

Ny Loftesnesbru i Sogndal

Vurdering av miljøkonsekvensar i sjøen



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Ny Loftesnesbru i Sogndal. Vurdering av miljøkonsekvensar i sjøen.	Løpenr. (for bestilling) 5899	Dato Mai 2010
	Prosjektnr. Undernr. 29343	Sider Pris 33
Forfatter Lars G. Golmen Kjersti Lundmark Åse Åtland	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Open
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykt NIVA

Oppdragsgjevar Statens vegvesen, Region Vest.	Oppdragsreferanse Ellen Njøs Slinde
--	--

Samandrag. Det skal byggjast ny bru over munningen av Barsnesfjorden i Sogndal. Denne brua skal erstatte eksisterande bru, som har to markerte pilarar med fundament i sjøen og fyllingar på kvar side. Ny bru vil innebere noko utfylling i sjø på sørsida av eksisterande fylling på Loftesnessida, og litt utfylling på Sogndalssida. Det er teke omsyn til å oppretthalde noverande gjennomstrøyming av vatn ved å lage fyllingane kortast mogleg, og ved å sette dei nye og smekre pilarane nærast mogleg inn mot land på kvar side. Det er ikkje forventa at vassutskiftinga lokalt og inn/ut av Barsnesfjorden blir endra i nemneverdig grad.. Med det aktuelle omfanget av tiltaket er det lite truleg at vandringsmønsteret til laksen blir påverka, men det er fremja nokre tiltak som tek omsyn til fisken under anleggsarbeidet, og skissert nokre føringar når det gjeld den permanente lyssettinga på brua. Isoppstuving på Loftesnessida er eit tilbakevendande fenomen og problem, som tidvis medfører skader på murar og brygger der. Med den utforminga som bru og fylling vil få, er det ikkje sannsynleg at dette vil medføre auka isproblem. Viss ein vel å fjerne dei gamle pilarane, så vil det verke positivt både på vassutskiftinga og på isoppstuvingssituasjonen.

Fire norske emneord 1. Brufylling 2. Strømforhold 3. Istilhøve 4. Barsnesfjorden	Fire engelske emneord 1. Rock fill 2. Water current 3. Sea ice 4. Barsnesfjord
--	--



Lars G. Glomen
Prosjektleiar



Dominique Durand
Forskningsleiar



Bjørn Faafeng
Seniorrådgivar

Ny Loftesnesbru i Sogndal

Vurdering av miljøkonsekvensar i sjøen

Føreord

Vegvesenet er i gong med planlegging av ny bru ved Loftesnes i Sogndal, der RV 5 kryssar munningen til Barsnesfjorden. Den eksisterande brua er frå 1950-talet og er mindre tenleg i dagens situasjon. Miljøeffektar av ny bruløysing som innebar noko utfylling i sjøen frå begge sider, vart vurdert for nokre år sidan. Det er no tale om å modifisere desse planane, flytte traseen litt og evt. redusere utfyllingsbehovet.

NIVA vart kontakta av vegvesenet hausten 2009 med forespurnad om bistand for å få vurdert ulike effektar som ny fylling og bru kan medføre for tilhøva i sjøen og på botnen, herunder også for isgangen.

Arbeidet byrja med ei synfaring i oktober 2009 der også Sogndal kommune v/T. Hasund deltok. Målingar i sjøen var utført seinare på hausten, med assistanse frå Peter Hovgaard og Torbjørn Dale på akvakulturstasjonen på Skær. Sistnemnde bidrog også til prosjektet med ein studie av istilhøva i Barsnesfjorden. Ellen Njøs Slinde var sakshandsamar hos Vegvesenet.

Takk til alle involverte.

Bergen, april/mai 2010

Lars G. Golmen, prosjektleiar

Forsidefoto: Loftesnessundet 11. mars 2010. Foto: Torbj. Dale.

Innhald

Samandrag	5
Summary	6
1. Innleiing	7
1.1 Noverande bruplaner	9
2. Utdrag frå rapporten frå 2003	10
2.1 Istilhøve	10
2.2 Straumtilhøva	10
2.3 Oksygentilhøve og vasskvalitet	11
3. Strømmålingane ved brua i 2009	13
3.1 Måleprogrammet	13
3.2 Måleresultat	15
3.2.1 ADCP instrumentet, i munningen	16
3.2.2 Strømmålaren ved fyllinga, 3.5 m djup	18
4. Istilhøve	20
4.1 Nokre isobservasjonar vinteren 2010	22
5. Fisk	25
5.1 Laksen i Årøyelva	25
5.2 Mogelege negative konsekvensar av ny bru	25
5.3 Kva som kan gjerast for å unngå problem for fisken	28
5.3.1 Tilrådingar om den beste perioden for anleggsarbeid	28
5.3.2 Tiltak for å hindre spreining av partiklar	28
5.3.3 Forstyrrande lys	28
6. Diskusjon	29
6.1 Forslag til overvåkingsprogram i anleggsperioden	30
6.2 Forbetra sirkulasjonsmodell for Barsnesfjorden	30
7. Litteratur	31

Samandrag

Vegvesenet planegg å bygge ny bru over munningen av Barsnesfjorden i Sogndal. Denne brua (Loftesnesbrua) skal erstatte eksisterande bru. Ny bru vil innebere noko utfylling i sjø på sørsida av eksisterande fylling på Loftesnessida, og litt utfylling på Sogndalssida. Føreslegen løysing tek omsyn til å oppretthalde noverande gjennomstrøyming av vatn ved å lage fyllingane kortast mogleg, og ved å sette smekre pilarar nærast mogleg inn mot land på kvar side.

NIVA, norsk institutt for vannforskning, fekk i oppdrag av Statens vegvesen å vurdere om bru og fylling kan gje endringar i strømførholda i fjordmunningen, og om det kan bli endra tilhøve for is/isgang og for laks og smolt.

Strømmålingar som vart gjort i fjordmunninga hausten 2009, synte at strømmen er tilnærma einsretta frå overflate til botn, vekslande inn/ut med tidevatnet, utan særleg lagdeling i strømmen. Målingar i det planlagte utfyllingsområdet sør for dagens fylling ved Loftesnes synte svak strøm, med hovedretning vestover, retning fjordmunningen. Ut frå kunnskapen om strømførholda og dei nye bruplanene, er det konkludert med at ny bru og fyllingar ikkje vil berøre vassutskiftinga lokalt og inn/ut av Barsnesfjorden i nemneverdig grad.

Rapporten omtalar istilhøva og det er gjort ei vurdering av om ny bru vil kunne medføre hyppigare problem med is, som tidvis har medført oppstuving og skadar langs stranda på Loftesnes. Med den utforminga som bru og fylling vil få, med det meste av utfyllinga på utsida av noverande fylling, er det ikkje sannsynleg at dette vil medføre auka isproblem. Viss ein vel å fjerne dei gamle pilarane, så vil det verke positivt både på vassutskiftinga og på isoppstuvingssituasjonen.

Rapporten belyser ein del faktorar som kan påverke smolt og vaksen laks negativt. Dette gjeld mest arbeidet med utfylling og partiklar frå den aktiviteten som kan påverke fisken, evt stoppe vandringa. Partikkelkonsentrasjonane frå dumpinga vil neppe overskride dei dokumenterte kritiske grenseverdiane for skade på fisk, når ein tek omsyn til at eksponeringstida blir kort. Det er anteke at fisken vil trekke vekk frå partikkelskya viss den blir hemma av den. Dumpinga vil foregå bolkevis, med pausar mellom kvart lass som blir tippa, og kanskje med enno lenger opphald innimellom under anleggsdrifta. Dette gjer at partikkelskya blir tynna ut før neste tilførsel.

Svak strøm i utfyllingsområdet indikerer at der ligg finkorna lausmassar/avsetningar på botnen. Desse partiklane vil kunne bli oppvirvla av fyllmassen, addere seg til partikkelskya frå fyllmassen, og bidra til å auke partikkelkonsentrasjonen noko i høve til det som fyllmassen representerer. Strømmen frå utfyllingsområdet vil kunne føre partikkelskya i retning fjordmunningen, der fisken går. Dette scenariet er teoretisk, men ikkje usannsynleg, og det er skissert avbøtande løysingar viss det skulle bli eit problem, herunder å legge eit siltskjørt rundt fyllingsområdet og/eller å unngå utfylling i perioder som er krisiske for vandring av laks/smolt til og frå Årøyelva.

Rapporten tilrår til slutt gjennomføring av eit moderat overvakingsprogram i fyllingsperioden, med fokus på partiklar og laks/smolt.

Summary

Title: New bridge at Loftesnes in Sogndal. Environmental consequence assessments
Year: 2010
Authors: L. G. Golmen, K. Lundmark and Å. Åtland
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5634-5

There are plans to build a new bridge across the mouth of the Barsnesfjord in Sogndal in Western Norway. The bridge will replace the existing 50 year old bridge, that includes two solid pillars placed on the bottom in the central part of the mouth.

NIVA, the Norwegian Institute for Water Research, was asked by the Norwegian Public Roads Administration to make an assessment of possible impacts from the new bridge on water circulation, ice conditions and salmon migration.

The revised design plans include new rockfills located on the shores at both sides of the mouth, with emphasis to reduce the extent of these rockfills as much as possible in order to maintain the present water and ice floe carrying capacity of the mouth. Also, the new design implies two pillars posted very close to each shore. It is concluded that the water exchange between the Barsnesfjord and Sogndalsfjord should not be affected to any significant extent.

The Årøyelva at the head of the fjord hosts an important salmon stock. Therefore the study included an assessment of potential risks from the new bridge posed to migrating salmon and smolt through the mouth region. The issue of most concern will be the period of constructing the rockfills, which may imply the addition of significant amounts of suspended mineral particles that are potentially harmful to fish. It is recommended to pay special attention to this during the construction period, possibly avoiding the most important migration periods, and take measures to reduce the amount of particles entering the water. Also, some suggestions are made on how to locate the permanent road lights on the bridge to avoid light interfering with the salmon.

Finally, there were concerns that the new bridge might change the ice conditions during wintertime in the area of the mouth at Loftesnes, where some historic buildings and quays are located. Ice has previously caused damage along this shoreline, and a new bridge might theoretically change and possibly enhance this problem. However, the study concludes that the problems with damming up of more ice and ice floes in this region is unlikely to increase due to the new bridge.

By removing the two old bridge pillars the problem with ice should be reduced in the future, and it will improve the water exchange as well, that at times in the present situation seems to be below the desired rate in the deep water.

1. Innleiing

Vegvesenet i Sogn og Fjordane planlegg ny bru ved Loftesnes i Sogndal, der RV 5 kryssar munningen til Barsnesfjorden. Dagens bru (**Figur 1**) kviler på to fundament ute i sjøen. Den er frå 1950-talet og er mindre tenleg i dagens situasjon. I 2003 gjorde NIVA ein studie for eit nytt brualternativ som innebar justering av traseen og noko ny utfylling i sjøen frå begge sider (Golmen m. fl. 2003).

Desse planane har ikkje vorte realiserte av ulike grunnar, og det er no tale om å modifisere dei ved å flytte traseen litt og evt. redusere utfyllingsbehovet. Ei reguleringsplan basert på dette var på høyring sommaren 2009. Det kom inn nokre merknadar, m.a. spørsmål i tilknytning til straumtilhøva og is/isgong, og evt konsekvensar for strandsone/kai på Loftesnessida. NIVA vart på bakgrunn av dette kontakta av Vegkontoret med førespurnad om å bistå med å få belyst miljøspørsmåla.

Den 5. oktober 2009 vart det gjennomført ei synfaring med representant frå Vegkontoret, Sogndal kommune og NIVA. Etterpå vart ein samde om å gjennomføre eit prosjekt med nokre nye målingar og utgreiingar, som blir rapportert her. I det følgjande gjer vi kortfatta greie for planene og problemstillingane og tek også med nokre resultat frå vurderingane frå 2003.



Figur 1. Loftesnesbrua i dag, sett frå Sogndalssida.

Under og etter synfaringa 5. oktober 2009 vart følgjande spørsmål lista opp:

1. Blir det endring i strømtilhøva på grunn av bygging av ny bru og landareal?
2. Kan det bli endra vilkår for isdanning eller isoppstuving ved munningen?
3. Fører anleggsarbeidet til forureining og fører evt. forureining til konsekvensar for laksen?
4. I så fall, kva tiltak kan ein sette i gang for å hindre desse ulempene i anleggsperioden?

Foreliggende rapport omtalar desse spørsmåla. Det er lagt inn eit eige kapittel om istilhøva, basert på eit studium av Torbjørn Dale, Sogndal.



Figur 2. Kart over indre deler av Sogndalsfjorden og Barsnesfjorden.



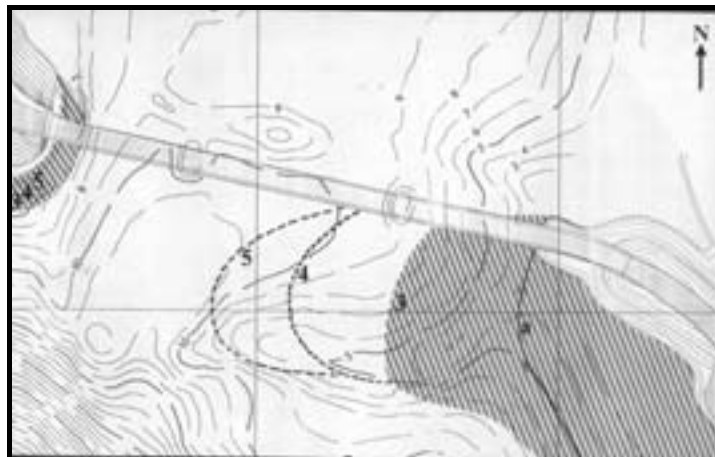
Figur 3. Sjøkart over innløpet til Barsnesfjorden.



Figur 4. Foto (Ellen Njøs) tekne 5. oktober 2009 av sorenkrivargarden med utfyllinga og steinmoloen, samt av Loftesnesbrua sett frå aust (søraust) sida, i retning Sogndal.

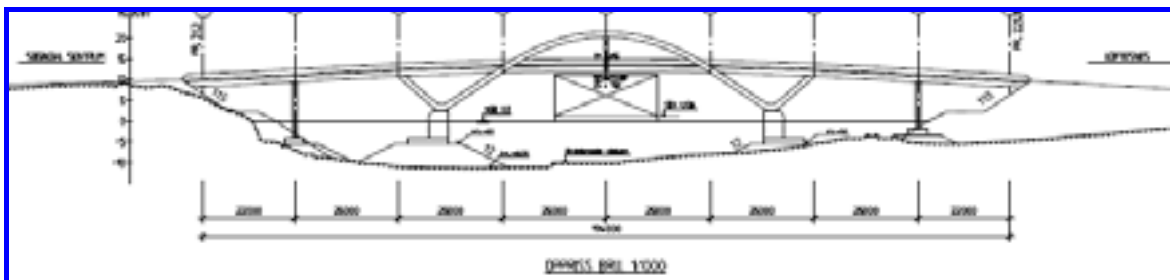
1.1 Noverande bruplaner

Noverande fyllingsalternativ er mindre enn forrige ”alternativ 3” (**Figur 5**). Dette vil tilseie at effektar for strøm/utskifting vert mindre enn det som vart berekna/simulert i forrige studie. Planene ligg temmeleg nær noverande situasjon når det gjeld gjennomstrøymingsarealet, som er ein viktig faktor når det gjeld å oppretthalde tilstrekkeleg utskifting spesielt i djupvatnet i Barsnesfjorden. Soleis har dette aspektet fått mindre betydning no, i høve til andre faktorar slik som isoppstuvning og omsynet til laksen.



Figur 5. Fyllingsalternativa i 2003, skravert alternativ Nr 3 vart vurdert mest inngåande då.

Det er innteikna to nye brupilarar (**Figur 6**) tett innmed land på kvar side. Sist var det m.a. vurdert bru utan pilarar, og at eksisterande pilarar vart ståande att. Desse har ein relativt stor sokkel/sole, som vil sperre noko av den djupaste renna inn/ut av fjorden.



Figur 6. Skisse av ny bru.

2. Utdrag frå rapporten frå 2003

2.1 Istilhøve

Utdrag frå forrige rapport:

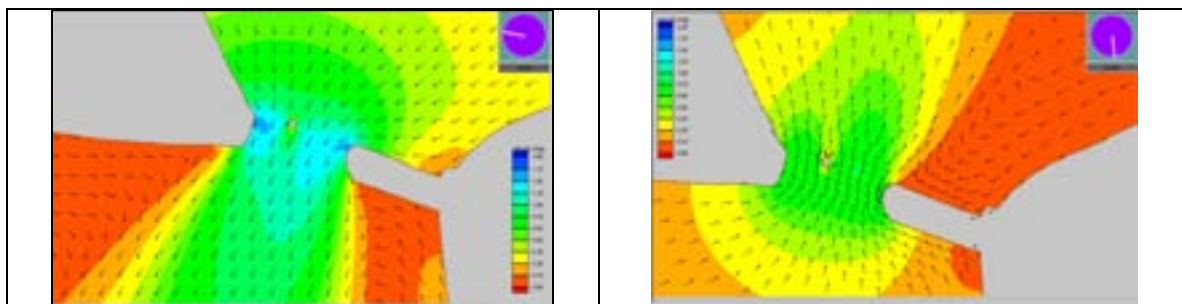
Sogndalsfjorden er oftast isfri, men kan vere kortvarig islagt nokre vintrar. Seinast skjedde dette vinteren 2002-2003 då isen i fleire veker var for tjukk til at snøggåten kunne anløpe Sogndal. Barsnesfjorden blir islagt kvar vinter. Det er gjort registreringar av istilhøva der m.a. i perioden 1982-1985, og i 1990-1993. Hovedtrekket er at isen byrjar legge seg i november/desember, og forsvinn omkring mars/april. Om hausten kan isen kome og gå i fleire korte bolkar, før den legg seg permanent. Det dannar seg ofte/alltid ei råk i munningen av Barsnesfjorden (også når Sogndalsfjorden er islagt). Istjukkleiken kan bli 8-9 cm, med målt isdanningsrate i kuldeperioder på 1,8 cm/dag (Dale og Hovgaard 1993). I perioden 1990-1993 blei det observert ein lang open råk gjennom alle tre vintrane utanfor Årøyelva og ved Vetleøyini. Tendensen synes vere at råker i fjorden oppstår på grunne parti der det er sterkare straum enn ellers.

Kommentar: Rapporten var basert på eit større utfyllingsalternativ enn det som no er aktuelt. I teorien bør då risikoen for isoppsamling bli mindre, men vind og strøm kan fortsatt medføre oppstuvning langs austsida av innløpet til fjorden. Vurderingane bør sjåast i lys av dei nye fyllingsplanene og strømførhølda. Effektar av evt. klimaendringar er vanskelegare å vurdere, og ligg utafor denne rapportens formål.

2.2 Straumtilhøva

Utdrag frå forrige rapport:

Det er utført modellsimuleringar for ulike fyllingslengder frå “naturtilstanden” utan fylling til ei fylling som dekkjer over 50% av dagens tverrsnittsareal. Ved lengste fyllingsalternativ blir strømfarten i munningen på det sterkaste rundt 2 m/s (4 knop) noko som kan medføre at småbåttrafikken i visse høve bør tilpasse seg flo/fjøre. Ei lang fylling frå Loftesnes-sida vil skape bakevjer på begge sider nær fyllinga som til tider kan strekkje seg fleire 100 m nedstrøms. Ein evt. gjenstående pilar har markert innverknad på gjennomstrøyminga ved at strømfarten aukar sterkt på begge sider av tverrsnittet. Simuleringar med boksmodellen “Fjordmiljø” med ulike fyllingsalternativ syner forbetring for O₂-minimum i djupvatnet proporsjonalt med auka utfylling og innsnevring av munningen som følgje av sterkare turbulens og vertikalblanding. Opphaldstida for det intermediære vasslaget aukar moderat med redusert tverrsnitt. Opphaldstida for det øvste laget vil auke markert med redusert tverrsnitt, til dobling ved lengste fylling i høve til i dag.



Figur 7. Nokre modellsimuleringar for utgåande og inngåande straum frå 2003 rapporten.

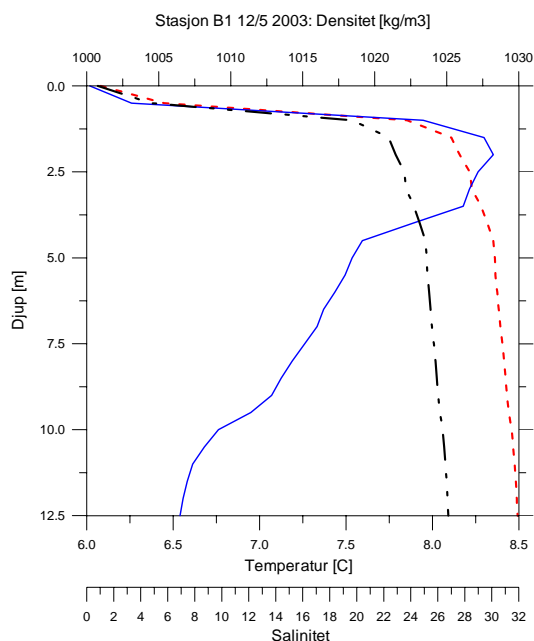
Kommentar: Noverande fyllingsalternativ er mindre enn dei fleste aktuelle alternativa sist, og vil ikkje auke gjennomstrøymingsarealet i nemneverdig grad i høve til dagens.

2.3 Oksygentilhøve og vasskvalitet

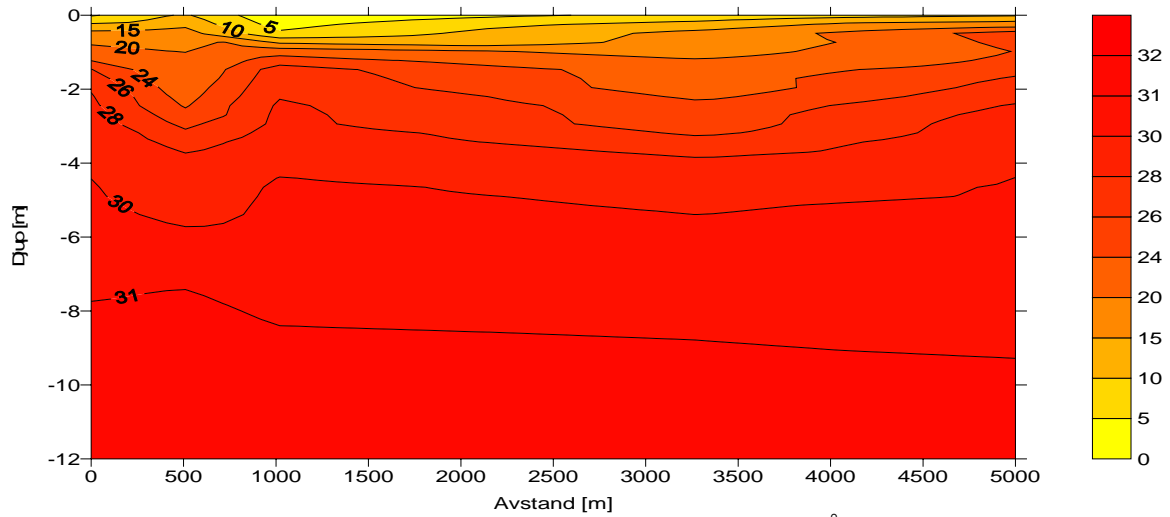
Utdrag frå forrige rapport:

Det har foregått målingar av oksygeninnhald i djupvatnet i Barsnesfjorden heilt sidan 1916, med varierende intervall. Desse målingane syner oksygenfattig vatn frå ca 20 m og nedover, med tidvis oksygenvikt og H₂S nær botn. I nyare tid har ein målingar frå 1984 (Hovgaard 1985), 1991-1993 (Dale og Hovgaard 1993) og 1999 (Myrseth m fl., 2000). Desse målingane stadfester dette biletet av tilstanden. I februar 1993 blei det målt under 2 ml/l oksygen så grunt som i 25 m djup, på slutten av ein langvarig stagnasjonsperiode. Det er i tillegg registrert ein tendens til gradvis lågare oksygenverdiar dei siste ti-åra, ein tendens som kan ha byrja alt seint på 1970-talet (T. Dale, pers. komm.). Myrseth m. fl. (2000) som fann H₂S ved botn i begge bassenga i oktober 1999, oppsummerte dei tre siste måleseriane, og konkluderer med at tilhøva har blitt forverra sidan 1984; ”. Dette er foruroligende og det bør holdes øye med utviklingen vidare”. Stikkprøvene frå mai 2003 motsvara SFT klasse ”Mindre god”.

Kommentar: Sist medførte fleire alternativ tydeleg innsnevring av munningen, noko som kunne ha konsekvensar for vassutskiftinga innafør. Noverande løysing inneber situasjon om lag som i dag.



Figur 8. Hydrografisk profil i øvre lag målt 12. mai 2003 i Barsnesfjorden. Temperatur: heiltrekt line, salinitet: - - -, densitet: — ● ● — i 0-12,5 m djup.



Figur 9. Konturplott av målt salinitet i Barsnesfjorden 12. mai 2003. Årøyelva til venstre, og fjordmunningen til høyre i figuren.

3. Strømmålingane ved brua i 2009

For å få litt betre datagrunnlag for vurderingane var det gjort strømmålingar i munningsområdet hausten 2009. Slike målingar vart ikkje gjort i 2003. Saman med dei forrige modellsimuleringane kan målingane nyttast til å vurdere effektar av den nye bruløysinga når det gjeld vassutskifting spesielt.

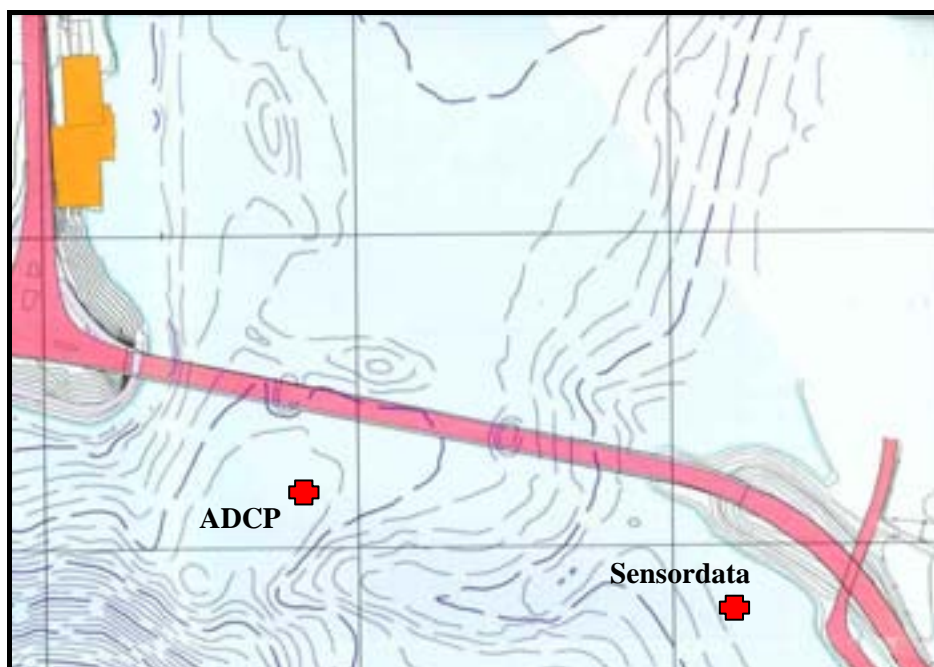
3.1 Måleprogrammet

Det vart målt på to stader, sjå **Figur 10**. Målarane vart satt ut 12. november og tatt opp 8. desember, slit at det vart målt om lag ein måned.

Ein AADI RDCP600 Doppler (ADCP) strømmålar (Serienr 86) var plassert på botnen på ei flate like sør for brua. Målaren målte i 10 ulike djupner eller "celler", fordelt frå overflate til botn. Måleintervallet var 10 minutt. Botndjupet der var ca 11 m, posisjon: 61° 13.558'N, 07° 07.032'E. Instrument og oppheng vart sikra med eit botntau opp i den vestre brupilaren. **Figur 11** illustrerer botnramma og rigginga. Denne målaren skulle dekke inn-utstrømminga i munninga.

Utafor den austre fyllinga på ca 5 m djup vart det plassert ein Sensordata målar (SD6000 Serienr 182) men anker og oppdriftsbøye, sjå **Figur 12**. Målaren stod ca 1.5 m over botnen, i posisjon 61° 13.588'N, 07° 07.002'E. Måleintervallet vart satt til 15 minutt. Denne målaren skulle dekke forholda der det skal fyllast ut, for å sjå om strømmen er sterk nok til sjølv å flytte på nye sediment, evt om der er strømsvakt med moglegheit for forekomst av finare sedimentmateriale på botnen som kan bli virvla opp av dumpa stein.

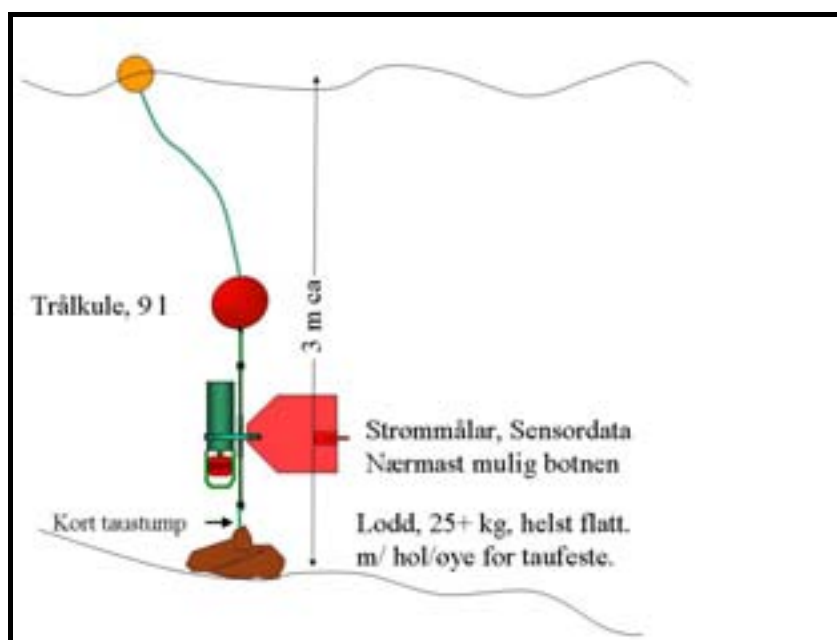
Målingane såg ut til å ha gått greit, utanom trykksensoren på ADCP målaren som svikta den 29. november.



Figur 10. Kart over munningsområdet, med måleposisjonane for strøm hausten 2009.



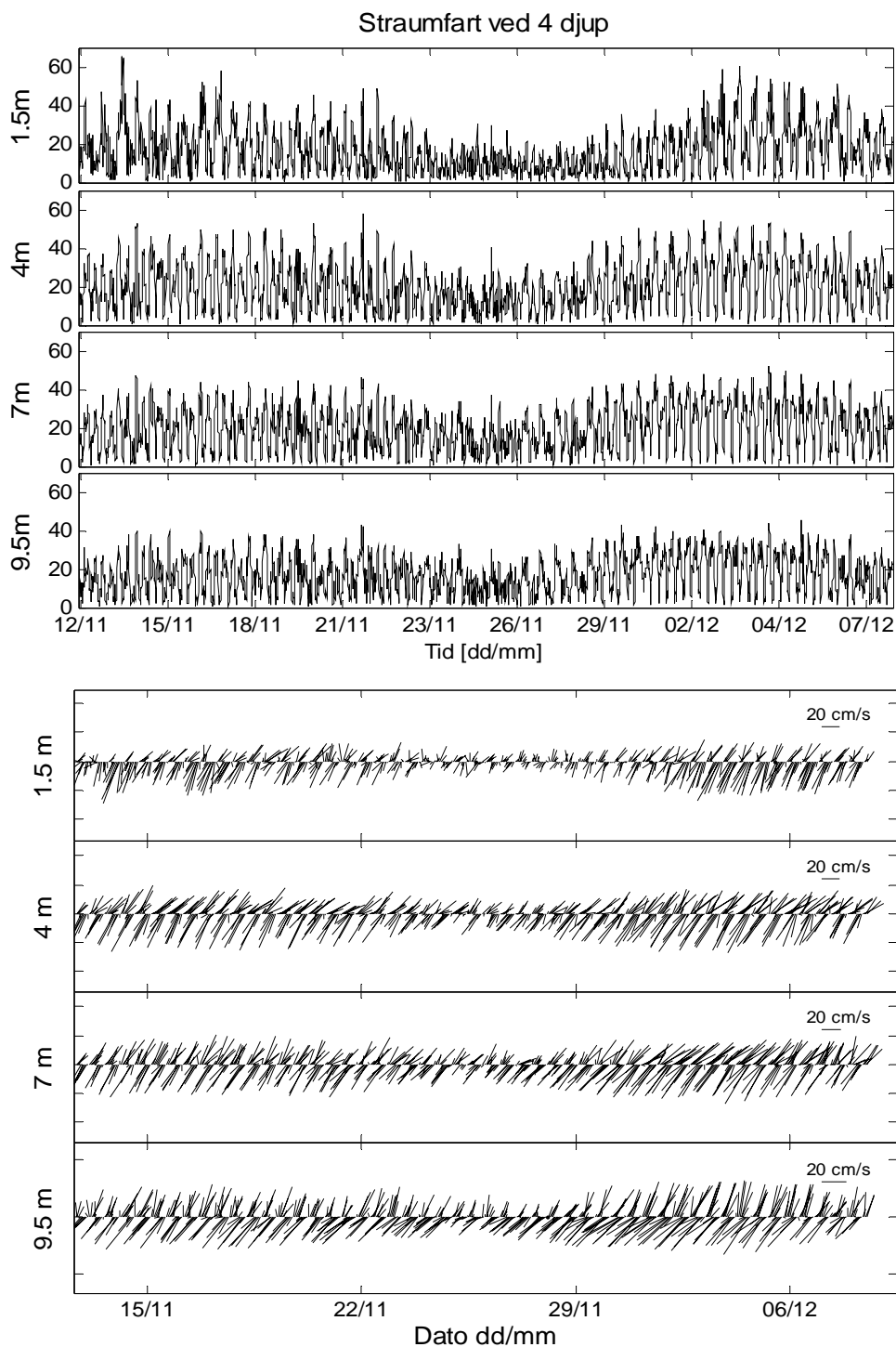
Figur 11. Opplegg for måling av strøm med profilerande Doppler (ADCP) målar.



Figur 12. Illustrasjon av Sensordata strømmålaren og opphenget. Denne riggen stod litt sør for fylinga ved Loftesnes.

3.2 Måleresultat

Vi gjennomgår kortfatta dei viktigaste måleresultata for kvart instrument. Målingane er lagra digitalt hos NIVA og kan nyttast i evt vidare studiar seinare, etter avtale med Statens vegvesen.

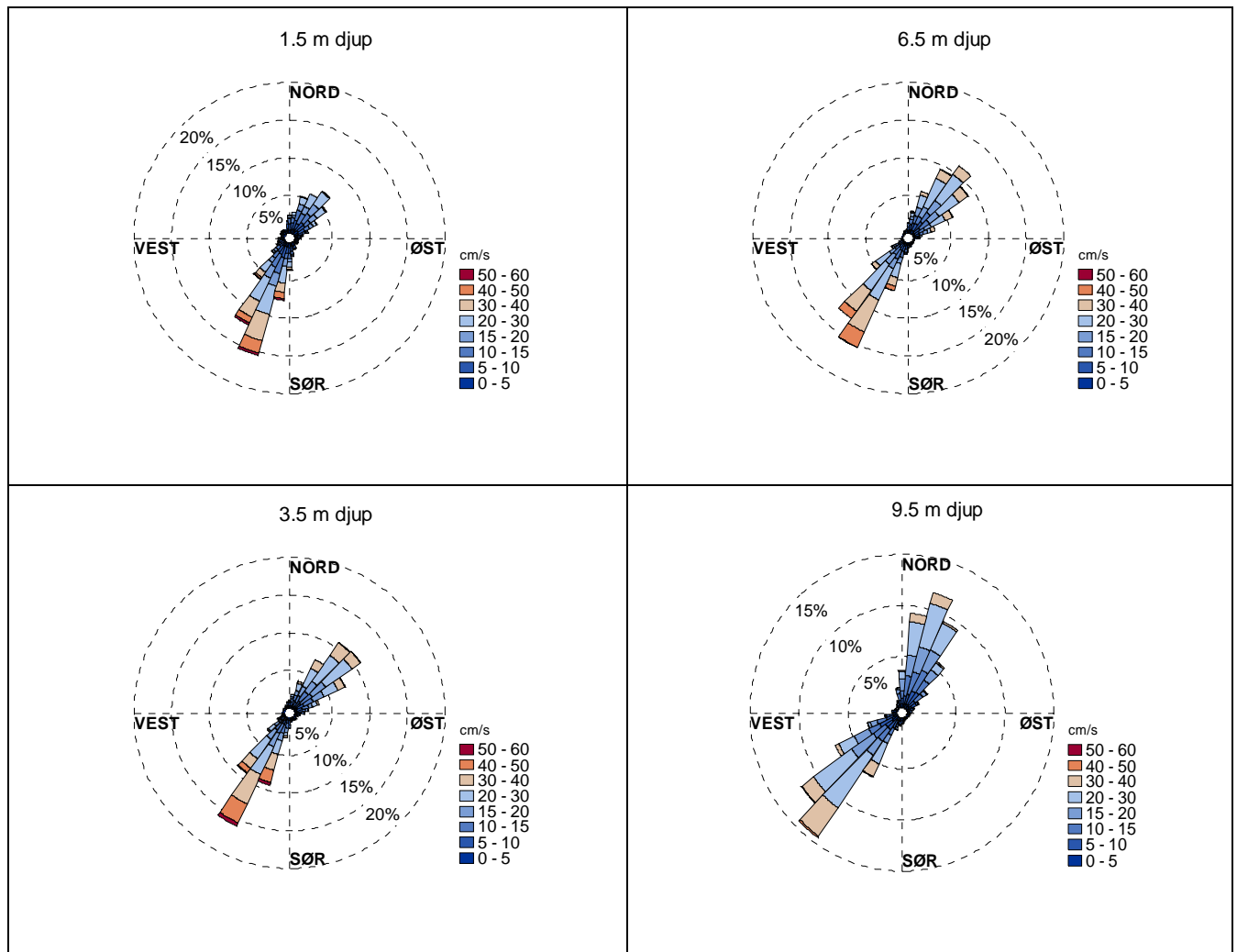


Figur 13. Tidsseriar av målt strømfart (timesmiddel, cm/s) og strømretning i fire utvalde måledjup ved munningen.

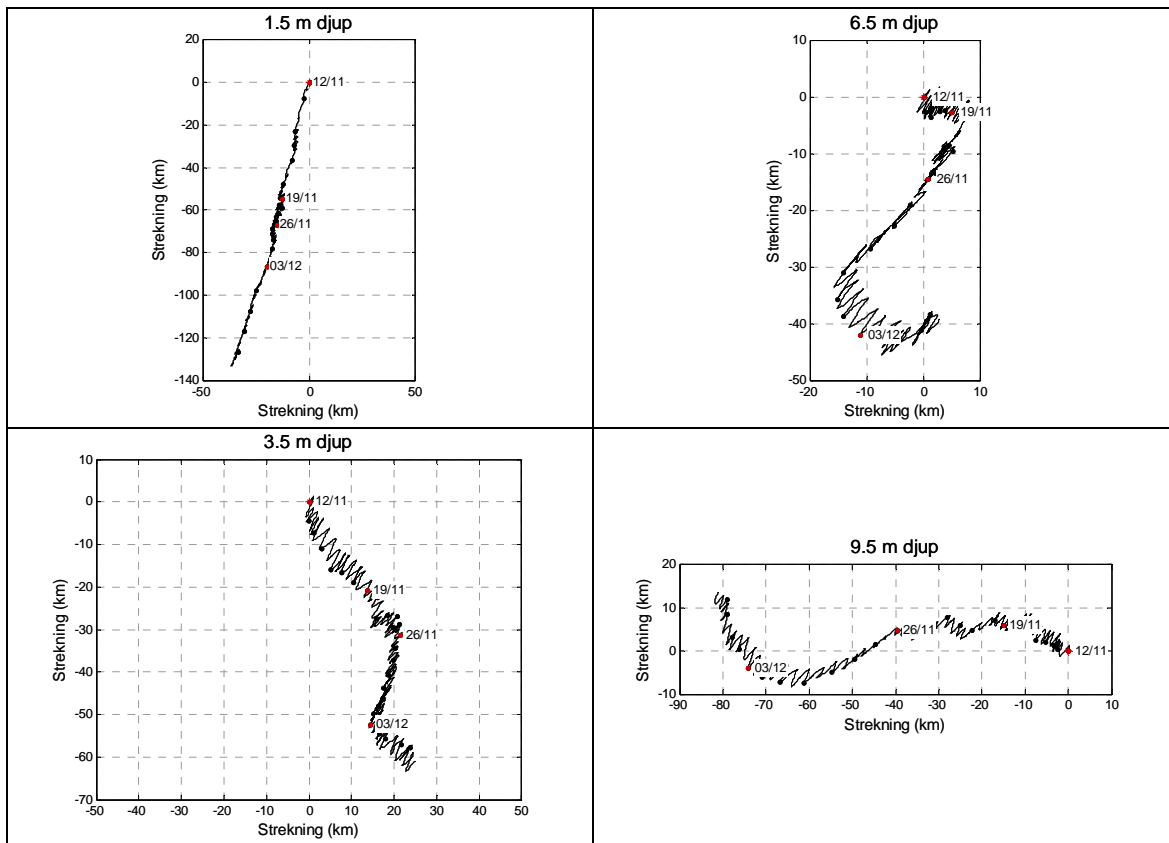
3.2.1 ADCP instrumentet, i munningen

Figur 13 syner målt strømfart og strømreretning i måleperioden. Strømmen veksla tydeleg inn-ut i alle djup i takt med det halvdaglege tidevatnet. **Figur 14** viser strømrøser for dei same djupa, og **Figur 15** progressiv vektor for dei same djupa. I eit progressiv vektor diagram er kvar strømbobservasjon, ”strømpil”, addert vektorielt til den foregåande, slik at heile måleserien dannar ein fiktiv strømtrejektorie. Det framtrer ein tydelig retningsdominans langs aksen N/NE – S/SW. I øvste laget og nedover var det overvekt av utgåande strøm, mens det ved botnen var svakt definert inn-ut retning. I staden svinga nettostrømmen der vestover (**Figur 15**), noko som kan skrive seg frå at målarer stod litt djupare enn terskeldjupet.

Det var kun kortvarige perioder med strømsstille (når strømmen snudde). Middelerdi for strømmen låg rundt 20 cm/s i alle djup, og høgste målte fart var 65 cm/s (**Tabell 1**). Den tydelege vekslinga inn-ut synest godt i **Figur 16**. Det framgår også av den figuren at det var sterkast strøm i sjiktet frå 2-3 m til 5-6 m djup i den aktuelle 2-dagars perioden.



Figur 14. ”Strømrøser” for målingane i dei fire utvalde måledjupa i munningen.

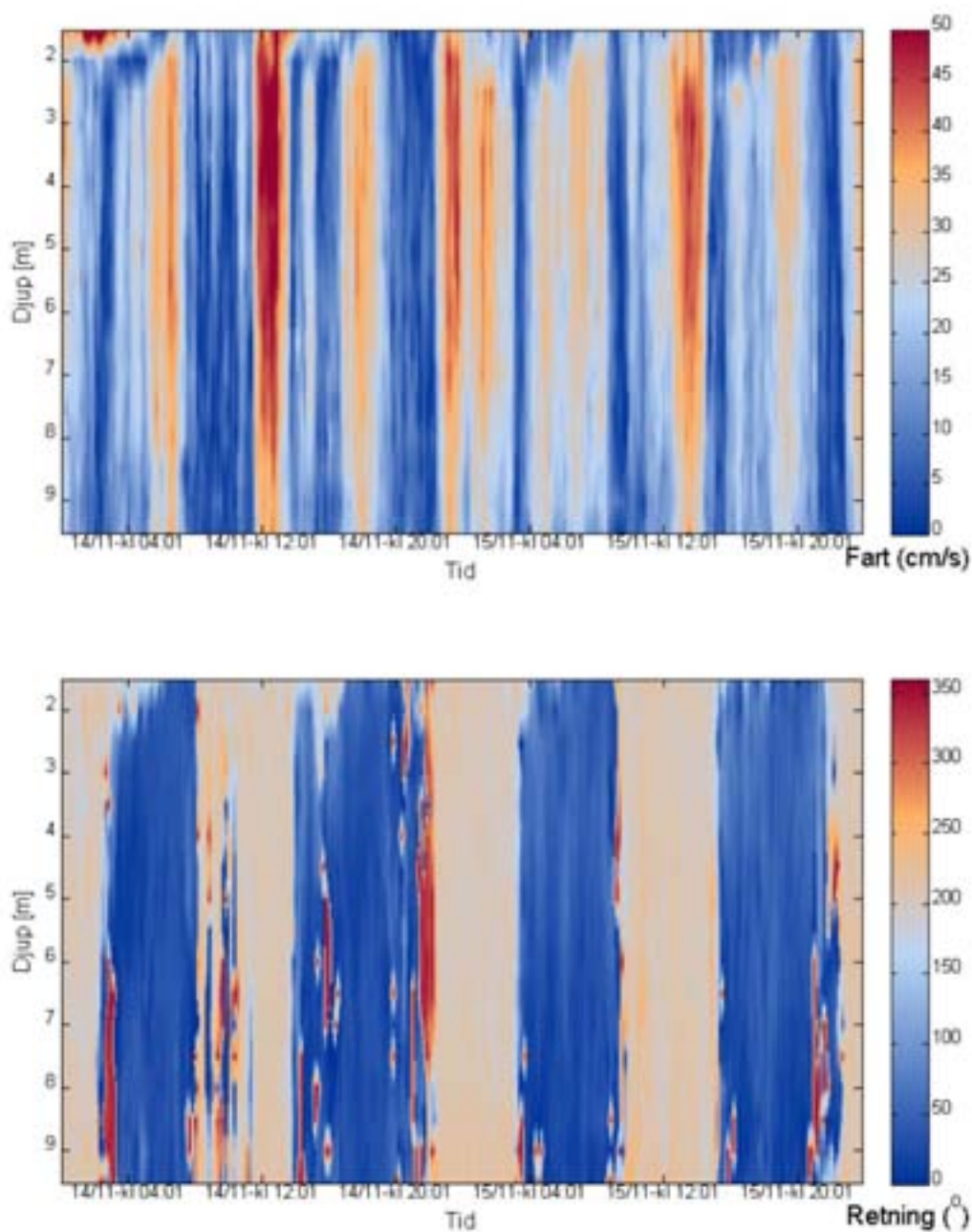


Figur 15. Progressiv vektor diagram for dei fire utvalde måledjupa.

Tabell 1. Statistikk for ADCP målingane i munningen.

Dyp (m)	Dominerende Strømretning (retning mot)	Strømstyrke (cm/s)				Standard-avvik (cm/s)
		Gjennomsnitt	10% persentil	90% persentil	Maksimal (m/retning)	
1.5	205°	16.45	3.86	33.05	65.16 (197°)	11.48
2.5	205°	19.08	4.90	35.62	57.19 (210°)	11.62
3.5	205°	20.05	5.24	36.07	56.14 (204°)	11,73
4.5	215°	20.50	5.60	36.51	57.14 (214°)	11.62
5.5	215°	20.62	5.64	36.50	56.69 (210°)	11.56
6.5	215°	20.23	5.49	35.13	54.06 (203°)	11.09
7.5	215°	19.54	5.47	33.67	50.59 (211°)	10.52
8.5	215°	18.46	5.13	31.79	46.60 (209°)	9.87
9.5	225°	16.96	4.78	29.71	45.81 (208°)	9.20

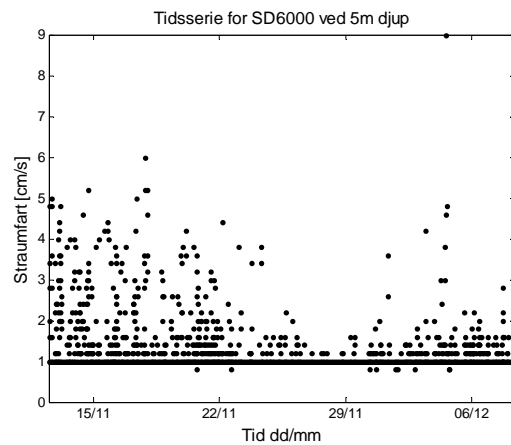
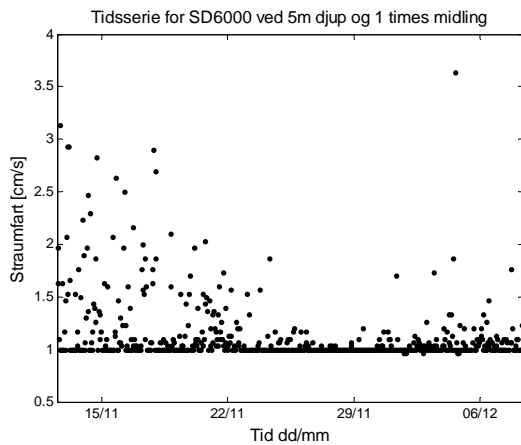
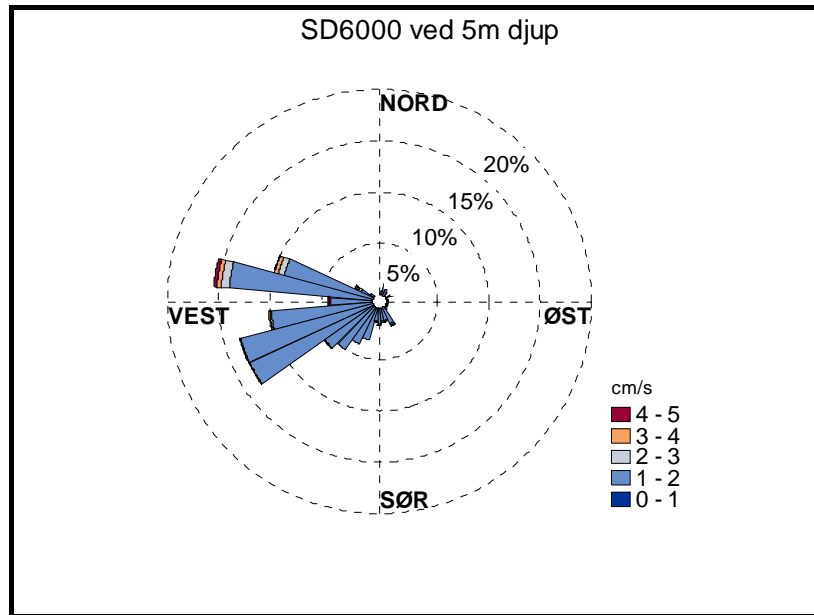
Statistiske verdiar frå ADCP strømmålaren i munningen (RDCP600) i perioden 12. november til 8. desember 2009.



Figur 16. Konturplott av strømfart (øvt) og strømretning for ein kortare periode, 14. 16. november.

3.2.2 Strømmålaren ved fyllinga, 3.5 m djup

Denne målarer registrerte vesentleg svakare strøm enn målarer i fjordmunningen. Mange registreringar låg under deteksjonsgrensa for instrumentet på ca 1 cm/s. Maksimal målt strøm var 6 cm/s. Hovedstrømretninga var mot vest (**Figur 17**). Dette harmonerer for øvrig med målingane ved botn i munningen, og indikerer at det i området aust for munninga i Sogndalsfjorden hyppig går ein mot-urs retta virvel, sannsynlegvis dreven av nettoutstømminga frå Barsnesfjorden.

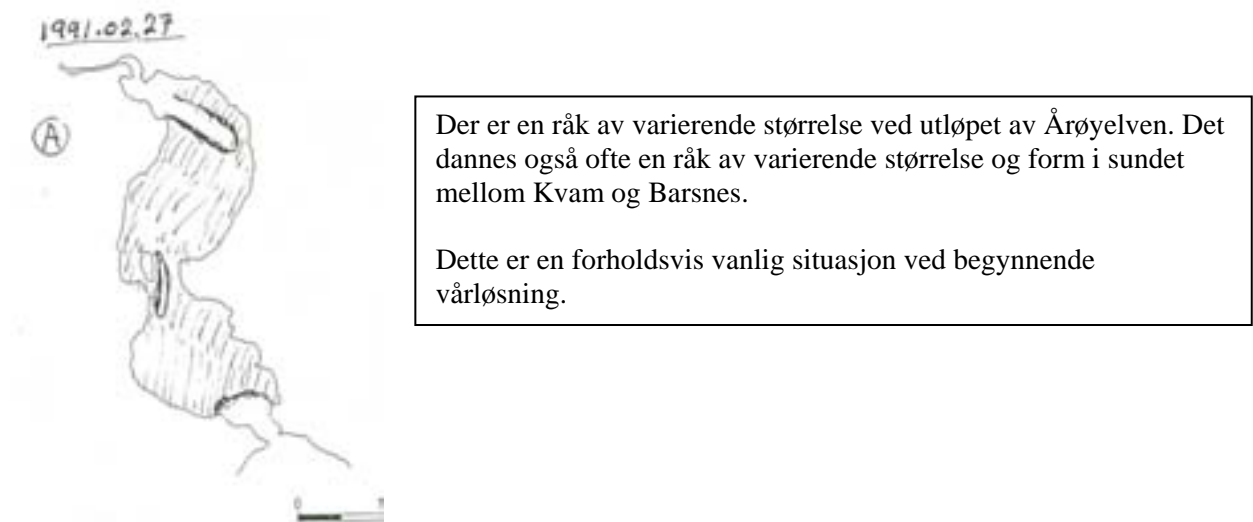


Figur 17. Nokre resultat frå målingane med Sensordata instrumentet sør for fyllinga ved Loftesnes. Plottet t.v. nede syner timesmidla data, t.h. enkeltmålingar.

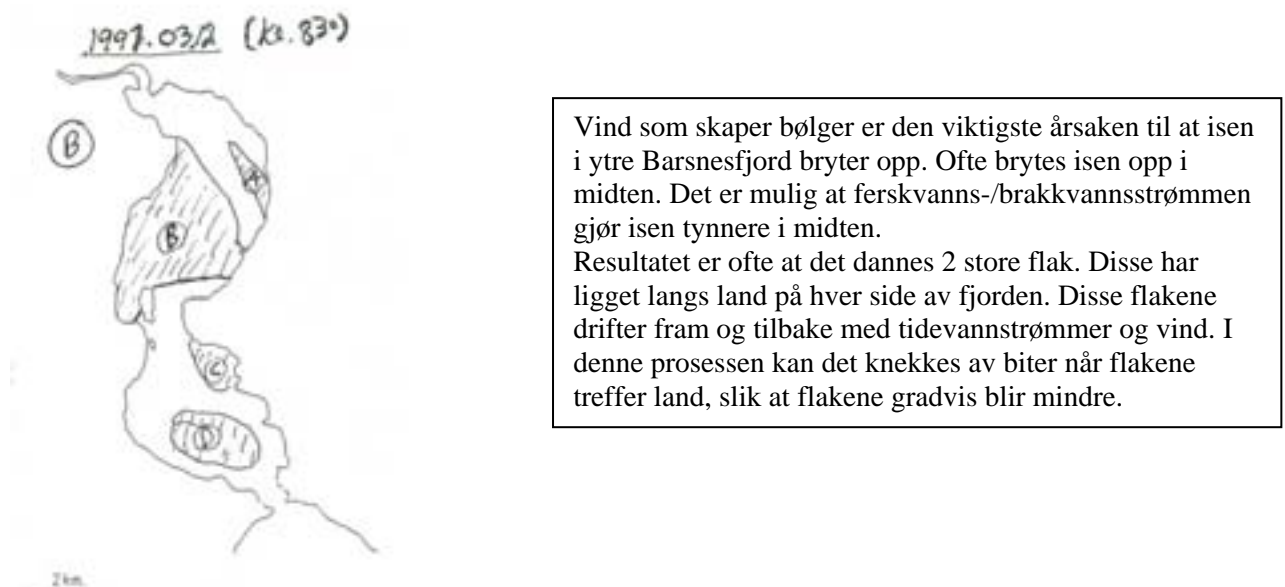
4. Istilhøve

I dette kapitlet vurderer vi istilhøva, i første rekkje på bakgrunn av eit notat utarbeidd av Torbjørn Dale (Dale 2010), som sidan 1991 har gjort registreringar av istilhøva i Barsnesfjorden og Sogndalsfjorden. Dale og Hovgaard (1993) ga ein omtale av isforholda vintrane 1991 og 1993. Dale (2007) omtalte mekanismane ved isdanning og isløysing i Barsnes-/Sogndalsfjorden.

I Barsnesfjorden startar som oftast den første islegginga allereie i byrjinga av november, men det tek vanlegvis 1-2 mndr før isdekket blir permanent. **Figur 18 - Figur 20** viser litt om isforholda i Barsnesfjorden i 1991 (frå Dale og Hovgaard 1993).



Figur 18. Isforholda i Barsnesfjorden 27. feb. 1991.



Figur 19. Isforholda i Barsnesfjorden 12. mars 1991.



Figuren viser en situasjon hvor et av de store flakene har strømmet inn i Loftesnessundet og kilt seg fast. Som figuren antyder kan størrelsen på slike flak være betydelige.

Figur 20. Isforhold i Barsnesfjorden 16. mars 1991.

Figur 21 viser ein situasjon der store flak drifta i ytre Barsnesfjord i ein periode. Slike forhold er dokumentert i 1991, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999 og 2004 og skjer vanlegvis i mars-april. Sannsynlegvis er dette eit årvisst fenomen og må betraktast som ein normal situasjon.



Det store flaket i Ytre Barsnesfjord løsnet fra det vestlige "landfeste" i løpet av den foregående natten etter en ukes tid med vind-/bølgeoppbrekking av isen midtfjords.

Figur 21. Is-situasjonen i Barsnesfjorden 26. mars 1996.

Vanlegvis blir Ytre Barsnesfjord isfri før indre Barsnesfjord. Også i Indre Barsnesfjord dannast det eit eller fleire store flak i samband med isløysinga. Desse flaka vil ofte vere for store til å strøyme ut gjennom sundet til Ytre Barsnesfjord. Dei vil difor drifte med vind og strøm i Indre Barsnesfjord og gradvis bli mindre. Etter kvart vil mange bli små nok til å kunne drifte ut gjennom sundet, inn i Ytre Barsnesfjord og mot Loftesnessundet. Sjølv om flaka minkar i storleik under opphaldet i Indre Barsnesfjord vil det kunne kome ut flak av betydeleg storleik.

Indre Sogndalsfjorden kan også vere islagt, men sjeldnare enn Barsnesfjorden. Vinteren 2009/10 t.d. var det tjukk (50 cm) is i Barsnesfjorden, men lite/ingen is i Sogndalsfjorden.

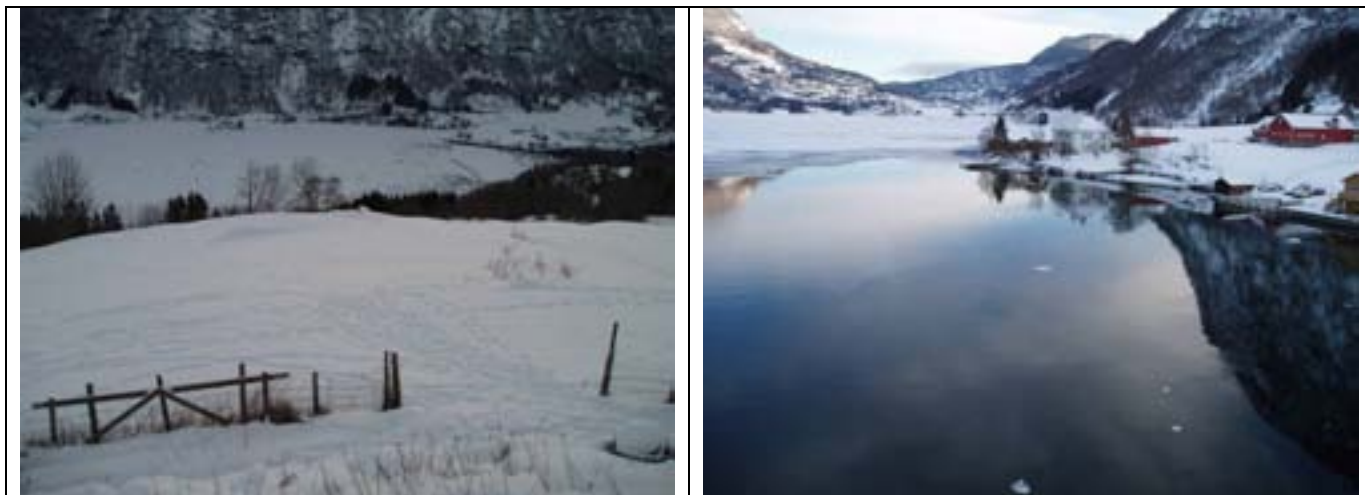
4.1 Nokre isobservasjonar vinteren 2010

Figurane 22 – 28 syner fotografi frå munningsområdet ved Loftesnes og i Barsnesfjorden vinteren 2010. Denne vinteren var uvanleg lang og kald, kuldeperioden varte frå midten av desember 2009 til medio mars 2010. Isen la seg raskt i Indre Barsnesfjord, noko seinare i ytre Barsnesfjord. I Sogndalsfjorden vart det ikkje danna is denne vinteren. Nokre utdrag frå observasjonane:

- 21. februar: Barsnesfjorden er dekkja med is men der er nokre råker (**Figur 22**).
- 26. februar: Hovedisen ligg fortsatt i både ytre og indre Barsnesfjord (**Figur 23**).
- 7. mars: Isen byrjar å gå opp i området innafor Loftesnessundet.
- 11. mars: Mykje is (små flak) ut frå Barsnesfjorden inn i Sogndalsfjorden.
- 13. mars: Isen i den ytterste delen av Barsnesfjorden er brekt opp.
- 20. mars: Store mengder små flak (1-2 m) strøymar ut i Sogndalsfjorden om morgenen.
- 21. mars: Eit stort flak nær munningen. Rester av små isflak strøymar ut i Sogndalsfjorden.
- 22. mars: Det store isflaket dunkar i land mot rasteplassen og neset på nordenden av Loftesnessundet.
- 24. mars: Det store isflaket stanger igjen mot nordenden av Loftesnessundet.



Figur 22. Loftesnessundet 21. februar 2010. Islegging ut til sundet. T.v.: Danning av tynn is i sundet. Foto: T. Dale.



Figur 23. Barsnesfjorden og Loftesnessundet 26. februar 2010. Smelting i sundet. Foto: T. Dale.



Figur 24. 7. mars (t.v.) og 11. mars 2010. Foto: T. Dale.



Figur 25. 13. mars 2010. Foto: T. Dale.



Figur 26. 21. mars 2010. T.h.: Det store isflaket stangar mot land på nordsida av Loftesnessundet.
Foto: T. Dale.



Figur 27. Ved munningen 24. mars 2001. Foto: T. Dale.

5. Fisk

Problematikk kring laksen i Årøyelva og utvandring av smolt er vidt merksemd i dette kapittelet, som er ført i pennen av Åse Åtland.

5.1 Laksen i Årøyelva

Dei siste granskingane av laks i Årøyelva vart gjort i 2006-2007 (Urdal og Sægrov 2008). Rapporten konkluderte med at den naturlege produksjonen av laks i Årøyelva er god, medan produksjonen av aure ser ut til å vere på retur. Dette siste trur ein skuldast mellomarts konkurranse. Dei seier vidare i rapporten at den naturlege produksjonen av ungfisk er nær det maksimale av potensialet til elva. Årleg fangst av laks har lagt mellom 34 og 116 laks i perioden 2002 til 2009 med eit gjennomsnitt på 72 laks med ei snittvekt på mellom 4,7 og 7,7 kg (**Figur 28**).

Etter pålegg frå NVE vert det kvart år sett ut 5000 laksemolt. Desse er produsert ved Årøy Klekkeri, og er kosta av regulanten Sognekraft AS. Frå 2002 har det vore sett ut meir smolt enn pålegget som eit forsøk i samarbeid mellom grunneigarane og Havforskningsinstituttet for å sjå på effekten av behandling mot lakselus.

Sognefjorden er vedteken som Nasjonal Laksefjord. Formålet med nasjonale laksevasdrag og laksefjordar er å gje eit utval av de viktigaste laksebestandane i Noreg særskilt vern mot skadelege inngrep og aktivitetar i vassdraga og mot oppdrettsverksemd, forureining og munningsinngrep i dei nærliggjande fjord- og kystområda. Dette er noko som bør takast omsyn til ved planlegging av bygginga av ny Loftesnesbru.

5.2 Mogelege negative konsekvensar av ny bru

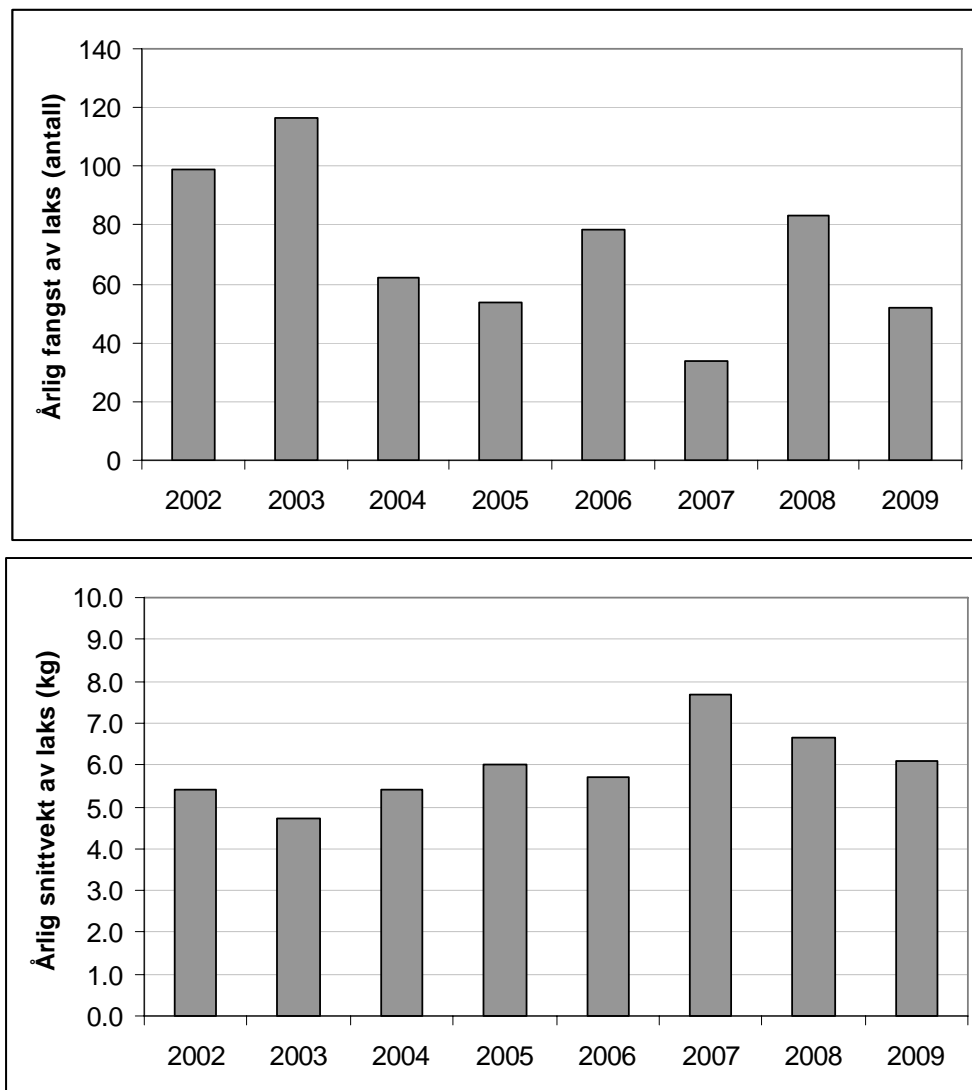
Partikkelureining

Denne problemstillinga er mest aktuell i samband med utfyllingsarbeidet der steinmassar kan komme ut i fjordområdet. Etersom vi kjenner til skal det brukast sprengstein frå tunneldriving, og dette gjev ein type partiklar som kan irritere gjellevevet hos fisk.

Fisk kan påverkast av suspenderte uorganiske partiklar både direkte og indirekte. Frå forskingslitteraturen er det kjent både letale (dødelege), subletale (ikkje dødelige) og åtferdsmessige effektar. Klogging og irritasjon på gjeller kan gje subletale effektar som svekka immunsystem (Herbert & Merckens 1961, Redding et al. 1987) og problemar med osmoregulering.

Av åtferdsmessige effektar er det vist at suspenderte uorganiske partiklar kan påverke fiskens rørslemønster (Robertson et al. 2007), vandringsmønster (Bisson & Bilby 1982, Whitman et al. 1982), næringstilbod (Shaw & Richardson 2001) og evna til å finne næring (Robertson et al. 2007).

Mesteparten av litteraturen om effektar av partiklar på fisk omhandlar laksefisk i ferskvatn. Litteraturen gir ikkje mange eksempel på akutt dødeligheit forårsaka av auka konsentrasjonar av uorganiske partiklar, og oppgjevne LC50 verdiar varierer svært mykje. Ytterpunktet er studien til Lake & Hinch frå 1999. Dei observerte LC50 (96 timars eksponering) på heile 164.500 mg/L for juvenil Coho laks, ein konsentrasjon som i følge forfatarane langt overstig det som førekjem i naturlege system. Oppsummert viser andre studiar med nokolunde likt forsøksoppsett, 96 timars LC50 frå rundt 10.000 - 30.000 mg/L (Herbert & Merckens 1961, Servizi & Gordon 1990, Servizi & Martens 1991).



Figur 28. Årlig fangst av laks i Årøyelva oppgitt i antal fisk (øvt) og gjennomsnittsvekt pr fisk (nedst).

Newcombe & Jensen (1996) gjennomførte ein såkalla metaanalyse av over 80 ”published and adequately documented reports” på effektar av suspendert sediment på fisk i elver og estuarar. Basert på data frå desse arbeida laga dei modellar som forsøkte å gje sammenhengen mellom biologisk respons, partikkelkonsentrasjon og varigheit på eksponeringa. Oppsummert gjev modellen følgjande grenseverdier for letale effektar (dødelighet) hos vaksen laksefisk:

Eksponeeringstid 1-7 timar, letal dødelighet kan oppstå ved henholdsvis >22.000 og >3.000 mg/L

Eksponeeringstid 1-6 dagar, dødelighet kan oppstå ved henholdsvis >3.000 og >400 mg/L

Eksponeeringstid 2-7 veker, dødelighet kan oppstå ved henholdsvis >400 og >55 mg/L

Juvenil (ung) laksefisk kom ut med omtrent same grenseverdier.

Subletale effektar, som skader på vev, forstyrrar fysiologien til organismen, men skadene er ikkje alvorlege nok til å årsake død. Det kan gje seg utslag direkte ved eksempelvis gjelleskadar og stress, indirekte ved redusert vekst og endra åtferd. I litteraturen er det også eit stort spenn i kva for konsentrasjonar som kan føre til subletale skadar. Når det gjeld gjelleskadar rapportert i litteraturen, er

det igjen studiet til Lake & Hinch (1999) som utgjør eit ytterpunkt. Observerte mekaniske skader på gjellene kjem ved konsentrasjonar > 41.000 mg/L (coho laks) (96 timars eksponering). Oppsummert viser studiar med eit nokolunde likt forsøksoppsett gjelleskadar (f. eks hyperplasi, hypertrofi og gjelleløysing) ved partikkelkonsentrasjonar frå 270 -10.000 mg/L (Herbert & Merckens 1961, Servizi & Martens 1987, Goldes et al. 1988).

Fysiologisk stress er en subletal effekt og kan målast på fleire måtar. Hos årsyngel av coho laks blei det påvist eit lineært forhold mellom blodsukker som er ein sekundær stress indikator, og partikkelkonsentrasjon (Servizi & Martens 1992). Auka nivå av blodsukker blei målt ved konsentrasjonar over 1.360 mg/L. Ein annan studie på coho laks viste samanfallande resultat med forhøga plasma kortisol verdiar ved 2-3.000 mg/L (både ved 24 og 192 timars eksponering). Denne typen stressrespons vart ikkje målt ved konsentrasjonar på 4-600 mg/L (Redding et al. 1987).

Modellane til Newcombe & Jensen (1996) (omtalt over) foreslår også grenseverdiar for subletale effektar hos laksefisk. Summert opp gir modellen følgjande grenseverdiar for vaksen laksefisk:

Eksponeringstid 1-7 timar, effektar ved henholdsvis >403 og >55 mg/L.

Eksponeringstid 1-6 dagar, effektar ved henholdsvis >55 og > 7 mg/L.

Eksponeringstid 2-7 veker, effektar ved henholdsvis >7 og > 3 mg/L.

Juvenil laksefisk kom ut med omtrent same grenseverdiar.

Ein godt dokumentert indirekte subletal effekt er redusert vekst. Det kan sjå ut til at redusert vekst inntreff ved relativt låge konsentrasjonar hos enkelte artar; eksempelvis 50 mg/L for aure (Herbert & Richards 1963, Sykora et al. 1972), 84 mg/L for Coho laks (Sigler et al. 1984) og 100 mg/L hos harr (McLeay et al. 1987). Redusert vekst kan vere resultat av redusert fødeinntak og/eller auka metabolske kostnader (McLeay et al. 1987). For laksen i dette aktuelle fjordsystemet (Sogndalsfjorden/ Barsnesfjoren) antek vi at dette vil ha svært begrensa relevans ettersom fisken passerer bruområdet på "gjennomreise" under inn- og utvandring.

Ein siste type indirekte subletal effekt er åtferdsrespons. Hos atlantisk laks er det vist at sammenbrudd i dominanshierarki og reduksjon i territoriell åferd inntreff ved konsentrasjonar >60 mg/L (Robertson et al. 2007). Tilsvarende effekt er også vist for coho laks, men effekten inntraff først ved konsentrasjonar rundt 130 mg/L (Berg & Northcote 1985). Unnvikelses-/flukt- respons (fisken prøver å kome unna vatnet med høg turbiditet) ser også ut til å inntreffe i spennet 60-180 mg/L hos atlantisk laks (Robertson et al. 2007), lågare enn hos eksempelvis coho laks (respons inntreff rundt 180 mg/L) (Bisson & Bilby 1982, Berg & Northcote 1985, Servizi & Martens 1992).

Det er fleire faktorar som kan forklare det store spennet i konsentrasjonar som gjev direkte effektar (både letale og subletale) hos laksefisk, og som gjer det vanskeleg å samanlikne studiar. Noko av variasjonen er sjølvsagt reelle skilnader mellom artar, som igjen skuldast at ulike artar er tilpassa habitat med skilnad i naturleg turbiditet. Ulik eksponeringstid i studiane forklarar truleg også ein god del. Sjølv ved lik eksponeringstid kan det hos ein spesifikk art vere eit stort sprik i toleranse. Desse skilnadane kan knyttast til eigenskapar ved sjølve partikkelen, slik som storleik og form: små partiklar ser ut til å gjere mindre skade enn store (Servizi & Martens 1987) og avrunda partiklar gjer mindre skade enn kantete (Lake & Hinch 1999).

Endra utvandringsåtferd

Erfaringar frå studiar av akustisk merka laksesmolt i fjordane rundt Osterøy har vist at når smolten kjem fram til Nordhordalandsbrua verkar brua forseinkande på utvandringa til smolten ved at han vert gåande fram og tilbake på innsida av brua i ein periode før han sym under og vidare. Kor lenge fisken vert gåande slik varierte frå eit par timar og opp til fleire dagar (Skilbrei og Holst 2007). Det er ikkje

sikkert konkludert kva som gjorde dette, men ein forklaring kan vere at lyset frå brua skræmer fisken. Dette kunstige lyset vil naturleg nok vere av ein heilt anna karakter enn naturleg lys.

Ein slik effekt av ei bru er ikkje ønskjeleg ettersom litteraturen har vist at smolt både av laks og sjøaure vil vere svært utsett for predasjon frå både rovfisk og fugl tida like etter at han har vandra ut i saltvatn (Sjø m.a. Dieperink m. fl. 2002). I denne siste studien var predasjonen frå fugl særlig sterk dei første 9-10 timane etter utvandring frå elva. Det er kjent at smolten ofte vel å symje i dei øvre vassmassane med lågast salinitet og då vil han også vere meir synleg for å bli oppdaga og spist av fugl.

Det er også vist at småfisk som lever pelagisk (i dei opne vassmassane) kan vere meir utsett for å verte spist dersom det er mykje kunstig lys t.d. frå byar (Mazar og Beauchamp 2006). Dette er ikkje unaturleg når rovfisken lettare vil oppdage byttet sitt om natta, og eksempelet kan også vere relevant i dette tilfellet.

5.3 Kva som kan gjerast for å unngå problem for fisken

5.3.1 Tilrådingar om den beste perioden for anleggsarbeid

Som nemt i dei føregåande kapitla er det utvandringa av smolt om våren og også tilbakevandringa av laks og hausten som er dei mest kritiske tidspunkta på året. Det finst ikkje data om eksakt tidspunkt for smoltutvandring i dei føreliggjande rapportane. Smolten frå klekkeriet vert sett ut i første halvdel av mai, og dette samsvarar med starten på utvandringsperioden for vill smolt i Aurlandselva og Flåmselva. Ein bør derfor forsøke å unngå anleggsarbeid i perioden mai/juni, og også oktober/november. Ifølgje Urdal og Sægrov (2008) er gytetida for laksen i Årøyelva mellom 5. og 15. november.

5.3.2 Tiltak for å hindre spreing av partiklar

Storleiken på det området der partiklane kan bli spreidd heng mellom anna saman med synkehastighet gjennom vatnet som igjen er avhengig av partiklane sin eigenvekt, form og storleik. Dessutan vil strømreretninga under fyllingsarbeidet styre kva veg partikkelskya går. Dersom vatnet i fjorden på begge sider av den nye brua er lagdelt med godt definert sprangsjikt, vil dette kunne føre til at steinpartiklar til en viss grad vert oppkonsentrerte i eit sjikt og transportert vekk frå frå dumpingområdet med strømmen i dette sjiktet før dei gradvis sekk til botnen. Steindumping vil truleg også medføre at botnpartiklar kan bli virvla opp i sjøen, d.v.s. slik at ein kan få resuspensjon av gamle sediment.

Under utfyllingsperioden kan det derfor vere eit nyttig tiltak å bruke eit såkalla siltskjørt for å få hovedandelen av partiklane til å sedimentere innafør skjørtet og dermed redusere partikkeltransporten bort frå dumpingsområdet.

5.3.3 Forstyrrende lys

Med tanke på erfaringane frå Nordhordalandsbrua vil ein tilrå at utforminga av den permanente lyssettinga på brua og på utfyllingsområdet vert slik at ein får lyset mest mogleg inn på brua og på land, og unngår direkte lys ned i sjøen. Det er usikkert kor viktig dette er men det bør vere eit enkelt tiltak for å redusere faren for at brua kan verke som eit stengsel som kan forseinke ut- eller innvandringa av fisk.

6. Diskusjon

Det nye brualternativet er mindre omfangsrikt når det gjeld utfylling enn dei fleste alternativa sist, inkludert "alternativ 3" som vart nærare vurdert m.o.t. vassutskifting då. Dette tilseier at effektar for **strøm/utskifting** vert mindre enn det som vart berekna/simulert i forrige studie. Planene ligg temmeleg nær noverande situasjon når det gjeld gjennomstrøymingsarealet, som er ein viktig faktor når det gjeld å oppretthalde tilstrekkeleg utskifting spesielt i djupvatnet i Barsnesfjorden.

Strømmålingane i 2009 synte at der var regelmessig og god strøm inn/ut gjennom Barsnessundet gjennom heile vassøyla (barotrop strøm) i måleperioden, m.a.o. ikkje noko markert lagdeling i strømbiletet over terskeldjupet. Målingane synte også sterkare strøm i munningen enn det som modellen ga. Modellen var satt opp med vesentlegast tidvatn som drivkraft. Andre krefter vil og påverke og styrke vassutskiftinga i ein fjord, og addere til strømbildet. Ut frå erfaring og generell kunnskap er det imidlertid rimeleg å anta at den nye bruløysinga ikkje vil forverre tilstanden når det gjeld vassutskiftinga generelt.

I forrige runde vart det diskutert om eksisterande pilarar skulle stå, eller fjernast. Fundamenta til desse er relativt omfangsrike, og sperrar ein ikkje uvesentleg del av gjennomstrøymingsarealet nær botnen, som er viktigast m.o.t. djupvassutskifting. Vasskvaliteten i djupvatnet i Barsnesfjorden er tidvis dårleg, og ut frå eit slikt omsyn vil det å fjerne mest mogleg av pilarane og fundamenta bidra til å forbetre den situasjonen.

Når det gjeld **isforholda** så har vi dokumentert i rapporten dei vanlegaste trekka ved isdanning og oppstuving ute ved munningen, og at dette skjer nesten kvart år i varierende grad, med kombinasjon av store samanhengande flak som i sjeldnare tilfelle kan sperre opninga, og mange små flak som stuvar seg opp ettersom vind og strøm tilseier. Tidvis medfører dette skadar langs stranda. Kva som er den naturlege tilstanden når det gjeld is, og kva som er "menneskeskapt" (p.g.a. noverande fylling m.m.) er noko uklart, men fyllinga og pilarane kan ha bidrege til å forsterke problema når dei først oppstår.

Den nye bruløysinga vil imidlertid etter vårt syn ikkje forverre tilstanden, så sant at ein dreg det nye brufundamentet på austsida nærast mogleg land. Om ein i tillegg fjernar brupilarane så vil naturleg nok blokkering og oppstuving i munningen få vanskelegare vilkår, og tranporten ut blir lettare (både vatn og is).

Større fylling sør for dagens fylling på Loftessida vil ikkje berøre isen i Barsnesfjorden. Islegging i Sogndalsfjorden skjer sjeldnare, og isgang derfrå og inn i Barsnesfjorden eit sjeldant unntak. Slik sett vil fylling i den retninga neppe ha innverknad på istilhøva innafør brua.

Fisk har ikkje vore særleg vurdert i samband med bruplanene før noverande prosjekt. Det er her belyst ein del faktorar som kan påverke smolt og vaksen laks negativt. Dette gjeld mest arbeidet med utfylling, og **partiklar** derfrå som kan påvirke fisken, evt stoppe dens vandring. Parikkelskonsentrasjonane frå dumpinga vil neppe overskride dei dokumenterte kritiske grenseverdiane for skade på fisk, når ein tek omsyn til at eksponeringstida blir kort. Fisken vil sannsynlegvis trekke vekk får partikkelskya viss den blir hemma av den, og dumpinga vil foregå bolkevis, med pausar mellom kvart lass som blir tippa, og kanskje med enno lenger opphald innimellom under anleggsdrifta.

Utfyllingsområdet sør for dagens fylling og strand på Loftessida har svak strøm, og med straumretning oftast i retning fjordmunningen. Svak strøm indikerer at der ligg finkorna lausmassar/avsetningar på botnen som kan bli virvla opp midlertidig i sbm steindumpinga. Desse

partiklane vil kunne addere seg til partikkelskya frå fyllmassen, og bidra til å auke partikkelkonsentrasjonen noko i høve til det som fyllmassen representerer.

Strømmen frå utfyllingsområdet vil kunne føre partikkelskya i retning fjordmunningen, der fisken går. Viss dette skulle bli eit synleg fenomen/problem, vil ein kunne vurdere å styre utfyllinga i takt med tidevatnet, for å unngå periodane med strøm i retning munningen. Eller, etablere eit siltskjørt utafor fyllingsområdet.

Det har ikkje vore teke prøver av botnen i dette området, slik prøvetaking kunne gjerne gjerast for å få eit grunnlag for å vurdere risiko for oppvirvling. Det er for øvrig lite sannsynleg at sedimenta i dette området kan innehalde miljøgifter, der er ikkje kjelder i nærleiken som skulle tilsei det.

6.1 Forslag til overvåkingsprogram i anleggsperioden

Vi tilrår at ein måler partikkelmengda i sjøen i samband med utfyllingsarbeidet, eller i alle fall får teke stikkprøver for å finne på kva nivå konsentrasjonane ligg. Dette kan gjerast enten ved bruk av fastståande målar evt med dataoverføring til land i sann tid, eller ved bruk av ein profilerande sonde med turbiditetssensor der ein måler innimellom frå båt, evt frå brua. Turbiditeten gir eit mål på vatnets klårleik, dvs. i kva grad lyset trengjer ned i vatnet. Dess høgare verdiar (målt i FTU), dess meir partiklar er det i vatnet.

Målingane bør gjennomførast både innafor og utanfor evt. siltskjørt ved både strømskilde og i overgangen mellom flo og fjøre med antatt sterkast strøm. Ein strømmålar med dataoverføring i sann tid kan plasserast i sjøen i nærleiken av utfyllingsområdet. Ved å lese data frå den vil ein vite når strømmen er gunstig/mindre gunstig m.o.t. spreining av partiklar, og slik at ein evt kan redusere dumpinga i ugunstige periodar.

For nærare undersøking av partiklar kan det også takast vassprøver, deretter kan partiklane oppkonsentrerast ved sedimentering for analyse i mikroskop for å studere i kor stor grad dei vil vere av ei slik form at dei vil kunne irritere gjellene til fisken. Slik analyse kan også gjerast i laboratorium i forkant dersom ein har tilgang på fyllmassen som er planlagt brukt på staden, evt spylevatn frå tunnelen.

6.2 Forbetra sirkulasjonsmodell for Barsnesfjorden

Strømmålingane gjev grunnlag for å kalibrere og forbetre sirkulasjonsmodellen som vart satt opp for Barsnesfjorden i forrige prosjekt (2003). Modellen synte svakare strøm enn det som er målt. Ein forbetra sirkulasjonsmodell for Barsnesfjorden med Loftesnessundet, med ny bruløysing innlagt, vil kunne tene fleire formål i framtida, m.a. som bidrag til studiar om laksens vandring og ved vurderingar omkring vassutskifting/vasskvalitet og isdanning i fjorden.

7. Litteratur

- Berg, L., Northcote, T., 1985. Changes in territorial gill-flaring, and feeding behaviour in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) following short-term pulses of suspended sediment. CAN J FISH AQUAT SCI 42, 1410-1417.
- Bisson, P., Bilby, R., 1982. Avoidance of Suspended sediment by juvenile Coho salmon. North American Journal of Fisheries Management 4, 371-374.
- C. Dieperink, B. D. Bak, L.F. Pedersen, M. I. Pedersen, S. Pedersen. 2002. Predation on Atlantic salmon and sea trout during their first days as postsmolts. Journal of Fish Biology Volume 61 Issue 3, Pages 848 - 852
- Dale, T. 2010: Kort beskrivelse avb isforholdene i Barsnesfjorden og Sogndalsfjorden med vekt på forholdene i Loftesnessundet ved isløsning. Notat FjordForsk, Sogndal, mars 2010, 15s.
- Dale, T. 2007. Hvorfor ”synger” Barsnesfjorden, og hvorfor fryser den før Hafsløvannet? *Sogn Avis* 5. mars 2007.
- Dale, T. og Hovgaard, P. 1993. En undersøkelse av resipientforholdene i Sogndalsfjorden, barsnesfjorden og kaupangerbukten i perioden 1991-1993. Sogn og Fjordane Distriktshøgskule Skrifter nr. 3/ 1993.
- Goldes, S., Ferguson, H., Moccia, R., Daoust, P., 1988. Histological effects of the inert suspended clay kaolin on the gills of juvenile rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. J FISH DIS 11, 23-33.
- Golmen, L., J. Molvær, og V. Bjerknes 2003: Forprosjekt ny Loftesnesbru, Sogndal. Konsekvensvurdering for vasskvalitet i Barsnesfjorden ved endra utfylling i fjordmunningen. NIVA Rapport 4718-2003.
- Herbert, D., Merckens, J., 1961. The effect of suspended mineral solids on the survival of trout. International Journal of Air and Water Pollution 5, 46-55.
- Herbert, D., Richards, J., 1963. The growth and survival of fish in some suspensions of solids of industrial origin. International Journal of Air and Water Pollution 7, 297-302.
- Johnsen, T.M og T. Dale. 2009: Partikkelforurensning i Vatsfjorden. NIVA Rapport 5823-2009.
- Lake, R., and Hinch, S., 1999. Acute effects of suspended sediment angularity on juvenile coho Salmon (*Oncorhynchus kisutch*). CAN J FISH AQUAT SCI 56, 862-867.
- M. M. Mazur and D. A. Beauchamp. 2006. Linking piscivory to spatial-temporal distributions of pelagic prey fishes with a visual foraging model. Journal of Fish Biology Volume 69 Issue 1, Pages 151 - 175
- McLeay, D., Birtwell, I., Hartman, G., Ennis, G., 1987. Responses of arctic grayling (*Thymallus arcticus*) to acute and prolonged exposure to Yukon placer mining sediment. CAN J FISH AQUAT SCI 44, 658-673.

- Newcombe, C., Jensen, J., 1996. Impact assessment model for clear water fishes exposed to excessively cloudy water. *N AM J FISH MANAGE* 39, 529-544.
- Redding, J., Schreck, C., Everest, F., 1987. Physiological effects on Coho salmon and steelhead of exposure to suspended solids. *Trans Am. Fish. Soc.* 116, 737-744.
- Robertson, M., Scruton, D., Clarke, K., 2007. Seasonal effects of suspended sediment on the Behaviour of juvenile Atlantic salmon. *Trans Am. Fish. Soc.* 136, 822-828.
- Servizi, J., Gordon, R., 1990. Acute lethal toxicity of ammonia and suspended sediment mixtures to chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). *B ENVIRON CONTAM TOX* 44, 650-656.
- Servizi, J., Martens, D., 1987. Some effects of suspended Fraser River sediments on sockeye salmon, *Oncorhynchus nerka*. In: Smith, H., Margolis, L., Wood, C. (Eds.), *Sokeye salmon, Oncorhynchus nerka, population biology and future management.*, pp. 254-264.
- Servizi, J., Martens, D., 1991. Effect of temperature, season, and fish size on acute lethality of suspended sediments to coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*). *CAN J FISH AQUAT SCI* 48, 493-497.
- Servizi, J., Martens, D., 1992. Sublethal responses of coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) to suspended sediments. *CAN J FISH AQUAT SCI* 49, 1389-1395.
- Shaw, E., Richardson, J., 2001. Direct and indirect effects of sediment pulse duration on stream invertebrate assemblages and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) growth and survival. *CAN J FISH AQUAT SCI* 58, 2213-2221
- Skilbrei, O. og J.C. Holst. 2007: Hindrar Nordhordlandsbrua smoltens utvandring? *Havforskningsnytt* nr 12-2007.
- Sykora, J., Synak, M., Smith, E., 1972. Effect of lime neutralized iron hydroxide suspensions on juvenile brook trout (*Salvelinus fontinalis, Mitchill*). *WATER RES* 6, 935-&.
- Sigler, J., Bjørn, T., Everest, F., 1984. Effect of chronic turbidity on density and growth of steelheads and coho salmon. *Trans Am. Fish. Soc.* 113, 142-150.
- Urdal, K. og H. Sægrov. 2008:Fiskeundersøkingar i Årøyelva i 2006 og 2007. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 1067, 33s.
- Whitman, R., Quinn, T., Brannon, E., 1982. Influence of suspended volcanic ash on homing behaviour of adult Chinook Salmon. *Trans Am. Fish. Soc.* 111, 63-69.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

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