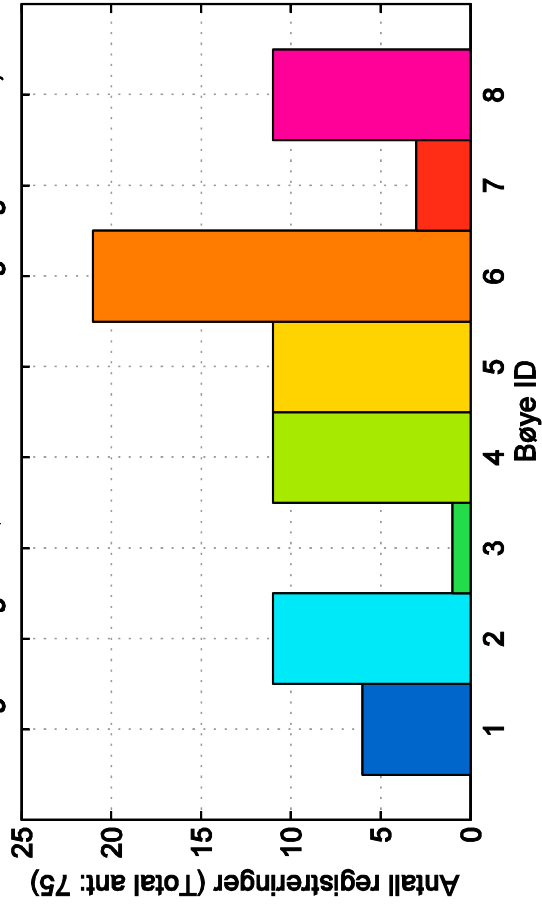
Data fra Ørret med ID: 203



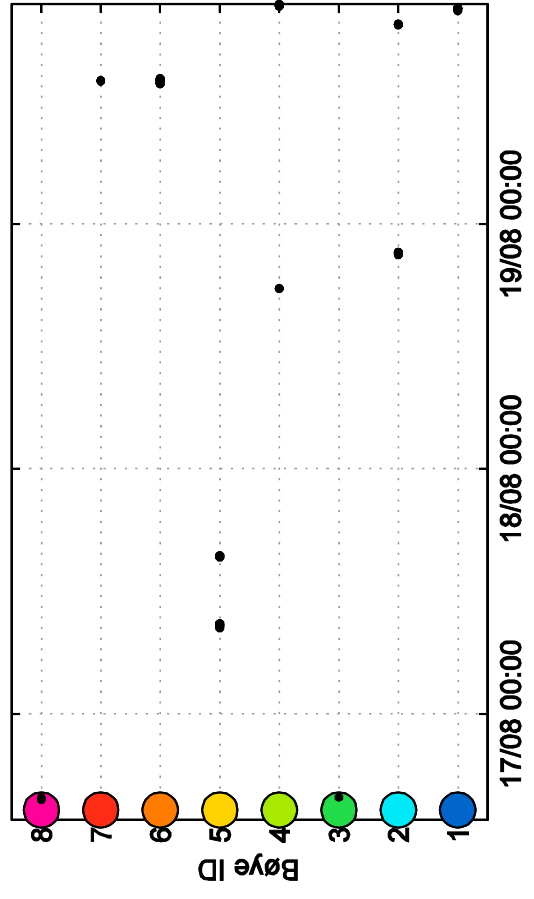
Data fra Ørret med ID: 204  
og lengde 19 cm,  
merket i Repparfjordelva



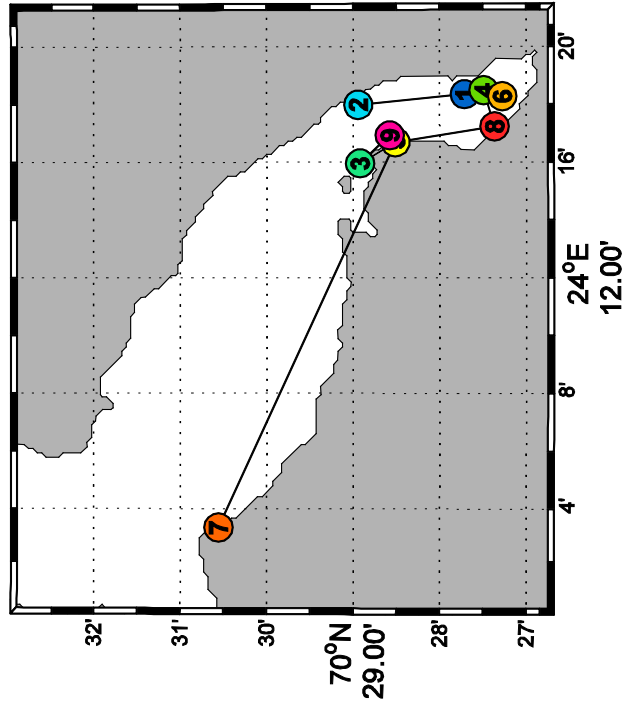
Registreringer av Ørret med ID: 204 og lengde 19 cm,



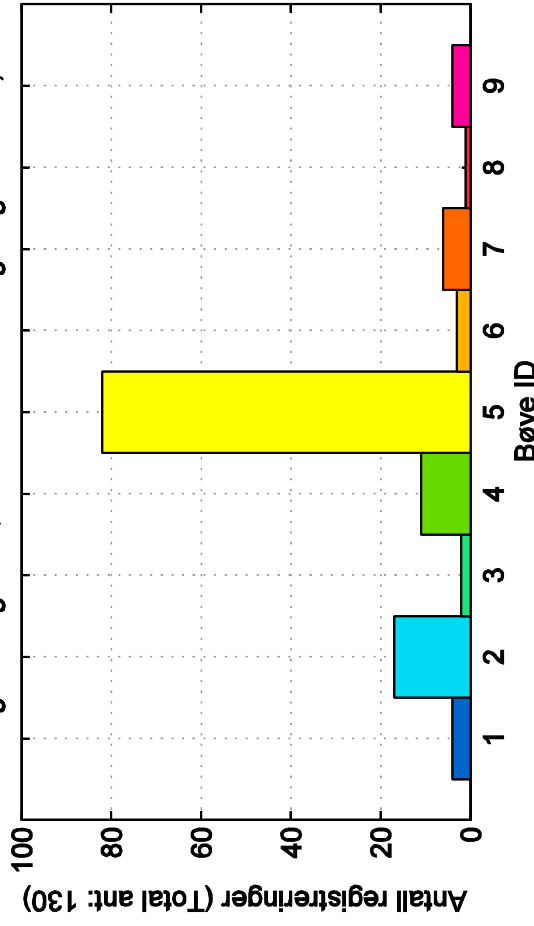
Data fra Ørret med ID: 204 og lengde 19 cm,



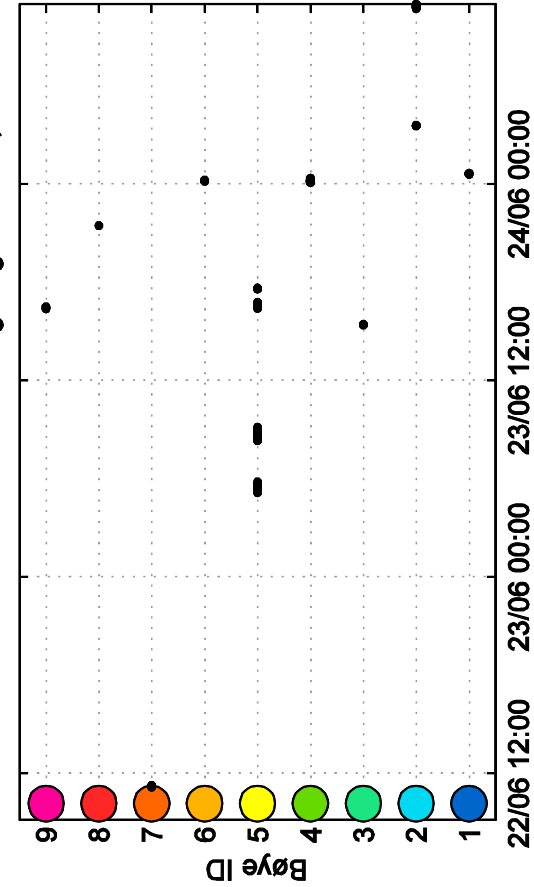
Data fra Ørret med ID: 205 og lengde 20 cm, merket i Repparfjordelva

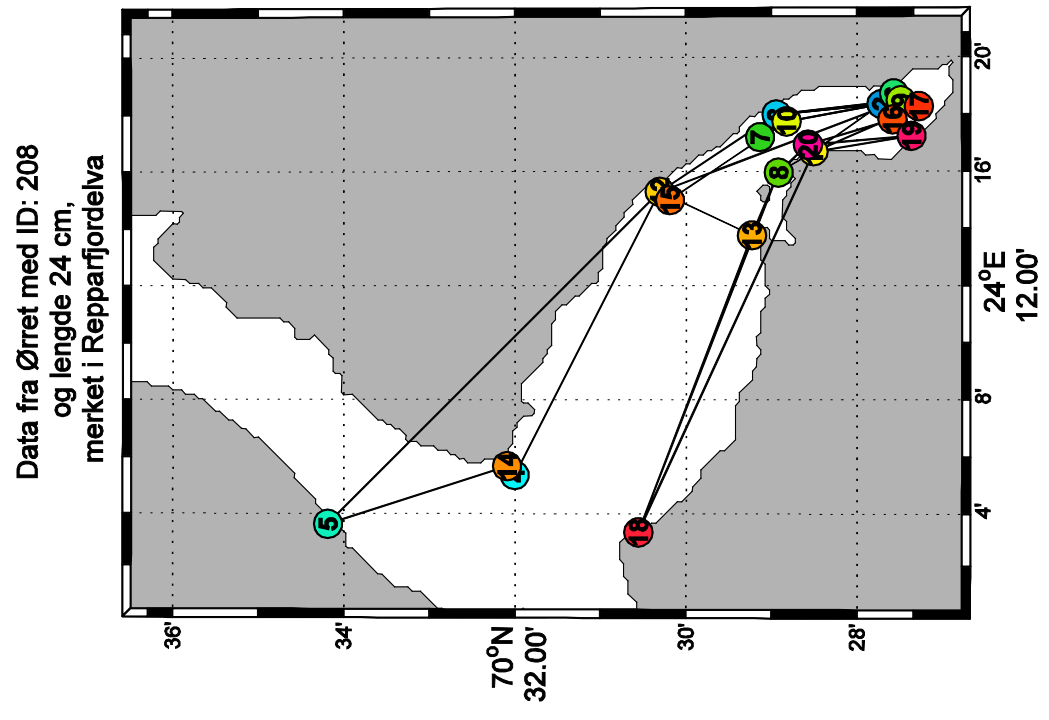
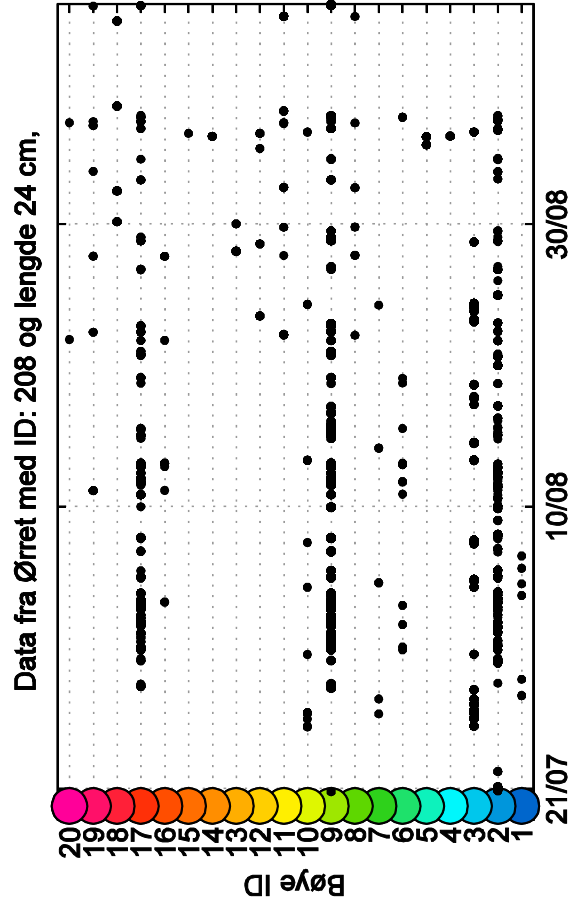
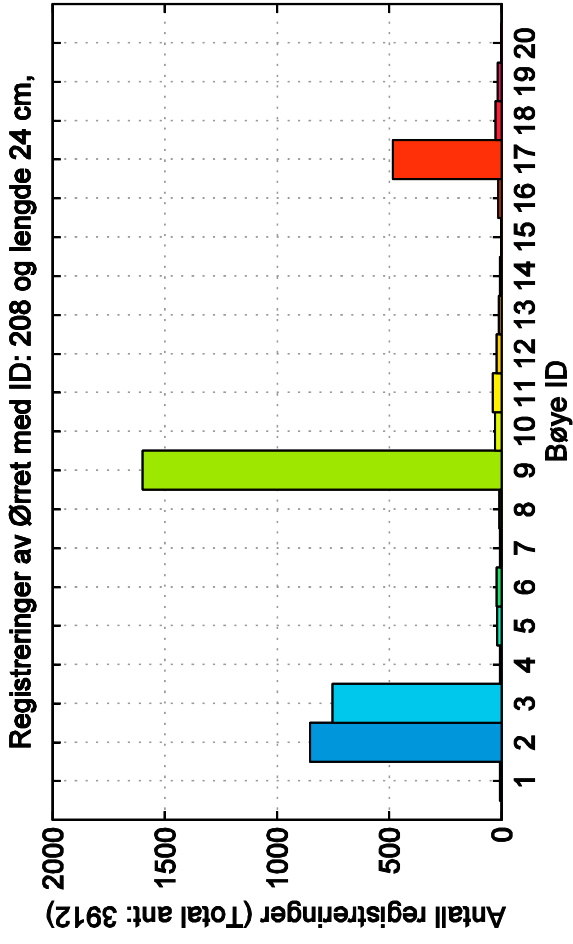


Registreringer av Ørret med ID: 205 og lengde 20 cm,

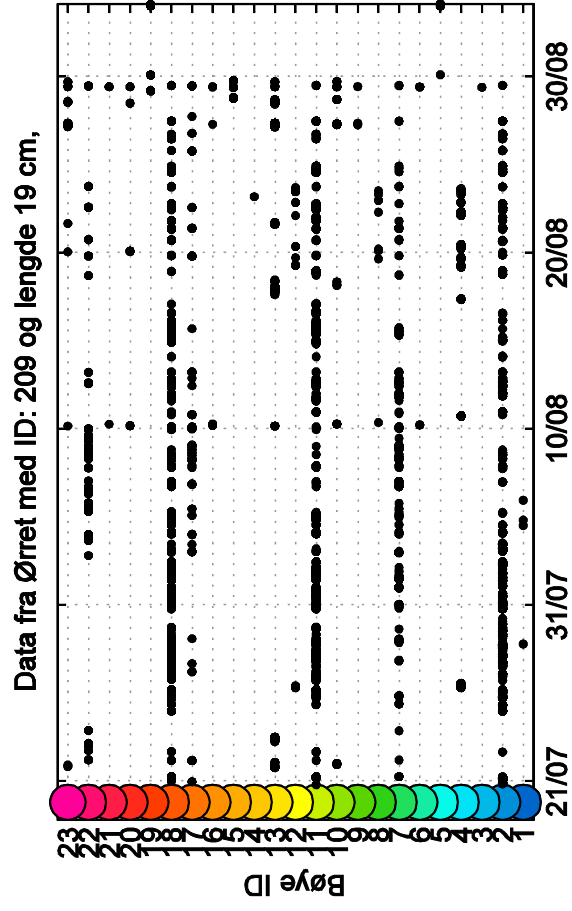
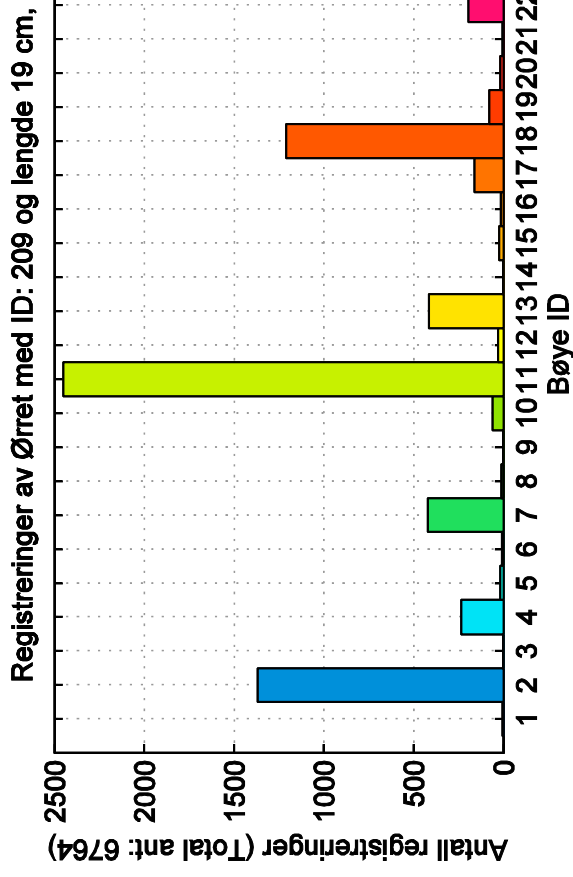
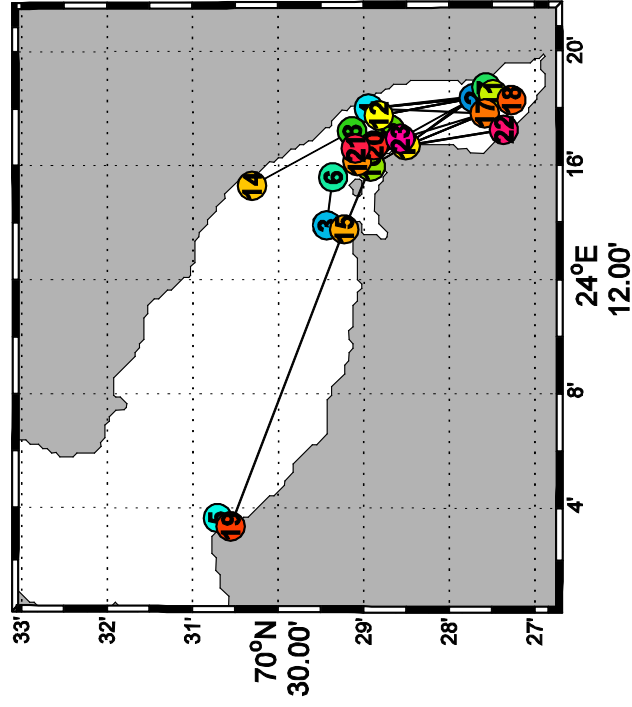


Data fra Ørret med ID: 205 og lengde 20 cm,

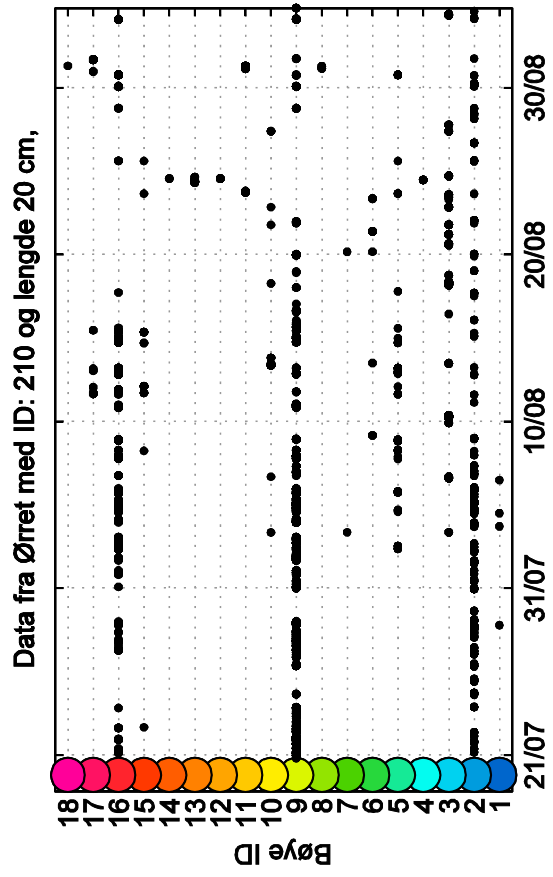
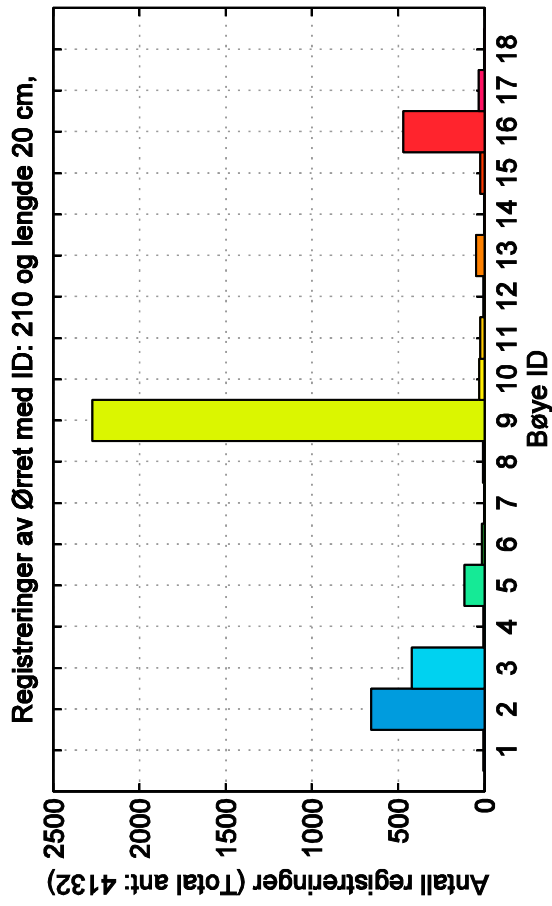
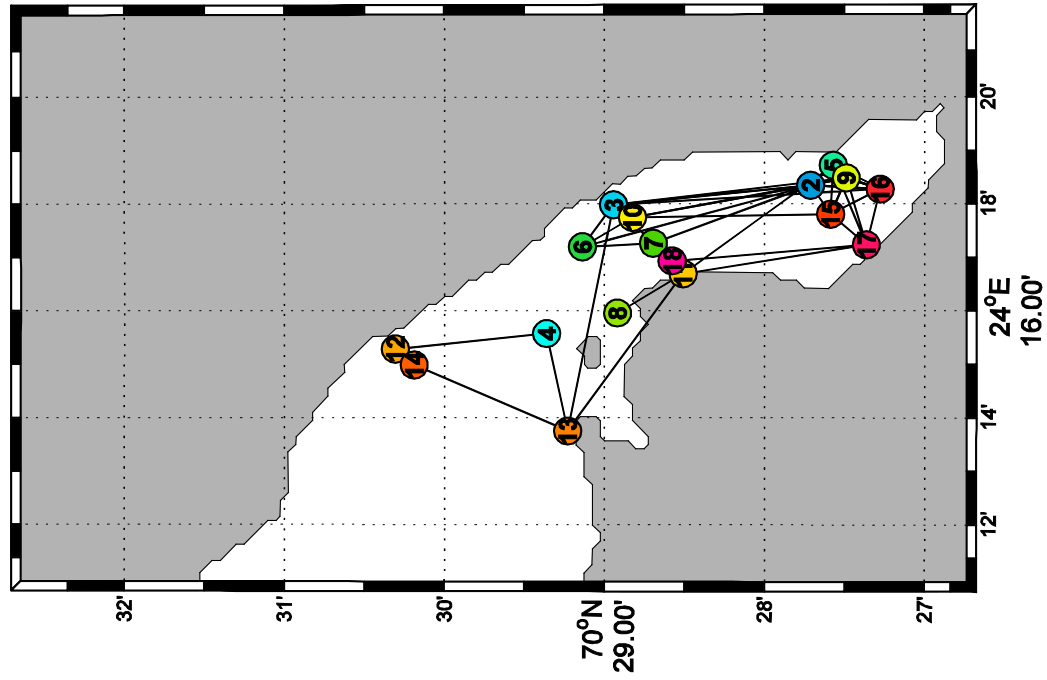




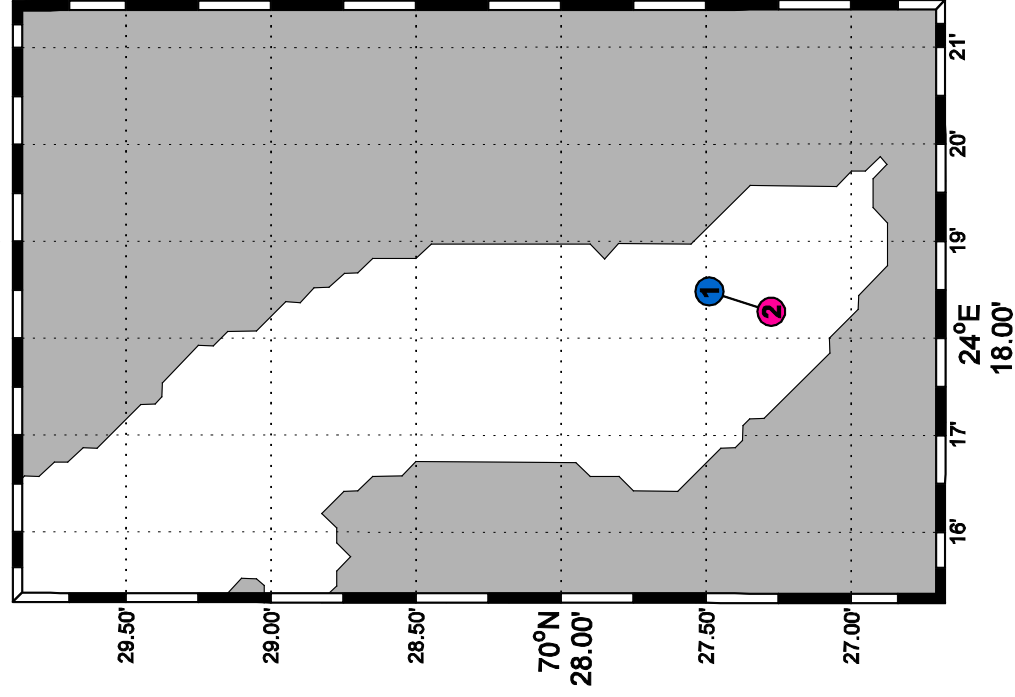
Data fra Ørret med ID: 209 og lengde 19 cm, merket i Repparfjordelva



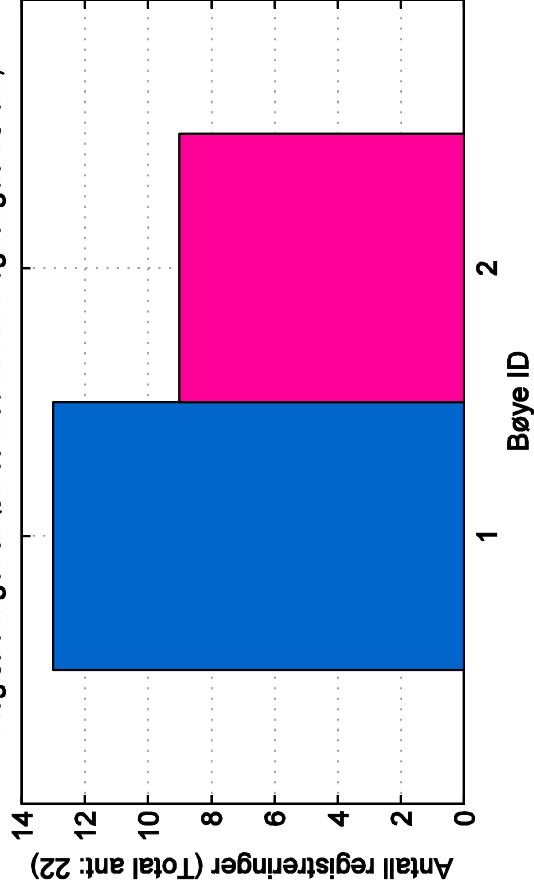
Data fra Ørret med ID: 210 og lengde 20 cm, merket i Repparfjordelva



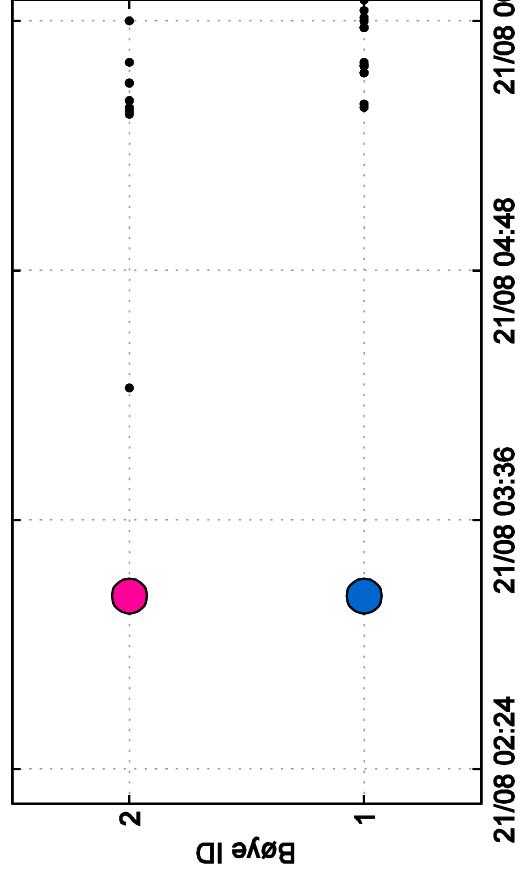
Data fra Ørret med ID: 211  
og lengde 23 cm,  
merket i Repparfjordelva



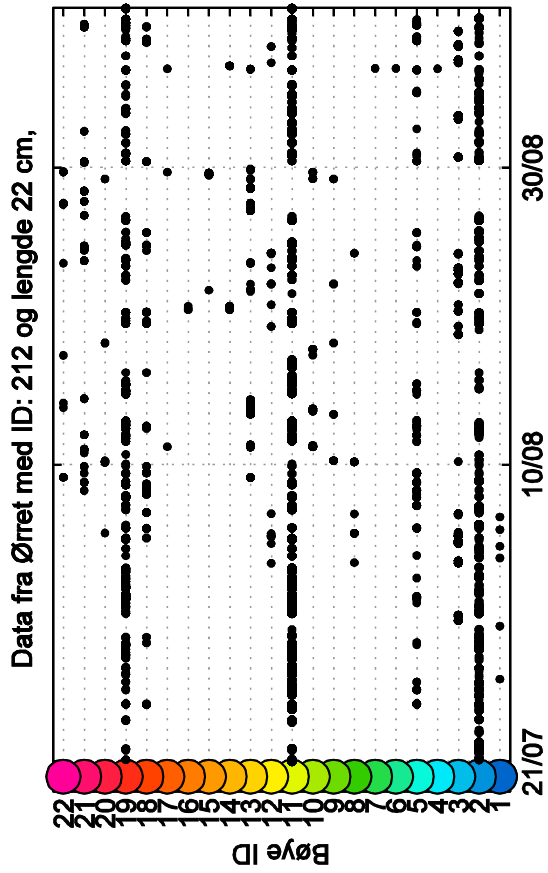
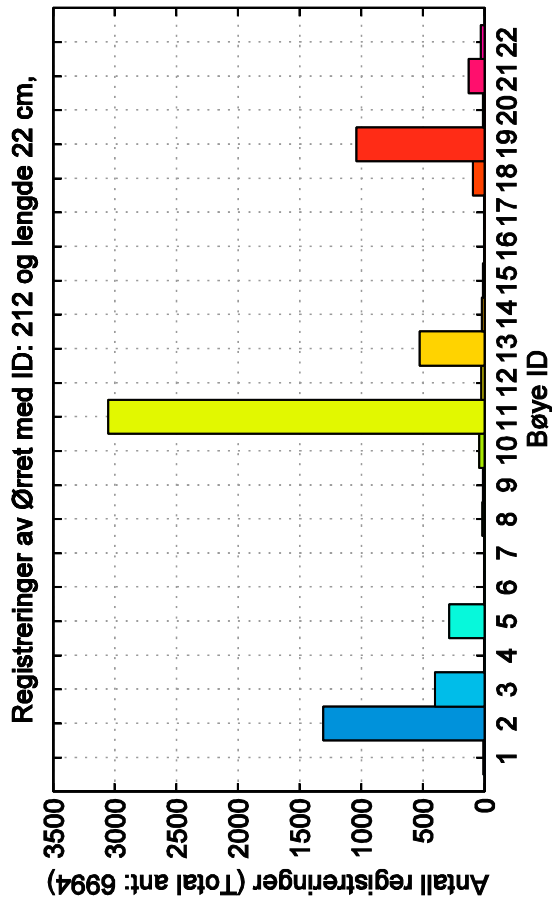
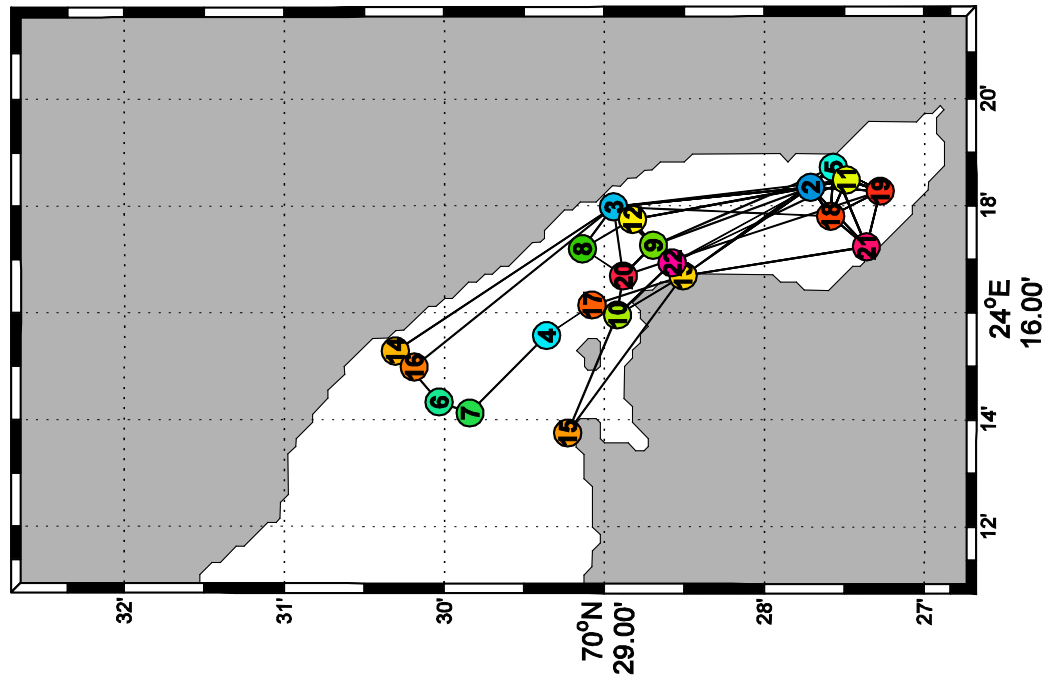
Registreringer av Ørret med ID: 211 og lengde 23 cm,



Data fra Ørret med ID: 211 og lengde 23 cm,

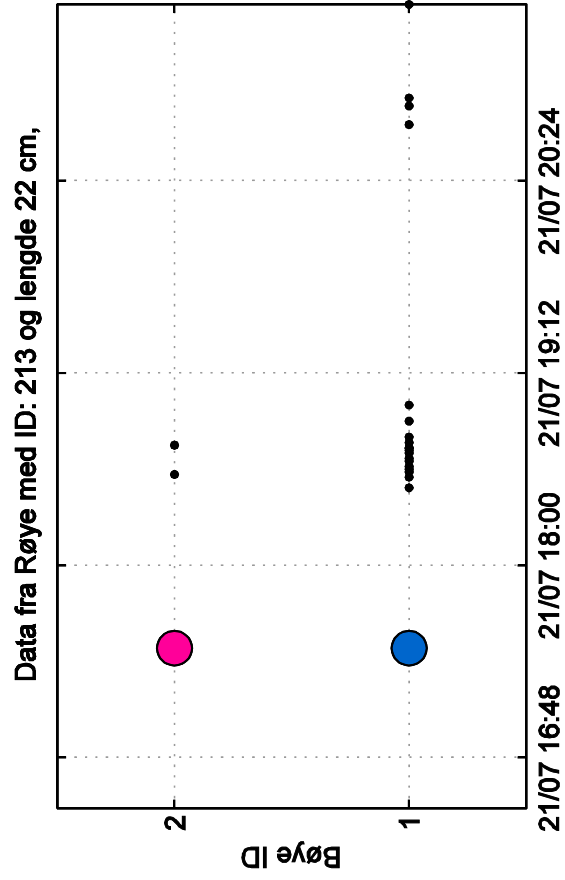
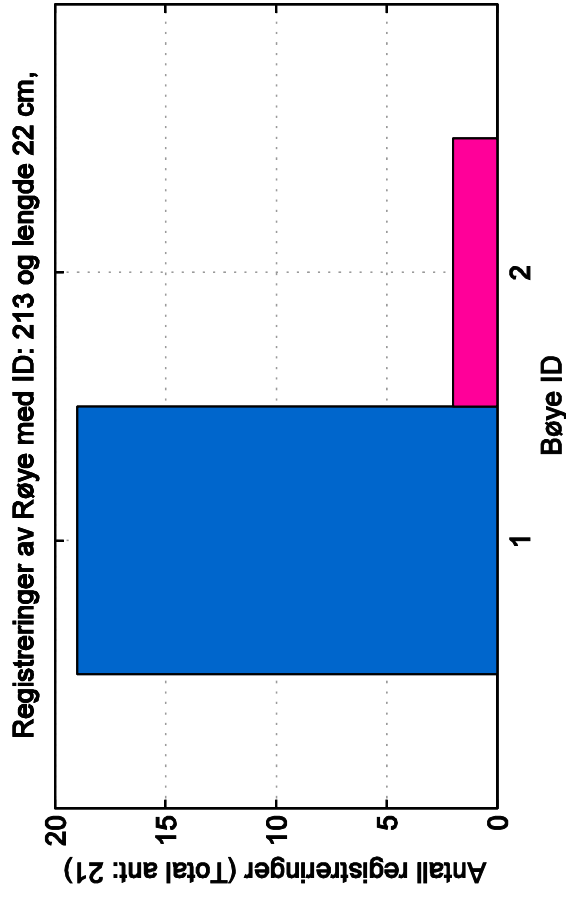
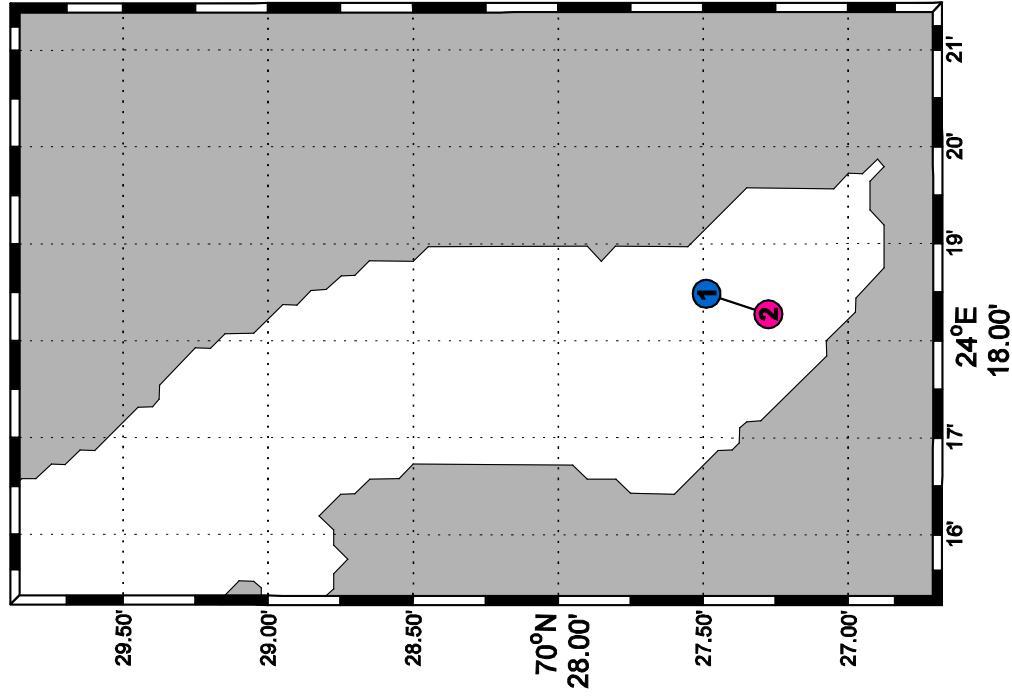


Data fra Ørret med ID: 212 og lengde 22 cm, merket i Repparfjordelva

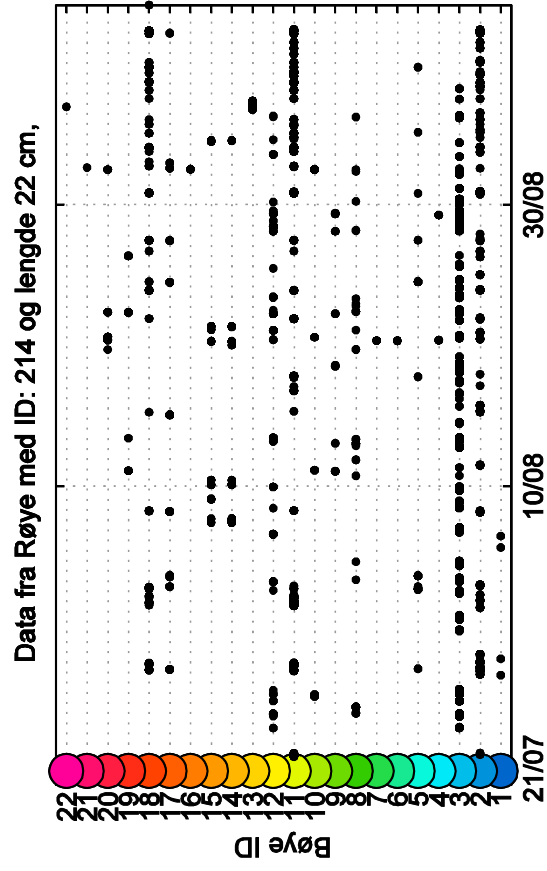
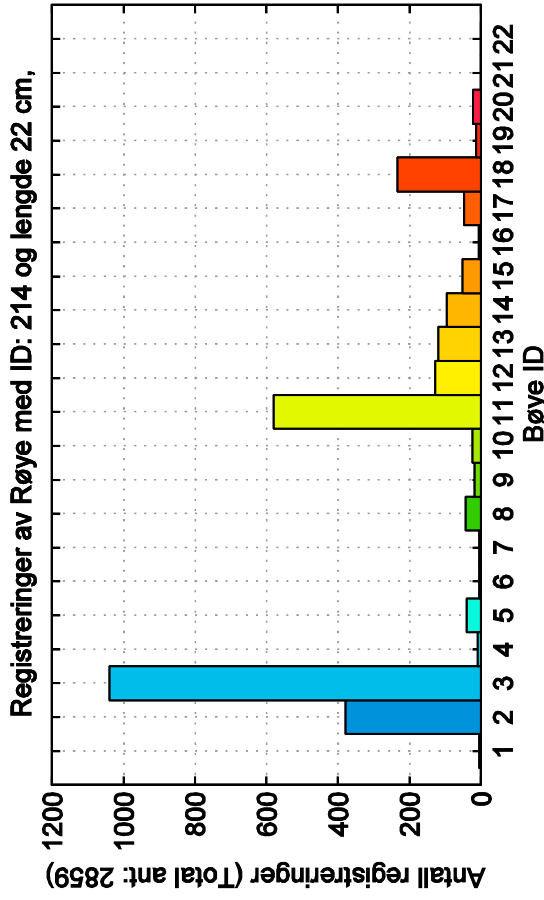
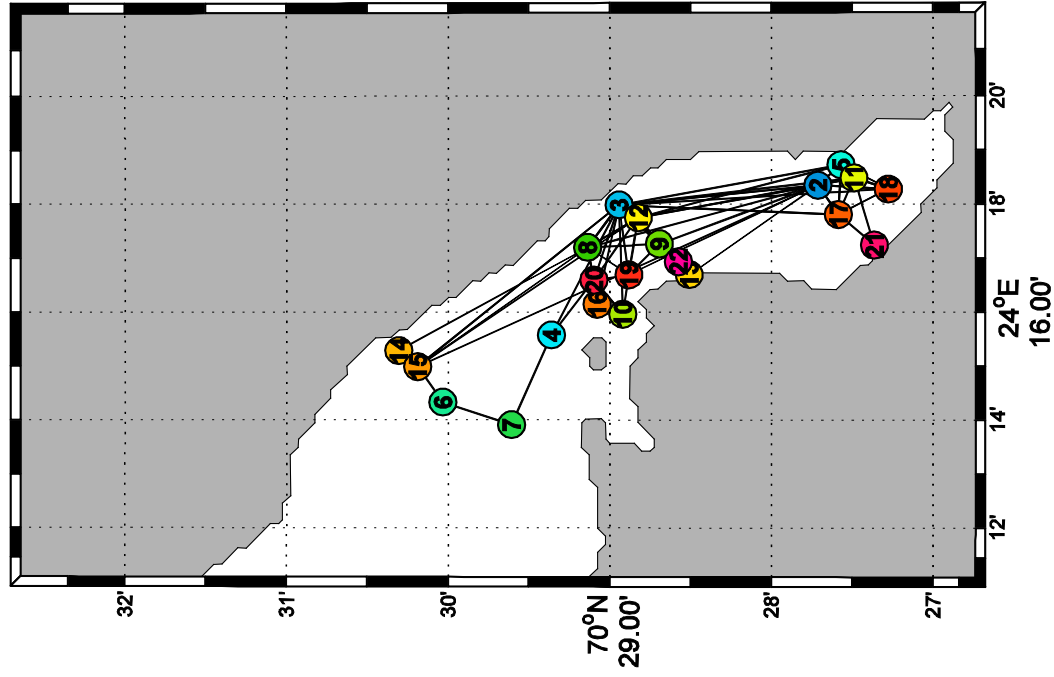




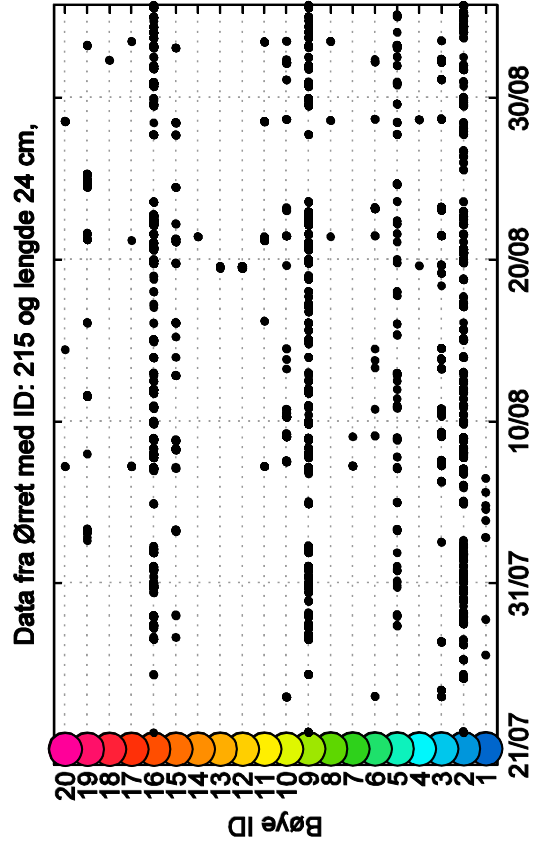
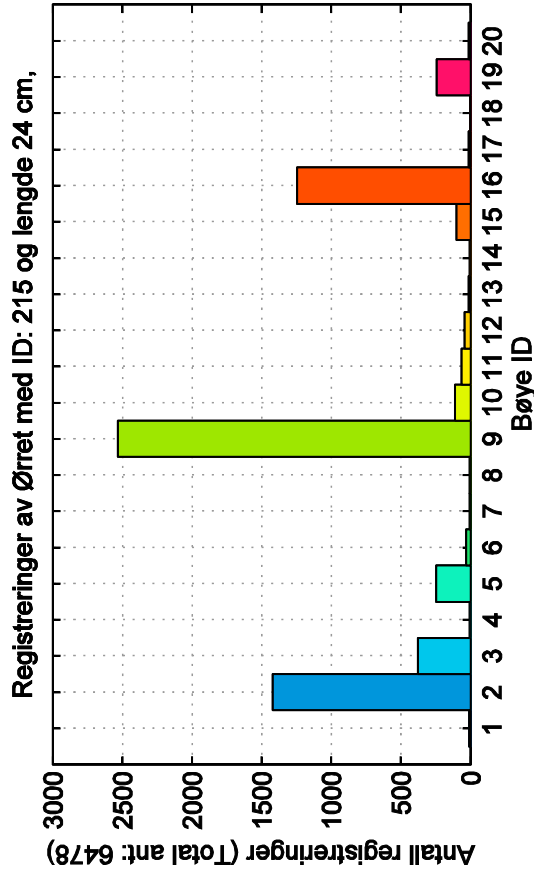
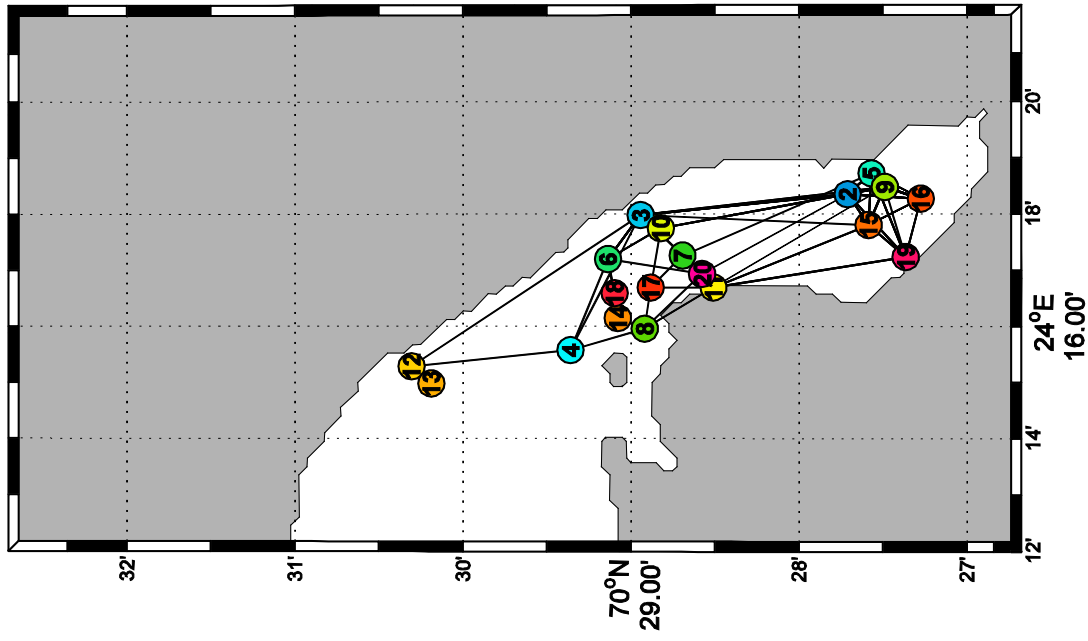
Data fra Røye med ID: 213 og lengde 22 cm, merket i Repparfjordelva



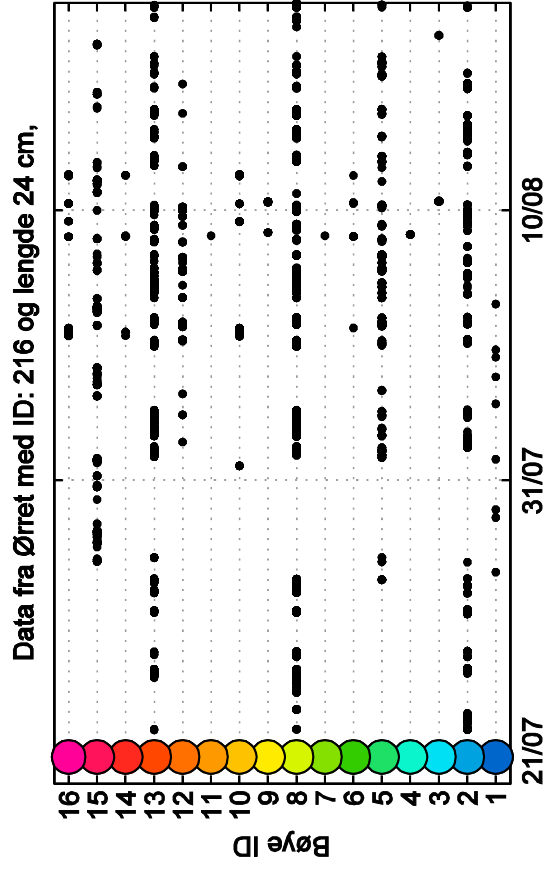
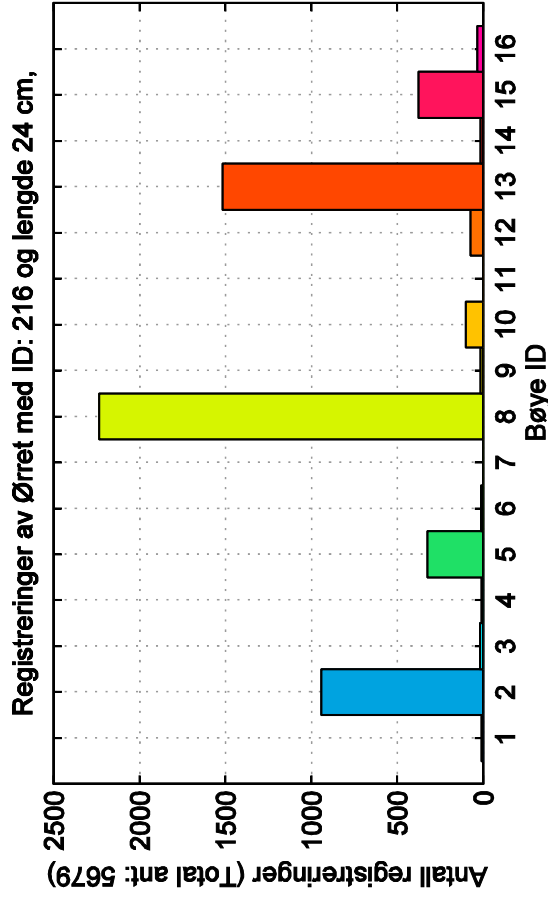
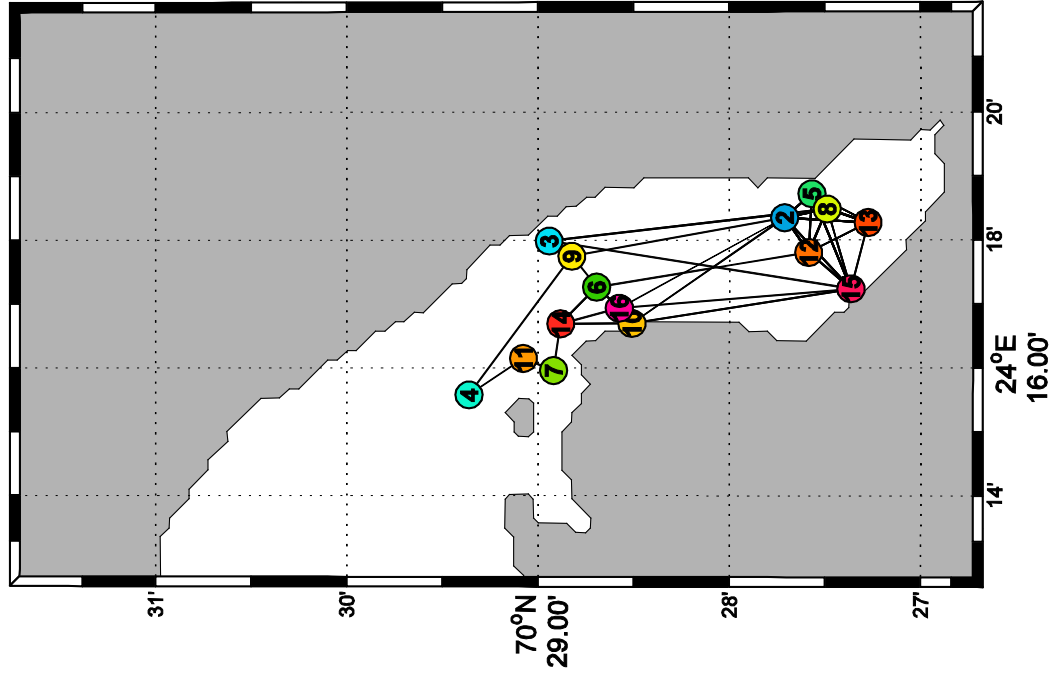
Data fra Røye med ID: 214 og lengde 22 cm, merket i Repparfjordelva

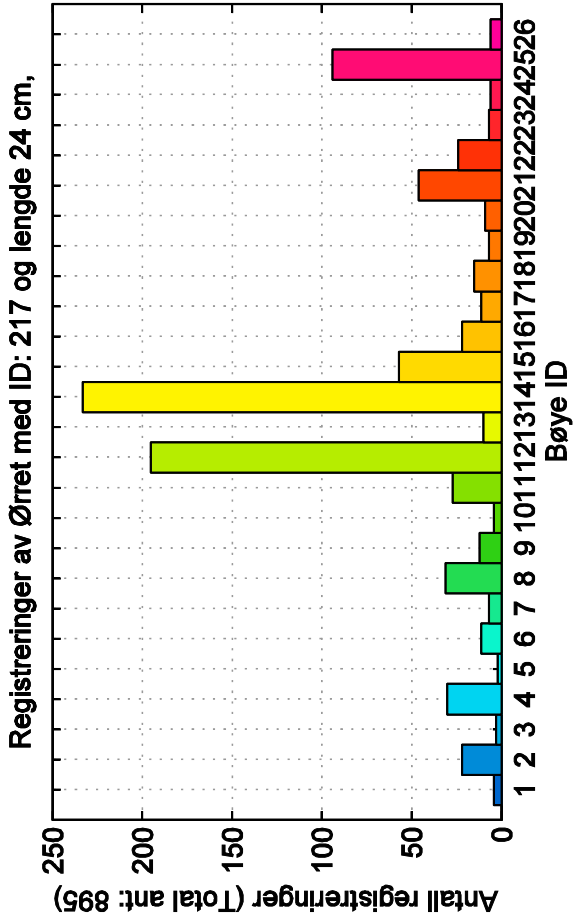


Data fra Ørret med ID: 215 og lengde 24 cm, merket i Repparfjordelva

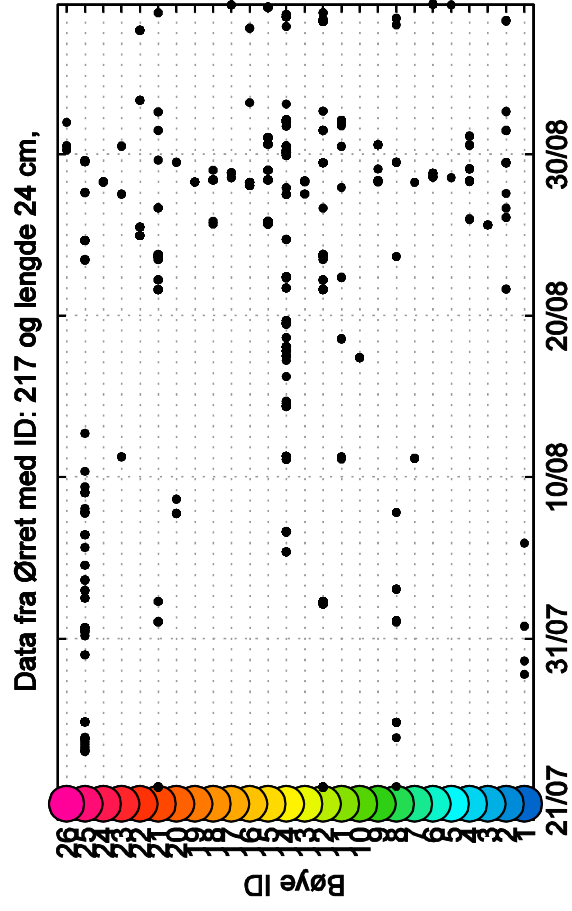
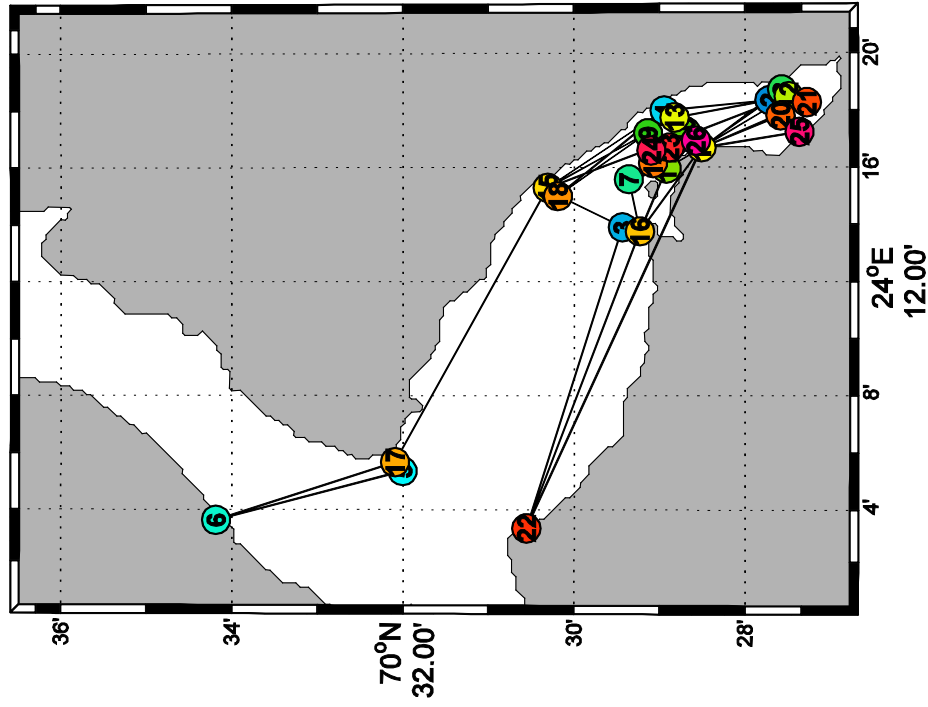


Data fra Ørret med ID: 216 og lengde 24 cm, merket i Repparfjordelva

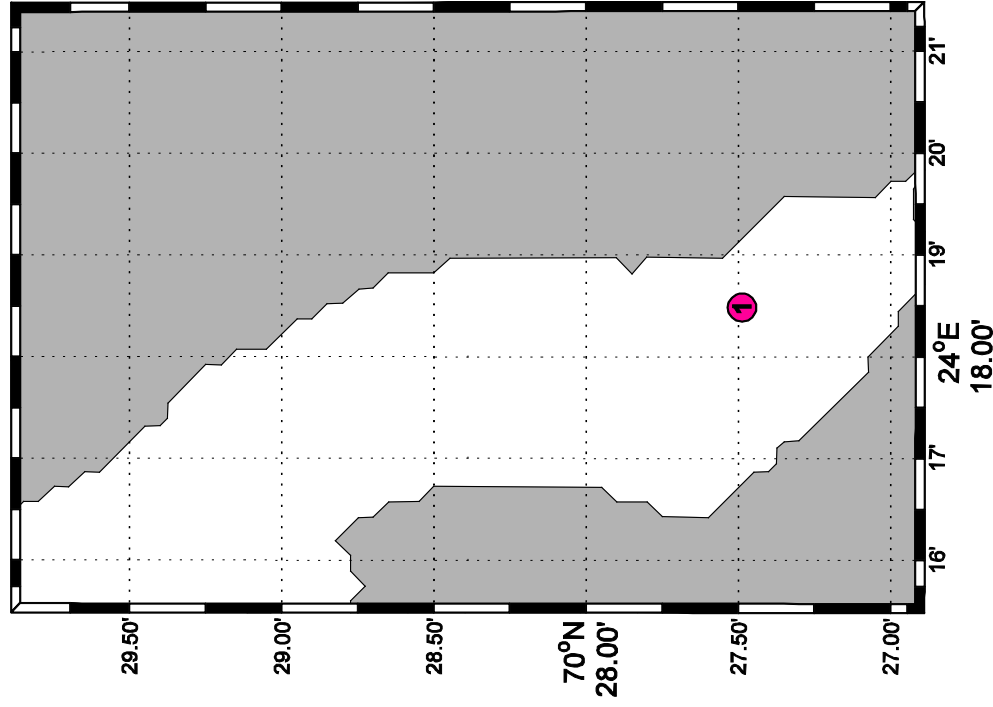




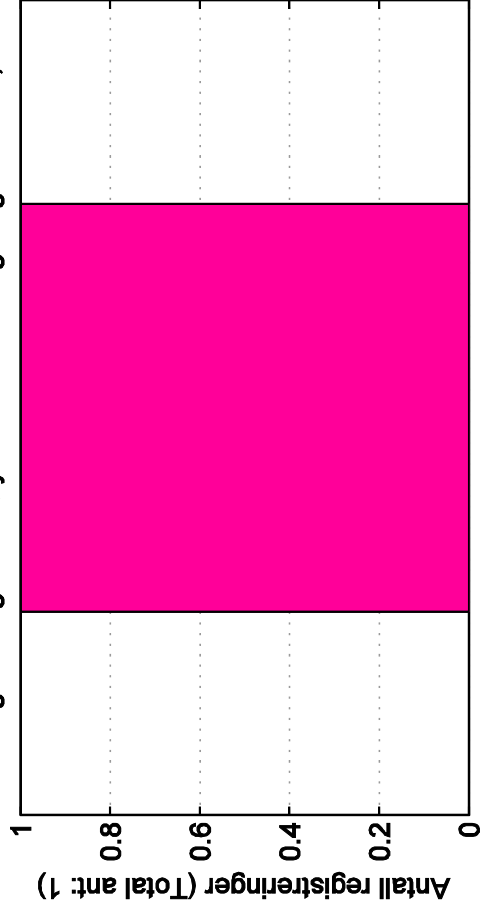
Data fra Ørret med ID: 217 og lengde 24 cm, merket i Repparfjordelva



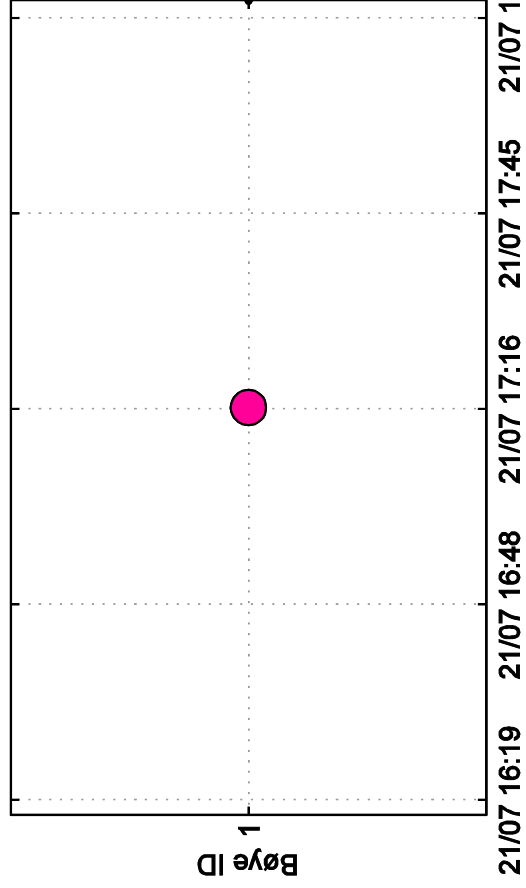
Data fra Røye med ID: 218 og lengde 23 cm, merket i Repparfjordelva



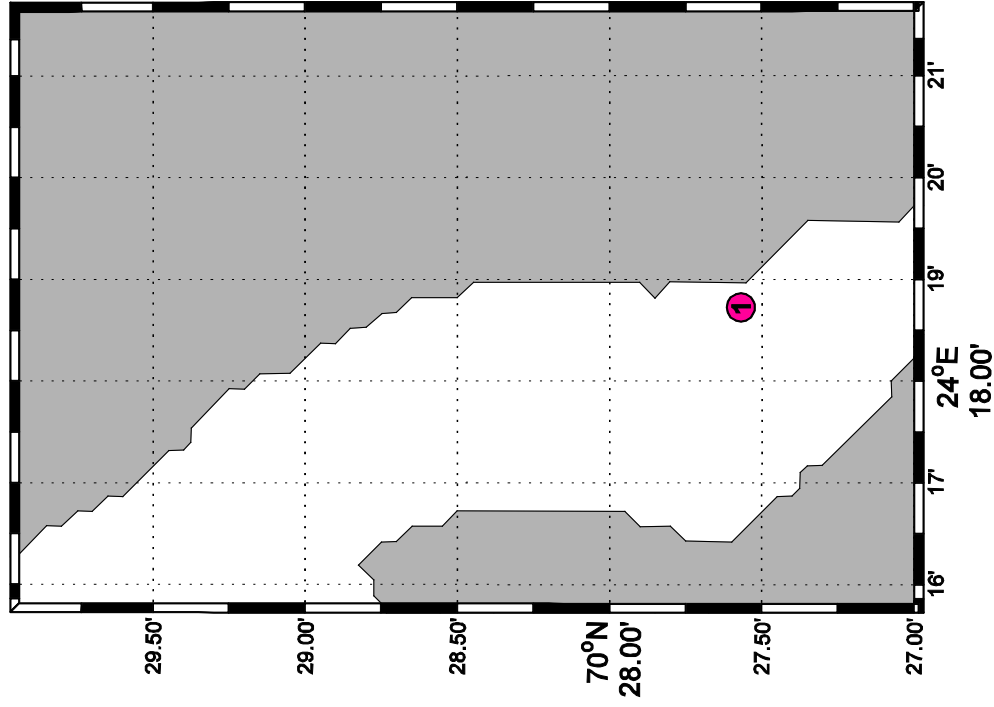
Registreringer av Røye med ID: 218 og lengde 23 cm,



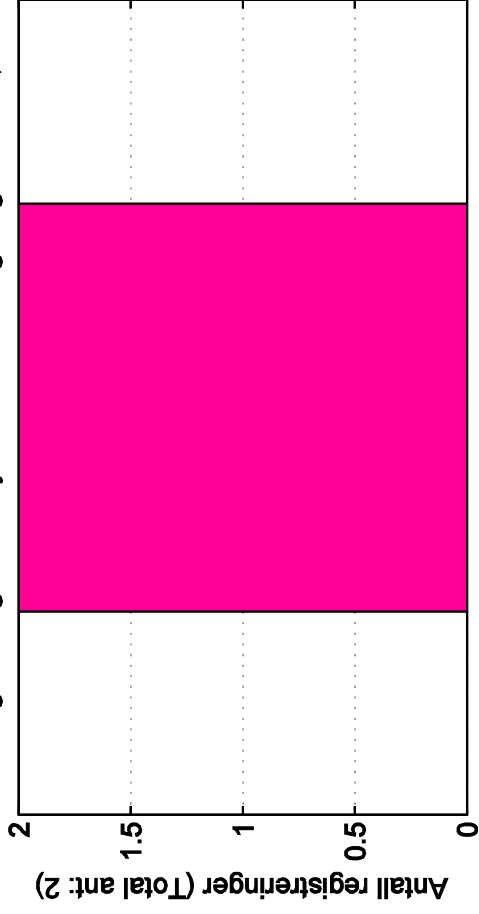
Data fra Røye med ID: 218 og lengde 23 cm,



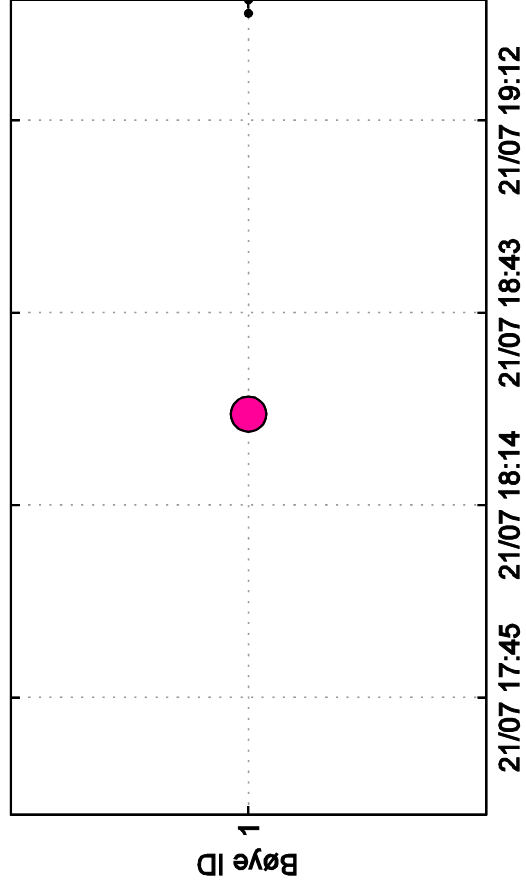
Data fra Røye med ID: 219 og lengde 20 cm, merket i Repparfjordelva



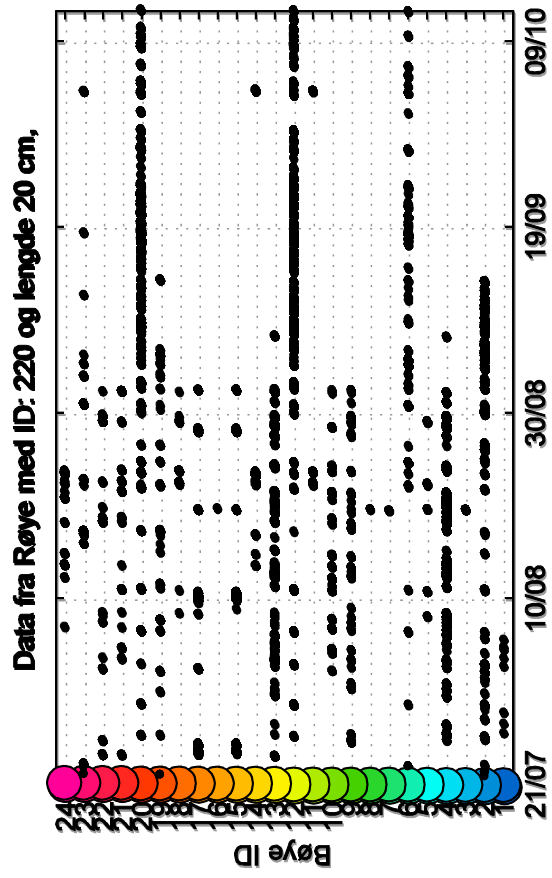
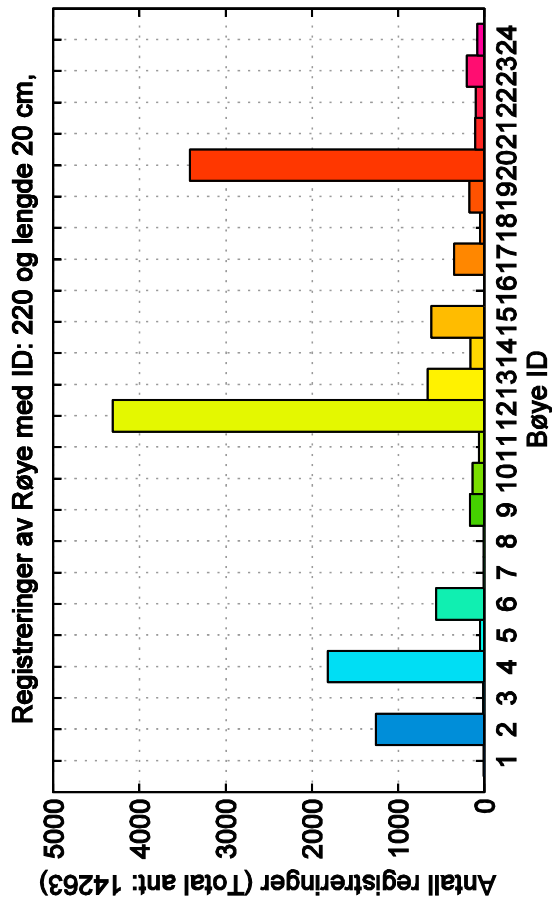
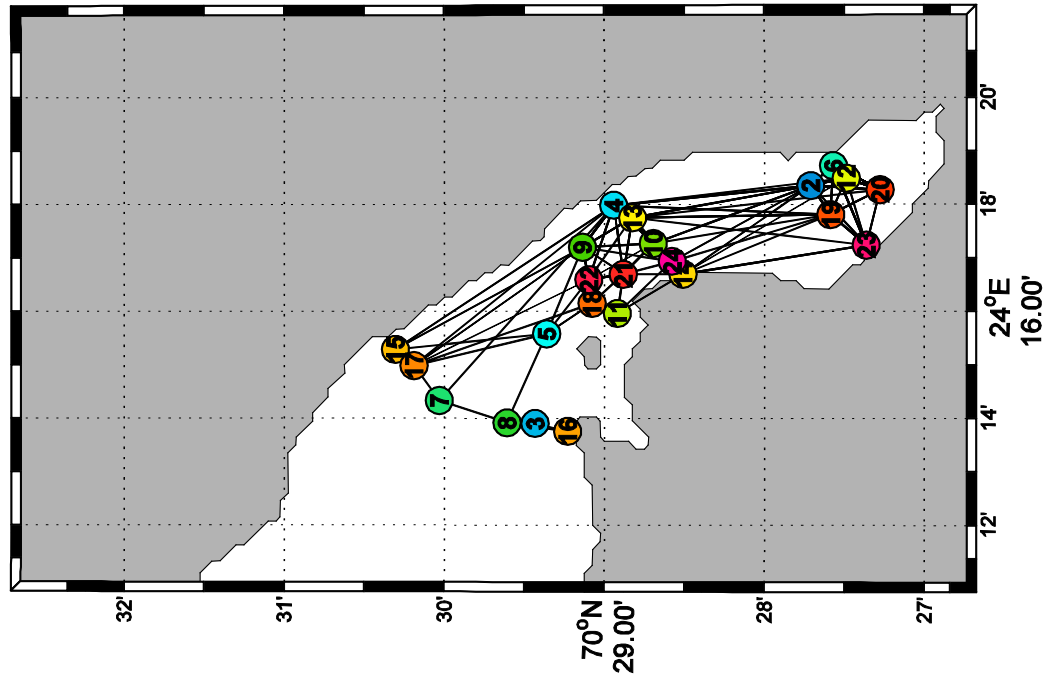
Registreringer av Røye med ID: 219 og lengde 20 cm,



Data fra Røye med ID: 219 og lengde 20 cm,



Data fra Røye med ID: 220 og lengde 20 cm, merket i Repparfjordelva





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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)