

## Konsekvenser av gruvevirksomhet i Engerbøfjellet for laksefisk i Nausta, Grytelva og Stølselva

Temarapport i KU-program knyttet til planer  
om rutilutvinning ved Førdefjorden

Gunnbjørn Bremset  
Ingeborg Palm Helland  
Ingebrigt Uglem



## **NINAs publikasjoner**

### **NINA Rapport**

Dette er en ny, elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

### **NINA Temahefte**

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

### **NINA Fakta**

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

### **Annen publisering**

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

**Norsk institutt for naturforskning**

# Konsekvenser av gruvevirksomhet i Engebøfjellet for laksefisk i Nausta, Grytelva og Stølselva

Temarapport i KU-program knyttet til planer  
om rutilutvinning ved Førdefjorden

Gunnbjørn Bremset  
Ingeborg Palm Helland  
Ingebrigt Uglem

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.

Trondheim februar 2009

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-1982-2

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Elisabet Forsgren

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningssjef Odd Terje Sandlund (sign.)

OPPDRAKSGIVER

Nordic Mining ASA

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER

Ottar Nakken

FORSIDEBILDE

Elektrisk fiske i Grytelva (foto: Gunnbjørn Bremset)

NØKKEWORD

- Førdefjorden
- Sogn og Fjordane
- Nasjonal laksefjord, nasjonalt laksevassdrag
- Nausta, Grytelva og Stølselva
- Laks, aure, ål
- Telemetri, akustiske merker
- Konsekvensutredning
- Gruvedrift
- Rutilutvinning
- Fjordvandring

KONTAKTOPPLYSNINGER

**NINA hovedkontor**

7485 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

**NINA Oslo**

Gaustadalléen 21

0349 Oslo

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 22 60 04 24

**NINA Tromsø**

Polarmiljøsenteret

9296 Tromsø

Telefon: 77 75 04 00

Telefaks: 77 75 04 01

**NINA Lillehammer**

Fakkeltgården

2624 Lillehammer

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 61 22 22 15

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

## Sammendrag

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, 67 sider.

Denne rapporten tar for seg mulige konsekvenser av rutilutvinning i Engebøfjellet (Førdefjorden) for elvelevende fisk. I perioden april-juni 2008 ble det derfor gjennomført undersøkelser av fiskesamfunn som tilhører vassdragene Nausta, Grytelva og Stølselva i Naustdal kommune. I Nausta ble utvandringen hos vill laksesmolt undersøkt gjennom telemetristudier med bruk av små akustiske sendere og automatiske lyttestasjoner fordelt på 14 steder i Nausta (tre stasjoner) og Førdefjorden (11 stasjoner). Av 79 merkete laksesmolt var det 38 som trolig vandret ut av vassdraget. Av disse var det åtte smolt som ble registrert i Ålalsundet ved inngangen til prosjektområdet, mens det bare var fem smolt som ble registrert ved utgangen av prosjektområdet. Det var store individuelle forskjeller i utvandringstidspunkt og vandringshastighet, noe som samsvarer godt med tidligere vandringsstudier av laksesmolt. Det ble observert vandrende laksesmolt i prosjektområdet i mesteparten av perioden fra 12. mai til 4. juni.

Stølselva og Grytelva er to små vassdrag som renner ut i Førdefjorden på henholdsvis vestsiden og østsiden av Engebøfjellet. Resultatet av fiskebiologiske undersøkelser i midten av juni 2008 tydet på at Stølselva ikke har noen bestand av sjøvandrende laksefisk, på grunn av et seks meter høyt vannfall nede ved sjøen, og at nedre deler av vassdraget har en spredt bestand med elvelevende aure samt forekomst av ål. I Grytelva ble det fanget vesentlig større mengder av både aure og ål. Ut fra de høye estimerte tetthetene av aure (100-160 individer per 100 m<sup>2</sup>), samt mangel på klare vandringshindre i nedre deler, er det sannsynligvis en stedegen bestand med sjøaure i Grytelva. I tillegg er det en elvelevende bestand av aure oppstrøms vandringshinder, samt en forholdsvis god bestand med ungfisk av ål.

Ut fra at Nausta har status som nasjonalt laksevassdrag og deler av Førdefjorden har status som nasjonal laksefjord, har laksebestanden i Nausta en stor verdi i KU-sammenheng. Fiskesamfunnene i Stølselva og Grytelva vurderes å ha henholdsvis liten og middels KU-verdi. Det er knyttet **betydelig usikkerhet** til hvordan sprengning kan påvirke utvandrende laksesmolt. Ut fra den foreliggende informasjon om påvirkningsfaktorer som sprengning, anleggsstøy, lys og støv, er det vurdert at den planlagte gravedriften sannsynligvis vil ha følgende konsekvenser for de berørte fiskebestandene:

KU-tema	KU-verdi	Påvirkninger	Konsekvenser
Laksebestanden i Nausta	Stor	Små negative	Små til middels negative
Fiskesamfunn i Stølselva	Liten	Små negative	Ubetydelige
Fiskesamfunn i Grytelva	Middels	Små til middels negative	Små negative

Gunnbjørn Bremset, Ingeborg Palm Helland og Ingebrigt Uglem, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

[Gunnbjorn.Bremset@nina.no](mailto:Gunnbjorn.Bremset@nina.no); [Ingeborg.Helland@nina.no](mailto:Ingeborg.Helland@nina.no); [Ingebrigt.Uglem@nina.no](mailto:Ingebrigt.Uglem@nina.no)

# Innhold

<b>Sammendrag.....</b>	<b>3</b>
<b>Innhold.....</b>	<b>4</b>
<b>Forord .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Prosjektbeskrivelse .....</b>	<b>7</b>
1.1 Begrunnelse for prosjektet .....	7
1.2 Nordic Mining ASA .....	7
1.3 Bakgrunnen for prosjektet .....	8
1.4 Forekomsten .....	8
1.4.1 Geologisk kartlegging.....	9
1.5 Gruveprosjektet med tilhørende virksomhet.....	10
1.5.1 Engebø .....	12
1.5.2 Ny driftsveg mellom Engebø og Engebøfjellet .....	14
1.5.3 Dagbruddsområde og deponi på Engebøfjellet.....	14
1.5.4 Oppsamling av vann fra dagbruddet. ....	15
1.5.5 Sige vann fra gråbergsdeponiet. ....	15
1.5.6 Serviceområde på Engebøfjellet .....	15
1.5.7 Deponiområde for vrakstein fra dagbruddet.....	16
1.5.8 Sjødeponi .....	16
1.5.9 Området for gruvedrift .....	17
1.5.10 Inntak og fordeling av drikke- og industrivann.....	17
1.5.11 Elektrisitetsforsyning .....	17
<b>2 Rammer for fagrapporten .....</b>	<b>18</b>
2.1 Avgrensning av fagområdet .....	18
2.2 Nasjonale, regionale og lokale mål og retningslinjer .....	18
2.3 Planprogrammets krav .....	19
<b>3 Metode og datagrunnlag .....</b>	<b>20</b>
3.1 Generelt.....	20
3.2 Kriterier for verdi .....	20
3.3 Kriterier for omfang (påvirkning) .....	23
3.4 Kriterier for konsekvens.....	25
3.5 Tiltaksområde og influensområde .....	27
3.6 Undersøkellesmetoder .....	27
3.6.1 Telemetriundersøkelser i Nausta og Førdefjorden.....	27
3.6.2 Fangst av ungfisk i Stølselva og Grytelva .....	31
3.6.3 Analyser av ungfisk og bearbeiding av data.....	32
<b>4 Generell områdebeskrivelse .....</b>	<b>34</b>

<b>5</b>	<b>Konsekvensvurderinger .....</b>	<b>35</b>
5.1	Verdier .....	35
5.1.1	Laksebestanden i Nausta .....	35
5.1.2	Fiskebestandene i Stølselva .....	41
5.1.3	Fiskebestandene i Grytelva .....	46
5.1.4	Sammenstilling av verdier .....	50
5.2	Påvirkning .....	51
5.2.1	Utvandringsforhold for laksesmolt fra Nausta .....	51
5.2.2	Fiskeproduksjon i Stølselva og Grytelva .....	56
5.2.3	Sammenstilling av påvirkningsfaktorer .....	57
5.3	Konsekvenser .....	58
<b>6</b>	<b>Avbøtende tiltak og oppfølgende undersøkelser .....</b>	<b>59</b>
6.1	Avbøtende tiltak .....	59
6.2	Oppfølgende undersøkelser .....	59
<b>7</b>	<b>Usikkerheter .....</b>	<b>60</b>
7.1	Usikkerheter med hensyn til påvirkningsgrad .....	60
7.2	Usikkerheter i telemetristudium .....	60
7.3	Usikkerheter i studier av elvelevende fiskesamfunn .....	61
<b>8</b>	<b>Referanser og kilder .....</b>	<b>63</b>
	<b>Vedlegg 1 – Om utrederne .....</b>	<b>67</b>
	<b>Vedlegg 2 – Utfyllende informasjon om laksesmolt .....</b>	<b>68</b>

## Forord

Nordic Mining ASA har gitt Norsk institutt for naturforskning (NINA) i oppdrag å utrede hvilke konsekvenser planlagte gruveaktiviteter ved Engebø kan ha for sjøvandrende laksefisk og annen elvelevende fisk i prosjektområdet. I denne utredningen er det lagt vekt på de elvelevende fiskebestandene som ligger innenfor selve prosjektområdet (Stølselva og Grytelva). I tillegg er det fokusert på utvandrende laksesmolt fra Nausta, som er et nasjonalt laksevassdrag i Førdefjorden nasjonale laksefjord. Oppdraget har ikke innbefattet øvrige bestander av laks og sjøaure i fjordsystemet som kan tenkes å bli berørt av prosjektet, og heller ikke voksen laks og bestanden av sjøaure i Nausta.

Vår takk går til Alf Helge Fimland i Naustdal som har deltatt under fangsten av laksesmolt i Nausta, og til Ellinor Friis som sammen med Alf Helge har stilt til vår disposisjon flotte fasiliteter for oppbevaring og merking av smolt. Stiftelsen *Nausta – ei framtid for villaksen* ved Kjetil Ullaland har lånt ut båt for bruk under feltarbeidet i Førdefjorden. *Flokenes Fiskefarm AS* har vært behjelpelige med utleie av katamaranen *Malkenes*, og har i tillegg bidratt med velvillig assistanse og kyndig hjelp under utlegg og opptak av lyttebøylene. En spesiell takk går til Magnar Leknes og Eivind Rørvik, som gjennom sin dyktighet og hjelpsomhet har bidratt til effektive og trivelige dager på Førdefjorden.

Vår kollega Jan Gunnar Jensås har bidratt med fiskeundersøkelser i Stølselva og Grytelva, samt påfølgende analyser i laboratorium av det innsamlete fiskematerialet. Cedar Chittenden fra Kanada har merket mesteparten av laksesmolten i Nausta. Ingebrigt Uglem har merket de øvrige laksesmoltene, mens Finn Økland har bidratt med utforming av telemetristudium og utlegging av lyttebøylene i Førdefjorden. Kari Sivertsen har laget figur med oversiktskart over Nausta og Førdefjorden.

Analysen av de telemetriske dataene er utført av Ingeborg Palm Helland, som også har skrevet de fleste avsnittene som omhandler laksesmolt og vandringene i Førdefjorden. Ingebrigt Uglem har skrevet avsnittene som omhandler merking av laksesmolt. Øvrige deler av rapporten har Gunnbjørn Bremset skrevet. Elisabet Forsgren har gjennomført den interne kvalitetssikringen, i tillegg til forskningssjef Odd Terje Sandlund.

Trondheim februar 2009,

Gunnbjørn Bremset, prosjektleder

# 1 Prosjektbeskrivelse

## 1.1 Begrunnelse for prosjektet

Det var en norsk professor som i 1909 utviklet en metode for å fremstille et miljøvennlig pigment fra titandioksyd. Dette ble raskt en god erstatning til ulike bly forbindelser, og er i dag en stor global industri. Norge har siden hatt ulike industrivirksomheter med utgangspunkt i titanråstoffet ilmenitt, og det er opparbeidet stor kompetanse innen de ulike områdene, og Norge har fått et renommé som en stabil og kostnadseffektiv aktør.

Rutil er et miljøvennlig mineral med økende anvendelse innenfor en rekke områder. Omtrønt 90 % av alt titanråstoff benyttes til produksjon av pigment som igjen går inn i ulike sluttprodukter som maling, plast, fyllstoff, papir, kosmetikk, medisin og næringsmidler. Titandioksyd er ett av få mineraler som kan benyttes i næringsmidler uten helserisiko.

En mindre andel går inn som råstoff til produksjon av titan metall og som belegg på svei-sestaver. Titan metallens unike egenskaper gjør det attraktivt til stadig flere anvendelser i et moderne samfunn. Størst er økningen i bruk av titan i sivil luftfart der metallet i økende grad erstatter legeringer av aluminium. Videre er komponenter av titan en sterk konkurrent til rustfritt stål i ulike industri prosesser som avsaltningsanlegg, katalysatorer og under-vannsproduksjon av olje og gass. Produksjon av rutil i Naustdal vil kunne gi et godt utgangspunkt for en mulig produksjon av titan metall i Norge. Dette vil igjen kunne utvikles til produksjon av komponenter og således utgjøre en ny verdikjede og en mulig sterk norsk kompetansekllynge.

Europa har stort underskudd på råstoff til pigmentproduksjon og vil ha behov for rutilkon-sentrat til høyverdige pigmentanvendelser. Rutil vil i forhold til ilmenitt ha miljø- og kvali-tetsfordeler og en langsiktig rutilinndekning vil av flere av de større aktørene kunne danne basis for både stabile råstoff-forsyninger til deres europeiske produksjonsenheter og til eventuell utvidelse av disse. Markedet for titanmetall er inne i en langsiktig solid vekst, og industrielle aktører i Europa og USA vil være beredt til å inngå langsiktig inndekning for metall. Denne langsiktige sikringen forventer vi vil forplante seg bakover i kjeden til høy-verdige rutilforekomster.

Engbøforekomsten inneholder rutil som kan fremstilles i renhet av 93 – 96 % titandiok-syd, og som vil ha et anvendelsespotensial både i eksisterende og i en ny og mer miljøret-tet industri. Sammenlignet med eksisterende gruver som produserer naturlig rutil i dag har Engbøforekomsten et betydelig fortrinn ved at den inneholder svært lite radioaktive mine-raler.

## 1.2 Nordic Mining ASA

Nordic Mining ASA ble etablert ved fisjon fra Rocksource ASA 8. mai 2006. Selskapets strategi er å lete, utvinne og produsere høyverdige industrimineraler og metaller. Gjennom fisjonen fikk Nordic Mining ASA eksklusiv rett til å benytte Rocksource sin avanserte tolk-ningsteknologi innenfor elektromagnetisk ressurskartlegging (EM-teknologi) i gruveindust-rien.

I 15. oktober 2007 hadde Nordic Mining ASA 2 820 aksjonærer. Omkring 88 % av selska-pets aksjer innehas av norske aksjonærer, og de øvrige 12 % eies av utenlandske aksjo-nærer. Selskapet har om lag 53 millioner aksjer, og pålydende aksjekapital er 5,3 millioner kroner. Aksjen handles på Oslo Axess med ticker NOM. Markedsverdien for Nordic Mining

pr. 15. oktober 2007 er om lag 180 millioner kroner. I juni 2007 hadde Nordic Mining ASA 7 millioner kroner i gjeld gjennom datterselskapet Gudvangen Stein AS (85 %). Selskapets kontantbeholdning var samme tidspunkt 40 millioner kroner.

Nordic Mining ASA overtok 31. mai 2007 85 % av aksjene i Gudvangen Stein AS som utvinner anortositt i Sogn. Produksjonen er om lag 240 000 tonn pr. år, og Nordic Mining ASA tar sikte på å utvikle denne driften videre både volummessig i eksisterende markeder samt ved produktutvikling for innpass i nye markedssegmenter.

### **1.3 Bakgrunnen for prosjektet**

Nordic Mining inngikk i september 2006 avtale med Conoco Phillips Investments Norge AS om kjøp av deres rettigheter (utmål) til rutilforekomsten i Engebøfjellet. Forekomsten består av en rutilholdig eklogittmalm estimert til 380 millioner tonn med et gjennomsnittlig innhold av titandioksyd på 3-5 prosent.

Nordic Mining fikk i januar 2007 konsesjon for overtagelse av rettighetene av Nærings- og handelsdepartementet. Nordic Mining har i samarbeid med blant andre NGU, NTNU og Outotec utviklet geologiske og tekniske planer for en utvinning fra Engebøfjellet.

### **1.4 Forekomsten**

Rutilforekomsten på Engebø ble oppdaget på 1970-tallet. På 1990-tallet gjennomførte Dupont i samarbeid med NGU en rekke undersøkelser av forekomsten. Et omfattende boreprogram ble gjennomført, og 15 000 meter ble boret for geologisk kartlegging og analyser av kjemisk sammensetning. En rekke oppredningsforsøk ble også gjennomført for å undersøke utvinningsgraden, altså mengden rutil som kunne utvinnes fra malmen.

Forekomsten på Engebø er en rutilførende eklogitt-malm som ble dannet ved høytrykks metamorfose av en basaltisk intrusjon under den Kaledonske fjellkjededannelsen. Eklogitten er formet som en 2,5 km lang steiltstående linse med øst-vestlig utstrekning i Engebøfjellets lengderetning. Forekomsten ligger i bratt fjell og malmen er utgående i toppen av det vel 300 meter høye fjellet. I vestlig retning strekker malmen seg ned til mer enn 200 meter under havoverflaten. Basert på de analyser som ble gjort for ca. 10 år siden så definerte Dupont forekomsten til å være 382 millioner tonn malm med et gjennomsnittlig rutilinnhold på 3,96 % og med en total tonnasje på om lag 15 millioner tonn. Eklogitten har en forholdsvis kompleks geologi med bånding og en serie av foldinger. Malmen grenser til lavgehaltig eklogitt i nord og til amfibolitt i sør.

Foruten rutil så består bergarten hovedsakelig av mineralene pyroksen (omfasitt), granat og amfibol, samt mindre mengder kvarts, pyrite, dolomitt og zoisitt. Granat står for omtrent 25-30% av bergartsmineralene og er, på grunn av høy egenvekt og styrke, et interessant biprodukt i tillegg til rutil. Mulige bruksområder for granaten er vannskjæring og sandblåsing.

Rutilforekomsten på Engebø ble første gang oppdaget på 1970-tallet. I 1990-årene gjennomførte Dupont i samarbeid med NGU en rekke undersøkelser av forekomsten. Et omfattende boreprogram ble gjennomført og 15 000 meter ble boret for geologisk kartlegging og analyser av kjemisk sammensetning. En rekke oppredningsforsøk ble også gjennomført for å undersøke utvinningsgraden, altså mengden rutil som kunne utvinnes fra malmen.

Foruten rutil består bergarten hovedsakelig av mineralene pyroksen (omfasitt), granat og amfibol, samt mindre mengder kvarts, pyritt, dolomitt og zoisitt. Granat står for omtrent 25-

30 % av bergartsmineralene og er, på grunn av høy egenvekt og styrke, et interessant biprodukt i tillegg til rutil. Mulige bruksområder for granaten er vannskjæring og sandblåsing.

#### **1.4.1 Geologisk kartlegging**

Nordic Mining vil utføre egne geologiske undersøkelser av Engebøforekomsten. Dette vil blant annet innebære kvalitetssikring av tidligere geologiske undersøkelser, videre kjerneboring og kjemiske analyser, mineralogiske undersøkelser med hensyn til malmkvalitet og oppredningsmessige egenskaper, og konkrete oppredningsforsøk i lab skala og pilotskala. Undersøkelsene vil i tillegg til fokus på rutil også fokusere på granat som biprodukt både med hensyn til mineralets kvaliteter og mulighetene for å produsere et godt granatkonsentrat. Et program for boring av om lag 6 000 meter planlegges gjennomført i løpet av 2009. Resultatene vil benyttes for å utbedre den geologiske modellen av forekomsten ytterligere.

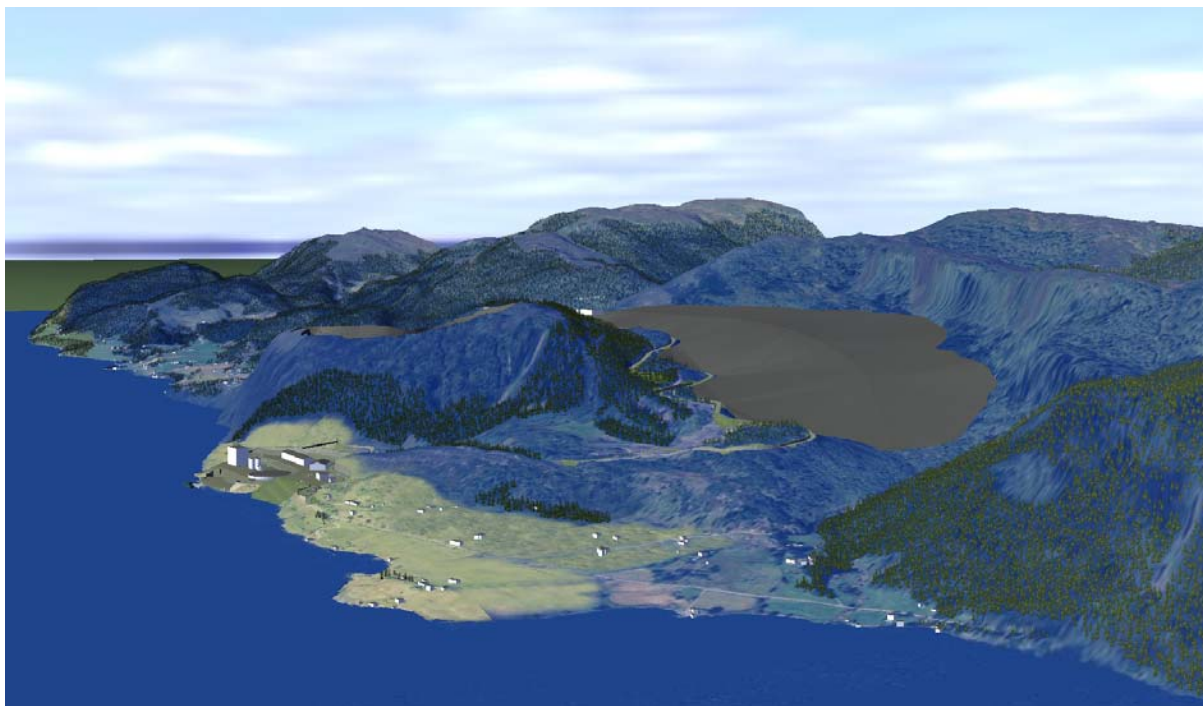
**Konklusjon**

Rutilforekomsten på Engebøfjellet er en unik ressurs i verdenssammenheng, og representerer en av de største kjente oppkonsentrasjonene av rutil i fast fjell. Tradisjonelt har strandforekomster vært en viktig kilde til rutil. Disse har ofte lave gehalter og i senere år har det blitt vanskeligere å finne drivverdige forekomster. De geologiske og oppredningsmessige undersøkelsene viser at det er mulig å produsere høykvalitets rutil, sammen med et salgbart granatprodukt fra forekomsten på Engebøfjellet. Med planlagt produksjonsnivå vil gruvedriften produsere rutil tilsvarende 20 % av verdensmarkedet. Engebøfjellet må derfor oppfattes som en forekomst av internasjonal betydning så vel som lokal og nasjonal. Ressursen kan også bidra til å sikre tilgang på pigmentråstoff til det Europeiske markedet, hvor rutil i dag kun blir importert fra land utenfor kontinentet (blant annet Sør-Afrika og Australia).

## 1.5 Gruveprosjektet med tilhørende virksomhet

Gruveprosjektet består av følgende delområder/enheter (se **figur 1**):

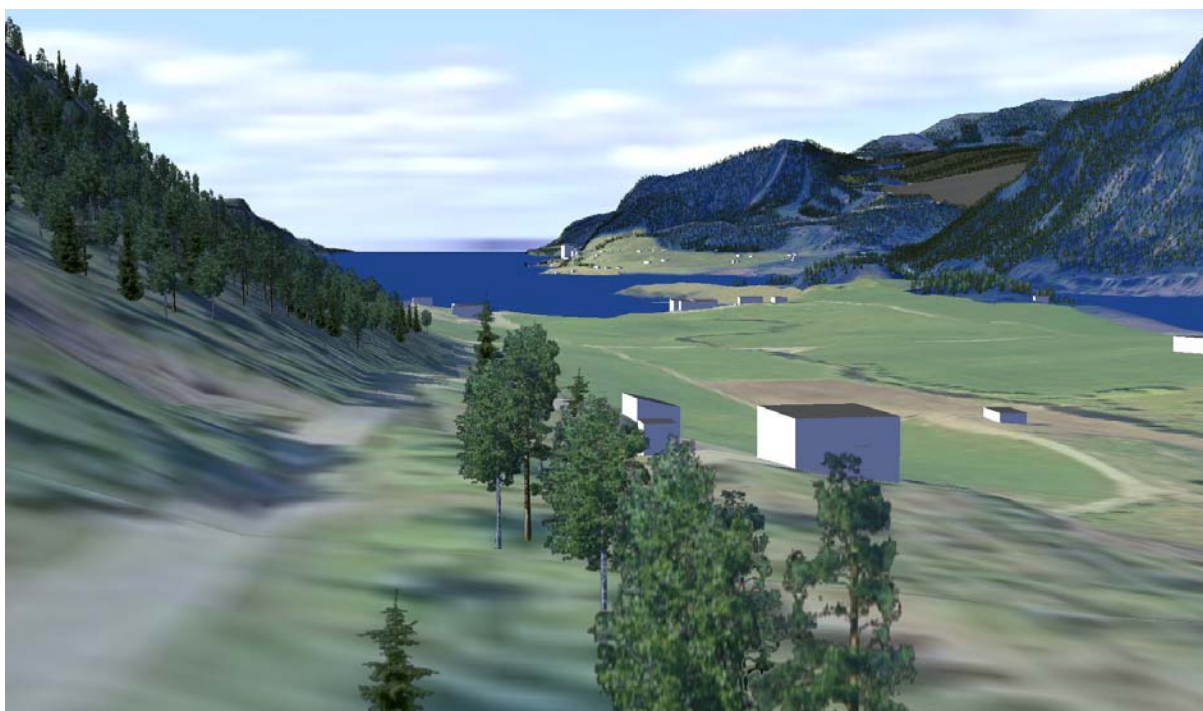
1. Infrastruktur på Engebø:
  - Etablere prosessområdet
  - Oppruste eksisterende kaiområde
  - Legge om riksvei 611
  - Elektrisk forsyning
  - Inntak og fordeling av industri- og drikkevann.
  - Sanitæranlegg
2. Anlegge ny veg fra Engebø til Engebøfjellet
3. Dagbruddsområde på Engebøfjellet
4. Serviceområde på Engebøfjellet
5. Deponiområde for avdekkingsmasser (gråberg) og vrakstein nordøst for dagbrudd
6. Knuseverk for pukkproduksjon av vrakstein
7. Deponi for lagring av avgang (restmasser fra produksjonen) i Førdefjorden
8. Etablering og drift av gruve (underjordsdrift)



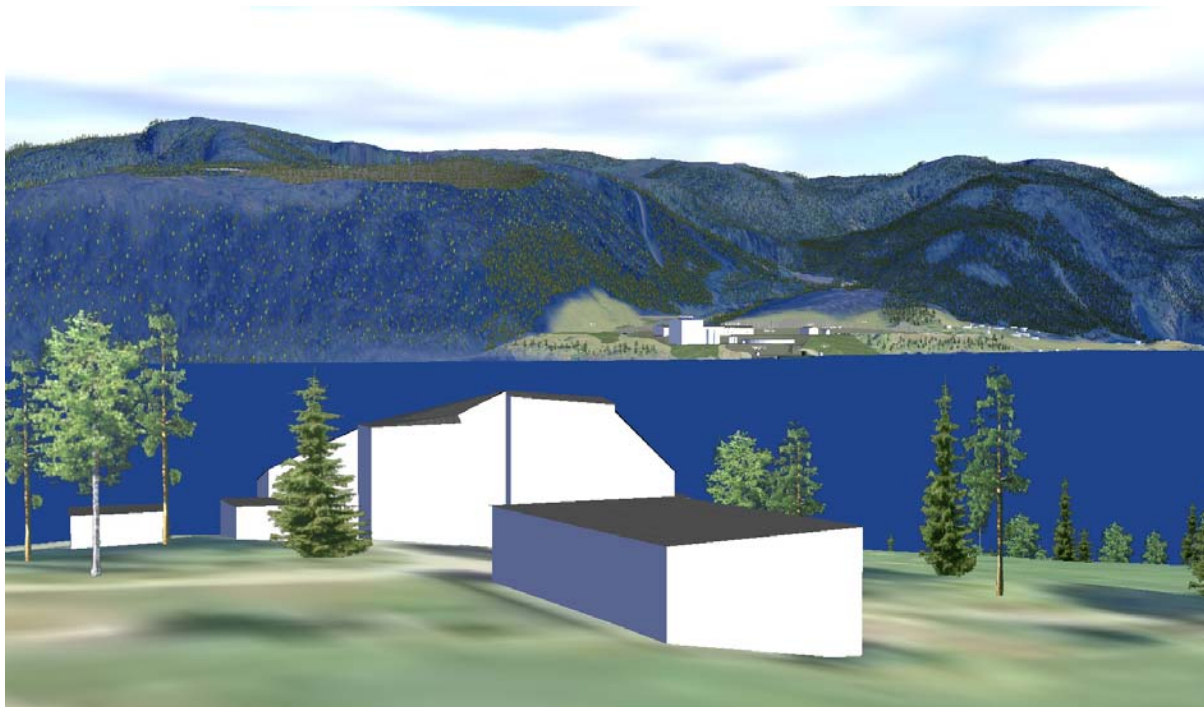
**Figur 1.** Gruveområdet ved Engebø sett fra fugleperspektiv. Figurene 2-4 viser området fra andre synsvinkler (Vevring, Redalen og Askvoll).



**Figur 2.** Prosjektområdet sett fra Vevring (Joker-butikken i forgrunnen på høyre side).



**Figur 3.** Prosjektområdet sett fra Redalen (vest for prosjektområdet).



**Figur 4.** Prosjektområdet sett fra Askvoll (sørsida av Førdefjorden).

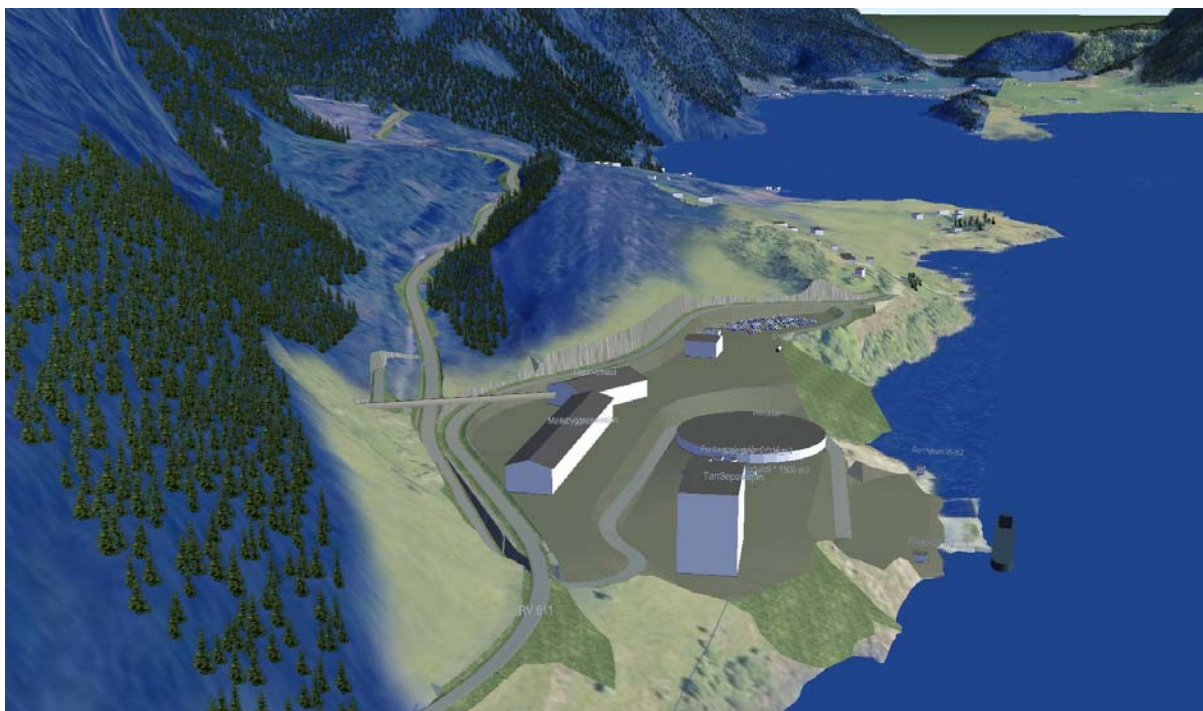
### 1.5.1 Engebø

Prosessområdet på Engebø vil bli etablert på tre ulike terrengnivåer. Øverste nivå ligger på kote 30 og har et areal på om lag 40 dekar. Midterste nivå ligger på kote 19 og har et areal på om lag 20 dekar. Nederste og laveste nivå, som er kaiområdet, ligger på kote 4 har et areal på om lag 4 dekar. Totalt må omtrent 0,5 millioner m<sup>3</sup> fjellmasse tas ut. Det vil bli vurdert om denne massen egner seg for eksport/salg til det Europeiske markedet.

På de ulike terrengnivåene vil det bli satt opp ulike bygg med varierende høyde som skal ivareta ulike funksjoner. Disse funksjonene er som følger (se **figur 5** for lokalisering):

1. Møllebygg (kote 30): Den knuste malmen males ned til en finkornet masse. I tillegg kan utstyr for nedknusing av malmen før møllemalingen bli plassert i dette bygget. All råmalm blir knust ned til en stykkstørrelse som er finere enn 20 mm. Etter møllemalingen og før prosessering er malmen malt ned til en kornstørrelse mindre enn 0,3 mm. Diverse verksteder samt kontorer vil trolig bli plassert i møllebygget.
2. Prosessanlegg (kote 30): Etter knusing og nedmaling av malmen i møller utvinnes rutil og granat (konsentrater) ved bruk av forskjellig type separasjonsutstyr. All prosessering inkludert møllemaling er en våt prosess som krever bruk av betydelige vannmengder. Etter utvinning av konsentratene går alt avgangsmateriale i rør til for-tykke(re) som er plassert på kote 19.
3. Tørresepareringsanlegg (kote 19): Konsentratene fra prosessanlegget tørkes. Det benyttes naturgass ved tørkingen av konsentratene. En sluttbehandling/prosessering fram til endelig salgbart konsentrat skjer ved en tørreseparering med bruk av høyintensitets magneter. Konsentratene blåses i rør til ferdigproduktsiloer.

4. Lager/siloer for konsentrater (kote 19): Konsentratene lagres i lukkede siloer. Konsentratene blåses i rør fra siloer til båt. Det benyttes båter som lagrer konsentratene i lukkede tanker.
5. Fortykker/sedimentering av avgang (kote 19): Avgangen fra prosessanlegget går i rør til fortykker for gjenvinning av vann som kan resirkuleres til den våte prosessen for gjenbruk. Avgangen føres til fjorddeponi.
6. Transformatorområde (kote 30): Transformatorområdet med et areal på om lag tre dekar vil bli sikret spesielt med lukking og inngjerding.
7. Tanker for lagring av naturgass (LNG) (kote 19): Naturgass benyttes til tørking av konsentrater etter våt prosessering.
8. Lagerbygg for diverse forbruksmateriell (kote 30). Det antas at tyngre maskindeler og lignende vil bli tatt inn over kai.
9. Laboratoriebygg (kote 30): Det er behov for å utføre fysiske og kjemiske analyser for kontroll av malmkvalitet og forskjellige produkter i prosessen.
10. Kaiområdet (kote 4): På 1990-tallet ble det drevet steinbrudd/pukkproduksjon i dagbrudd fra fjellet. Kaianlegg ble bygget og en del stein ble skipet ut, men driften viste seg ikke å være økonomisk forsvarlig. Kaien er fortsatt intakt og kan benyttes i oppstarten. Nytt kaianlegg/oppgradering er påkrevd når aktiviteten er kommet i ordinær drift. Samlekum for avgangsmasser som skal deponeres vil bli plassert i strandkant.
11. Riksvei 611 legges om: Dette vil gi prosjektet den ønskete frihet til å bruke prosessområdet mest effektivt. Den omlagte traseen vil få en lengde på omtrent 850 meter og ha en kjørebanebredde på 2 x 3,25 meter. Det planlegges et planfritt kryss mellom riksvei 611 og anleggsveien ned fra forekomsten.



**Figur 5.** Illustrasjon av hvordan anleggsområdet på Engebø kan utformes.

### 1.5.2 Ny driftsveg mellom Engebø og Engebøfjellet

Eksisterende veg har for dårlig standard (smal og bratt) til at den kan nyttas til helårsdrift. Ny veg vil få en lengde på om lag 3 400 meter mellom prosessområdet og serviceområdet på Engebøfjellet. Kjørebanebredde er 7 meter. Vegen vil i driftssammenheng bli benyttet til:

- Frakte av diverse utstyr til og fra området
- Transport av tyngre maskiner/utstyr for bruk i dagbruddet og deponiet.
- Frakt av råvarer til sprengstoffproduksjon.
- Frakt av diesel.
- Arbeidsreiser
- Diverse

### 1.5.3 Dagbruddsområde og deponi på Engebøfjellet

I de første årene (10 til 15 år) vil uttak av malm foregå ved dagbruddsdrift. Dette er nødvendig fordi en stor del av malmen ligger helt øverst i fjellet mot dagen. Størrelsen på dagbruddet er vurdert ut fra forekomstens kvalitet og beliggenhet. Arealet er om lag 200 dekar, og etter endt uttak vil bunnen av bruddet ligge omtrent på kote 40, og bruddkanten mot syd på omtrent kote 250. Total bergfangst i dagbruddsfasen er om lag 80 millioner tonn malm og gråberg. Av dette er 45 millioner tonn malm, noe som tilsvarer en malmproduksjon på ca 3-4 millioner tonn i året, og en tilsvarende gråbergsproduksjon på ca 2-3 millioner tonn. Gråberg deponeres som grovskutt stein i dalsøkket nordøst for dagbruddet. Størsteparten av malmbrytningen finner sted under jord. Ved underjordsdrift vil gråbergsproduksjonen være minimal siden brytningen skjer selektivt inne i malmkroppen. Utvinnbar malm under jord er estimert til 200 millioner tonn. Avgrensningen av malmen mot dypet er fortsatt ukjent og estimatet er derfor basert på foreløpige tall.

I dagbruddet vil følgende aktiviteter foregå:

- Boring og sprengning
- I noen grad pigging (knusing) av store blokker
- Opplasting av malm på trucker og dumping i grovknuser
- Kjøring og dumping av malm i vertikalsjakt
- Kjøring av vrakstein til deponi
- Oppsamling og drenering av vann fra dagbruddet

Grovknuser vil bli plassert skjermet i bruddet. Det grovknuste godset dumpes i vertikalsjakt og fraktes videre på transportbelte i tunnel til finknuseverk på kote 30. Etter finknusing mellomlagres malmen før den transporteres til møllebygget for ytterligere nedmaling. Den endelige plan kan åpne for andre løsninger med hensyn til knusing og transport av gods til prosessanlegg. Ved underjordsdrift flyttes sprengnings-, uttaks- og lasteaktiviteten under jorda. Grovknuseren vil installeres inne i fjellet. Det tas sikte på å benytte eksisterende transportsystem, slik anlagt ved dagbruddsdrift, for adgang til prosessanlegget.

#### 1.5.4 Oppsamling av vann fra dagbruddet.

Vann fra dagbruddet vil bli samlet opp og gå i en egen drenssjakt ned til industriområdet på Engebø. Størstedelen av vannet vil bli gjenbrukt og brukt som prosessvann.

#### 1.5.5 Sige vann fra gråbergsdeponiet.

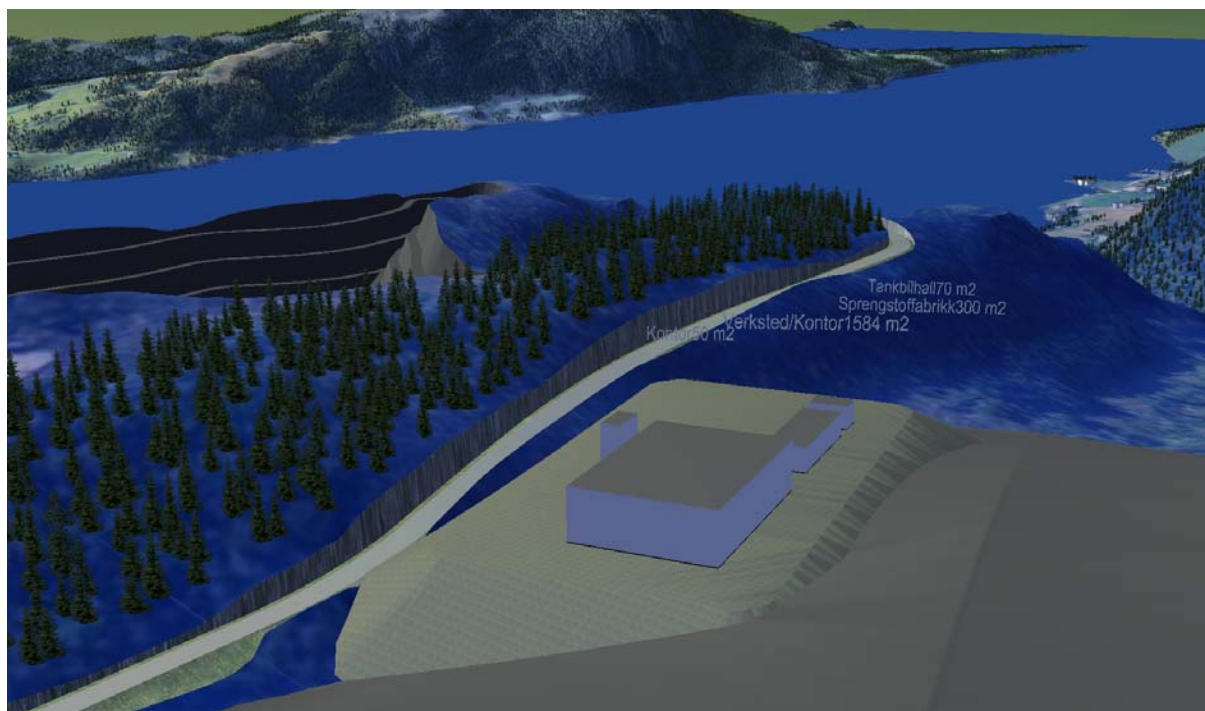
Sige vann fra gråbergsdeponiet samles opp brukes som industrivann i anleggene på Engebø.

#### 1.5.6 Serviceområde på Engebøfjellet

Det er behov for at serviceområdet lokaliseres i nærheten av der mobilt utstyr og annet tyngre Det er behov for at serviceområdet lokaliseres i nærheten av der mobilt utstyr og annet tyngre gruveutstyr er i bruk. Aktuell infrastruktur er som følger (se lokalisering i figur 6):

1. Verksted for service av mobil utstyr samt annet tyngre gruveutstyr.
2. Kontor-, spise- og sanitærbygg
3. Sprengstoffabrikk inkludert servicehall for tankbiler.

Det vil bli inngått avtale med en sprengstoffleverandør som etablerer og sørger for leveransen av sprengstoff for bruk i dagbruddet. Det vil bli benyttet flytende sprengstoff som ikke utgjør noen eksplosjonsrisiko ved frakt inn til bedriften eller ved lagring og transport inne på industriområdet.



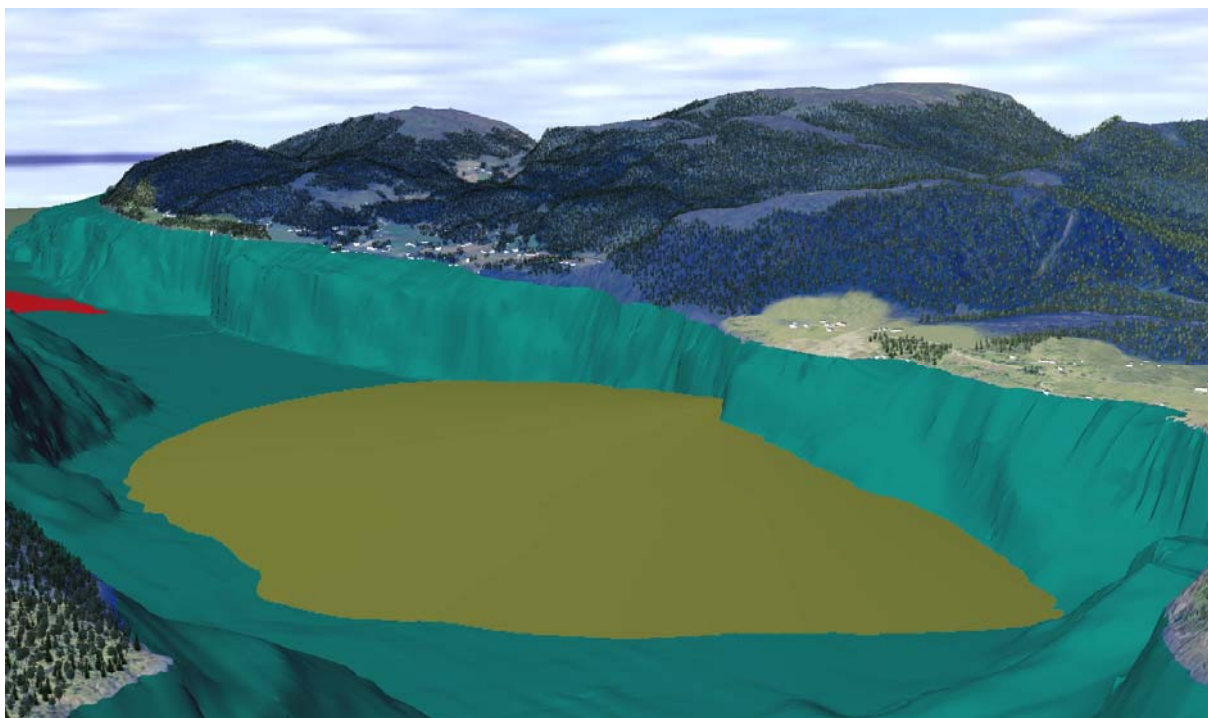
**Figur 6.** Serviceområdet vist fra vest mot øst (Engbødalen i bakgrunnen).

### 1.5.7 Deponiområde for vrakstein fra dagbruddet

I ulike områder av dagbruddet viser kartleggingen at ressursen har varierende kvalitet. Det er av den grunn behov for å deponere vrakstein utenfor dagbruddsområdet. Det er beregnet at deponivolumet for vraksteinen, i utsprengt tilstand, vil være om lag 15 millioner m<sup>3</sup> etter 15 års drift. I dette volumet er det ikke regnet med at deponiet blir mindre grunnet pukkproduksjon. Deponiet vil bygges opp fra baksiden av Engebøfjellet og møt øst i Engebødalen. Det maksimale arealet deponiet vil dekke er 460 dekar. Den aktive del av deponiet vil i hele driftsperioden framstå på en mindre del av deponiområdet. De deler av deponiet som er ferdigstilt vil bli tildekket og tilsådd.

### 1.5.8 Sjødeponi

Totalt forventet malmuttak fra Engebøfjellet vil være opp til 250 millioner tonn malm over hele driftsperioden. Dette tilsvarer et avgangsvolum på totalt 140 millioner m<sup>3</sup>. Søknad om utslipptillatelse er oversendt SFT v/Fylkesmannen i Sogn og Fjordane. I søknaden er det inkludert et maksimalt avgangsvolum på om lag 200 millioner m<sup>3</sup>. Deponiet vil berøre areal i Naustdal og Askvoll kommune (figur 7). Avgangen føres i ledning fra fortykker via samle-kum, ned på dypt vann etter at avgangen er tilsatt sjøvann.



**Figur 7.** Illustrasjon av sjødeponiet mot slutten av driftsperioden (45-50 år). Området under vann framstår med grønn-tonet farge. Rødt område viser fjordbassengets dypeste område på om lag 340 meters dybde. Engebø vises slik det framstår ved dagens situasjon.

### **1.5.9 Området for gruvedrift**

Gruvedriftsområdet strekker seg fra Stølselva i Vevring og gjennom Engebøfjellet i omtrent 1,5 kilometer østlig retning. Endepunktet ligger 300-400 meter vest for det gamle steinbruddet som var i drift på 1990-tallet (Fjordstein). Se forslag til reguleringsplan i KU-dokumentet.

### **1.5.10 Inntak og fordeling av drikke- og industrivann**

Det planlegges et forbruk av om lag 600 m<sup>3</sup> industrivann pr. time. Industrivann pumpes fra Liavatnet til et høydebasseng som plasseres ovenfor industriområdet på Engebø. Vann til industriområdet på Engebø samt til industriområdet ved dagbruddet tas ut fra høydebassenget. Samme basseng forsyner anleggene med drikkevann. Det monteres et eget renseanlegg for drikkevannet.

### **1.5.11 Elektrisitetsforsyning**

Det vil bli ført frem strøm til anleggene til Engebø i en ny kraftlinje.

## 2 Rammer for fagrapporten

### 2.1 Avgrensning av fagområdet

Det planlagte gruveprosjektet har påvirkning på elvelevende ferskvannsfisk innenfor selve prosjektområdet, samt kan påvirke sjøvandrende laksefisk som vandrer gjennom eller inn i prosjektområdet for næringssøk eller overvintring. Ut fra planprogrammets krav (se avsnitt 2.3) og kravspesifikasjon gitt av oppdragsgiver, er det tematiske fagområdet avgrenset i ulike henseender. Undersøkelsene som ligger til grunn for denne fagrapporten er konsentrert om de elvelevende fiskebestander som finnes innenfor prosjektområdet, samt laksesmolt fra Nausta som vandrer gjennom prosjektområdet på vei ut til oppvekstområdene i havet.

Det er ikke gjennomført undersøkelser av andre livsstadier av laks som innvandrende gytelaks og utvandrende vinterstøinger. Tilsvarende er sjøaurebestanden i Nausta og øvrige sjøvandrende fiskebestander utenom prosjektområdet ikke undersøkt i forbindelse med dette KU-programmet. Når det gjelder konsekvenser av prosjektet for laksebestanden i Nausta er det naturlig å inkludere alle livsstadier i en samlet helhetsvurdering. Vi har derfor valgt å vurdere konsekvensene for laksebestanden i Nausta ved å fokusere spesielt på utvandringsforhold for laksesmolt gjennom prosjektområdet.

Det er verdt å merke seg at undersøkelsene er utført innenfor et svært begrenset tidsrom. Dette innebærer at naturlige variasjoner i de berørte fiskebestander i tid og rom ikke er belyst. Dette medfører en del usikkerhet når det gjelder forventete konsekvenser av prosjektet (se avsnittene 6.2 og 7.1).

### 2.2 Nasjonale, regionale og lokale mål og retningslinjer

Konsekvensutredningen vurderer i hvilken grad prosjektet vil innvirke på naturmiljø og biologisk mangfold. Denne temarapporten om elvelevende laksefisk utgjør deler av grunnlaget for konsekvensutredningens hovedrapport. Sjøvandrende laksefisk generelt og laks spesielt er tema som har en spesiell nasjonal og internasjonal fokus. Atlantisk laks er én av bare to arter på verdensbasis som har en egen bevaringskonvensjon. Den nordatlantiske laksevernkonvensjonen (NASCO) tillegger Norge et spesielt internasjonalt ansvar for å bevare ville laksestammer, ut fra at Norge har en uforholdsmessig stor andel (om lag 40 %) av verdens ville lakseressurser.

Med bakgrunn i de internasjonale forpliktelser Norge har for villaks, har myndighetene innført et spesielt forvaltningsregime for de viktigste laksestammene i landet. I 2003 ble ordningen med nasjonale laksevassdrag (NLV) og nasjonale laksefjorder (NLF) innført av Stortinget. Nausta i Naustdal kommune er blant de 52 nasjonale laksevassdragene, mens indre deler av Førdefjorden er blant de 37 nasjonale laksefjordene. Det er vedtatt spesielle beskyttelsesregimer for henholdsvis NLV og NLF. I første rekke er det beskyttelsesregimet for Førdefjorden nasjonale laksefjord som har størst relevans for Engebøprosjektet. Med hensyn til forurensning er bestemmelsen i beskyttelsesregimet som følger: *Virksomhet som innebærer risiko for alvorlig forurensning som kan skade villaksen tillates ikke* (Anonym 2006).

Prosjektområdet ved Engebø ligger utenfor selve verneområdet, og beskyttelsesregimet for NLF kan derfor ikke anvendes direkte. Forvaltningsmessig må man ta utgangspunkt i de indirekte konsekvenser som følger av vernestatus. Laksestammen i det nasjonale laksevasdraget Nausta og andre laksestammer i den nasjonale laksefjorden Førdefjorden må vandre gjennom prosjektområdet til og fra oppvekstområdene i havet. Fysiske inngrep i prosjektområdet som kan ha negative effekter på laksevandringen, vil følgelig også ha negativ påvirkning på verneverdiene i de to aktuelle verneområdene. Til tross for at de juridiske forhold omkring slike indirekte følger ennå ikke er tilstrekkelig klarlagt og belyst gjennom lovanvendelse, tilsier føre-var-prinsippet at fysiske inngrep som medfører påviselig negativ effekt på vernet laksebestander neppe vil bli tillatt.

## 2.3 Planprogrammets krav

Planprogrammet for konsekvensutredningen av gruveprosjektet ble høsten 2007 utformet av Naustdal og Askvoll kommune. Når det gjelder utredninger i forbindelse med ferskvannsfisk og sjøvandrende laksefisk har KU-programmet følgende innhold (sitat):

- *Fiskebiologisk kartlegging av Grytelva og Stølselva*
- *Vurdere om tiltaket vil medføre økt sedimentering av slam fra gruvevirksomheten på elvebunnen av Grytelva og Stølselva, og som kan påvirke gyting hos laksefisk*
- *Avklare om støy og vibrasjoner i forbindelse med gruvedriften påvirker utvandrende laksesmolt fra elvene i Førdefjorden (jfr. Førdefjordens status som Nasjonal laksefjord)*

### 3 Metode og datagrunnlag

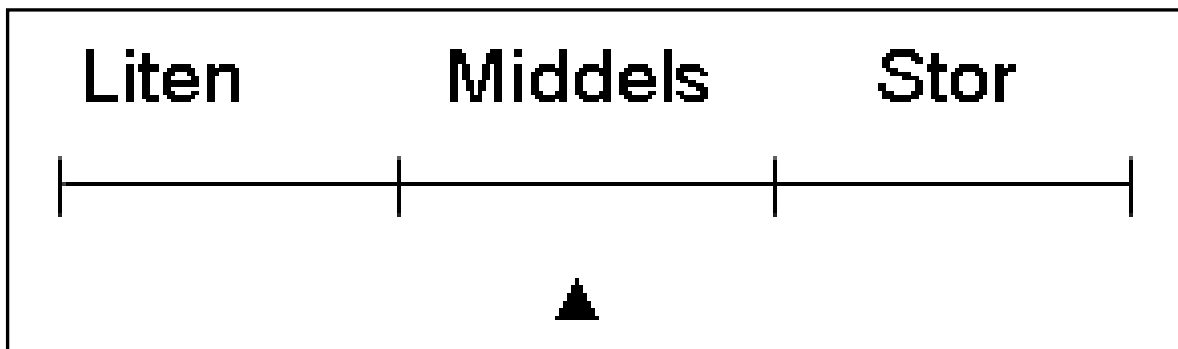
#### 3.1 Generelt

Konsekvensutredningen er gjennomført i henhold til planprogrammet (se avsnitt 2.3). Metodisk bygger konsekvensutredningen på Statens vegvesen håndbok nr. 140 (Anonym 2006b). Trinn 1 i en konsekvensutredning er kartlegging og karakteristikk av verdier, trinn 2 er vurdering av påvirkningsomfang av inngrepet, mens trinn 3 er selve konsekvensvurderingen av inngrepet. Konsekvensen av et naturinngrep er produktet av en gitt naturverdi og påvirkningen fra inngrepet på denne naturverdien:

$$\text{Konsekvens} = \text{Verdi} \times \text{Påvirkning}.$$

#### 3.2 Kriterier for verdi

Det første steget i konsekvensutredningen er å beskrive og vurdere områdets karaktertrekk og verdi for det aktuelle temaet (eksempelvis laksefisk på en lokalitet). Verdien blir fastsatt langs en trinnløs skala som spenner fra liten til stor verdi (jf. eksempel i **figur 8**). Statens vegvesen har i en håndbok om konsekvensutredninger utarbeidet ulike kriterier for vurdering av et enkeltområdes verdi (Anonym 2006b). Vurderingene i denne fagrapporten om fisk er basert på disse kriteriene (**tabell 1**).



**Figur 8.** Eksempel på verdisetting av et enkeltområde (fra Anonym 2006b).

I håndbok om kartlegging av naturtyper og biologisk mangfold er det gitt en del generelle retningslinjer for kartlegging og verdsetting av naturtyper (Anonym 2007b): *Naturtypene som skal kartlegges har elementer både av vegetasjon, geologi, zoologi og landskap i seg. Det sier seg da selv at det er umulig å operere med et stringent kriteriesett fra en av de klassiske disipliner innen naturfagene. Naturtypene er et slags felles multiplum der en prøver å fange opp alle de viktigste variasjoner på økosystemnivå. Vegetasjon er oftest brukt som grunnlag for klassifisering, også der en skal fange inn variasjon i dyrelivet. Ofte er det slik at arealer med stort eller særegent plantemangfold også har rikt eller særegent dyreliv. Det er dessuten lagt vekt på å få med aspekter ved vegetasjon som har spesiell betydning for dyrelivet. Eksempler på dette er skogtyper som hovedsakelig er definert ut fra kontinuitet.*

**Tabell 1.** Kriterier for naturmiljøets verdi (fra Anonym 2006b).

Kilde	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
Inngrepsfrie og sammenhengende naturområder, samt andre, landskapsøkologiske sammenhenger	Områder med ordinær landskapsøkologisk betydning	Inngrepsfrie områder over 1 km fra nærmeste tyngre inngrep  Sammenhengende områder over 3 km <sup>2</sup> med urørt preg  Enkeltområder eller system av områder med lokal eller regional landskapsøkologisk betydning	Inngrepsfrie områder over 3 km fra nærmeste tyngre inngrep  Enkeltområder eller system av områder med nasjonal landskapsøkologisk betydning
Naturtypeområder /vegetasjonsområder	Naturområder med biologisk mangfold som er representativt for distriktet	Registrerte naturtyper eller vegetasjonstyper i verdikategori B eller C for biologisk mangfold	Registrerte naturtyper eller vegetasjonstyper i verdikategori A <sup>1</sup> for biologisk mangfold
Områder med arts og individmangfold	Områder med arts- og individmangfold som er representative for distriktet  Registrerte viltområder og vilttrekk med viltvekt 1	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  Registrerte viltområder og vilttrekk med viltvekt 2-3	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  Registrerte viltområder og vilttrekk med viltvekt 4-5
Naturhistoriske områder (geologi, fossiler)	Områder med geologiske forekomster som bidrar til distriktets geologiske mangfold og karakter.	Geologiske forekomster og områder (geotoper) som i stor grad bidrar til distriktets eller regionens geologiske mangfold og karakter.	Geologiske forekomster og områder (geotoper) som i stor grad bidrar til landsdelens eller landets geologiske mangfold og karakter.

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

Verdisettingen fokuserer på naturtypeområder og viltområder med spesiell verdi for biologisk mangfold samt områder med en viktig landskapsøkologisk funksjon. Kartlagte naturtypeområder<sup>2</sup> og viltområder skal ha en spesiell funksjon/verdi for biologisk mangfold i landskapet, og vil være viktige å ivareta for å sikre det biologiske mangfoldet i regionen på sikt. Avhengig av regionens naturgrunnlag vil naturtype- og viltområder ofte utgjøre en liten del av det totale natur- og kulturlandskapet; i godt kartlagte områder kanskje under 10 % av landskapet (lite erfaringstall på dette). All øvrig natur, uten nasjonal, regional eller lokal landskapsøkologisk betydning, vil ifølge Anonym (2006b) ha *liten verdi*. For temaet naturmiljø vil derfor områder med *stor og middels verdi* utgjøre en liten del av landskapet sammenlignet med andre temaer, som for eksempel landskap. Temauredningen må ses i lys av dette.

Denne fagrapporten omhandler naturområder i ferskvann og saltvann, som er nærmere beskrevet i to håndbøker utgitt av Direktoratet for naturforvaltning (Anonym 2007a og 2007b). Når det gjelder ferskvann er det spesiell fokus på følgende naturtyper (Anonym 2007b):

- Deltaområde,
- Evjer, bukter og vikar,
- Mudderbank,
- Kroksjø, flomdam og meanderende elveparti,
- Stor elvør,
- Fossesprøytzone,
- Viktig bekkeled,
- Kalksjø,
- Rik kulturlandskapssjø,
- Dam,
- Naturlig fisketomme innsjøer og tjern,
- Ikke forsuret restområde.

I håndbok om marine naturtyper er det spesiell fokus på følgende naturtyper (Anonym 2007a):

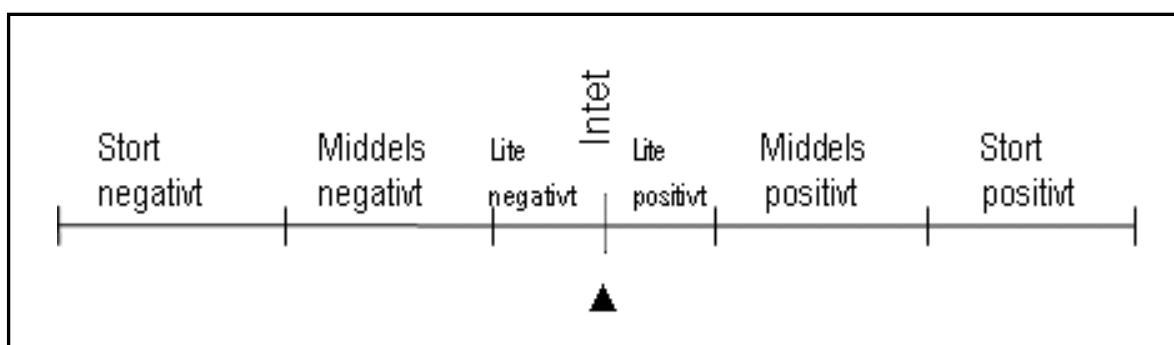
- Større tareskogforekomster,
- Sterke tidevannsstrømmer,
- Fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet,
- Spesielt dype fjordområder,
- Poller,
- Israndavsetninger,
- Bløtbunnsområder i strandsonen,
- Korallforekomster,
- Løstliggende kalkalger,
- Ålegressenger og andre undervannsenger,
- Skjellsandforekomster.

---

<sup>2</sup> Naturtypeområder utgjør erfaringsmessig mindre areal enn viltområder. Viltområder for vanlige arter (spesielt hjortevilt) kan tillegges mindre vekt i en slik sammenheng da disse ofte er avgrenset over store arealer med representativ natur.

### 3.3 Kriterier for omfang (påvirkning)

Del 2 består av å beskrive og vurdere type og inngrepets omfang (påvirkning). Omfang er en vurdering av hvilke endringer inngrepet antas å medføre for de ulike miljøene eller områdene. Omfang vurderes for de samme områder som er verdivurdert. Omfanget vurderes i forhold til 0-alternativet som er dagens situasjon inkludert forventet endring i analyseperioden (inkludert vedtatte planer). Kriterier for fastsettelse av omfang er gitt i Statens vegvesen håndbok nr. 140 (Anonym 2006b), og er gjengitt i **tabell 2**. Omfanget vurderes med utgangspunkt i kriteriene, og angis på en trinnløs skala fra stort positivt omfang til stort negativt omfang (se **figur 9**).



**Figur 9.** Eksempel på vurdering av påvirkning fra et inngrep (fra Anonym 2006b).

Omfang med hensyn til naturmiljø skal vurderes i forhold til effekten tiltaket vil få gjennom arealforbruk, arealforringelse, oppsplitting/fragmentering av sammenhengende naturområder, endringer i omgivelsene (ved ulike typer forurensning m.m.). Ved vurdering av omfang skal det redegjøres for hvordan det konkrete tiltaket vil påvirke de enkelte områder/bestander. For naturmiljøet vil forholdet mellom årsak og virkning kunne variere. De direkte virkninger er enkle å vurdere, mens de mer indirekte kan være kompliserte. I en vurdering av indirekte virkninger må en vurdere graden av usikkerhet.

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

Omfang	Stort positivt	Middels positivt	Lite eller intet	Middels negativt	Stort negativt
Viktige sammenhenger mellom naturområder	Tiltaket vil i stor grad forbedre områder med viktige naturtyper eller funksjonsområder.	Tiltaket vil forbedre områder med viktige naturtyper eller funksjonsområder.	Tiltaket vil stort sett ikke endre områder med viktige naturtyper eller funksjonsområder.	Tiltaket vil forringe områder med viktige naturtyper eller funksjonsområder.	Tiltaket vil ødelegge områder med viktige naturtyper eller funksjonsområder.

**Tabell 2 forts. Kriterier for omfang.**

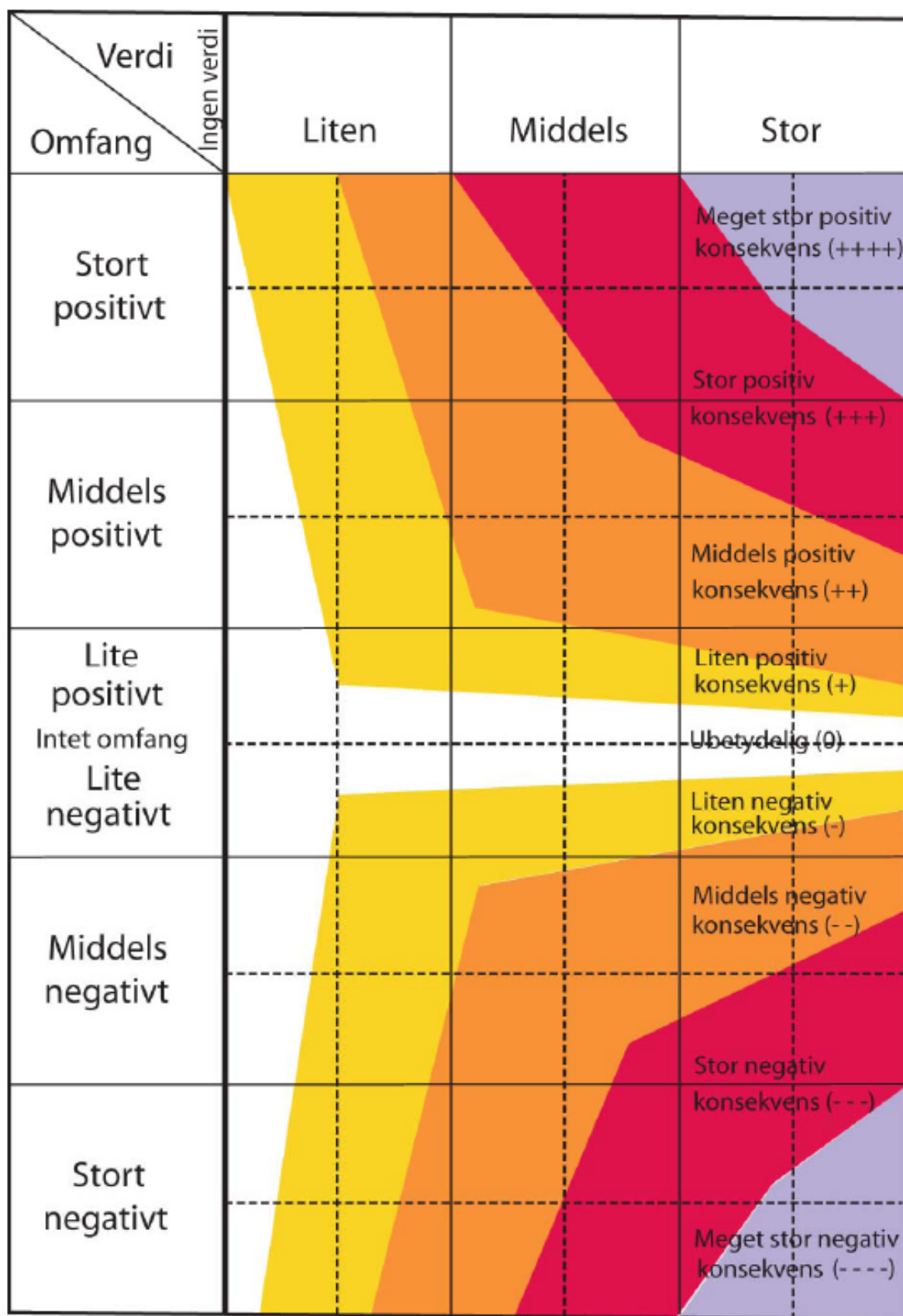
Omfang	Stort positivt	Middels positivt	Lite eller intet	Middels negativt	Stort negativt
Arter av dyr og planter	Tiltaket vil i stor grad øke artsmangfoldet eller forekomst av arter eller bedre deres vekst- og levevilkår	Tiltaket vil øke artsmangfoldet eller forekomst av arter eller bedre deres vekst- 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
Naturhistoriske forekomster	Ikke relevant	Ikke relevant	Tiltaket vil stort sett ikke endre geologiske forekomster og elementer	Tiltaket vil forringe geologiske forekomster og elementer	Tiltaket vil ødelegge geologiske forekomster og elementer

### 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 de for- og ulemper et inngrep medfører i forhold til nullalternativet (ingen inngrep). Den samlede konsekvensvurderingen vurderes langs en glidende skala fra meget stor positiv konsekvens til meget stor negativ konsekvens (17 kategorier - se **tabell 3**). Den metodiske tilnærmingen for å kombinere verdi og konsekvens framgår av **figur 10**.

**Tabell 3.** Karakteristikk og fargekoder for konsekvens (fra Anonym 2006b).

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	



**Figur 10.** Konsekvens er et produkt av verdi og påvirkning (fra Anonym 2006b).

### 3.5 Tiltaksområde og influensområde

Tiltaksområdet består av alle områder som blir direkte påvirket av arealbeslag av den planlagte utbyggingen (se **figur 1**). I og ved Engebø vil dette si selve gruveområdet, bygningsmassene på anleggsområdet, utskipingshavna, atkomstveiene (inklusive fyllinger, skuldre, sideareal og kryss samt alternative anleggsveger) og deponiområdene. Influensområdet vil være vesentlig større enn tiltaksområdet. Blant annet vil dette i en landskapsmessig sammenheng omfatte alle områder med direkte innsyn til tiltaksområdet. Når det gjelder støy vil influensområdet omfatte alle områder både over og under vann som influeres av lyden fra sprengninger og andre lyder fra gruvedriften. I den grad det skjer en forflytning av deponimasser ut over planlagt deponiområde, vil influensområdet utvides til å innbefatte de sjøbunnsarealene som får tilført løsmasser fra deponiet.

### 3.6 Undersøkellesmetoder

Det ble benyttet flere forskjellige metoder i undersøkelsene av laksesmolt i Nausta, utvandrende laksesmolt i Førdefjorden og bestandene av ferskvannsfisk i Stølselva og Grytelva, og som er gjort nærmere rede for i det følgende:

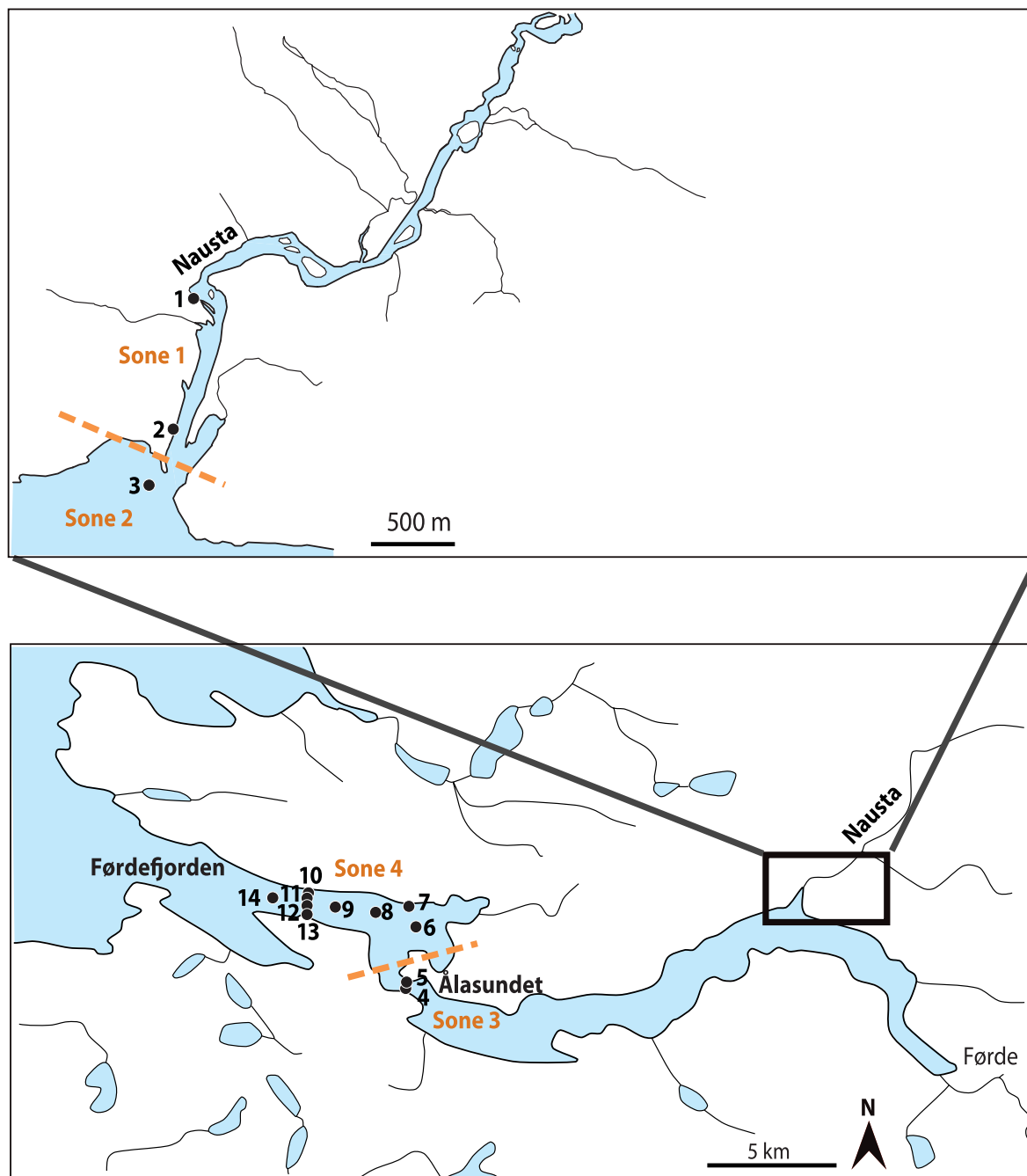
- Telemetri ved bruk av akustiske merker og lyttestasjoner
- Elektrisk fiske etter vill laksesmolt i Nausta
- Elektrisk fiske i Stølselva og Grytelva

#### 3.6.1 Telemetriundersøkelser i Nausta og Førdefjorden

I slutten av april 2008 ble det etablert til sammen 12 akustiske lyttestasjoner i Førdefjorden (se **figur 11**). Hver lyttestasjon besto av en akustisk datalogger av typen Vemco VR2W, som var forankret på en bestemt posisjon ved hjelp av 40-80 kg anker med kjetting, 14 mm polypropylentau og en oppblåsbar bøye merket med radarreflektor og pulserende lyssignal. Lagrete data ble overført trådløst (ved hjelp av blåtannteknologi) til en bærbar datamaskin midt i undersøkelsesperioden (27. mai 2008) og ved avslutning av undersøkelsene (17. juni 2008).

#### Fangst og oppbevaring av vill laksesmolt

I Nausta ble det i perioden 5. – 13. mai 2008 fanget ville laksesmolt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat (type Paulsen FA-3). Laksesmoltene ble fanget på en mest mulig skånsom måte, og midlertidig oppbevart (5-10 minutter) i en bønne med vann inntil fiskene ble overført i en kleskorg med full vanngjennomstrømming (se **bilde 1**). Etter avsluttet fiske ble laksesmoltene overført til en 400 liters plasttank beregnet for transport av levende fisk. I transporttanken ble fiskene overført til to større oppbevaringskar (mål: 200 x 200 x 70 cm) med konstant tilførsel av rent elvevann. Laksesmoltene ble oppbevart i disse karene inntil merketidspunkt, samt i perioden mellom merking og utsetting i elva (recovery-perioden).



**Figur 11.** Kart over Nausta og Førdefjorden med lokalisering av lyttebøyer og inndeling i soner (1-4). Utfyllende informasjon med eksakt stedfesting er gitt i **tabell 5**.



**Bilde 1.** Fangete laksesmolt ble midlertidig oppbevart i en kleskorg ved elvebredden.

### Merking av vill laksesmolt

Umiddelbart før merking ble fisken håvet ut av oppbevaringskaret og lagt i bedøvelse (0,5 ml 2-fenoksy-etanol per liter vann, gjennomsnittlig bedøvelsestid  $2,6 \pm 0,5$  minutt, temperatur i bedøvelsen:  $7-8^{\circ}\text{C}$ ) inntil gjelleventilasjonen var langsom og urytmisk. Fisken ble deretter plassert med buken opp på et v-formet operasjonsbord (se **bilde 2**). En akustisk sender (Thelma i Trondheim,  $7,3 \times 18$  mm, vekt i luft/vann:  $1,9/1,2$  g, frekvens 69 kHz, garantert batterilevetid: 90 dager) ble så lagt inn i bukhalen på fisken gjennom et 10-12 mm langt snitt i framkant av bukfinnene. Snittet ble lukket med to-tre separate sting med silkesutur. Hele operasjonen tok mellom to og tre minutter.



**Bilde 2.** I bedøvet tilstand fikk laksesmolt fra Nausta operert inn små akustiske sendere.

De akustiske senderne og alt kirurgisk utstyr ble desinfisert i 70 % alkohol før operasjonen. For å hindre utørking ble fiskens hode tildekket med en våt duk under operasjon i tillegg til at fisken ble fuktet ved behov. Etter operasjonen ble fisken lagt i en beholder (10 liter) med rent ellevann. Så snart fiskene var i stand til å svømme normalt (oftest 2-3 minutter), ble de flyttet tilbake til et eget oppbevaringskar (recovery), før de ble satt ut i en større høl ved Naustdalsfossen 15-20 timer etter operasjonen (se **bilde 3**). Ingen dødelighet ble observert under eller umiddelbart etter operasjonen, og fisken viste normal stimatferd i oppbevaringskaret før de ble sluppet ut.



**Bilde 3.** Etter en recovery-periode ble de merkete smoltene satt ut ved Naustdalsfossen. Opplysninger om de merkete laksesmoltene er gitt i **tabell 4** og **vedlegg 2**.

**Tabell 4.** Oversikt over merkete laksesmolt som er benyttet i undersøkelsen. For utfyllende og individuelle opplysninger om vekt, lengde, smoltstatus, operasjonstid og utsettings-tidspunkt vises det til **vedlegg 2**.

Antall merkete individer	79
Gjennomsnittsvekt (g)	17,9
Variasjonsbredde vekt (g)	14-26
Gjennomsnittslengde (mm)	129,6
Variasjonsbredde lengde (mm)	116-149
Start på undersøkelsesperiode	08.05.08
Slutt på undersøkelsesperiode	17.06.08

### 3.6.2 Fangst av ungfisk i Stølselva og Grytelva

Det ble i midten av juni 2008 fisket med et elektrisk fiskeapparat (type Paulsen FA-3) i Stølselva og Grytelva. To personer samarbeidet om det elektriske fisket (jf. **bilde 4**), der en brukte det elektriske apparatet og den andre tok vare på innsamlet fisk. Det ble fisket systematisk fra elvebredd til elvebredd, slik at alle deler av vanndekt areal ble overfisket på de undersøkte strekningene. Både Stølselva (nederste undersøkte parti) og Grytelva (øvre halvdel av undersøkt strekning) hadde noen mindre høler som var forholdsvis dype. Disse områdene ble fisket ekstra nøye, i og med at effekten av elektrisk strøm avtar med økende vanddybde (Bohlin med flere 1989).



**Bilde 4.** Av sikkerhetsmessige og praktiske grunner (fangsteffektivitet) bør man være minst to personer når man utfører elektrisk fiske. Enkelte steder som i Orkla kan det være hensiktsmessig å bruke to elektriske fiskeapparat.

### 3.6.3 Analyser av ungfisk og bearbeiding av data

I etterkant av feltundersøkelsene i Stølselva, Grytelva, Nausta og Førdefjorden, er det gjort diverse analyser av innsamlet aure og bearbeiding av telemetridata. Innholdet i disse analysene og bearbeidingene er det gjort nærmere rede for nedenfor.

#### Analyser av ungfisk fanget i Stølselva og Grytelva

Ungfisk fra Stølselva og Grytelva ble avlivet ved overdoser med anestesimiddelet nellikolje, og deretter konserveret i tette plastflasker med teknisk sprit (96 % etanol). Mengdeforholdet ungfisk og sprit ble utformet slik at spritkonsentrasjon etter konservering ble om lag 70 %. Ungfisken ble senere analysert med hensyn til følgende parametere:

- Art,
- Lengde (mm),
- Vekt (gram),
- Kjønn,
- Kjønnstadium,
- Alder (ut fra struktur på skjell og otolitter).

#### Analyse av telemetridata

Laksesmolten ble registrert av 14 lyttestasjoner langs utvandningsruta fra utsettingsstedet i Nausta, forbi Ålasundet og ut i Førdefjorden. Dette dekket en strekning på om lag 26 km. Lyttestasjonene er akustiske bøyer forankret til havbunnen som automatisk registrerer når merket fisk kom innenfor en rekkevidde på om lag 250 meter (se kapittel 7). To dataloggere var plassert mellom utsettingsområdet ved Naustdalsfossen og utløpet av Nausta, én ved elvemunningen, to i Ålasundet og ni loggere i Førdefjorden, mellom Gryteskjeret og Dyvikeneset (se **figur 11**).

Av loggerne utenfor Ålasundet var fire plassert i et transekt tvers over fjorden ved Dyvikeneset, og fire i et longisekt langs midtre deler av fjorden fra Lekneshella og utover. I tillegg var én stasjon (logger 7) plassert i nærheten av kaianlegget på Engebøneset for å undersøke hvor stor del av laksesmolten som utnytter spesielt dette området av fjorden. To av de totalt 14 dataloggerne gikk tapt i løpet av undersøkelsesperioden (logger 13 og 14), og kunne derfor ikke inkluderes i resultatene. De resterende 12 ble tatt opp 17. juni da undersøkelsen var avsluttet, og alle data som var registrert og lagret på de automatiske lyttestasjonene ble overført til PC for videre analyser.

For å gjøre resultatene enklere å sammenfatte ble de ulike dataloggerne inndelt i soner ut fra deres geografiske beliggenhet. De tre loggerne i elva ble slått sammen som *Sone I Nausta*, loggeren ved utløpet av Nausta ble kalt *Sone II Elvemunningen*, logger 4 og 5 representerte *Sone III Ålasundet*, og de resterende loggere (6-12) ble kombinert til *Sone IV Førdefjorden* (**figur 11**). Ankomsttiden til fiskene i de ulike sonene ble registrert og signaler ble mottatt og lagret med 20-60 sekunders hyppighet så lenge fisken oppholdt seg i nærheten av noen av loggerne.

**Tabell 5.** Oversikt over akustiske bøyer i Nausta og Førdefjorden brukt til registrering av akustisk merket laksesmolt. GPS-posisjoner er oppgitt som UTM-koordinater etter WGS-32 systemet.

Lytte- bøye	GPS-posisjon		Lokalitet ved land	Sone	Soneområde
	Nord	Øst			
1	6824654	325504	Naustdalsfossen	I	Nausta
2	6823873	325502	Nedre Nausta	I	Nausta
3	6823475	325301	Utløpet av Nausta	II	Elvemunningen
4	6819132	310873	Sørside Ålasundet	III	Ålasundet
5	6819235	310863	Nordside Ålasundet	III	Ålasundet
6	6821525	310982	Midtfjords mellom Engebøneset og Midtverpet	IV	Førdefjorden
7	6822217	310604	Engebøneset	IV	Førdefjorden
8	6821911	309362	Midtfjords nord for Lekneshella	IV	Førdefjorden
9	6821963	307809	Midtfjords mellom Stølsneset og Vevring	IV	Førdefjorden
10	6822434	306761	Apalset	IV	Førdefjorden
11	6822159	306739	Sør for Apalset	IV	Førdefjorden
12	6821884	306704	Nord for Dyvikneset	IV	Førdefjorden
13	6821630	306755	Dyvikneset		Førdefjorden
14	6822109	305480	Midtfjords mellom Dyvikneset og Hegreneset		Førdefjorde

## 4 Generell områdebeskrivelse

Førdefjorden tilhører regionen Sunnfjord i Sogn og Fjordane, og landskapsmessig ligger fjordsystemet i landskapsregionene *Ytre og Midtre fjordbygder på Vestlandet*. Ifølge Puschmann (2005) har *Ytre fjordbygder i Vestlandet* (ytre del av Førdefjorden) ofte en storskåret mosaikk av landformer, det vil si vekslinger mellom ulike åsformer, storkupert hei, godt avrundete paleiske fjellformer og mindre strandflatefragmenter. Den indre delen av Førdefjorden tilhører *Midtre fjordbygder på Vestlandet*, som er en stor landskapsregion der fjordenes omkringliggende landformer varierer mye (Puschmann 2005). Mest utbredt er mer avrundete paleiske fjellformer, men alltid i en grovere mosaikk med enten større åser, storkuperte hei og vidder eller mer typiske glasiale fjellformer. U-formete daler er vanlig inn i de paleiske fjellområdene, men ses også innskåret i mer storkuperte hei- og viddeområder.

Prosjektområdet ligger i sin helhet innenfor landskapsregionen *Midtre fjordbygder på Vestlandet*. Puschmann (2005) har følgende beskrivelse av fjorder og vassdrag i denne regionen: *Store fjordløp særpreger regionen, og de langstrakte vannflatene danner både gulfv og ferdselsårer i mange dyptskårne landskapsrom. I enkelte områder uten sjøkontakt opprettholdes vannspeilet av tilsvarende langsmale fjordsjøer, bl.a. Viksdalsvatnet, Haukedalsvatnet, Jølstervatnet og Hornindalsvatnet. Vassdragene er korte og bratte, men med til dels stor vannføring som følge av store nedbørsmengder. Ved siden av store og små fjordsjøer, er rennende vann et gjennomgående karaktertrekk i regionens daler. Særlig har sidedalene ofte trange gjel eller høye terskler som elvene kaster seg utfor. Slørete fossefall og hastige stryk er utbredt både langs fjord og i daler, og lyden av rennende vann preger mange natur- og kulturmiljøer i dalbunnene. I områder med mer utpregede alpine former ses små breer i nisjer mellom høye tinder. Brefargete vann og elver fra disse småbreene gir enkelte områder betydelig egenart.*

En rekke større og mindre vassdrag drenerer til Førdefjorden. Det største vassdraget i fjordsystemet er Jølstervassdraget, med bestander av både laks og sjøaure i utløpselva Jølstra. Nåværende status for disse er ifølge nasjonalt kategorisystem for sjøvandrende laksefisk ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)) at laksebestanden er redusert på grunn av redusert ungfiskproduksjon (kategori 4a), mens sjøaurebestanden er moderat eller lite påvirket og hensynskrevende (kategori 5a). Naustavassdraget ligger på nordsida litt lenger ute i fjordsystemet, og har i likhet med Jølstra bestander av laks og sjøaure (begge i kategori 5a). Redalselva drenerer til fjorden like øst for prosjektområdet, og har en redusert sjøaurebestand (kategori 4a). Dette vassdraget har ifølge kategorisystemet ingen selvreproduserende laksebestand. Tilsvarende er det påvist små sjøaurebestander i Heilvangselva, Gjelsvikelva, Skorvselva og Standalselva, men ikke påvist noen selvreproduserende laksebestand i disse småvassdragene ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)).

## 5 Konsekvensvurderinger

### 5.1 Verdier

I denne fagrapporten om laksefisk vil følgende KU-relaterte verdier bli omhandlet:

- Laksebestanden i Nausta,
- Fiskebestandene i Stølselva,
- Fiskebestandene i Grytelva.

#### 5.1.1 Laksebestanden i Nausta

Førdefjorden har status som Nasjonal laksefjord og den viktigste verneverdien i området er laksebestanden i Nausta. Selv om tiltaksområdet i sin helhet ligger utenfor Ålasundet, som er ytre grense for Førdefjorden nasjonale laksefjord, vandrer laks fra Nausta gjennom planområdet som utvandrende smolt, innvandrende gytefisk og utvandrende vinterstøing. Førdefjorden nasjonale laksefjord er opprettet for å gi laksebestanden i Nausta et spesielt vern mot menneskeskapte inngrep, av hensynet til den spesielt verdifulle laksestammen i Nausta, jf. St.prp. nr. 32 (2006-2007) om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder (Anonym 2006a). Fokuset for beskrivelse av laksebestanden i Nausta har vært å avklare om den planlagte gruvedriften vil påvirke laksesmolt fra Nausta under deres vandring i Førdefjorden.

Av 79 merkete laksesmolt ble 15 individer aldri registrert, eller registrert med færre enn to signaler etter utsetting (**tabell 6**). Dette skyldes sannsynligvis dødelighet like etter utsetting eller på et senere tidspunkt. Det var 38 individer som kun ble registrert i Nausta eller ved munningen (sone I eller II), og som derfor kanskje ikke vandret ut av elva. Manglende utvandring kan skyldes flere forhold. For det første kan det skyldes naturlig dødelighet som følge av predasjon. Alternativt kan det være en forhøyet dødelighet som følge av skader påført under fangst og merking. For det tredje kan det ha blitt merket laksunger som ikke var fullt ut smoltifiserte, og som derfor først vil vandre ut som smolt neste år. Smolt som ble registrert ved passering av utløpet av Nausta (sone II) ble klassifisert som utvandret, dersom de ikke senere ble registrert i elva (sone I).

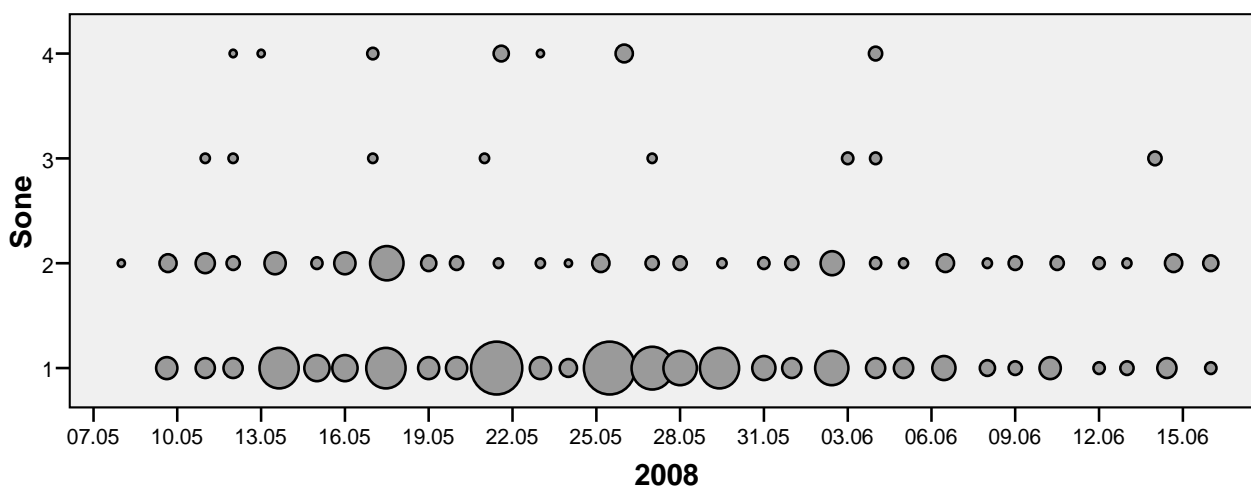
**Tabell 6.** Antall og andel (%) av 79 merkete laksesmolt som ble registrert i undersøkelsesområdet.

Registreringer av utvandrende laksesmolt	Antall	Andel (%)
Individer ikke registrert av noen lyttebøyer	15	18
Individer ikke vandret ut av Nausta	38	48
Individer vandret ut av Nausta	27	34
Individer registrert ved Ålasundet (sone III)	9	11
Individer registrert i midtre deler av Førdefjorden (sone IV)	5	6

Omtrent en tredel av de merkete smoltene (27 av 79 individer, 34 %) ser ut til å ha vandret ut av elva. Likevel var det bare ni av disse 27 individene som ble registrert videre ved Ålasundet (sone III). Én av fiskene (ID 168) vandret først ut til Ålasundet og deretter tilbake til elvemunningen. Flere av smolten forsvant mellom sone II og III og har sannsynligvis blitt utsatt for predasjon. Radiosignaler fra ett individ (ID 141) ble logget kontinuerlig i Ålasundet (sone III) fra 15. mai og fram til lyttebøyene ble fjernet. Det er ikke sannsynlig atferd for smolt å bli stående stille på denne måten, hvilket gir indikasjoner på at individet har blitt spist eller at andre årsaker til dødelighet har ført til at senderen har blitt liggende på bunnen i Ålasundet (om lag 250 meter dypt) og sende signaler. Disse registreringene ble derfor ikke inkludert i de endelige resultatene. Kun fem individer (6 %) av de merkete smoltene vandret ut gjennom hele den analyserte strekningen i Førdefjorden. Det var ingen statistiske forskjeller i lengde eller vekt mellom de individene som vandret ut i fjorden og de som ble igjen i Nausta (lengde: Mann-Whitney  $U=672$ ,  $p=0.859$ , vekt  $U=651$ ,  $p=0.689$ ).

### Vandringshastigheter og periode for smoltutvandring i Førdefjorden

Det ble registrert laksesmolt i Nausta og ved utløpet av elva (sone I og II) gjennom hele undersøkelsesperioden. Likedan var det også i Ålasundet (sone III) registreringer både i begynnelsen og slutten av undersøkelsesperioden (**figur 12**). Utvandring gjennom midtre deler av Førdefjorden (sone IV) ble registrert i en noe kortere periode (12. mai - 4. juni).



**Figur 12.** Antall smolt registrert i de ulike sonene (1: Nausta, 2: Elvemunningen, 3: Ålasundet, 4: Førdefjorden) per dag i undersøkelsesperioden fra 8. mai til 17. juni 2008. Størrelsen på sirklene indikerer antall fisk registrert, fra 25 individer i de største sirklene til ett individ i de minste.

Det var store individuelle forskjeller i hvor raskt etter utsetting smolten ble registrert i de ulike sonene. Gjennomsnittet for første registrering i elvemunningen (sone II) var 267 timer etter utsetting, men den raskeste smolten svømte hit allerede tre timer etter at den var satt ut i sone I (**tabell 7**). For de individene som ble registrert ute i fjorden var gjennomsnittlig tidsforbruk 406 timer til Ålasundet (sone III) og 303 timer til Førdefjorden (sone IV). Smolten som svømte til Førdefjorden brukte altså mindre tid enn smolten som bare svømte til Ålasundet. Dette kan muligens skyldes at de individene som hadde startet utvandringen var mer målbevisste og svømte relativt raskt gjennom alle sonene (se vandringshastigheter under). Likevel var det ingen statistiske forskjeller i antall timer fra utsetting til første registrering i elvemunningen (sone II) mellom de individene som senere vandret videre forbi

munningen til Ålasundet (sone III) og de som ikke vandret ut av Nausta (Mann-Whitney  $U=121$   $p=0.960$ ).

**Tabell 7.** Antall timer fra utsetting i Nausta (sone I) til første registrering i de tre neste sonene. Tiden er gitt som gjennomsnitt, med minste og største verdi og standardavvik i parentes. Dersom individer har vandret fram og tilbake mellom ulike soner er kun første registrering i hver sone inkludert i tabellen.

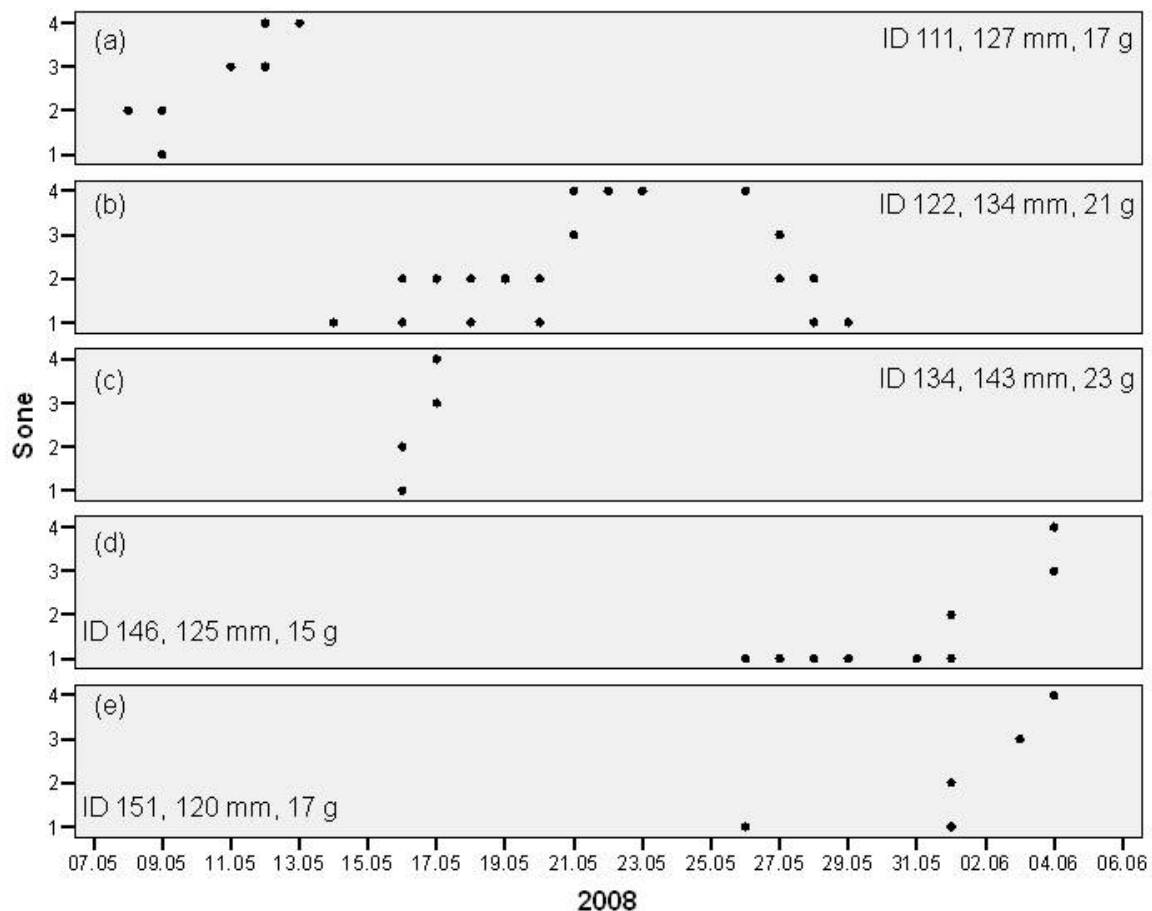
Område	Antall smolt	Middels tidsbruk	Variasjonsbredde
Elvemunningen (sone II)	42	267	3-804
Ålasundet (sone III)	9	406	75-756
Førdefjorden (sone IV)	5	303	95-513

Den første laksesmolten vandret relativt raskt etter utsetting, og brukte fire dager fra 9. mai til 12. mai på å vandre gjennom hele området ut Førdefjorden (ID 111; **figur 13, tabell 8**). De to sist registrerte individene i Førdefjorden (ID 146 og 151) brukte litt over to dager på utvandringen fra de forlot elvemunningen 1. juni (**figur 13, tabell 8**).

Én av de merkete laksesmoltene hadde et svært spesielt vandringmønster (ID 122 i **figur 13**). Etter å ha vandret gjennom alle de fire sonene og ut av undersøkelsesområdet den 23. mai, returnerte laksesmolten 26. mai og vandret tilbake til elva. Under returen ble merket registrert i elvemunningen den 28. mai, og et par timer senere samme dag ble merket registrert oppe i selve elva (logger 2 i sone I). Denne loggeren registrerte merket i over sju timer, men etter dette finnes det ingen registreringer av merket. Dette kan tyde på at smolten vandret tilbake. En slik tilbakevandring over en distanse på drøyt 25 km antas å være et uvanlig fenomen, og må være lite gunstig med tanke på stort energiforbruk og stor predasjonsfare.

En annen mulig forklaring kan være at smolten har blitt spist av en større fisk i fjorden, og at denne har svømt helt inn til Nausta. Logger 2 var plassert om lag 500 meter fra elvemunningen. Det er mulig for saltvannsfisk som sei og torsk å gå opp i saltkilen i nedre del av Nausta, slik at signal fra en slukt sender kunne ha blitt fanget opp av denne loggeren. Likevel tilsier dataene at radiosenderen har vært et stykke opp i Nausta ettersom ingen flere signaler ble registrert av loggeren i elvemunningen etter at signalene ble registrert på logger 2 i elva. Dersom en sender hadde vært midt mellom logger 2 i elva og logger 3 i munningen, kunne signaler ha blitt registrert samtidig på begge loggerne. Dette var imidlertid ikke tilfelle her.

En tredje forklaring er at smolten ble spist av en innvandrende laks eller sjøaure som har vandret et stykke lenger opp i Nausta. En indikasjon på predasjon kan være dersom svømmehastigheten er mye raskere ved tilbakevandring enn ved utvandring. Registreringene fra Førdefjorden (sone IV) til uløpet av Nausta (sone II) den 27. mai indikerer en hastighet på 1,76 kroppslengder per sekund på tilbakeveien. Dette er omtrent samme hastighet som dette individet (ID 122) hadde på vei ut, og det er derfor ikke mulig å avvise at smolten har vandret inn på egen hånd. Det er dermed ikke mulig å vite om denne laksesmolten ble utsatt for predasjon eller ikke.



**Figur 13.** Dato for utvandring for fem radiomerkete laksesmolt (a-e) som vandret gjennom alle de fire sonene (1: Nausta, 2: Elvemunningen, 3: Ålasundet, 4: Førdefjorden). ID-nummer, total lengde (mm) og vekt (g) er angitt for hvert individ.

Vandringshastigheten varierte en del mellom individer. Vandringshastighet er ikke identisk med svømmehastighet, siden smolten sannsynligvis ikke følger korteste vandringsrute, og dette bør derfor heller sees på som raskeste utvandringshastighet (Thorstad med flere 2004). Den raskeste smolten (ID 111) passerte gjennom alle fire soner på under ett døgn (**figur 13**) og hadde en vandringshastighet på 2,11 kroppslengder per sekund (tilsvarer 0,97 km/t) fra den forlot elvemunningen (sone II) til den første gang ble registrert i Førdefjorden (sone IV) (se **tabell 8**). Hastigheten til de andre fire individene varierte mellom 0,44 og 1,63 kroppslengder per sekund (0,22 - 0,79 km/t).

Funnene i dette studiet samsvarer med andre studier i norske fjorder, hvor gjennomsnittlig vandringshastighet til laksesmolt ofte ligger mellom 0,5 og 0,7, og de raskeste individene har vandringshastighet opp mot to kroppslengder per sekund (Thorstad med flere 2004, Finstad med flere 2005, Thorstad med flere 2007). Det var også individuell variasjon i hvor lenge smolten oppholdt seg i fjorden (sone IV) før de svømte ut av undersøkelsesområdet, men de fleste svømte relativt raskt videre og var kun registrert i sone IV over en periode mellom 1 og 8 timer. Unntaket er individ 122 som ble registrert i over 38 timer før signalene forsvant ut av undersøkelsesområdet, men denne smolten har enten et svært uvanlig vandringsmønster eller har blitt utsatt for predasjon (se ovenfor).

**Tabell 8.** Ankomsttider, vandringshastighet, tid brukt i Førdefjorden og total vandretid for fem merkete laksesmolter som vandret ut gjennom hele undersøkelsesområdet. Vandringshastigheten er presentert som kroppslengde per sekund (kl/s), og er regnet fra siste registrering ved elvemunningen til første registrering i sone IV. Total vandretid er regnet fra siste registrering ved elvemunningen til siste registrering i undersøkelsesområdet i Førdefjorden.

ID	Utvandring elvemunning (sone II)	Ankomst Ålasundet (sone III)	Ankomst Førdefjorden (sone IV)	Vandrings- hastighet (kl/s)	Tid i Førde- fjorden (timer)	Total vandretid (timer)
111	16.05.08 23:27	17.05.08 20:09	17.05.08 21:24	2,11	01:14	23:12
122	20.05.08 07:50	21.05.08 07:50	21.05.08 10:48	1,63	38:39	65:37
134	09.05.08 00:11	11.05.08 23:47	12.05.08 20:34	0,44	07:40	100:02
146	01.06.08 22:28	04.06.08 01:55	04.06.08 03:32	0,84	07:36	60:40
151	01.06.08 22:16	03.06.08 19:56	04.06.08 00:53	1,51	00:43	51:20

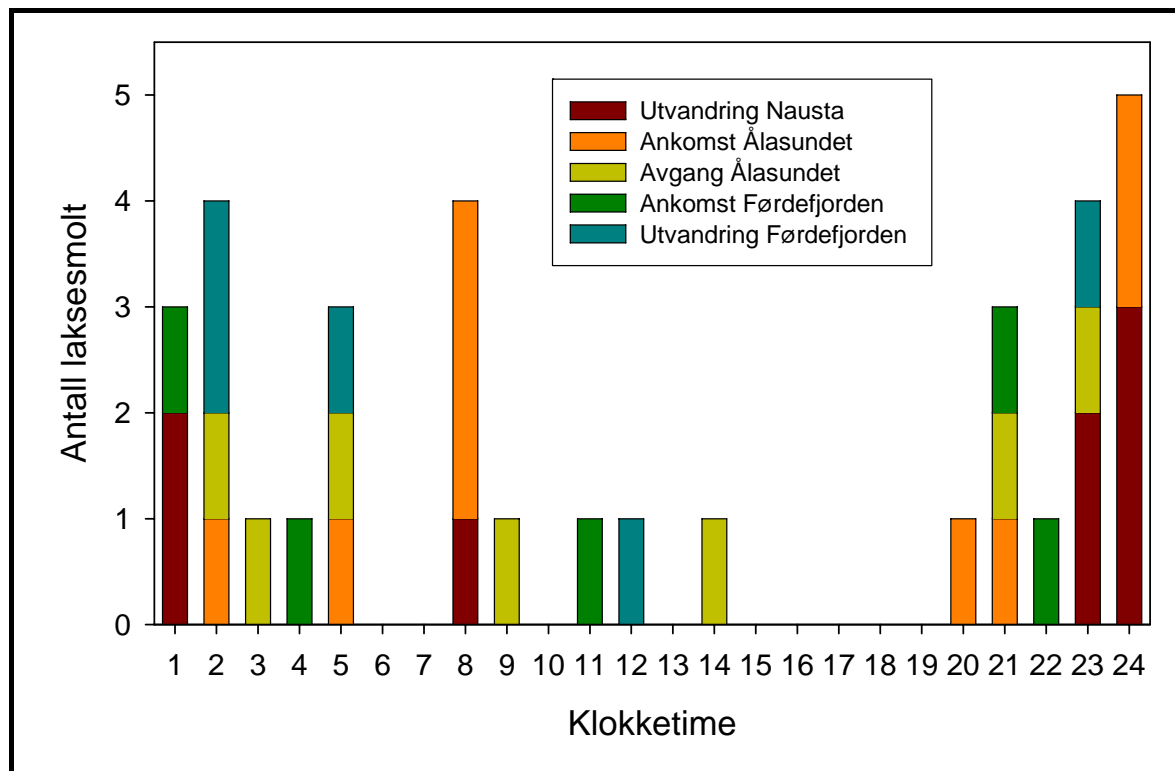
### Døgnvariasjoner i vandring

Det er vanlig at laksesmolt hovedsaklig vandrer om natten og det er antatt at de bruker mer tid på å spise om dagen (Hedger med flere 2008). Det har også nylig blitt påvist at laksesmolt oppholder seg i dypere vann om dagen når lyset er sterkere enn om natten når de er i fjorden under utvandring (Davidsen med flere 2008). Også i Førdefjorden foregikk mesteparten av vandringen om natten. Når tidspunktene for ankomst og utvandring av de ulike sonene (sone II til IV) sees under ett, var kun 12 % (n=4) registrert om dagen mellom klokka 09 og 14 og 88 % (n=30) om natten mellom klokka 20 og 08 (**figur 14**). Ingen ankomster eller utvandring fra sonene var registrert om ettermiddagen mellom 15 og 19. Av de ni laksesmoltene som ble registrert ved Ålasundet (sone III) etter å ha vandret ut av Nausta, forlot åtte laksesmolt elvemunningen (sone II) rundt midnatt, mellom klokka 23 og 01. Den siste smolten svømte ut av elvemunningen klokka 07:50. Videre var også ankomsttid i sonen ved Ålasundet hovedsaklig om natten, med seks individer som ankom mellom klokka 21 og 05, og de tre siste mellom 07 og 08. Passeringen gjennom Ålasundet (sone III) og ankomst og utvandring fra Førdefjorden (sone IV) var noe mer spredt i tid, selv om hovedforflytningen også her ble registrert om natten.

### Vandringsrute i Førdefjorden

Det var ingen registreringer på lyttebøye 7 som var plassert ved Engebøneset, og kun to individer var registrert ved bøye 6 (om lag 900 meter sørøst for Engebøneset). Det foreliggende grunnlaget indikerer at denne delen av fjorden ikke brukes i stor grad av smolten fra Nausta. De to individene som var registrert i nærheten av lyttebøye 6 var også registrert ved en eller flere av loggerne lenger ut i fjorden (8-12), og har sannsynligvis svømt på vestsiden av bøye 6 på vei utover fjorden. Dette tilsier at smolten i 2008 sannsynligvis i størst grad utnyttet midtre deler av Førdefjorden. Det er likevel mulig at det kan vandre laksesmolt i nærheten av Engebøneset, ettersom de tilgjengelige resultatene kun beskriver vandringsruta til et svært lavt antall individer ett enkelt år. Til sammenlikning kan det nevnes at det er estimert at omtrent 80 000 smolt vandret ut fra Nausta i 2008 (Torbjørn For-

seth, NINA, personlig meddelelse). Laksesmolt følger ikke alltid raskeste eller korteste vei ut gjennom fjordsystem, og kan ha mindre presis retning under utvandring (Thorstad med flere 2004). Det er derfor ikke usannsynlig at en ukjent andel av Nausta-smolten svømmer nærmere Engebøneset enn det telemetristudiet indikerer.



**Figur 14.** Antall vandrende laksesmolt fordelt på klokkeslett (time 1-24) for ut- og innvandring i de ulike sonene. Kun de individene som ble registrert ved ankomst Ålasundet (sone III, n=9) og/eller Førdefjorden (sone IV, n=5) etter utvandring fra Nausta er inkludert i figuren.

### Konklusjon

Laks fra Nausta og øvrige laksebestander i den nasjonale laksefjorden i Førdefjorden vandrer gjennom prosjektområdet. Passeringen gjennom prosjektområdet skjer både i smoltstadiet på vei mot havet og i senere livsstadier på vei tilbake til vassdragene. I og med at slike laksebestander er tillagt en spesielt høy nasjonal verdi, **vurderes prosjektområdet å ha en stor verdi for laks.**

### 5.1.2 Fiskebestandene i Stølselva

Stølselva er et lite vassdrag som munner ut i Førdefjorden på vestsida av Engebøfjellet. I perioder uten nedbør er vannføringen svært liten, og en forholdsvis liten del av elveleiet har vanddekt areal. De nederste delene av elva består av en mer eller mindre regelmessig alternering mellom små kulper (**bilde 5**) og korte, strie strykstrekninger eller små vannfall. Denne delen av vassdraget har i all hovedsak en naturlig utforming med svak meandre-ring, og det er også jevnt over en naturlig utformet kantvegetasjon langs vannstrengen. Det er imidlertid klare tegn på menneskelig påvirkning i form av sprengningsarbeid, gravearbeid, irrigasjonssystem og diverse jernskrammel og annet avfall i og ved vannstrengen.



**Bilde 5.** Nedre deler av Stølselva har flere små kulper med fast fjell eller grov stein i bunn.

Om lag 200 meter ovenfor utløpet i fjorden endrer Stølselva karakter. Elveløpet er rettet ut gjennom kanalisering og elveforbygging, og elva har et kunstig, kanalliknende preg der den renner mer eller mindre parallelt med riksveien (**bilde 6**). Det er også minimalt med kantvegetasjon langs vannstrengen, og det er jevnt over dyrket innmark helt ned mot elvebreddene. Elvebunnen og elvebreddene består i stor grad av tilførte masser bestående av mye grov, sprengt stein. I deler av dette partiet er det mindre rester av naturlige elvemasser (fin og grov elveør). På grunn av den store porøsiteten i det nåværende bunnsubstratet vil det kreve forholdsvis høy vannføring for å få et større, sammenhengende vassdekt areal i elvestrengen. Ovenfor krysningspunktet for riksveien får Stølselva igjen et mer naturlig og mindre menneskepåvirket preg, i form av mer naturlig utformet elveløp, bunnsubstrat og kantvegetasjon.



**Bilde 6.** Midtre deler av Stølselva har et sterkt preg av menneskelig påvirkning gjennom blant annet oppdyrking, gravearbeider, kanalisering og elveforbygging.

I juni 2008 ble hele elvestrekningen fra utløpet i sjøen (se **bilde 7**) og opp til en mindre bru om lag 500 meter opp i elva undersøkt ved hjelp av elektrisk fiskeapparat. Det ble fisket fra elvebredd til elvebredd, noe som samlet sett utgjorde et vanndekt areal på om lag 1 500 m<sup>2</sup>. Det ble fanget til sammen 71 aurer i størrelsen 35-230 mm, samt en ål som målte om lag 300 mm. Av aure ble det funnet seks påfølgende årsklasser fra årsyngel til femåringer (**tabell 9**). Ettåringer var den dominerende årsklassen, fulgt av toåringer og treåringer (**figur 15**). Det ble ikke fanget fisk som hadde ytre karakterer av sjøaure (blank, pelagisk drakt), og det var heller ingen strukturer i skjell og otolitter som tydet på innslag av sjøvandrende aure (sjøaure).

Manglende påvisning av sjøvandrende laksefisk i form av laksunger eller aure med sjøopphold kan trolig tilskrives det høye fossefallet i utløpet av Stølselva (se **bilde 7**). Dette vannfallet er overveiende sannsynlig for høyt og bratt til at laks og sjøaure er i stand til å passere dette vandringshinderet. Det er derfor god grunn til å anta at dette fossefallet er et absolutt vandringshinder for sjøvandrende laksefisk. Forekomsten av ål viser at denne sjøvandrende arten er i stand til å passere vandringshinderet. Ålen kan i motsetning til laks og sjøaure bevege seg på land, og kan eksempelvis krype i vått gress på sidene av forholdsvis høye og bratte elveparti.

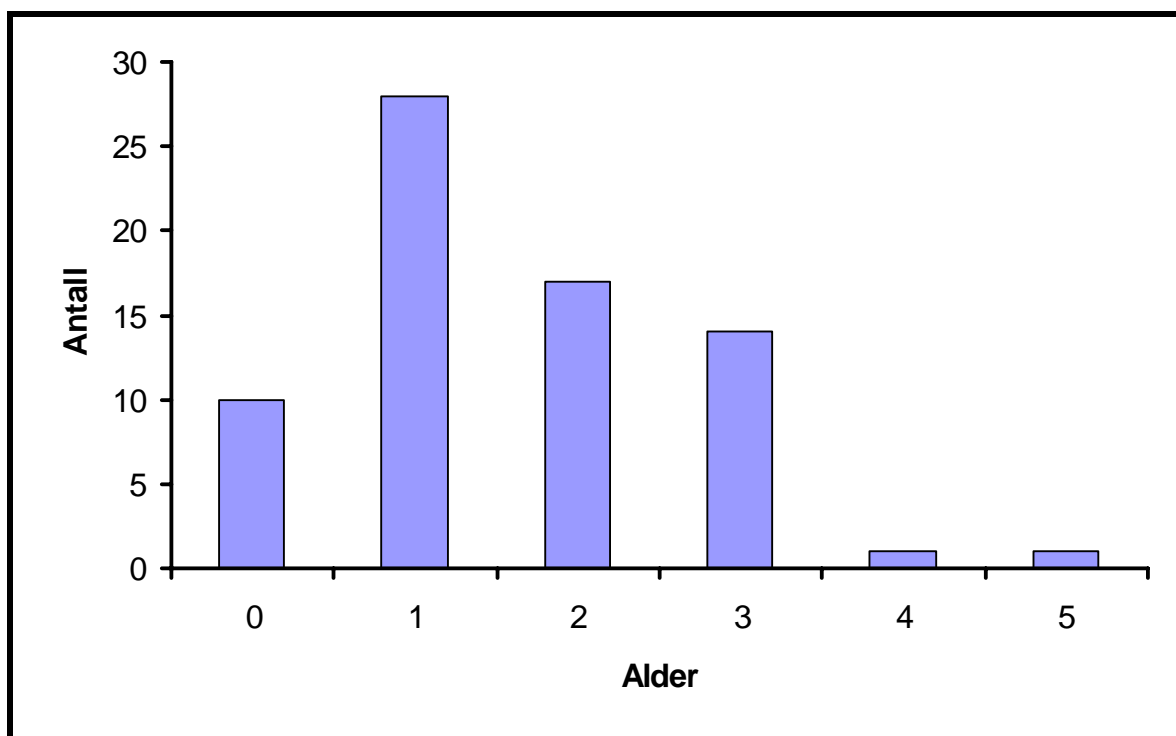


**Bilde 7.** Helt nederst i Stølselva er det et seks meter høyt vannfall som går ut i sjøen.

**Tabell 9.** Oversikt over aure fanget med elektrisk fiskeapparat i Stølselva i juni 2008.

Alder	Antall	Snittstørrelse (mm)	Variasjonsbredde (mm)
0	10	35,2	34 - 36
1	28	100,3	78 - 113
2	17	144,7	110 - 161
3	14	172,1	162 - 185
4	1	215,0	-
5	1	230,0	-
<b>Sum</b>	<b>71</b>	<b>119,4</b>	<b>34 - 230</b>

Når det gjelder mengden aure i Stølselva kan dette ikke beregnes med stor presisjon ut fra én enkelt gangs overfiske. Likevel kan man ut fra erfaringer fra liknende vassdrag og generell kunnskap om fangbarhet under elektrisk fiske gjøre et grovt overslag over mengden aure. Det er normalt å anta at fangbarheten under elektrisk fiske ligger i størrelsesorden 30-50 % (Bohlin 1977, Bohlin med flere 1989). I Stølselva ble det fisket i to områder på henholdsvis 440 og 375 meters lengde. Gjennomsnittsbredden på elveavsnittene var om lag 1,8 meter, noe som gir et samlet vanndekt areal på om lag 1 500 m<sup>2</sup>. Ut fra fiskefangst og antatt fangbarhet var det i størrelsesorden 140-240 aurer på de undersøkte strekningene, noe som tilsvarer en gjennomsnittstetthet i størrelsesorden 9-16 aurer per 100 m<sup>2</sup>.

**Figur 15.** Fordeling av aurefangst (til sammen 71 fisker) fra Stølselva i ulike aldersgrupper.

Den lave tettheten av aure i Stølselva er sammen med det høye vannfallet nederst i elva en indikasjon på at vassdraget har en ren elvebestand av aure (også kalt stasjonær aure eller elveaure). Denne antakelsen forsterkes av den relative årsklassestyrken, som ut fra fiskefangst tyder på en akkumulert bestand av eldre aure (se **bilde 8**). I en akkumulert bestand er det flere eldre fisk (veteraner) enn yngre (rekrutter), et fenomen som kan oppstå i systemer med lav rekruttering og høy overlevelse. I vassdrag med sjøvandrende laksefisk vil det være mye gytefisk med stor kroppsstørrelse, noe som gir en høyere eggproduksjon (Wootton 1998) og dermed økt tilgang på rekrutter i form av egg og yngel.



**Bilde 8.** I midten av juni 2008 ble det fanget 71 aurer i størrelsen 34-230 mm i Stølselva, og alle årsklasser fra årsyngel (0+) til femåringer (5+) var representert i fangsten.

### Konklusjon

De fiskebiologiske undersøkelsene i Stølselva tyder på at elva har en ren elvebestand av aure, og at det ikke finnes bestander med sjøvandrende laksefisk (laks og sjøaure) i vassdraget. Aureproduksjonen i nedre deler av vassdraget synes å være svært lav, og vesentlig lavere enn det som er normalt i et vassdrag med sjøaure. Forekomst av ål er påvist i undersøkelsene. Vandringshinderet nederst i Stølselva tilsier likevel at elva er vanskelig tilgjengelig for ål. **Samlet sett og med hovedvekt på laksefisk vurderes derfor området å ha liten verdi for elvelevende fiskesamfunn.**

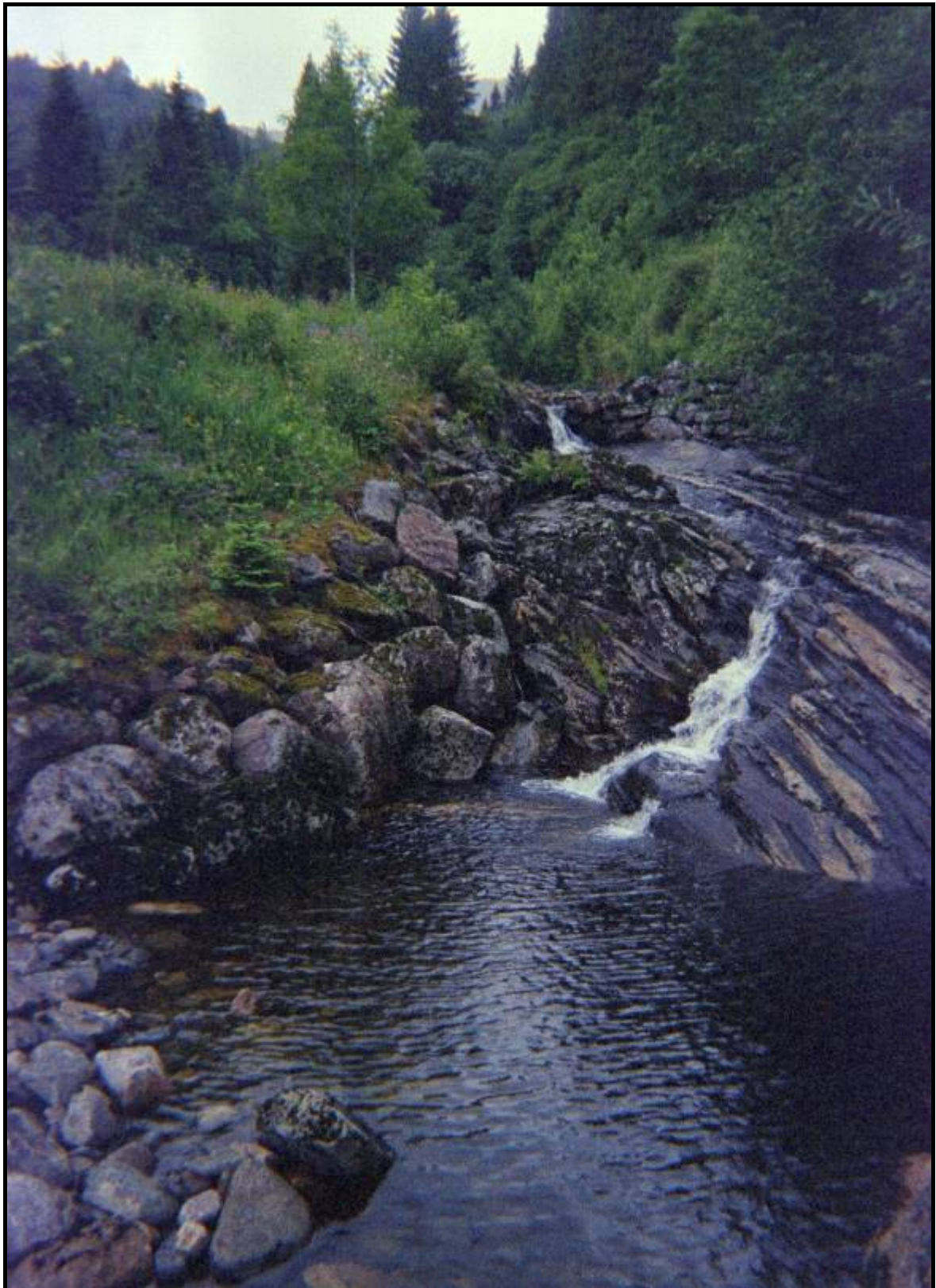
### 5.1.3 Fiskebestandene i Grytelva

Grytelva er et lite vassdrag som munner ut i Førdefjorden på østsida av Engebøfjellet. I perioder uten nedbør er vannføringen svært liten, og en begrenset del av elveleiet har da vanndekt areal. Den nederste delen av elva har lav stigning og mangler fallparti som utgjør noe vandringshinder for sjøvandrende laksefisk og oppvandrende ål (**bilde 9**). Elvebunnen består i hovedsak av grovere masser som grov elveør og stor kuppelstein. Kantvegetasjonen er tydelig påvirket av menneskelige aktiviteter som forbygging, oppdyrking og veibygging. Langs elvestrengen ligger det også noen vannledninger (trolig irrigasjonssystem eller vannforsyning).



**Bilde 9.** Nedre deler av Grytelva er lett tilgjengelig for oppvandrende laksefisk og ål.

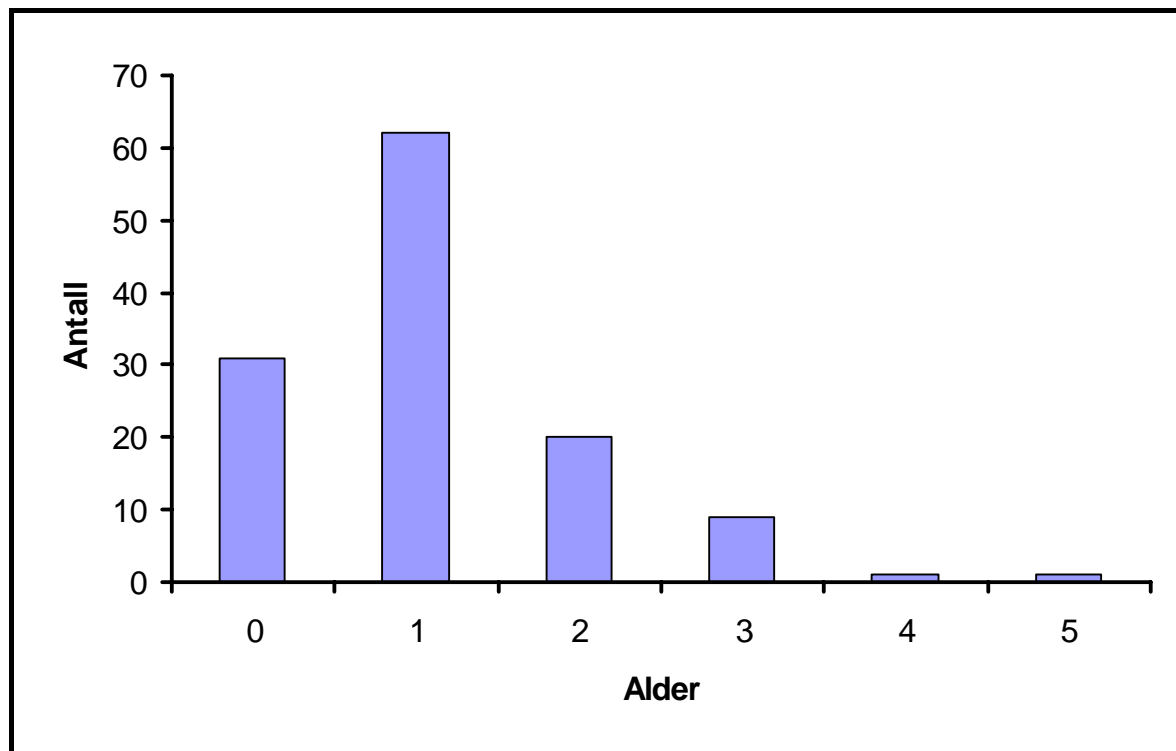
Om lag 150 meter oppstrøms utløpet i sjøen er det et vannfall med om lag seks meter samlet fall (se **bilde 10**). Øverst i vannfallet er det bygd opp en steinmur med om lag 75 centimeters høyde. Ved tilsvarende eller mindre vannføring som på undersøkelsestidspunktet i juni 2008, er det all grunn til å anta at dette vannfallet er et absolutt vandringshinder for sjøvandrende laksefisk. Det kan likevel ikke utelukkes at det er passeringssmuligheter for større laksefisk når vannføringen er vesentlig større, slik at vannfallet bare er et delvis vandringshinder for sjøvandrende laksefisk. Om lag 100 meter oppstrøms det aktuelle vannfallet er det et lengre fallparti, som har et samlet fall på om lag 11 meter. Vannfallet går i all hovedsak over fast fjell, og er delt opp i to-tre mindre fall med mellomliggende, små høler. Selv om det heller ikke her kan konstateres et absolutt vandringshinder, er det overveiende sannsynlig at ingen sjøvandrende laksefisk klarer å passere fallpartiet.



**Bilde 10.** Om lag 150 meter opp i Grytelva er det et vannfall som trolig er vandringshinder.

Det ble fanget 12 åler i nedre deler av Grytelva. Ålene var i størrelsen 89-400 mm, hvorav de fleste (58 %) var mellom 100 og 200 mm lange. De tre største ålene målte henholdsvis 270, 380 og 400 mm. Fangsten av ål tilsier et bredt alders- og utviklingsspekter; fra unge individer som nettopp har vandret opp fra sjøen (ålefaringer) til eldre individ (gulål) som nærmer seg kjønnsmoden alder. I tillegg til de fangete ålene ble det observert en del små ålefaringer helt nederst i Grytelva.

Aure var den klart dominerende arten i fiskesamfunnet i Grytelva, med en samlet fangst på 120 aurer i størrelsen 31-218 mm (se **tabell 10**). Det ble i likhet med i Stølselva funnet seks årsklasser (årsyngel til femåringer; **figur 16**). Blant årsklassene dominerte ettåringer (52 %) fulgt av årsyngel (26 %), mens det var svært få individer som var eldre enn tre år (2 %). Det ble ikke fanget aurer med pelagisk drakt, men likevel er det sannsynligvis en bestand med sjøaure i Grytelva. Dette ut fra at minst 150 meter av vassdraget er tilgjengelig for sjøvandrende laksefisk, samt at elvebunnen er egnet for gyting og oppvekst av laks og sjøaure. Det høye innslaget av ungfisk sammenliknet med eldre fisk er også en indikasjon på næringsvandring hos aure fra Grytelva til Førdefjorden.



**Figur 16.** Fordeling av aurefangst (120 fisker) fra Grytelva i ulike aldersgrupper.

Hele vannstrengen fra munningsområdet til antatt absolutt vandringshinder ble overfisket én gang. Til sammen utgjør dette en elvestrekning på omtrent 250 meters lengde. Gjennomsnittsbredden på elveavsnittene var om lag to meter, noe som gir et samlet vanndeckt areal på om lag 500 m<sup>2</sup>. Ut fra fiskefangsten på 120 aurer (se **tabell 10**) og antatt fangbarhet (Bohlin 1977, Bohlin med flere 1989) var det i størrelsesorden 240-400 aurer på den undersøkte strekningen. Dette tilsvarer en gjennomsnittstetthet i størrelsesorden 96-160 aurer per 100 m<sup>2</sup>.

**Tabell 10.** Oversikt over aure fanget med elektrisk fiskeapparat i Grytelva i juni 2008.

Alder	Antall	Snittstørrelse (mm)	Variasjonsbredde (mm)
0	31	34,7	31 - 41
1	62	96,2	74 - 116
2	20	129,9	108 - 177
3	9	177,9	156 - 208
4	1	218,0	-
5	1	204,0	-
<b>Sum</b>	<b>120</b>	<b>94,0</b>	<b>31 - 218</b>

### Konklusjon

De fiskebiologiske undersøkelsene i Grytelva tyder på at elva har en bestand av sjøaure, i tillegg til en elvelevende bestand av aure. Alle vanlige årsklasser for en sjøaurebestand er rikt representert (se **bilde 11**), noe som tyder på årviss gyting av stedegen sjøaure. Aureproduksjonen i nedre deler av vassdraget er høy, og er på nivå med andre vassdrag som har gyting av sjøaure. De forholdsvis gode fangstene av ål av ulike størrelser og alder, tilsier at Grytelva er et viktig oppvekstområde for ål med tilhørighet i Førdefjorden. **Samlet sett og med hovedvekt på laksefisk vurderes området å ha middels verdi for elvelevende fiskesamfunn.**



**Bilde 11.** I midten av juni 2008 ble det fanget 120 aurer i størrelsen 31-218 mm i Grytelva, og alle årsklasser fra årsyngel (0+) til femåringer (5+) var representert i fangsten.

#### 5.1.4 Sammenstilling av verdier

De tre miljøverdiene som det er fokusert på i denne fagrapporten er bestandene av laksefisk i Stølselva, Grytelva og Nausta. I de to førstnevnte lokalitetene er det naturlig å belyse alle deler av fiskesamfunnet, noe som i praksis vil si bestander av sjøaure, elvelevende aure og ål. Viktigheten av Grytelva for ål gjør at denne elva samlet sett vurderes å være en viktigere ferskvannslokalitet enn Stølselva (se **tabell 11**).

Når det gjelder Nausta er utelukkende vandringsforholdene for laksesmolt belyst. Dette innebærer at prosjektområdet i Førdefjorden har tilleggsverdier for laksefisk som ikke er belyst, slik som temporært oppholdssted for innvandrende laks samt en sannsynlig funksjon som nærings- og overvintringsområde for sjøaure. Ved å inkludere disse aspektene kunne vurderingene tilsi noe høyere verdi for denne lokaliteten og naturtypen, uten at det ville ha gitt noe høyere kategori plassering (jf. **tabell 11**).

**Tabell 11.** Sammenstilling av verdier som de tre undersøkte lokalitetene har for laksefisk. Verdikategorier A-C er i henhold til Direktoratet for naturforvaltning sine håndbøker (Anonym 2007a, 2007b), mens KU-verdi er i henhold til Statens vegvesen sin håndbok for konsekvensutredninger (Anonym 2006b).

Lokalitet	Kommune	Kategori	Verdi	KU-verdi
Stølselva	Naustdal	Ferskvannslokalitet	C	Liten
Grytelva	Naustdal	Ferskvannslokalitet	B	Middels
Nausta	Naustdal	Ferskvannslokalitet	A	Stor

## 5.2 Påvirkning

Gruvedriften ved Engebø kan påvirke fiskebestander på ulike måter, som blant annet varierer både i tid og rom. Mens laksebestanden i Nausta bare kan bli direkte påvirket under vandring gjennom prosjektområdet, er fiskebestandene i Stølselva og Grytelva permanent lokalisert innenfor influensområdet (stasjonær fisk) eller i lengre perioder (sjøvandrende fisk).

### 5.2.1 Utvandringsforhold for laksesmolt fra Nausta

De viktigste påvirkningsfaktorene fra gruvedrift som kan ha effekt på laksesmolt fra Nausta er ulike former for forstyrrelser i fjordområdet når smolten vandrer gjennom prosjektområdet. Dette kan for eksempel være i form av støy og kunstig lys fra gruveanlegget, samt støv, slam eller annen avgang ut i fjorden. Dersom laksesmolt unngår selv en liten strekning av vandringsruta, vil dette kunne være tilstrekkelig til å redusere vandringssuksess og dermed redusere rekrutteringen til bestanden. Tilsvarende vil kortere eller lengre forsinkelse i utvandringen kunne redusere vandringssuksess på kort sikt og bestandsrekruttering på lenger sikt.

#### Støypåvirkning

Sammenlagt produserer gruvedrift mye støy og vibrasjoner i nærområdene og dette kan være en kilde til forstyrrelser i naturen rundt. Den potensielle støypåvirkningen fra det planlagte prosjektområdet kan deles i tre hovedfaktorer:

- Sprengning i gruveanlegget,
- Økt båttrafikk i fjorden,
- Generell støy fra gruveanlegget.

Flere studier har evaluert effekter av støy i både ferskvann og marine habitater, men likevel er kunnskapen liten om hvordan fisk påvirkes av menneskeskapt støy. Eksempelvis er det estimert at laks kan oppdage lyden fra offshore vindmøller på 500 meters avstand (Wahlberg 2005), men det er ikke kjent i hvilken grad dette forårsaker problemer for fisken og hva eventuelle langtidseffekter kan være. Generelt er lyd og hørsel viktig for fisk både i forbindelse med navigering og orientering, kommunikasjon, predasjonsunnavikelse og matsøk (Popper 2003, Wysocki med flere 2007). Alvorlige negative effekter på fisk som følge av økt støy kan blant annet være forstyrrelser på evnen til å kommunisere, langvarig stress og beredskapsatferd, og midlertidig eller langvarig tap av hørsel (Wahlberg 2005). Videre kan atferdsendringer i form av forflytninger vekk fra støykilden redusere fiskens suksess, for eksempel gjennom redusert mattilgang.

Når det gjelder vandrende laksesmolt i Førdefjorden vil langvarige effekter av støy ikke være av stor betydning, ettersom smolten kun vandrer gjennom området i løpet av noen få dager. Derimot kan det være av større betydning dersom smolten skremmes vekk fra den opprinnelige vandringsruta, eller hvis orienteringsevnen svekkes på vei gjennom fjorden. Sterk lyd kan kamuflere lydbølger mellom predatorer og byttedyr (Myrberg 1990, Popper 2003), og det vil kunne føre til økt dødelighet blant utvandrende laksesmolt dersom høyt støynivå fører til at evnen til predatorunnavikelse svekkes. Det kan også tenkes at smoltens evne til matsøk kan reduseres, både dersom støyen fører til dårligere informasjon om omgivelsene og dersom smolten blir forhindret fra fri bruk av hele fjordområdet.

Fisk reagerer sterkt på sprengninger og eksplosjoner (Wright og Hopky 1989). Sprengninger medfører både støy, vibrasjoner og trykkbølger. Dette transporteres raskt i vann og oppfattes svært lett av fisk. Sjokkbølgene og trykkforandringene som følger eksplosjoner har spesielt stor effekt på svømmeblæra og andre indre organer (Wright og Hopky 1989). Hvor mye skade fisken tar av eksplosjoner avhenger av mange faktorer, slik som type og størrelse av eksplosjon, avstand fra detonasjonssted, vanddyp, type substrat, fiskeart og livsstadium. Ved lengre avstand og mindre sterke lyd- og trykkbølger er sannsynligvis direkte skader av mindre betydning. Derimot kan effektene av stress og frykt grunnet brå lyder være potensielt negative for laksesmolt. Generelt er kortvarig og plutselig støy mer stressende for fisk enn kontinuerlig støy (Wysocki med flere 2006).

Eksempler på godt studerte sprengninger i akvatiske habitat er effektene av seismisk skyting med luftkanoner som brukes for å kartlegge forekomster av olje og gass på havbunnen. Flere undersøkelser har vist at fisk skremmes over lengre avstander og over tid av slik seismikk (Løkkeberg 2008). Dette skyldes blant annet at fisken reagerer på infralyd. Det er påvist at laksesmolt utviser sterkest fluktnespons når den er utsatt for lyd med svært lave lydbølger (mindre enn 20 Hz) (Sand med flere 2001).

Selv om det er kjent at sprengning og seismiske forstyrrelser under vann har stor påvirkning på fisk, foreligger det lite informasjon i hvilken grad sprengninger i fjell kan påvirke fisk i fjorden. Ettersom brå og sterk støy medfører stress og fluktnespons hos fisk, kan det ikke utelukkes at sprengninger i Engebøfjellet vil påvirke laksesmolt som vandrer i Førdefjorden. I verste fall kan regelmessige sprengningsaktiviteter påvirke utvandringens mønster og forsinke utvandringen av smolt gjennom prosjektområdet. Med tanke på at foreliggende kunnskapsgrunnlag tilsier at sterk og brå støy har mange negative effekter på fisk, bør det vurderes i hvor stor grad sprengninger bør unngås i akkurat den perioden hvor laksesmolt fra Nausta vandrer ut i Førdefjorden.

Ut fra foreliggende opplysninger er det planlagt 3-5 sprengninger per uke, og det er ikke planlagt sprengninger på søndager (notat av 10.02.09 fra Havforskningsinstituttet). Imidlertid kan det være aktuelt å redusere omfanget av sprengninger i den mest sentrale utvandningsperioden for laksesmolt (Jens Skei, NIVA, personlig meddelelse). Middels vandringshastighet hos de fem laksesmoltene som vandret gjennom prosjektområdet varierte mellom 0,44 og 2,11 kroppslengder per sekund (jf. **tabell 8**). Middelverdien på 1,31 kroppslengder per sekund tilsvarer en middels vandringshastighet på om lag 600 meter per time. Dette innebærer at en målrettet vandring gjennom hele prosjektområdet (det er om lag 8 km i midtfjords sjølinje fra Ålasundet til Hegreneset) vil ta 12-13 timer.

De merkete laksesmoltene som passerte Ålasundet viste store individuelle variasjoner i vandringsatferd, vandringshastighet og vandringsrute. Rene gjennomsnittsbetraktninger vil følgelig ikke dekke variasjonsspennet i atferd og vandringsrute. Ut fra fjordutforming og avstander er det grunn til å anta sprengninger ikke vil ha påviselig effekt på laksesmolt i fjordområdet øst for Ålasundet. Gitt at negative effekter av sprengning først kan inntreffe i Ålasundet, vil verst tenkelig effekt inntreffe dersom det gjennomføres en sprengning i det tidsrommet større mengder smolt ankommer Ålasundet. Dersom sprengningen har en langvarig skremselseffekt, eventuelt helt fram til neste sprengningsepisode, vil dette ha et negativt potensial i form av økt dødelighet som følge av predasjon og angrep fra lakselus.

Sannsynligheten for at det oppstår en slik form for lydspærre vil være avhengig av sprengningsfrekvens i utvandningsperioden for smolt (se ovenfor), overføring av trykkbølger fra fjell til vann, avstand fra kilde til laksesmolt samt reaksjonsmønster hos laksesmolt. Det er et mangelfullt empirisk grunnlag for flere av disse faktorene (se usikkerhetsbetraktninger i kapittel 7). Gitt at sprengningsfrekvensen i den mest sentrale utvandningsperioden er vesentlig lavere enn på daglig basis, eksempelvis med bare én sprengning per uke, er det

grunn til å anta et begrenset negativt potensial for utvandrende laksesmolt. Ut fra en samlet vurdering er det skjellig grunn til å anta at daglige sprengninger i sentral utvandningsperiode har et påviselig negativt potensial for laksesmolt, mens sprengningsfrekvenser på én gang per uke eller sjeldnere mest trolig ikke vil ha påviselig negativ effekt.

Trafikk av motoriserte båter skaper mye støy, for eksempel kan en båt med påhengsmotor produsere lyd opptil 175 desibel under vann. Laks hører lydbølger mellom 30 og 400 Hz og kan derfor være sensitive til støy fra båter (Museth med flere 2007). Fisk reagerer på støy med økt stress (Wysocki med flere 2006), og det er dokumentert at motorisert båttrafikk på overflaten fører til unnvikelsesrespons hos fisk helt ned på 150 meters dyp for noen arter (Vabø med flere 2002). Dette kan være av betydning dersom gruvedriften vil føre til stor økning i mengden båttrafikk i Førdefjorden i perioden smolten vandrer ut. Laksesmolt svømmer oftest nært overflaten når de vandrer ut i fjorden, gjerne mindre enn to meters dyp (Davidsen med flere 2008). Dette kan være for å unngå dyptlevende predatorer, for å unngå de mer salte lagene dypere eller for å hjelpe på orienteringsevnen. Dersom støy fra motorferdsel fører til at smolten tvinges til å trekke dypere, kan dette ha konsekvenser for utvandringssuksessen.

Resultatene fra de telemetriske undersøkelsene av laksesmolt fra Nausta ga ingen indikasjoner på at fjordområdet i umiddelbar nærhet av gruvedriften utnyttes av smolten når de vandrer ut. Det kan derfor antas at generell kontinuerlig støy fra anleggsområdet, slik som transport, malmknusing og prosessanlegg, ikke vil ha nevneverdige effekter på laksesmolten. Det er likevel verdt å huske, som tidligere poengtert, at det kan være laksesmolt i nærheten av Engebøneset selv om dette ikke ble oppdaget blant det svært lave antallet individer ( $n=5$ ) som er inkludert i de tilgjengelige resultatene. Dersom deler av bestanden oppholder seg i dette området i dag, kan økt støynivå fra gruvedriften føre til at det utnyttes i mindre grad i framtiden, og at hele bestanden velger utvandningsrute lengre vekk fra Engebøneset.

### Lyspåvirkning

Laksesmolt svømmer nært overflaten, men varierer dybde mellom dag og natt. Svømmedybden påvirkes av lysintensitet, og det er antatt at unnvikelse fra predatorer er årsaken til at smolten varierer dybden med lyset (Davidsen med flere 2008). Ved å svømme dypere under sterke lysforhold kan predasjon fra fiskespisende fugler reduseres. Ettersom dette viser at laksesmolt er ømfintlig for lys, kan det tenkes at kunstig lys også påvirker smoltens adferd. Såkalt "økologisk lysforurensning" er lite undersøkt, men det er studier som har vist at dyr kan endre atferd på grunn av kunstig lys, og at dette særlig kan ha konsekvenser om natta i akvatiske habitater (Baker og Richardson 2006). Kunstig lys er ofte sterkere og mindre gradvis enn månelys og de naturlige endringer i lysforholdene. Studier fra USA har dokumentert at i Lake Washington, som har mye belysning fra omliggende byer, har pelagiske småfisk økt predasjonsrisiko om natta som følge av lysforurensing (Mazar og Beauchamp 2006). Dette skyldes at bedre visuelle forhold for større fisk på grunn av kunstig lys øker predasjonsraten.

Det kan tenkes at kunstig lys fra kaiområdet og gruveanlegget vil kunne forhindre laksesmolt fra å svømme i nærheten av anleggsområdet, siden de naturlig unnviker sterkt lys. Hva slags lys og hvor langt lyset rekker vil påvirke hvor stort område smolten unngår. Dermed kan effekt av lysforurensing være liknende som effekten av generell støy fra anleggsområdet (se over), og muligens føre til at laksesmolt velger å legge vandningsruta til andre deler av fjorden.

## Utslipp

Det er ikke planlagt utslipp fra gruveanlegget ved ordinær drift, men ved eventuelle uhell er det likevel å forvente at avgang av uorganiske partikler kan komme ut i de omliggende vassdragene og fjorden (Staalstrøm og Molvær 2008). Den viktigste påvirkningen av dette vil være blakking av vannet, på grunn av små partikler (sand) som synker svært sakte mot bunnen. Dette blokkerer lyset effektivt og fører også til redusert sikt for fisk (Davies-Colley og Smith 2001). I alvorlige tilfeller kan løste sedimenter i vannet også skape irritasjon på gjellene hos fisk eller ha andre fysiologiske konsekvenser.

Modellering av utslipp som følge av uhell fra gruveanlegget (Staalstrøm og Molvær 2008) viser at spredning av partikler i verste fall kan strekke seg svært langt (opp til 15 km). Ved eventuelle utslipp fra Grytelva er spredningen mindre (Staalstrøm og Molvær 2008), og smolten vil kunne unngå de mest grumsete områdene dersom den velger utvandningsrute langs sørsiden av Førdefjorden. Derimot vil utslipp fra Stølselva og Engebøkaia kunne forårsake partikkelspredning i tilnærmet hele det området som smolten vandrer gjennom (Staalstrøm og Molvær 2008). Fordi partikkelspredningen hovedsaklig vil påvirke de øverste 10 meterne av vannlaget (Staalstrøm og Molvær 2008), kan det medføre konsekvenser for laksesmolt, som hovedsakelig oppholder seg nært overflaten (Davidsen med flere 2008).

Fisk som har migrasjon som en viktig del av livshistorien kan forhindres fra sitt naturlige vandringsmønster dersom de aktivt unngår områder med mye sedimentutslipp og avsetninger fra industri og jordbruk (Boubee med flere 1997). Det er vanskelig å forutsi om laksesmolten vil unngå å passere like etter et uhell med partikkelutslipp fra gruveanlegget eller om den vil svømme gjennom. Dersom laksen unngår sedimentert vann og partikkelspredningen er langvarig, vil et slikt utslipp i verste fall kunne forårsake at utvandringen avbrytes og smolten vandrer tilbake til Nausta. Det hender at noen individer ombestemmer seg og vandrer tilbake til elva etter å ha svømt kortere strekninger ut i fjorden, men en slik tilbakevandring medfører sannsynligvis store kostnader og risiko for smolten. Alternativt kan smolten gå dypere for å unngå det mest grumsete vannet. Dette vil kunne medføre større predasjonsrisiko og høyere eksponering for salinitet tidlig etter smoltifisering (Davidsen med flere 2008).

Det kan ikke utelukkes at laksesmolt vil følge normal vandringsrute i Førdefjorden, selv om utslipp skulle føre til økt mengde partikler i fjorden. I og med at laksefisk kan være utsatt for mye sedimentering og partikler i elver (Acorney og Sear 1999), er det ikke nødvendigvis slik at smolten får fysiologiske problemer av dette, men det kan likevel være andre problemer knyttet til grumsete vann i fjorden. Økologiske effekter på fisk på grunn av økt turbiditet er grundig undersøkt, men mange faktorer påvirker utfallet, for eksempel type partikler, størrelse på partikler, strømforhold, lysforhold og artenes ømfintlighet og syn. En rekke studier viser at graden av klarhet i vannet har betydning for interaksjoner mellom arter, spesielt mellom predator og byttedyr (blant andre Abrahams og Kattenfeld 1997, Utne-Palm 2002).

For mindre laks kan grumsete vann virke som en beskyttelse mot predasjon under vandring siden sikten til predatoren forringes (Gregory og Levings 1998). Eksperimenter har vist at ung stillehavslaks (*Oncorhynchus tshawytscha*) utviser mindre forsiktighet når de er i vann med høy turbiditet (Korstrom og Birtwell 2006). Det interessante i denne studien er at dette påvirker deres atferd og predatorunnavikelse også når de senere oppholder seg i klart vann. Selv kort tid (48 timer) i grumsete vann kan derfor indirekte medføre økt predasjonsrisiko for unglaks, fordi de er mindre forsiktige i klart vann etterpå.

Økt turbiditet kan også tenkes å påvirke smoltens evne til matsøk. Studier på ungfisk av regnbueaure (*Oncorhynchus mykiss*) under ulike turbiditets- og lysforhold har vist at syn ikke nødvendigvis er den viktigste sansen for å finne egnet mat, og at for eksempel inntaksraten av vannlopper ikke ble redusert i grumsete vann (Rowe med flere 2003). Økt turbiditet kan likevel føre til endringer i hvilke typer byttedyr laksefisk hovedsaklig spiser. Ulike former for turbiditet kan ha ulike effekter på sikten. I tillegg påvirkes evnen til matsøk både av type mat, grad av predasjon og varierer også mellom fiskearter.

Det er derfor ikke mulig å forutsi i hvor stor grad laksesmolt vil få redusert mattilgang av utslipp av sand i fjorden. For å svare på dette ville det være nødvendig med eksperimentelle tester med de aktuelle parametre. Det er også uklart hvor viktig visuell informasjon er for orienteringen hos laks (Ueda med flere 1998, Thorstad med flere 2004), men dersom sikt er medvirkende vil økt turbiditet også kunne ha konsekvenser for smoltens evne til å orientere seg under utvandring. Totalt sett gir dette indikasjoner på at dødeligheten blant laksen fra Nausta i verste fall kan øke dersom smolten må vandre gjennom områder med grumsete vann, for eksempel gjennom redusert mattilgang, redusert forsiktighet med påfølgende økt predasjonsfare eller vanskeligheter med navigasjonen.

### Konklusjon

Omfanget av de ulike påvirkningsfaktorene av gruvedrift på laksesmoltens utvandring varierer fra liten til middels (**tabell 12**). Det største negative potensialet har utvilsomt sprengninger, ut fra omfang (potensielt daglig) og kjent skadelig potensial hos annen fisk. I tillegg til påvirkning på utvandrende laksesmolt vil sprengninger og annen støy også påvirke innvandrende gytelaks og utvandrende vinterstøinger. Det empiriske grunnlaget er likevel utilstrekkelig til å fastslå om de negative påvirkningene fra sprengningene vil være ubetydelige eller ha en påviselig negativ effekt. **Ut fra en samlet vurdering vurderes gruvedrift å ha en liten negativ effekt på laksebestanden i Nausta.**

**Tabell 12.** Vurdering av påvirkning fra gruvedrift på vandrende laksesmolt i Førdefjorden. Det er verdt å merke seg at det er spesielt vanskelig å vurdere effektene av sprengning og utslipp. Dette skyldes at man har utilstrekkelig empirisk grunnlag for å vurdere sprengningseffekter, og at det er knyttet usikkerhet til hvor sannsynlig det er at det skjer større eller mindre utslipp til Førdefjorden.

Faktor	Påvirkningsgrad	Merknader
Sprengning	Liten	Utilstrekkelig empirisk grunnlag
Båttrafikk	Liten	
Generell støy	Liten	
Lys	Liten	
Utslipp	Liten til middels	Usikre sannsynlighetsforhold

### 5.2.2 Fiskeproduksjon i Stølselva og Grytelva

Den viktigste påvirkningsfaktoren fra gruvedrifta på fiskebestandene i Stølselva og Grytelva er tilførsel av støv og andre finstoffer. Til tross for at gruvedriften er planlagt slik at det ikke skal være noe direkte kontakt mellom dagbrudd og elvene, tilsier den geografiske nærheten at det må forventes en viss tilførsel av sedimenter til begge elvene. For det første vil støv fra sprengninger deponeres i nedbørsfeltet til elvene, og dette sprengningsstøvet vil derfor før eller siden havne i vannstrengene. Denne tilførselen av støv må antas å ligge på et lavt og forholdsvis stabilt nivå, og kommer i tillegg til den naturlige sedimenttilførselen i de to vassdragene.

I tillegg til den jevne tilførselen av små mengder sprengningsstøv som kan forventes, vil det også være en risiko for tilførsel av større mengder sedimenter i forbindelse med driftsuhell. Med så pass lang driftstid som det er planlagt med i dette prosjektet er det en reell risiko for at slike uhell inntreffer en eller flere ganger. Staalstrøm og Molvær (2008) har gjennomført simuleringer ut fra ulike sedimentutslipp fra Stølselva og Grytelva til Førdefjorden. I simuleringene er det benyttet partikkelkonsentrasjoner i ellevannet på henholdsvis 10, 100 og 1 000 mg/l – hvorav den siste konsentrasjonen kan ses på som et verst tenkelig tilfelle (Staalstrøm og Molvær 2008).

Ungfisk av laks og aure er sterkt avhengige av tilgang på skjul for vekst og overlevelse (Marschall og Crowder 1996, Finstad med flere 2007). I norske vassdrag er den vanligste formen for skjul i form av hulrom mellom steinene på elvebunnen – noe som også er den viktigste skjulformen i Stølselva og Grytelva. Fysiske inngrep som reduserer tilgangen på skjul vil resultere i redusert ungfiskproduksjon, med påfølgende reduksjon i rekrutteringen til gytebestandene. Redusert skjultilgang er påvist i regulerte vassdrag som Kvina og Eira (Bremset med flere 2008, Jensen med flere 2008), samt i vassdrag der det er tatt ut større mengder grus fra elvebunnen (Bremset med flere 1993).

Topografi og elvebunn er forholdsvis forskjellig i Stølselva og Grytelva. I nedre deler av Stølselva er det en rekke små kulper som gir oppholdssted for aure. I slike dypere områder er ikke tilgangen på hulrom i elvebunnen like viktig som i grunne områder, blant annet ut fra at vanddybden i seg selv er en form for skjul (Gibson 1988, Klemetsen med flere 2003). Aurer i dypområder er generelt sett mindre knyttet til elvebunnen enn aure i grunnområder (Bremset og Berg 1997). Følgelig vil en økt sedimenteringsrate som følge av sprengningsstøv eller driftsuhell ikke nødvendigvis ha like negativ effekt på aureproduksjon i Stølselva som den kan ha i Grytelva.

#### Konklusjon

Omfanget av de ulike mulige påvirkningsfaktorene av gruvedrift på fiskesamfunnene i Stølselva og Grytelva varierer fra små til store (**tabell 13**). Imidlertid vurderes svært høye utslipp av partikler som følge av uhell å være lite sannsynlig. **Påvirkningsfaktorer som kan påregnes i Stølselva vurderes derfor som små negative, mens tilsvarende faktorer vurderes som små til middels negative i Grytelva.**

**Tabell 13.** Vurdering av påvirkningsgrad av gruvedrift på fiskesamfunn i Stølselva og Grytelva. Vurderingene omfatter langtidseffekter av en konstant tilførsel av mindre mengder sprengningsstøv, samt effektene av et driftsuhell som medfører akutte tilførsler på henholdsvis 10, 100 og 1 000 mg partikler per liter elvevann (jf. simuleringer i Staalstrøm og Molvær 2008).

Faktor	Stølselva	Grytelva
Sprengningsstøv	Liten	Liten
Partikkelinnhold (10 mg/l)	Liten til middels	Middels
Partikkelinnhold (100 mg/l)	Middels	Middels til stor
Partikkelinnhold (1 000 mg/l)	Stor	Stor

### 5.2.3 Sammenstilling av påvirkningsfaktorer

En sammenstilling av de viktigste påvirkningsfaktorene for de undersøkte naturverdiene samt samlet omfang av påvirkningene er gitt i **tabell 14**. Summen av påvirkningsfaktorene vurderes å være små til middels negative for laksebestanden i Nausta og fiskesamfunnet i Grytelva, mens de vurderes å være små negative for fiskesamfunnet i Stølselva.

**Tabell 14.** Sammenstilling av påvirkningsfaktorer og vurdert omfang av påvirkninger. Det er knyttet vesentlig større usikkerhet til påvirkningen av laksebestanden i Nausta enn til fiskesamfunnene i Stølselva og Grytelva.

KU-tema	Påvirkningsfaktorer	Omfang av påvirkninger
Laksebestanden i Nausta	Sprengning og annen støy, lys og utslipp	Små negative
Fiskesamfunn i Stølselva	Støv fra sprengning og utslipp under driftsuhell	Små negative
Fiskesamfunn i Grytelva	Støv fra sprengning og utslipp under driftsuhell	Små til middels negative

### 5.3 Konsekvenser

En sammenstilling av hvilke konsekvenser som kan påregnes av prosjektet på ulike fiskebiologiske KU-tema er gitt i **tabell 15**. Konsekvensene av planlagt gruvedrift antas å bli små til middels negative for laksebestanden i Nausta, ubetydelige for fiskesamfunnet i Stølselva og små negative for fiskesamfunnet i Grytelva. Det er knyttet spesielt stor usikkerhet til påvirkningsgraden av prosjektet på laksebestanden i Nausta. Det kan derfor ikke utelukkes at konsekvensene av et realisert gruveprosjekt viser seg å bli middels negative for laksebestandene grunnet forstyrrelser under utvandring og innvandring.

**Tabell 15.** Sammenstilling av konsekvenser av gruvedrift for laksebestanden i Nausta og fiskesamfunn i Stølselva og Grytelva. Vurdering av konsekvenser er i henhold til retningslinjer gitt av Anonym (2006b).

KU-tema	KU-verdi	Påvirkninger	Konsekvenser
Laksebestanden i Nausta	Stor	Små negative	Små til middels negative
Fiskesamfunn i Stølselva	Liten	Små negative	Ubetydelige
Fiskesamfunn i Grytelva	Middels	Små til middels negative	Små negative

## 6 Avbøtende tiltak og oppfølgende undersøkelser

### 6.1 Avbøtende tiltak

Dersom prosjektet realiseres som skissert synes det å være begrensede muligheter for å avbøte negative konsekvenser. Imidlertid kan et viktig avbøtende tiltak være å minimalisere påvirkningen fra sterk og brå støy fra gruvedriften på utvandrende laksesmolt. Dette kan best gjøres ved å redusere antall sprengninger til et minimum i den sentrale utvandringsperioden for laksesmolt. Ut fra telemetristudiet i 2008 kan det være laksesmolt i prosjektområdet i hele perioden fra midten av mai til begynnelsen av juni, og det er spesielt i denne perioden man kan holde sprengningsaktiviteten på et minimum. Et mer generelt avbøtende tiltak er å utvikle sikkerhetsrutiner som minimaliserer sannsynlighet for utslipp av gruvemasser til Stølselva, Grytelva og Førdefjorden. Tilsvarende kan man etterstrebe å redusere de negative konsekvensene, ved at eventuelle driftsuhell medfører at det er små volum av masser som teoretisk sett kan tilføres elvene og fjorden.

### 6.2 Oppfølgende undersøkelser

Det foreliggende kunnskapsgrunnlaget er ikke tilstrekkelig til å kunne gi sikker kunnskap om hvilke effekter gruvedrift vil ha på utvandrende laksesmolt fra Nausta. Dette skyldes i første rekke mangel på generell kunnskap om hvordan sprengningsstøy påvirker atferd og vandringsaktivitet hos laksesmolt (se avsnitt 5.1). Tilsvarende er det lite kunnskap om innvandringens ruten til tilbakevandrende laks med tilhørighet i Nausta og Jølstra, og lite kunnskap om hvor de viktigste nærings- og overvintringsområdene til sjøaure er. Det kan derfor være ønskelig å bedre kunnskapsgrunnlaget før prosjektet realiseres for å redusere miljøkonsekvensene, samt å ha en viss overvåkingsaktivitet etter oppstart som en sikkerhetsventil mot uforutsette konsekvenser.

Den sterkeste påvirkningen på fisk av gruvedrift ved Engebøneset er den planlagte sprengningen i gruveanlegget. Ettersom sprengningen skal foregå jevnlig og det er indikasjoner på at sprengning, eksplosjoner og brå støy er en sterk belastning for fisk, er dette forhold som det er viktig å ta hensyn til. En mulig undersøkelse kan være at det som et minimum blir foretatt prøvesprengninger i det aktuelle området, og at rekkevidden av dette måles i vandringsområdet i Førdefjorden. For bedre forståelse av effekten kan det også være aktuelt å foreta slike sprengninger i sammenheng med telemetristudier, slik at den direkte effekten på fisken kan evalueres. Det er mulig å benytte seg av akustiske signaler med dybdemålere, slik at også fiskens dybdevariasjoner kan måles som følge av stress og forstyrrelser. Resultater av slike undersøkelser vil som minimum kunne gi svar på i hvor stor grad fisken forstyrres av sprengningene og eventuelt også hvilken effekt forstyrrelsene har på bevegelsesmønsteret.

Etter at anlegget har kommet i drift kan det være hensiktsmessig med oppfølgende telemetriundersøkelser, både av utvandrende laksesmolt og innvandrende gytefisk. Gjennom å overvåke vandringsmønsteret til laksen fra Nausta de første årene etter at gruvedriften er i gang, vil man kunne minimalisere de negative påvirkninger på laks av anleggsdriften gjennom avbøtende tiltak (se avsnitt 6.1). Tilsvarende kan det være aktuelt å overvåke fiskebestandene i Stølselva og Grytelva med jevne mellomrom. Spesiell fokus bør da være på åleforekomsten i Grytelva.

## 7 Usikkerheter

Undersøkelsene av smoltutvandring i Førdefjorden og fiskeproduksjon i Stølselva og Grytelve ble gjennomført med ulike metodikk, noe som medfører at disse delundersøkelsene har ulike usikkerhetsmomenter knyttet til feltmetodikk og analyser. Fiskebiologiske undersøkelser i rennende vann er nylig standardisert i regi av Standard Norge på oppdrag av Miljøverndepartementet. Dette innebærer at det er utarbeidet generelle retningslinjer i en overordnet paraplystandard (Anonym 2005), med underliggende metodestandarder som gir spesielle retningslinjer for ulike metoder. Det er ennå ikke utarbeidet noen metodestandard for merkestudier ved hjelp av telemetri. Dette skyldes at metodikken er forholdsvis nylig implementert i fiskebiologiske studier, og at det foregår metodiske forbedringer og videreutvikling av både utstyr og metode.

### 7.1 Usikkerheter med hensyn til påvirkningsgrad

Ut fra de gjennomførte utredninger i de ulike fagrapporter er det knyttet betydelig usikkerhet til hvordan utvandrende laksesmolt og innvandrende voksenlaks kan påvirkes av sprengninger og andre støykilder. Denne usikkerheten er spesielt knyttet til i hvor stor grad trykkbølger fra sprengninger i fjell kan overføres til fjordsystemet, hvordan dette i neste omgang forplanter seg gjennom fjordsystemet, og ikke minst hvordan laks og annen fisk reagerer på dette. På bakgrunn av at det ikke kan utelukkes at dette er forhold som kan ha påviselig negativ effekt på laks, sjøaure og annen fisk i det aktuelle fjordområdet, har vi i mangelen av et tilstrekkelig empirisk grunnlag valgt en forsiktig føre-var-tilnærming. Eneste måte for å redusere eller fjerne usikkerhet er å gjennomføre spesifikke undersøkelser (se avsnitt 6.2).

### 7.2 Usikkerheter i telemetristudium

Telemetristudiene som er gjennomført i sammenheng med konsekvensutredningen har gitt noe innsikt i vandringsmønsteret til laksesmolten fra Nausta, men det er flere usikkerhetsmomenter knyttet til denne metodikken og resultatene. Først og fremst er det viktig å merke seg at det var svært få registreringer av utvandrende laksesmolt gjennom Førdefjorden. Av det estimerte antallet på 80 000 utvandrende laksesmolt fra Nausta i 2008 (Torbjørn Forseth, NINA, personlig meddelelse) ble kun fem av de 79 merkete individene registrert gjennom hele undersøkelsesområdet. Dette er et svært lavt tall, og kan ikke sies å gi tilstrekkelig kunnskap om bestanden som helhet. Det er derfor ikke mulig å lage sikre konklusjoner basert på så få individer, og informasjonen som er tilgjengelig på det nåværende tidspunktet kan kun gi et foreløpig bilde av virkeligheten. Målet for undersøkelsen var å følge utvandringen til minimum 20 laksesmolt forbi planområdet. Dette målet er langt fra oppnådd, og viser at dersom et større antall smolt skulle kunne følges ut gjennom fjorden, burde langt flere individer enn 79 ha vært merket ved prosjektstart. Dette var ikke mulig innenfor de avtalte budsjetttrammene.

Det kan være flere årsaker til at så få av de merkete individene vandret hele veien. Generelt er predasjon og dødelighet den mest sannsynlige årsaken til stort frafall i telemetristudier. Det er kjent fra flere studium av laksesmolt at det er stor dødelighet i munningsområdet og fjordsystem (Hvidsten og Lund 1988, Hansen og Quinn 1998). Dette er hovedårsaken til at det er nødvendig å merke mye fisk i slike studier for å kunne få tilstrekkelig informasjon med muligheter for statistiske undersøkelser av resultatene. Videre kan radiomer-

king gi plager eller forårsake dødelighet hos fisk. Bruk av akustiske sendere på fisk forutsetter at fisken er av en viss størrelse. Normalt bør laksesmolt være minst 13-14 cm for at sendere skal kunne festes på en skånsom måte (Finn Økland, NINA, personlig meddelelse). Ved å bruke de minste merkene som er tilgjengelige på markedet i dag, er det likevel praktisk mulig å merke smolt ned mot 12,5 cm.

De fleste undersøkelser med merkete laksesmolt har vært utført på oppdrettsfisk som generelt har en større kroppslengde enn vill smolt (Thorstad med flere 2004). Flere av individene som ble benyttet i dette studiet var i nærheten av nedre toleransegrense for størrelse og det kan ikke utelukkes at dette er årsaken til høy dødelighet. Videre kan merking av fisk også føre til atferdsendringer, og det er viktig å utvise forsiktighet når konklusjoner trekkes basert på telemetridata (Jepsen med flere 2003). Det kan være at de merkede individene i undersøkelsen ikke vandret ut i like stor grad som resten av bestanden. En videre effekt på andelen utvandrende smolt er den individuelle smoltstatusen. En stor andel av de merkede individene ser ut til å ha overlevd, men vandret likevel ikke ut i Førdefjorden. Dette kan skyldes at de ikke var tilstrekkelig smoltifisert, og følgelig ikke skulle vandre ut av Nausta dette året.

Et siste usikkerhetsmoment knyttet til studien av utvandring, er at undersøkelsen er begrenset i tid og rom. Til tross for utplasseringer av mange lyttebøyer er det store strekninger av fjorden som ikke var dekket og det er derfor ikke mulig å kunne si med fullstendig sikkerhet akkurat hvor de ulike individene har vært og når. Det er også svært viktig å vektlegge at undersøkelser av utvandring over kun ett år ikke gir et helhetlig bilde av utvandringsmønsteret til laksen fra Nausta. Det kan være store variasjoner mellom år i hvor, når og hvor mange smolt som vandrer ut, og det må tas høyde for at vandringsmønsteret som ble registrert i 2008 ikke nødvendigvis følges hvert år.

### 7.3 Usikkerheter i studier av elvelevende fiskesamfunn

Elvelevende fiskesamfunn kan ha store naturlige variasjoner i tid og rom. Spesielt store variasjoner kan det være i vassdrag med sjøvandrende laksefisk, der mengden gytefisk kan variere betydelig mellom år (Klemetsen med flere 2003). I små vassdrag kan det være svært små gytebestander av laks, og i enkelte tilfeller er det bare sporadisk gyting i enkelte år. Slike vassdrag har ut fra kategoriseringssystemet til Direktoratet for naturforvaltning ([www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)) ingen selvreproduserende bestand. Likevel kan vassdraget i enkelte perioder ha en viss lakseproduksjon. I vassdrag med periodiske forekomster av laks, eventuelt som følge av at rømt oppdrettslaks vandrer opp og gyter, kan det være rene tilfeldigheter om lakseforekomst blir påvist i en gitt undersøkelse.

I vassdrag med oppvandring av sjøvandrende laksefisk vil det i enkelte tilfeller være usikkerheter knyttet til vandringshindre. Enkelte vandringshindre kan med sikkerhet fastslås å være absolutte, gitt at det er snakk om høye, loddrette fall som under ingen omstendighet kan forseres av laks og/eller sjøaure. I mange tilfeller som i Grytelva kan man ikke med sikkerhet fastslå at vannfall er absolutte vandringshindre. Ved spesielle vannføringsforhold kan det være passeringmuligheter på siden av eller ved at fisk kan vandre etappevis oppover fallstrekningen. I den grad de antatte vandringshindrene i Grytelva ikke er absolutte, kan produksjonen av sjøaure være betydelig høyere enn det som er antatt i denne utredningen.

I vassdrag med en forholdsvis spredt aurebestand (slik som observert i Stølselva), er det knyttet usikkerhet til hvor rekrutteringen til bestanden skjer. Dersom det er en aurebestand i vannforekomster oppstrøms den aktuelle elvestrekningen, kan større eller mindre deler av aurebestanden på elvestrekningen ha sluppet seg ned fra ovenforliggende områder. I den grad aure som slipper seg ned ikke finner gyteområder i undersøkelsesområdet, er disse individene å betrakte som tapt fra den opprinnelige bestanden. Verdien av det undersøkte området er følgelig lavere enn hva man kan konkludere ut fra en enkelt fiskebiologisk undersøkelse i en begrenset del av et vassdrag.

## 8 Referanser og kilder

### Referanser

Acornley, R. M. og Sear, D.A. 1999. Sediment transport and siltation of brown trout (*Salmo trutta* L.) spawning gravels in chalk streams. *Hydrological Processes* 13, 447-458.

Anonym 2005. Vannundersøkelse – Retningslinjer for ferskvannsbiologiske undersøkelser. NS 9455. Standard Norge, Oslo, 10 sider.

Anonym 2006a. Om vern av villaks og ferdigstilling av ordningen med nasjonale lakse-vassdrag og laksefjorder. Stortingsproposisjon nr. 32 (2006/2007), Det kongelige miljø-verndepartement, Oslo, 143 sider.

Anonym 2006b. Konsekvensanalyser – veiledning. Håndbok 140, Statens vegvesen, Oslo, 290 sider.

Anonym 2007a. Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN-håndbok nr. 19, 2. utgave, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim, 51 sider.

Anonym 2007b. Kartlegging av naturtyper - Verdisetting av biologisk mangfold. DN-håndbok nr. 13, 2. utgave, Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim, 254 sider.

Abrahams, M. og Kattenfeld, M. 1997. The role of turbidity as a constraint on predator-prey interactions in aquatic environments. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 40, 169-174.

Baker, B.J. og Richardson, J.M.L. 2006. The effect of artificial light on male breeding-season behaviour in green frogs, *Rana clamitans melanota*, *Canadian Journal of Zoology* 84, 1528-1532.

Boubee, J.A.T., Dean, T.L., West, D.W. og Barrier, R.F.G. 1997. Avoidance of suspended sediment by the juvenile migratory stage of six New Zealand native fish species, *New Zealand Journal of Marine And Freshwater Research* 31, 61-69.

Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. og Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173, 9-43.

Bremset, G. og Berg, O.K. 1997. Density, size-at-age and distribution of young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in deep river pools. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 54, 2827-2836.

Bremset, G., Hvidsten, N.A., Heggberget, T.G. og Johnsen, B.O. 1993. Forbedring av oppvekstområder for laksefisk i Gaula. NINA - Forskningsrapport. 041, 18 sider.

Bremset, G., Forseth, T., Ugedal, O., Gjemlestad, L.J. og Saksgård, L.M. 2008. Potensial for produksjon av laks i Kvinavassdraget. Vurdering av tapsfaktorer og forslag til kompensasjonstiltak. NINA Rapport 321, 37 sider.

Davidsen, J.G., Plantalech Manel-La, N., Økland, F., Diserud, O.H., Thorstad, E.B., Finstad, B., Sivertsgård, R., McKinley R.S. og Rikardsen A.H. 2008. Changes in swimming depths of Atlantic salmon *Salmo salar* post-smolts relative to light intensity. *Journal of Fish Biology* 73, 1065–1074.

Davies-Colley, R.J. og Smith, D.G. 2001. Turbidity, suspended sediment, and water clarity: A review, *Journal of the American Water Resources Association* 37, 1085-1101.

Finstad, B., Økland, F., Thorstad, E. B., Bjørn, P. A. og 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.

Gibson, R.J. 1988. Mechanisms regulating species composition, population structure, and production of stream salmonids: a review. *Polski Archiwum Hydrobiologia* 35, 469-495.

Gregory, R.S. og Levings, C.D. 1998. Turbidity reduces predation on migrating juvenile Pacific salmon, *Transactions of the American Fisheries Society* 127, 275-285.

Hansen, L.P. og Quinn, T.P. 1998. The marine phase of the Atlantic salmon (*Salmo salar*) life cycle, with comparisons to Pacific salmon. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 55 (Supplement 1), 104-118.

Hedger, R.D., Martin, F., Hatin, D., Caron, F., Whoriskey, F.G. og Dodson, J.J. 2008. Active migration of wild Atlantic salmon *Salmo salar* smolt through a coastal embayment, *Marine Ecology-Progress Series* 355, 235-246.

Hvidsten, N.A. og Lund, R.A. 1988. Predation on hatchery reared and wild smolts of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the estuary of River Orkla, Norway. *Journal of Fish Biology* 33, 121-126.

Jensen, A.J., Bremset, G., Finstad, B., Hvidsten, N.A., Jensås, J.G., Johnsen, B.O., Lund, E. og Solem, Ø. 2008. Fiskebiologiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport for 2007. NINA Rapport 327, 60 sider.

Jepsen, N., Schreck, S., Clements, S. og Thorstad, E.B. 2005. A brief discussion on the 2 % tag/body mass rule of thumb. I *Aquatic telemetry: advances and applications. Proceedings of the Fifth Conference on Fish Telemetry held in Europe, Ustica, Italy, 9-13 June 2003* (red. Spedicato, M.T., Lembo, G og Marmulla, G.). FAO/COISPA, Roma, 255-259.

Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. og 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 Freshwater Fish* 12, 1-59.

Korstrom, J.S. og Birtwell, I.K. 2006. Effects of suspended sediment on the escape behavior and cover-seeking response of juvenile Chinook salmon in freshwater, *Transactions of the American Fisheries Society* 135, 1006-1016.

Løkkeberg, S. 2008. Seismisk skyting påvirker fiskens atferd. I *Havets ressurser og miljø* (red. Gjøsæter, H., Huse, G., Robberstad, Y. og Skogen, M.). *Fisken og havet*, særnummer 1–2008, 142-144.

Mazur, M.M. og Beauchamp, D.A. 2006. Linking piscivory to spatial-temporal distributions of pelagic prey fishes with a visual foraging model. *Journal of Fish Biology* 69, 151-175.

Museth, J., Kraabøl, M., Berge, O. og Andersen, O. 2007. Definisjon av gyteperioder og atferdsresponser hos harr og ørret i Søndre Rena i forbindelse med militær båttrafikk. NINA Rapport 234, 25 sider.

Myrberg, A.A. 1990. The effects of man-made noise on the behavior of marine animals. *Environment International* 16, 575-586.

Popper, A.N. 2003. Effects of anthropogenic sounds on fishes, *Fisheries* 28, 24-31.

Puschmann, O. 2005. Nasjonalt referansesystem for landskap - beskrivelse av Norges 45 landskapsregioner. NIJOS rapport 10/2005, 196 sider.

Rowe, D.K., Dean, T.L., Williams, E. og Smith, J.P. 2003. Effects of turbidity on the ability of juvenile rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, to feed on limnetic and benthic prey in laboratory tanks. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research* 37, 45-52.

Sand, O., Enger, S., Karlsen, H.E. og Knudsen, F.R. 2001. Detection of infrasound in fish and behavioral responses to intense infrasound in juvenile salmonids and European silver eels: A minireview. *American Fisheries Society Symposium* 26, 183-193.

Staalstrøm, A. og Molvær, J. 2008. Spredning av partikler i overflatelaget utenfor Engebøfjellet – Modellering av vannkvalitet som følge av utslipp fra gruveaktivitet. NIVA-rapport 5690-2008, Norsk institutt for vannforskning, Oslo, 53 sider.

Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Bjørn, P.A. og McKinley, R.S. 2004. Migration speeds and orientation of Atlantic salmon and sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Environmental Biology of Fishes* 71, 305-311.

Thorstad, E.B., Økland, F., Finstad, B., Sivertsgård, R., Plantalech, N., Bjørn, P.A. og 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.

Ueda, H., Kaeriyama, M., Mukasa, K., Urano, A., Kudo, H., Shoji, T., Tokumitsu, Y., Yamauchi og K., Kurihara, K. 1998. Lacustrine sockeye salmon return straight to their natal area from open water using both visual and olfactory cues, *Chemical Senses* 23, 207-212.

Utne-Palm, A.C. 2002. Visual feeding of fish in a turbid environment: Physical and behavioural aspects, *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* 35, 111-128.

Vabø, R., Olsen, K. og Huse, I. 2002. The effect of vessel avoidance of wintering Norwegian spring spawning herring, *Fisheries Research* 58, 59-77.

Wahlberg, M. og Westerberg, H. 2005. Hearing in fish and their reactions to sounds from offshore wind farms, *Marine Ecology-Progress Series* 288, 295-309.

Wright, D.G. og Hopky, G.E. 1989. Guidelines for the Use of Explosives In or Near Canadian Fisheries Waters, *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 2107, 1-34.

Wysocki, L.E., Dittami, J.P. og Ladich, F. 2006. Ship noise and cortisol secretion in European freshwater fishes, *Biological Conservation* 128, 501-508.

Wysocki, L.E., Amoser, S. og Ladich, F. 2007. Diversity in ambient noise in European freshwater habitats: Noise levels, spectral profiles, and impact on fishes, *Journal of Acoustical Society of America* 121, 2559-2566.

## **Muntlige kilder**

**Torbjørn Forseth**, seniorforsker ved NINA, har gitt informasjon om beregnet produksjon av laksesmolt i Nausta.

**Jens Skei**, seniorrådgiver ved NIVA, har gitt informasjon om planlagt sprengningsaktiviteter i anleggsområdet ved Engebø.

**Finn Økland**, forsker ved NINA, har bidratt med informasjon om merkeprosedyrer for fisk, samt opplysninger om feltmetodikk i telemetristudier i fjordsystem.

## Vedlegg 1 – Om utrederne

**Gunnbjørn Bremset**, forsker i NINA (Dr. scient.). Generelt fagfelt er ferskvannsbiologi, med spesialisering på elvelevende bestander av laks og aure. Sentrale forskningsoppgaver har vært habitatforhold og produksjonsforhold for ungfisk av laks og sjøaure. Bred erfaring med effekter av og tiltak mot bestandsreduserende faktorer som vassdragsregulering, fysiske habitatinngrep og laksedreperen *Gyrodactylus salaris*. Har tidligere vært ansatt ved NTNU (fem år), Direktoratet for naturforvaltning (sju år) og Sweco Grøner (to år). I Sweco Grøner var arbeidsoppgavene i all hovedsak knyttet til miljøvurderinger av småkraftverk og konsekvensutredninger av større kraftverk.

**Ingeborg Palm Helland**, forsker i NINA (Ph. D.). Generelt fagfelt er ferskvannsbiologi, med spesialisering på konkurranse og interaksjoner mellom nært beslektede fiskearter. Sentrale temaer har vært evolusjonsbiologi, artsdannelse, interaksjoner mellom predator og byttedyr og temperaturlpasninger i akvatiske miljøer. Har tidligere vært ansatt ved Leibniz Institute of Freshwater Ecology and Inland Fisheries i Berlin, Tyskland.

**Ingebrigt Uglem**, forsker i NINA (Dr. scient.). Generelt fagfelt er akvatisk atferdsøkologi. Sentrale forskningsoppgaver i NINA er miljøeffekter av havbruk og vandringsøkologi hos laksefisk i ferskvann og sjøen, med telemetri som hovedmetodikk. Har tidligere vært ansatt ved Havforskningsinstituttet (5 år) og NTNU (7 år). Ved Havforskningsinstituttet var arbeidsoppgavene knyttet til oppdrett av hummer, og ved NTNU reproduksjonsbiologi hos leppefisk og atferd hos torskeyngel i oppdrett.

## Vedlegg 2 – Utfyllende informasjon om laksesmolt

**Vedleggstabell 1.** Lengde (mm), vekt (g), smoltindeks, utsettingsdato og vandringmønster for vill laksesmolt merket i Nausta (ID 101-180). Smoltindeksen er basert på en skala fra 0 (full parldrakt) til 3 (full smoltdrakt). Vandringmønsteret er klassifisert som ingen registreringer (0), kun registreringer i Nausta (1), vandring til elvemunning og deretter tilbake til Nausta (2) eller vandring forbi elvemunningen (3).

ID	Lengde (mm)	Vekt (g)	Smoltindeks	Utsettingsdato	Vandring
101	149	26	2,5	13.05.08	0
102	128	16	1,5	08.05.08	2
103	133	21	2	08.05.08	0
104	122	16	1,5	08.05.08	1
105	127	16	2,5	08.05.08	0
106	124	16	1,5	08.05.08	1
107	134	20	2	08.05.08	3
108	130	15	2	08.05.08	0
109	136	18	1,5	08.05.08	3
110	130	17	2	08.05.08	1
111	127	17	2	08.05.08	3
112	137	17	2,5	13.05.08	1
113	141	22	2,5	13.05.08	2
114	135	19	2,5	13.05.08	2
115	127	16	2	08.05.08	1
116	147	24	2	08.05.08	2
117	137	22	2,5	13.05.08	0
118	135	20	2	08.05.08	2
119	140	20	2,5	13.05.08	2
120	130	16	2	08.05.08	3
121	141	21	2,5	13.05.08	1
122	134	21	2,5	13.05.08	3
123	131	19	2,5	13.05.08	1
124	127	17	2	13.05.08	3
125	131	17	2,5	13.05.08	2
126	125	16	2	13.05.08	3
127	141	21	2	13.05.08	1
128	136	23	2,5	13.05.08	1
129	133	19	2	08.05.08	0
130	140	23	2,5	13.05.08	1
131	122	18	2	13.05.08	3
132	124	16	2	13.05.08	2
133	130	19	2,5	13.05.08	0
134	143	23	2	08.05.08	3
135	128	20	2,5	13.05.08	1

136	127	15	2	13.05.08	3
137	129	18	2,5	13.05.08	3
138	133	15	2	13.05.08	0
139	135	17	2	13.05.08	3
140	135	22	2	08.05.08	3
141	135	21	2,5	08.05.08	3
142	131	20	2	13.05.08	0
143	117	15	2	13.05.08	1
144	123	15	2,5	13.05.08	3
145	116	14	2,5	13.05.08	1
146	125	15	2	13.05.08	3
147	123	15	2	13.05.08	1
148	135	16	2,5	13.05.08	1
149	134	19	2	08.05.08	3
150	130	18	2,5	13.05.08	3
151	120	17	2,5	13.05.08	3
152	120	17	2,5	13.05.08	1
153	130	18	2	08.05.08	0
154	122	17	2,5	13.05.08	1
155	121	17	2	13.05.08	1
156	123	16	2	13.05.08	2
157	129	16	2	08.05.08	2
158	128	16	2	08.05.08	2
159	117	17	2,5	13.05.08	1
160	130	17	1,5	08.05.08	0
161	125	17	2	13.05.08	3
162	133	18	2	13.05.08	2
164	131	21	2	13.05.08	0
165	131	17	2	08.05.08	2
166	127	18	2,5	08.05.08	1
167	126	17	2,5	13.05.08	0
168	130	21	2,5	13.05.08	3
169	127	18	2	08.05.08	2
170	116	16	2,5	13.05.08	0
171	135	18	2,5	13.05.08	2
172	130	16	2	13.05.08	0
173	117	15	2,5	13.05.08	1
174	118	16	2,5	13.05.08	1
175	127	21	2,5	08.05.08	1
176	138	20	2,5	08.05.08	1
177	120	15	2,5	13.05.08	3
178	127	15	2,5	08.05.08	3
179	129	15	2,5	13.05.08	3
180	132	17	2	08.05.08	3





# NINA Rapport 416

ISSN:1504-3312

ISBN: 978-82-426-1982-2



## Norsk institutt for naturforskning

NINA hovedkontor

Postadresse: 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Tungasletta 2, 7047 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00

Telefaks: 73 80 14 01

Organisasjonsnummer: NO 950 037 687 MVA

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