


NOTAT

Overvåking av turbiditeten i vannmassene omkring Loftesnessundet i Sogndal i perioden jan. – april 2016, i forbindelse med dumping av fyllmasser ved bygging av ny bro.

Torbjørn Dale

Notatnr. 1/2016

 HØGSKULEN i
SOGN OG FJORDANE

TITTEL Overvåking av turbiditeten i vannmassene omkring Loftesnessundet i Sogndal i perioden jan.-april 2016, i forbindelse med dumping av fyllmasser ved bygging av ny bro.	NOTATNR. 1/2016	DATO 27. juni 2016
PROSJEKTTITTEL Loftesnesprosjekt 2016	TILGJENGE Åpen	TAL SIDER 43 sider
FORFATTAR Torbjørn Dale	PROSJEKTLEIAR/-ANSVARLEG Torbjørn Dale	
OPPDRAKSGJEVAR Statens Vegvesen	EMNEORD Dumping fyllmasser, overvåking, turbiditet	
SAMANDRAG Turbiditeten i vannmassene omkring Loftesnessundet i Sogndal ble undersøkt ukentlig 12 ganger i perioden 27. jan.- 27. april 2016 etter krav fra Fylkesmannen i Sogn og Fjordane i forbindelse med bygging av ny bro over Loftesnessundet med tilhørende dumping av fyllmasser. Fire stasjoner ble undersøkt for turbiditet ved hjelp av CTD og Secchiskive. I snitt for dypet 0-6 m lå turbiditeten på 0,83 FTU på Stasjon A (like ved anleggsområdet), og mellom 0,74 – 0,95 FTU på tre stasjoner litt lengre unna utfyllingsområdet. Ved noen anledninger ble det registrert enkeltmålinger i overflaten mellom ca. 10-12 FTU. Noen av de høyeste verdiene ansees som artefakter. Dataene tyder på at dumpingene kun kan ha hatt små effekter i et begrenset område og har neppe påført mye skade på bunndyrsamfunnet i området. Foto-dokumentasjon til andre tider enn målingene indikerer imidlertid at turbiditeten i perioder sannsynligvis var noe høyere enn hva målingene viste.		
PRIS	ISSN 0806-1696	ANSVARLEG SIGNATUR 

Innledning

Den 3. oktober 2013 søkte Torbjørn Dale ved HiSF om midler fra Statens vegvesen, Sogndal kommune og Fylkesmannen til å gjennomføre en miljøundersøkelse i Barsnesfjorden. Denne søknaden ble godkjent av alle de forespurte instanser, men på oppfordring fra Statens vegvesen ved Tone Oppedal ble undersøkelsesprogrammet utvidet med kr 10 000 for å kunne gjennomføre noen turbiditetsmålinger og partikkel-analyser i forbindelse med byggingen av den nye Loftesnesbroen (søknad pr. 4. des. 2013). Turbiditets- og partikkelanalyser for kr 10 000 ville imidlertid kun dekke et mindre antall analyser.

I mai 2015 ble HiSF igjen forespurt av Statens vegvesen ved Gunnar Solbakken om HiSF kunne gjennomføre en noe mer omfattende registrering av turbiditetsforholdene i sammenheng med utfylling av masser til fundamentering av bro/veg over Loftesnessundet. I den forbindelse ble det levert inn en ny prosjektbeskrivelse (19. juni 2015) som skulle dekke et mer omfattende undersøkelsesprogram med turbiditets- og partikkelanalyser. Deler av den nye prosjektbeskrivelsen fra 19. juni 2015 lå til grunn for Fylkesmannens sitt løyve til peling og utfylling i Loftesnessundet (datert 11. sept. 2015). Med dette løyve som utgangspunkt ble deler av turbiditetsanalysene overtatt av entreprenøren, og partikkel-analysene var ikke lengre en aktuell del av undersøkelsesprogrammet.

Etter møte med G. Solbakken 12. jan. 2016 ble det besluttet at HiSF skulle gjennomføre ukentlige turbiditetsanalyser på stasjonene A, C og D; første gang onsdag 27. januar 2016. Ved gjennomføring ble også stasjon B inkludert. Måleprogrammet skulle gå fram til mai da utfylling stoppes for å ta hensyn til laksens inn- og utvandring. Det ble også ønsket at referanseverdiene på stasjon B og C skulle justeres i forhold til sesongmessige naturlige endringer i turbiditeten. Den 13. jan. 2016 (se Appendix nr. 13) ble de sendt et brev angående dette til G. Solbakken, og en sesongmessig justering av referanseverdiene på stasjon B og C ble akseptert av Fylkesmannen.

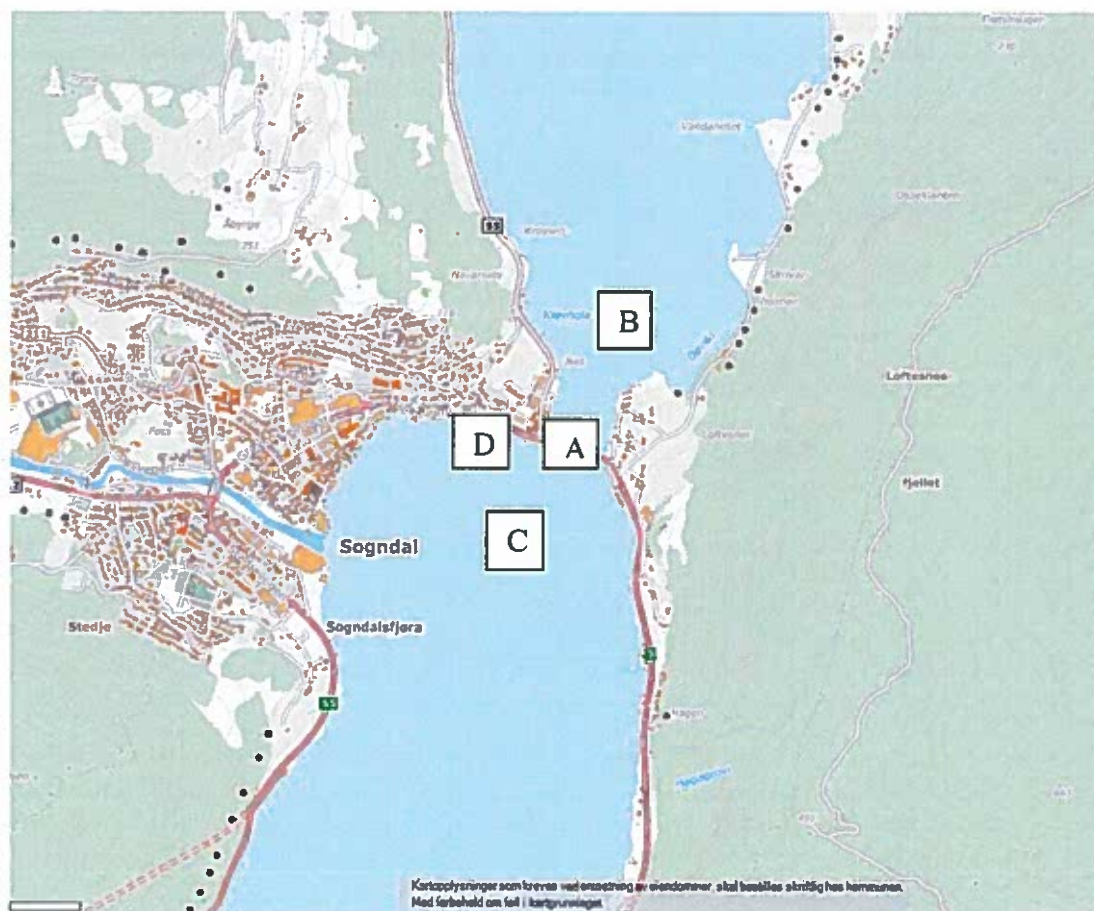
I forbindelse med bygging av den nye broen er det tidligere gjort to konsekvens-utredninger (Golmen *et al.* 2003, Golmen *et al.* 2010).

Materiale og metoder

Undersøelsesområde

Figur 1 viser stasjonene som ble undersøkt. Stasjonene A, B og C ble satt opp for å gi en generell overvåking av turbiditeten som følge av masseutfyllingen i området. Stasjon D ble inkludert siden en tidligere har registreringer av bløtkorallen vanlig sjøfjær (*Pennatula phosphorea*) på bløtbunn på grunt vann (ca. 15-20 m) i dette området, se Dale og Hovgaard (1993). Bakgrunnen for inkluderingen var at Golmen *et al.* (2010) antar at det eksisterer en bakevje i dette området drevet av tidevannsstrømmer. Dette vil kunne medføre at turbide vannmasser fra fyllingen ville kunne komme over i bakevjene.

Innsamlingene fulgte samme mønster fra gang til gang og stasjonene ble undersøkt i følgende rekkefølge: D, A, B og C. Stasjon A ble tatt litt syd for broen (ca. 25-50 m). Stasjon B ble tatt litt lengre syd enn markert på figuren på grunn av isdannelse i Barsnesfjorden. Stasjon C ble tatt omkring posisjon markert i figur, men plassert litt nærmere land. Stasjon D ble tatt litt (ca. 50 m) øst for kloakk-behandlingspunktet, ca. 25 m fra land nedenfor folkehøgskolen. Posisjonene, og dermed vanddypene, ved prøvetakingene varierte litt fra gang til gang pga. av avdrift på grunn av vind eller strøm.



Figur 1. Oversikt over innsamlingsstasjoner. A: nær broen, B: referansestasjon, et par 100 m inn i Barsnesfjorden, C: referansestasjon, et par 100 m inn i Sogndalsfjorden, D: like utenfor Sogndal Folkehøgskule

Vegvesenet stilte med båt (type Tobias) og mannskap, vanligvis to personer. Det ble gjort tilsammen 12 målinger på følgende onsdager: 27. jan., 3. feb., 10. feb., 17. feb., 24. feb., 2. mars, 9. mars, 16. mars, 30. mars, 6. april, 20. april og 27. april. Det ble ikke tatt målinger 23. mars pga. påske og 13. april da CTD-en måtte til sørviss for batteriskifte og kalibrering. Kalibreringen viste tilnærmet like verdier før og etter kalibreringen. Målingene startet til å begynne med omkring kl. 1230, men fra og med 16. mars startet de omkring kl. 1300. Målingene ble gjennomført i løpet av ca. $\frac{3}{4}$ time.

T. Dale gjorde målingene med en CTD (SAIV-204) som var utrustet med bl.a. turbiditetssensor og klorofyll-fluorescense sensor (mål for planteplankton). CTD-en måler turbiditet som FTU. Denne enheten tilsvarer NTU som er den enheten Fylkesmannen opererer med i sitt løyve datert 11. sept. 2015. Apparatet gjorde målinger hvert 2. sekund og apparatet ble manuelt senket rolig ned i vannmassene. Verdiene som er presentert i denne rapporten er målinger gjort ved nedsenking. Apparatet ble vanligvis senket til bunns på alle stasjonene. På stasjon C ble bunnen vanligvis nådd på ca. 50 m dyp, men ved et par anledninger ble målingene på denne stasjonen gjort litt lenger ut i fjorden for å få målinger fra større dyp. Disse målingene ble tatt ned til ca. 90 m dybde. Ved enkelte anledninger ble også målingene fra stasjon B flyttet litt nord slik at det var mulig å ta målinger helt ned til omkring maksimumsdypet på ca. 80 m. Disse registreringene i det dypere vannet var for å se om det var mulig å registrere noen endringer i turbiditeten på større dyp i Sogndals- og Barsnesfjorden.

Secchimålinger er en enkel metode til registrering av lysets gjennomtrengelighet (siktbarhet) i overflatevannmassene. Mange partikler gir lave verdier, mens få partikler gir høye verdier. Målingene ble utført ved å senke en hvit skive (30 cm diameter). Secchimålingene ble stort sett gjort av mannskapet på båten. Secchidypet ble registrert som det dyp der en ikke lenger kunne se skiven ved nedsenking. Det ble ikke nyttet vannkikkert. Ved en del anledninger var det så kraftig strøm, spesielt på stasjon A (Loftesnessundet) at det ikke var mulig å få tatt Secchi-måling. Ved lave turbiditetsverdier kunne ikke siktedypet bestemmes på de grunneste stasjonene da skiven nådde bunnen mens den fortsatt var synlig.

Det er i tillegg gjort en litt tilfeldig fotografiske registrering av partikkelskyer i vannmassene på tidspunkt som ikke sammenfaller med de rutinemessige turbiditetsmålingene.

Ved beregning av tidspunkt for flo og fjære er Bergen havn brukt som standardhavn. Disse klokkeslettene er fratrukket 10 minutter for å korrigere for forskjell mellom Bergen og Sognefjorden. Sommertid er korrigert for etter siste søndag i mars, dvs. for 9.-12. innsamling er det lagt til en time i forhold til tidspunktene i tidevannstabellen.

Resultat og diskusjon

Secchi-målinger

Tabell 1 viser Secchi-verdiene på de ulike stasjonene i løpet av måleperioden. Manglende data skyldes for sterk strøm. Generelt ble det registrert høyest verdier i begynnelsen av måleperioden og lavest på slutten. Dette gjenspeiler i hovedsak delvis oppblomstring av planteplankton men også noe økt ferskvannsavrenning med økt innhold av silt-leirpartikler. De registrerte verdiene er innenfor den en kan kalle normalverdier i Sogndalsfjorden. De lave verdiene 9. mars synes å sammenfalle med maksimum av planteplanktonets våroppblomstring. De lave verdiene 20. og 27. april kan godt henge sammen med økt ferskvannsavrenning med tilsvarende øking i partikkelinnholdet (silt/leie) i vannmassene. To verdier skiller seg ut med noe lavere verdier enn de øvrige stasjonene. Det gjelder stasjon B den 10. februar, men spesielt stasjon D den 6. april. Det er grunn til å tro at disse reduserte Secchi-verdiene skyldes forhøyete verdier av partikler (turbiditet) i vannmassene som følge av masseutfyllingsarbeidet.

Tabell 1. Secchi-målinger på de enkelte stasjonene i løpet av måleperioden. Manglende data skyldes strøm og avdrift. Blåfarge viser at Secchiskiven nådde bunn mens den fortsatt var synlig. Røde verdier viser verdier markert lavere enn verdiene på de øvrige stasjonene.

Dato	Broen (St. A)	Barsnesfj (St. B)	Sogndalsfj (St. C)	Solhov (St. D)
27.01.2016		11,5		11,5
03.02.2016		10	11	12,5
10.02.2016		10	13	14
17.02.2016		11	18	14
24.02.2016		11,5	15	13
02.03.2016				9
09.03.2016	7,5	7,5	7	8,5
16.03.2016		9	9	8
30.03.2016				9
06.04.2016		10	10	4
20.04.2016		6	6	6
27.04.2016	6	7	7	7

Turbiditetsmålinger i overflatevannmassene (ca. 0-30 m).

I løyvet fra Fylkesmannen, datert 11. sept. 2015, ble det bl.a. satt opp følgende krav til grenseverdier for turbiditet på de ulike stasjonene:
Stasjon A: ingen grenseverdi
Stasjon B og C: turbiditeten skal ikke overstige referanseverdiene
Stasjon D: turbiditeten skal ikke overstige 10 NTU over referanseverdien

I den videre vurderingen settes for enkelthets skyld referanseverdien (= grenseverdi) generelt til 1 FTU siden dette er omkring den antatte maksimalverdien for bakgrunnsnivå i denne måleperioden (jf. Appendix nr. 13).

1. måling (27. januar 2016), se Appendix nr. 1

Flo: kl. 1250, dvs. de første målingene (D og A) ble tatt like før floen, dvs. vann har strømmet inn i Barsnesfjorden ved måletidspunktet, men stasjonene B og C ble målt ved flo eller like etterpå når vann er begynt å strømme ut igjen.

Samtlige stasjoner synes å ha litt forhøyete verdier i de øverste par-tre meterne med verdier over 1 FTU. Stasjon A har to lag med forhøyet turbiditet, et lag fra 0-2,5 m og et lag fra ca. 5-9 m. Maksimalverdien ble registrert på stasjon B med verdier mellom 1,5 og 2,5 FTU. På dyp større enn 10 m lå verdiene mellom ca. 0,2-0,5 FTU.

2. måling (3. februar 2016), se Appendix nr. 2

Selv om tidevannstabellen oppgir fjære kl. 1216, så var der tilsynelatende fortsatt svak utstrømming kl. 1255 ved Stasjon B, vurdert ut fra svake strømskjær sett på sydsiden av blåsen til den permanente turbiditetsmålebøyen. Slike fenomen kan skje dersom det har vært en vindoppstuvning av vann og vindretningen har skiftet.

Samtlige stasjoner har litt forhøyete verdier i de øverste 5-10 m av vannsøylen. Verdiene under ca. 10 m ligger mellom 0,2-0,5 FTU. Maksimalverdien ble funnet i et tynt lag på 2 m dyp på stasjon A med ca. 2,3 FTU. På de andre stasjonene lå maksimalverdiene mellom ca. 0,7 og 1,4 FTU. Stasjon C hadde en topp i ca. 2-3 m dyp og en annen topp i ca. 5-6 m dyp. Disse toppene kan kanskje være signaler fra to ulike dumpinger.

3. måling (10. februar 2016), se Appendix nr. 3

Flo kl. 1153, dvs. målinger tatt like etter flo, dvs. vann skal begynne å strømme ut fra Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Samtlige stasjoner viser forhøyete verdier i den øverste meteren. På stasjon A og B når verdiene opp mot ca. 2,5-3 FTU, mens på stasjonene C og D når maksimalverdiene i overflatevannmassene opp mot ca. 0,7-1,1 FTU. Under ca. 3 m dyp ligger verdiene mellom ca. 0,2-0,5 FTU.

4. måling (17. februar 2016), se Appendix nr. 4

Fjære kl. 1214, dvs. målingene tatt like etter fjære så ifølge tidevannstabell skulle vannet begynne å strømme inn i Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Denne datoen ble det ikke registrert noen særlig forhøyete verdier på noen av stasjonene. På stasjon A og B lå verdiene på omkring 0,4 FTU i hele vannsøylen med unntak av en lomme på ca. 5-6 m dyp på stasjon A med verdier opp mot 1 FTU. De lave verdiene på stasjon A og B kan henge sammen med at vannet i Barsnesfjorden har rent ut i lang tid siden

måletidspunktet var ved omkring fjære sjø. På stasjonen C og D var det litt høyere verdier enn på stasjon A og B, med maksimalverdier på ca. 0,8-1,2 FTU, noe som igjen kan henge samme med utstrømmingssituasjonen.

5. måling (24. februar 2016), se Appendix nr. 5

Flo kl. 1149, dvs. flo like før målingene startet, vann skal strømme ut fra Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Denne datoen var det lave verdier på samtlige stasjoner og de lå mellom ca. 0,2- 0,4 FTU. Unntaket var 2 målinger fra ca. 0,3 og 0,6 m dyp på Stasjon C som viste verdier opp mot 12 FTU. Dette kan representere en partikkelsky fra en dumping, men det kan ikke utelukkes at disse to overflatemålinger kan skyldes at det er kommet rusk fra overflaten eller bobler fra propell ved hurtig stopp på stasjonen som har kortvarig lagt seg på turbiditetssensoren. Det ble ikke notert observasjoner av blakket vann på denne stasjonen under måling. Det største Secchidypet (18 m) ble også registrert denne dagene (se tabell 1). Det kan tyde på at de 2 forhøyete målingene kan være artefakter.

6. måling (2. mars 2016), se Appendix nr. 6

Fjære kl. 0942, dvs. fjære ca. 3 timer før måling og vann skal dermed strømme inn til Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Verdiene på samtlige stasjoner ligger stort sett under 0,5 FTU med noen unntak. På stasjon A er det en forhøyet verdier (ca. 1,1 FTU) på stasjon A på 5-6 m dyp. Også stasjon B har forhøyete verdier på dette dypet med verdier opp mot ca. 2 FTU. Dette kan henge sammen med at det har vært en dumping hvor partikkelskyen etter hvert har driftet fra stasjon A (lav verdi) til stasjon B (høyere verdi). I Sogndalsfjorden (stasjon C) er der en forhøyet verdi (ca. 6 FTU) helt i overflaten. Om dette er en artefakt eller en reell måling er uklart. På stasjon D er der ingen synlige effekter.

7. måling (9. mars 2016), se Appendix nr. 7

Flo kl. 1048, dvs. flo ca. 2 timer før målingene og vann skal dermed strømme ut fra Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

På samtlige stasjoner ligger denne gangen turbiditeten mellom 0,5- 1,0 FTU i de øverste 15-20 meterne. Den generelle økingen av verdiene fra mellom ca. 0,2-0,5 FTU forrige uke til 0,5-1,0 denne uken skyldes sannsynligvis ikke fyllingsaktiviteten, men heller en kraftig oppblomstring av planteplankton ettersom det ble registrert høye klorofyllverdier i de samme vannlag denne gangen.

8. måling (16. mars 2016), se Appendix nr. 8

Fjære kl. 1024, dvs. fjære ca. 2,5 time før målinger og vann skal strømme inn til Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Denne datoen synes det om målingen på stasjon A har fanget opp en partikkelsky etter en dumping. Skyen ligger like under vannoverflaten og er ca. 1 m tykk. Verdien i skyen gikk opp mot ca. 11-12 FTU. Denne skyen

synes også å ha blitt registrert i det innstrømmende vannet på stasjon B med forhøyete verdier (opp mot ca. 10 FTU i ca. 1 m dyp. På stasjon B ble det også registrert en forhøyet verdi helt i overflaten. Om dette er en del av partikkelskyen eller om det er en «bobleartefakt» er uklart. Også stasjon C og D har noen enkeltstående forhøyete verdier i den øverste meteren som muligens kan være «bobleartefakter.

9. måling (30. mars 2016), se Appendix nr. 9

Fjære kl. 0915, dvs. fjære ca. 4 timer før måling og vann skal fortsatt strømme inn til Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Turbiditeten på de fleste stasjoner ligger nå under ca. 0,5 FTU. Dette er også sammenfallende med at planteplanktonoppblomstringen er forbi og at klorofyllverdiene er blitt lave igjen. Igjen har noen stasjoner (A, B og D) noen enkelte forhøyete verdier i overflatelaget.

10. måling (6. april 2016), se Appendix nr. 10

Flo kl. 1039, dvs. flo ca. 1,5 time før måling, dvs. vann strømmer ut ved måletidspunktet.

Det er stort sett lave turbiditetsverdier (< 1,0 FTU) på alle stasjoner, med unntak av stasjon D. Der synes det å være en partikkelsky på ca. 1 m dyp med verdier opp mot ca. 5-6 FTU. Dette kan henge sammen med at det har blitt satt i gang dumpingsarbeid på sundets vestsida.

11. måling (20. april 2016), se Appendix nr. 11

Flo kl. 1047, dvs. flo ca. 1 time før måling, dvs. vann strømmer ut fra Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Denne dagen var det pelearbeid på gang på stasjon A med kraftige lydbølger/trykkbølger som kunne registreres som dunk i båten selv ca. 1 km unna. Av frykt for å ødelegge dybdesensoren (trykkmåler) på CTD-en ble det derfor ikke tatt CTD-måling nærmest peleområdet, dvs. stasjon A.

Samtlige stasjoner (B, C, og D) synes å ha litt forhøyete verdier med ca. 1 FTU i de øverste 5 m. Stasjon B hadde en enkeltmåling på ca. 6 FTU helt i overflaten.

12. måling (27. april 2016), se Appendix nr. 12

Flo kl. 1452, dvs. flo ca. 2 timer etter målingene, dvs. vann har strømmet inn til Barsnesfjorden ved måletidspunktet.

Stasjonene A, B og C viser verdier mellom ca. 1-1,5 FTU i den øverste meter, og lavere verdier videre ned i vannmassene. Stasjon D har litt forhøyete verdier mellom 0,5-1 FTU i de øverste 8 m men på større dyp er verdier under ca. 0,5 FTU.

Maksimumsverdier og gjennomsnittsverdier for turbiditet i 0-6 m dyp

Tabell 2 viser registrerte maksimumsverdier og gjennomsnittsverdier for turbiditeten i vannmassen for 0-6 m dyp i måleperioden. På ukentlig basis varierte snittet av gjennomsnittverdiene for alle de 4 undersøkte stasjonene mellom 0,45 og 1,78 FTU med laveste snitt 17. februar og høyeste 16. mars. Stasjon A hadde i snitt 0,83 FTU mens snittet på de øvrige 3 stasjonene lå mellom 0,74 og 0,95 FTU. Dette er sannsynligvis noe forhøyete verdier for en vinterperiode, men turbiditetsverdier på omkring 1-2 FTU forekommer naturlig om høsten på grunn av brevannet som kommer med Årøyelven. Det er mulig at noen av de høyeste gjennomsnittsverdiene er overestimert etter som det noen ganger forekom enkeltvis noen forhøyete verdier i overflaten med omkring 10-12 FTU som kan være artefakter siden det ikke ble registrert blakking av disse vannmassene.

Ved å sette den generelle grenseverdien (=referanseverdi) til 1 FTU for stasjonene B og C og 11 FTU for stasjon D så viser de gjennomsnittlige målingene for 0-6 m fâ og små overskridelser. Verdiene ble overskredet litt for stasjon B (Barsnesfjorden) ved følgende målinger: 27. jan., 16. mars, 30. mars og 20. april. På stasjon C (Sogndalsfjorden) ble grenseverdien litt overskredet den 24. feb. At det var flere overskridelse på stasjon B kan henge sammen med at denne stasjonen var nærmere broen enn stasjon C pga. isproblemer i Barsnesfjorden. Målingene på stasjon D var langt under 11 FTU.

Tabell 2. Maksimumsverdier og gjennomsnittsverdier for turbiditeten i vannmassene i 0-6 m dyp på stasjon A, B, C og D. Tall markert med blått er gjort på stasjoner litt lengre unna enn vanlig (dypvannstasjon).

	Stn. A		Stn. B		Stn. C		Stn. D		Snitt A-D
	max	snitt	max	snitt	max	snitt	max	snitt	
27.jan	1,52	0,79	2,78	1,9	1,14	0,58	1,12	0,55	0,96
03.feb	1,27	0,72	1,36	0,59	1,32	0,75	0,73	0,57	0,66
10.feb	2,83	0,91	3,16	0,79	1,13	0,39	0,74	0,49	0,65
17.feb	1,08	0,43	0,47	0,35	1,23	0,55	0,78	0,48	0,45
24.feb	0,39	0,28	0,36	0,28	11,69	1,4	0,48	0,28	0,56
02.mar	1,32	0,43	2,05	0,76	6,19	0,71	0,59	0,44	0,59
09.mar	1,81	0,68	0,78	0,6	1,04	0,67	0,82	0,64	0,65
16.mar	12,44	2,63	12,43	1,78	9,22	0,93	12,27	1,76	1,78
30.mar	5,02	0,78	12,48	1,69	0,59	0,48	1,88	2	1,24
06.apr	0,64	0,57	0,82	0,54	0,89	0,53	5,57	1,8	0,86
20.apr			5,78	1,24	1,19	0,99	1,05	0,95	1,06
27.apr	1,19	0,88	1,56	0,86	1,31	0,97	1	0,8	0,88
Snitt		0,83		0,95		0,74		0,9	

Turbiditetsmålinger i dypereliggende vannmasser i Sogndalsfjorden (ca. 30- 90 m) og Barsnesfjorden (ca. 15-80 m)

Terskelen ved Nordnes mellom Sogndalsfjorden og Sognefjorden er på ca. 25 m. Det betyr av vannmassen ned til ca. 25 m dyp i perioder blir transportert ut av Sogndalsfjorden på grunn av intermediære strømmer som går ned til ca. terskeldyp. Vannet under terskeldyp, dvs. bassengvannet er langt mer stagnant og partikler som synker dypere enn terskeldypet, dvs. ca. 25 m vil stort sett forbli i Sogndalsfjorden. I Barsnesfjorden ligger terskelen på Loftesnes på ca. 8 m dyp, men i praksis tilhører vannet dypere enn ca. 15 dyp bassengvannet på grunn av den sterke turbulensen i vannmassene på grunn av tidevannsstrømmene inn og ut av Barsnesfjorden.

Stasjon C i Sogndalsfjorden ble vanligvis målt ned til ca. 0-60 m, men 27. jan., 24. feb. og 27. april ble målinger tatt ned til ca. 80-90 m på en stasjon litt sydvest for stasjon C. Stasjon B i Barsnesfjorden ble vanligvis målt ned til ca. 10-12 m, men 9. mars og 27. april ble det tatt målinger ned til det maksimale dypet på ca. 80 m på en stasjon litt nord for den regulære stasjon B.

Grovt sagt lå turbiditeten i Sogndalsfjorden på ca. 20-30 m dyp mellom ca. 0,2-0,3 FTU og mellom 40-90 m omkring 0,3 FTU i hele perioden. Men den 10. februar var det imidlertid markert forhøyete verdier på større dyp med verdier opp mot 0,5 FTU på 55 – 65 m dyp (ikke målinger dypere). Denne økingen gjenspeiler kanskje at mye av de første fyllingene gikk direkte i sjøen i den første delen av dumpingene mens at det senere i fyllingsprosjektet gikk mer til oppbygging på land og at mindre havnet i sjøen. I Barsnesfjorden viste de 2 dypmålingene at turbiditeten i vannet fra ca. 20-60 m var omkring 0,2-0,3 FTU ved begge målingene, men den 9. mars var verdiene ca. 0,3-0,6 FTU på 70-80 m dyp, og ca. 0,4-1,3 i samme dyp 27. april. De høye turbiditetsverdiene i dypet i Barsnesfjorden har sannsynligvis ingen ting med fyllingsarbeidet å gjøre men skyldes heller høye konsentrasjoner av bakterier i de dypeste vannmassene med lave oksygenverdier.

Fotografisk dokumentasjon av spredning av partikkelskyer etter dumpinger.

Figur 2 viser en partikkelsky som strømmer innover Barsnesfjorden etter en dumping av fyllmasser 27. januar. Den synlige delen av skyen fulgte langs land på østsiden av sundet. Bildet er tatt ca. 45 min. før den ukentlige turbiditetsmålingen fant sted. Skyen ble ikke fanget opp av Secchimålingen (se tabell 1), men turbiditetsprofilen viser 3 toppe i de øverste 3 meterne på stasjon B med den høyeste verdien omkring 2,7 FTU like under overflaten, se Appendix nr. 1.



Figur 2. Innstrømming til Barsnesfjorden av en partikkelsky på nordøst-siden av Loftesnesbroen, onsdag 27. januar, 2016, ca. kl. 1200. Flo sjø ca. kl. 1300. Dumping skjedde på østsiden av sundet.



Figur 3. Utstrømming av 2 partikkelskyer på sydsiden av Loftesnesbroen til Sogndalsfjorden den 29. januar 2016, kl. 1446. Flo ca. kl. 1400. Dumping skjedde på østsiden av sundet. Den ene skyen følger langs land, mens den andre følger hovedstrømmen ut fjorden. Det er vanskelig å se om den permanente turbiditetsmåleren er på plass.



Figur 4. Utstrømming av en partikkelsky på sydsiden av Loftnessundet den 5. april 2016, ca. kl. 1345. Flo ca. kl. 0900. Dumping skjedde på vestsiden av sundet. Den permanente turbiditetssensoren sees som en liten lys prikk litt utenfor partikkelskyen og er markert med grønn pil.

Figur 3 viser en utstrømmingssituasjon til Sogndalsfjorden med to partikkelskyer. Bildet er tatt 2 dager etter 1. turbiditetsmåling. Den ene skyen følger langs med land på østsiden, mens den andre følger det utstrømmende vannet fra Barsnesfjorden inn i Sogndalsfjorden. Hvilket strømsystem skyen langs land følger er uklart. Skyene synes å forsvinne et stykke ut i fjorden. Dette kan skyldes at kaldere vannmasser fra Barsnesfjorden med partikkelskyen er tyngre enn overflatevannet i Sogndalsfjorden og synker dermed under overflatelaget i Sogndalsfjorden.

Figur 4 viser en utstrømmingssituasjon med en partikkelsky den 5. april 2016. Bildet er tatt en dag før 10. turbiditetsmåling. Skyen følger det utstrømmende vannet fra Barsnesfjorden og inn i Sogndalsfjorden. Skyen synes å forsvinne et stykke ut i fjorden. Igjen kan dette skyldes at de kaldere vannmassene fra Barsnesfjorden med partikkelskyen er tyngre enn overflatevannet i Sogndalsfjorden og synker dermed under overflatelaget i Sogndalsfjorden. Noe av partikkelskyen kan blandes inn med bakevjestrømmen i området. Denne skyen synes å ha gått klar av den permanente turbiditetssensoren i Sogndalsfjorden.

Figur 5 viser en situasjon med en bred partikkelsky som har strømmet inn i Barsnesfjorden den 6. april 2016. Bildet er tatt ca. 7 timer etter 10. turbiditetsmåling. I denne perioden var det mest dumping på vestsiden av sundet. Skyen synes å ligge litt under et mindre turbid overflatelag.



Figur 5. Innstrømming til Barsnesfjorden av en partikkelsky på nordsiden av Loftesnessundet den 6. april 2016, ca. kl. 1918. Fjære ca. kl. 1600. Dumping skjedde på vestsiden av sundet. Partikkelskyen går ikke helt opp til overflaten men synes å ligge i et lag litt under overflaten.



Figur 6. Vannmasser i strandsonen nær stasjon D i en utstrømmingssituasjon den 11. april 2016, ca. kl. 1827. Flo ca. kl. 1350. Dumping skjedde på vestsiden av sundet. Partikkelskyen syntes å dekke et relativt stort område. Partikkelskyen går ikke helt opp til overflaten men synes å ligge i et lag litt under overflaten.

Figur 6 viser en tydelig blakking av vannmassene langs land nær stasjon D. Bildet er tatt på fjærende sjø med utstrømmende vann fra Barsnesfjorden. Dumpingen foregikk på sundets vestsida. Skyen synes å ligge litt under overflaten og det er mulig at denne partikkelskyen er blitt fanget opp av bakevjen i området ved utstrømmende (fjærende vann).

Denne dagen ble det registrert en markert reduksjon i Secchidypet (4m) ved den regulære målingen ca. 5 timer tidligere. Turbiditetsmålingen denne dagen viste også et lag på ca. 1-2 m dyp med markert forhøyete verdier på ca. 5 FTU. Hvor mye av partiklene i dette laget som sedimentere ned på bunnen i dette området (og dermed på bløtkorallen, Vanlig sjøfjær, som har vært registrert i området), er derimot vanskelig å si. De fineste partiklene har lav sedimentasjonshastighet og vil sannsynligvis i stor grad følge bakevjestrømmen og gradvis bli fortynnet. Den eneste måten en kunne registrert dette på ville vært å bruke sedimentasjonsfeller.

Vurdering av miljøkonsekvenser

Generelt kan det sies at de målte verdiene for turbiditet var lave. De er sannsynligvis noe forhøyet i forhold til normalverdier om vinter og vår, men er innenfor samme nivå som forekommer naturlig i ferskvannslaget i Barsnesfjorden om sommer og høst (T. Dale, pers. obs.) Grunnen til de forhøyete verdiene om sommer og høst skyldes at vannet fra Årøyelven blir tilført brevann med høyt partikkelinnhold (silt, leire).

Secchi-målingene viste heller ingen store avvik fra det som kan måles under upåvirkete forhold i Sogndalsfjorden. Ved en anledning ble det gjort en Secchi-måling på bare 4 m, men verdier på 4-5 m kan også forekomme naturlig i Sogndalsfjorden (T. Dale, pers. obs.).

Stasjon A hadde ingen grenseverdier, men det var litt overraskende at verdiene var på samme nivå som de øvrige stasjonene. Dette kan henge sammen med at det ikke skjedde dumpinger i området mens vi tok prøvene og at strømmene i området er generelt så kraftige at påvirkete vannmasse fort transporteres bort fra anleggsområdet.

Stasjon D hadde grenseverdi på 11 FTU. Gjennomsnittsverdiene som ble målt lå lang under dette nivået.

Verdiene på Stasjon B og C overskred grenseverdiene noe ved enkelte målinger. Men siden de registrerte turbiditets- og Secchi-verdiene er innenfor normalområdet i Barsnes- og Sogndalsfjorden, så er sannsynligvis bunnfaunaen i området tilpasset dette turbiditetsnivået, og har neppe tatt skade selv om det har vært en noe høyere turbiditet enn det en vanligvis finner i løpet av vinteren og våren. Et forbehold må tas. Turbiditet sier noe om partikkeltetthet, men ikke noe om partikkelkvalitet. Om slampartiklene fra dumpingen (sprengstein) er spissere og kvassere enn de naturlig

forekommende partiklene kan det tenkes at sprengpartiklene kan ha påført skader på filtrerende organismer som f.eks. skjell og flerbørstemakk.

Fotodokumentasjonen kan imidlertid tyde på at turbiditetsverdiene noen ganger har vært høyere enn de registrerte verdiene. Hvor høye disse mulige maksimalverdiene har vært, og hvor hyppig de har forekommet, vites ikke.

Målingene på stasjon D viste at det var riktig å ta med denne stasjonen i overvåkingen etter som en del av de påvirkete vannmassene har kommet kom inn i bakevje-strømsystemet som går over dette området. De målte verdiene har neppe vært skadelige for sjøfjærene som tidligere har vært registrert i området.

Det er ikke kjent om området er/har vært gytegrunn for fisk eller andre organismer, men det er ikke uvanlig at fisk gyter nettopp i terskeområder på grunn av de spesielle miljøforholdene som naturlig finnes der.

Referanser

Dale, T. & Hovgaard, P. 1993. En undersøkelse av resipientforholdene i Sogndalsfjorden, Barsnesfjorden og Kaupangerbukten i perioden 1991-1991. *Sogn og Fjordane distriktshøgskule Skrifter* 1993: 3 (118 sider)

Golmen, L.G., Molvær, J. og Bjerknes, V. 2003. Forprosjekt ny Loftesnesbru, Sogndal. Konsekvensvurdering for vasskvalitet i Barsnesfjorden ved endra utfylling i fjordmunningen. *NIVA-rapport*, L.nr. 4718-2003.

Golmen, L.G., Lundmark, K. og Åtland, Å. 2010. Ny Loftesnesbru i Sogndal. Vurdering av miljøkonsekvensar i sjøen. *NIVA-rapport*, L.nr. 5899-2010.

Andre aktuelle arbeid med tilknytning til Barsnesfjorden, Loftesnessundet og Sogndalsfjorden

Dale, T. 2015. Innsamling av bunnprøver i Loftesnes-sundet for analyser av miljøgifter: En feltrapport fra en pilotinnsamling 25. okt. 2014 og en hovedinnsamling 8. og 12. november 2014. *Fjordforsk sogn Rapport nr.: 2015-1* (april 2015)

Johnsen, T.M., Lømsland, E. og Dale, T. 2015. Prøvetaking og analyser av bunnsediment frå Loftesnessundet. *NIVA Rapport L.NR.6797-2015*

Kaufmann, S. 2014. A 100 year hydrographical record of the Barsnesfjord, Western Norway and its environmental application. Bachelor-oppgave, Avdeling for Ingeniør- og Naturfag. Høgskulen i Sogn og Fjordane. 80 s. pluss vedlegg.

Ress, T. 2015. Some hydrographical changes in the Sognefjord and its tributaries, the Sogndalsfjord and the Barsnesfjord (Western Norway), the last century. Bacheloroppgave, Institutt for Naturfag, Høgskulen i Sogn og Fjordane, 131 sider.

Søyland, E. 2014. Rapport fra marinarkeologiske registreringer. Rv 55 Loftesnesbrui, Sogndal kommune, Sogn og Fjordane Fylke, *Stiftelsen Bergen Sjøfartsmuseum*, 30. april 2014, 4 s.

Venneman, M. 2014. Effects of a new bridge on an intertidal mudflat in the Outer Barsnesfjord, Western Norway. Bachelor-oppgave, Avdeling for Ingeniør- og Naturfag. Høgskulen i Sogn og Fjordane. 35 s. pluss vedlegg.

Appendix

Nr. 1-12. Ukentlige rapporter til vegvesenet med beskrivelse av turbiditetsforholdene på de enkelte stasjonene.

I disse rapportene blir stasjon D omtalt som Solhov. Dette er litt misvisende da stasjonen lå nærmere Folkehøgskulen.

Nr. 13. Brev til G. Solbakken (datert 13. januar, 2016) om bakgrunnen for behov for sesongmessig justering av referanseverdiene for turbiditet.

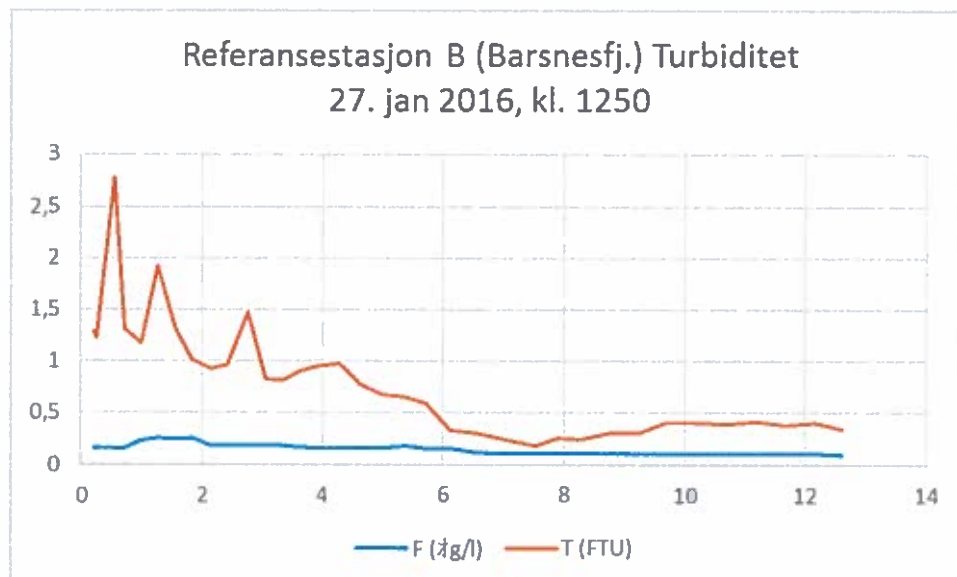
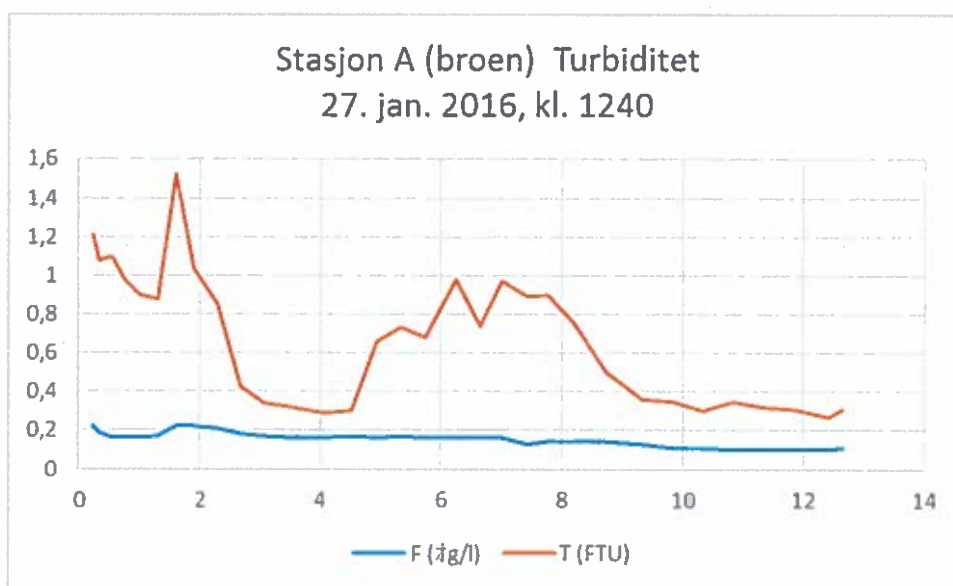
Appendix nr. 1

Resultat fra 1 turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 27. januar 2016

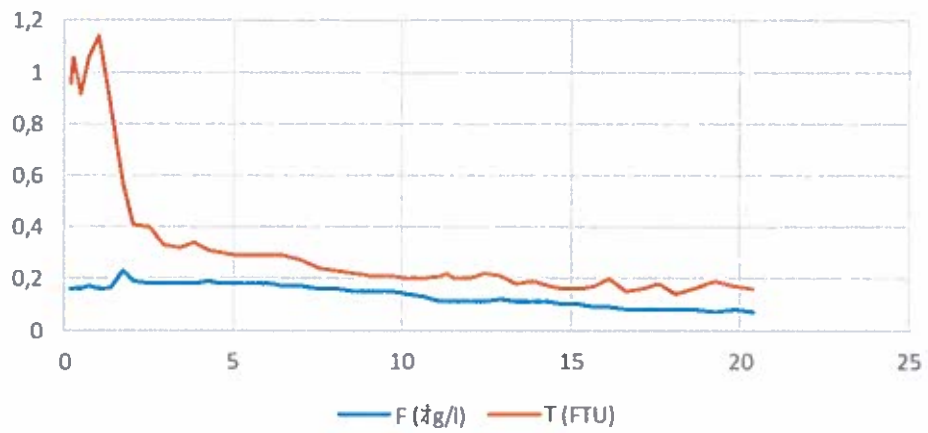
X-aksen representerer dypet, mens turbiditeten (FTU = NTU) er på y-aksen. Algemengden (klorofyll (F) er også inkludert, lave verdier.

Flo: kl. 1300, dvs. alle målinger er tatt like før floen, dvs. vann har strømmet inn i Barsnesfjorden.

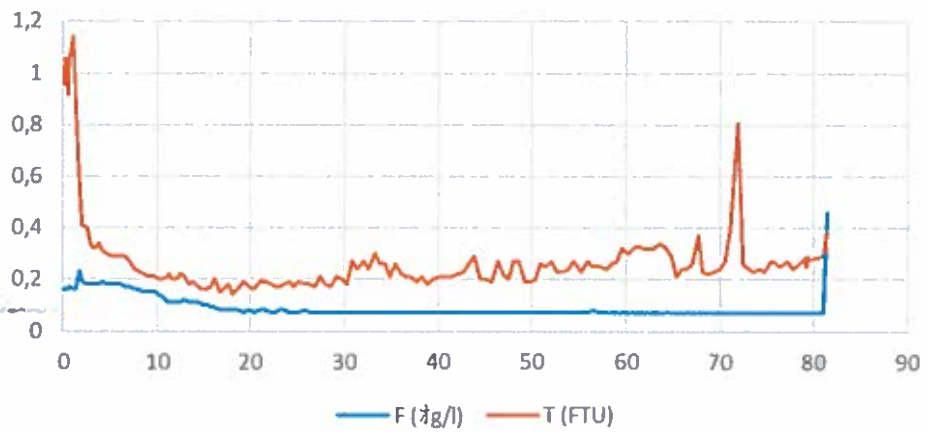
Alle stasjonene har et øvre lag, ca. 2,5-3 m tykt med lavere saltholdighet og tetthet. De høyeste turbiditetsverdier finnes stort sett i dette øvre laget.



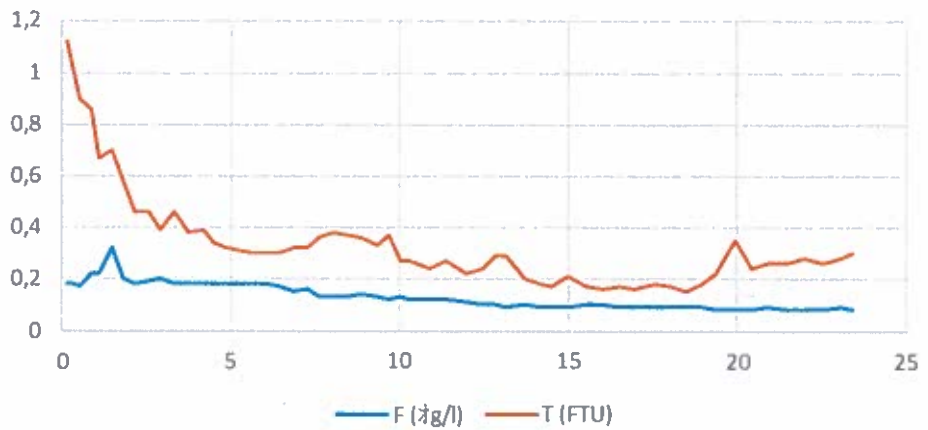
Referansestasjon C (Sogndalsfj) Turbiditet
27. jan. 2017, 0-20 m, kl. 1300



Referansestasjon C (Sogndalsfj) Turbiditet 27. jan.
2017, 0-80 m, 1300



Solhov (st. D) Turbiditet
27. jan. 2016, kl. 1230



Appendix nr. 2

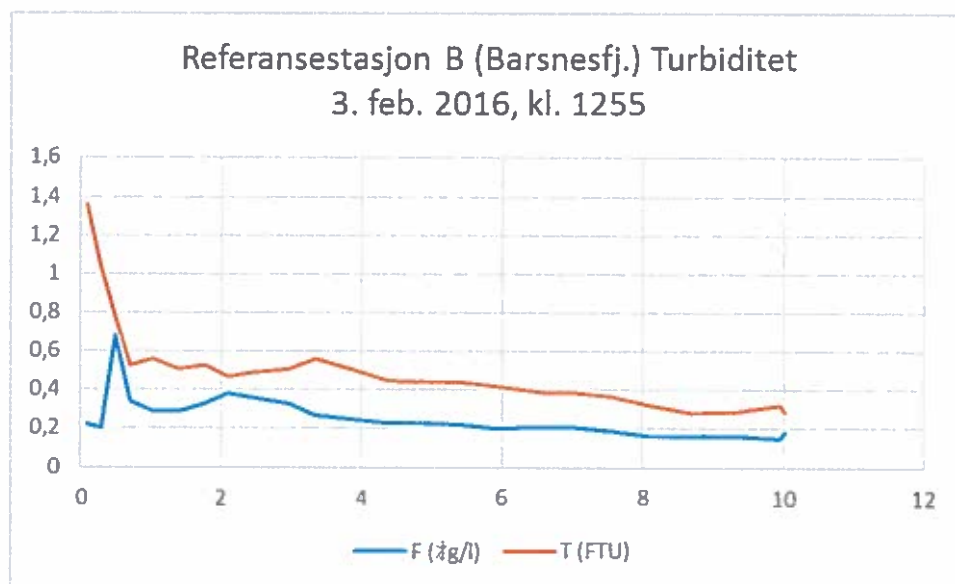
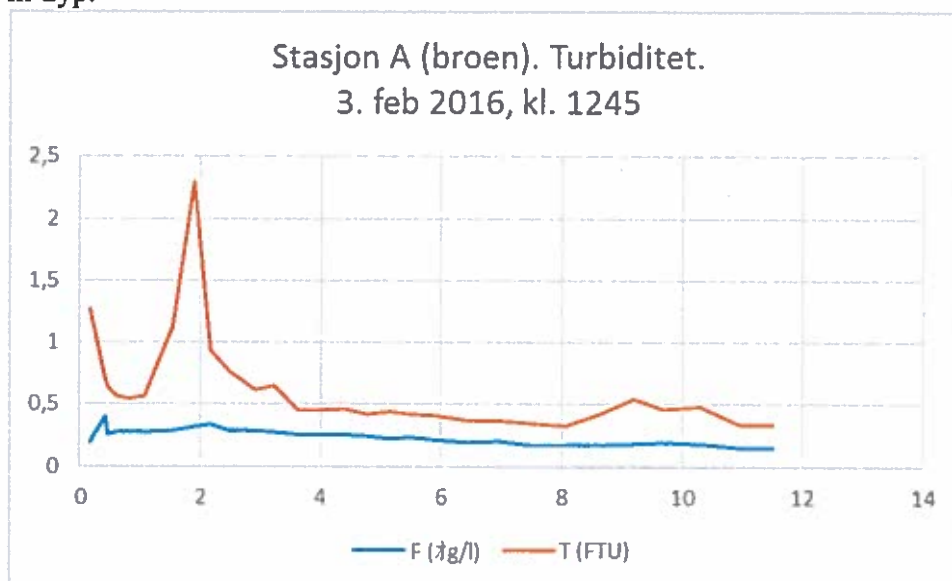
Resultat fra 2. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 3. februar 2016, kl. 1230-1315.

X-aksen representerer dypet, mens turbiditeten (FTU = NTU) er på y-aksen.

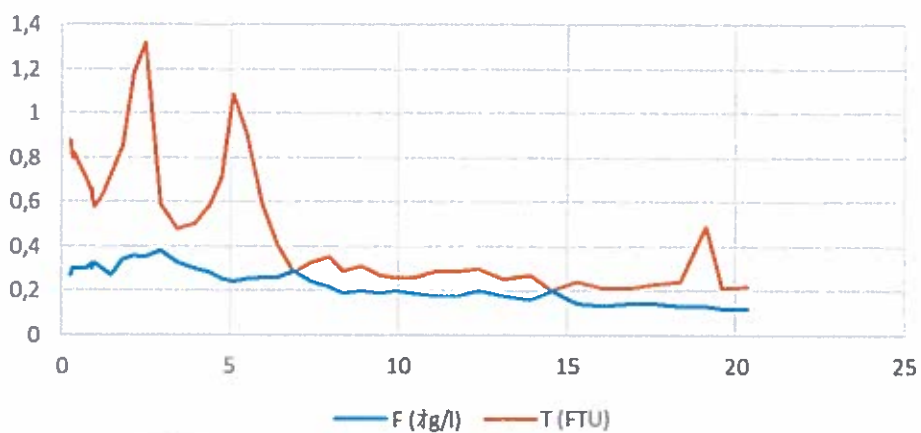
Algemengden (klorofyll (F) er også inkludert, lave verdier.

Selv om tidevannstabellen oppgir fjære kl. 1226, så var der tilsynelatende fortsatt svak utstrømming kl. 1255 ved Stasjon B, vurdert ut fra svake strømskjer sett på sydsiden av blåsen til den permanente turbiditesmålebøyen.

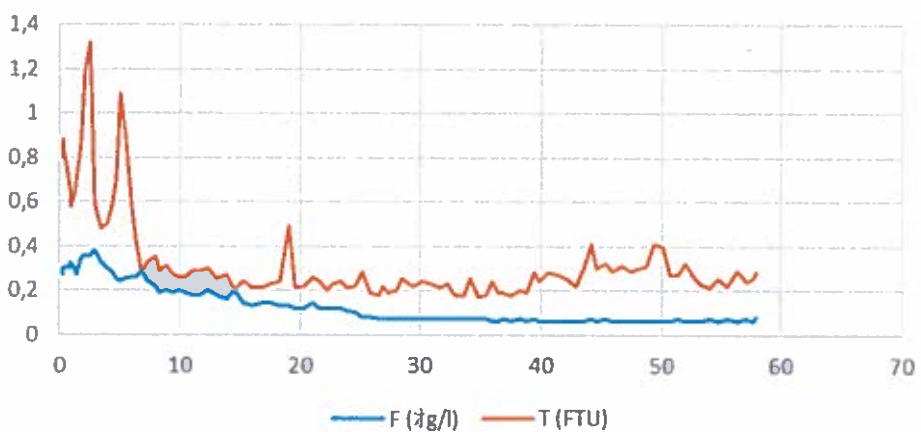
Alle stasjonene har et øvre lag, ca. 1 m tykt, med lavere saltholdighet og tetthet. Forhøyete turb-verdier finnes i både det øvre ferskvannspåvirkede laget og det saltene laget under. Litt forhøyete verdier finnes ned til ca. 6-7 m dyp.



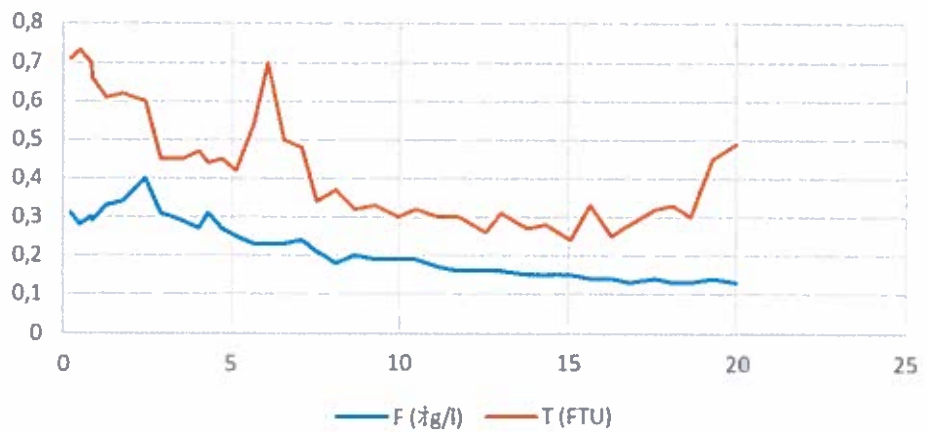
Referansestasjon C (Sogndalsfj. Turbiditet
3. feb 2016, kl. 1305, 0-20 m



Referansest. C (Sogndalsfjord), Turbiditet 0-60 m,
3. feb. 2016, kl. 1305



Solhov (st. D). Turbiditet ,
3. feb. 2016, kl. 1235

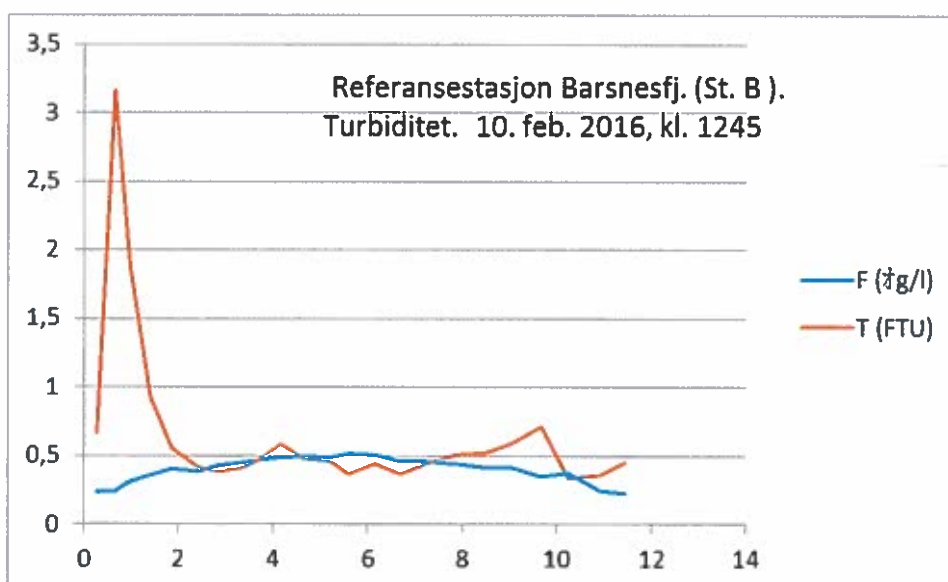
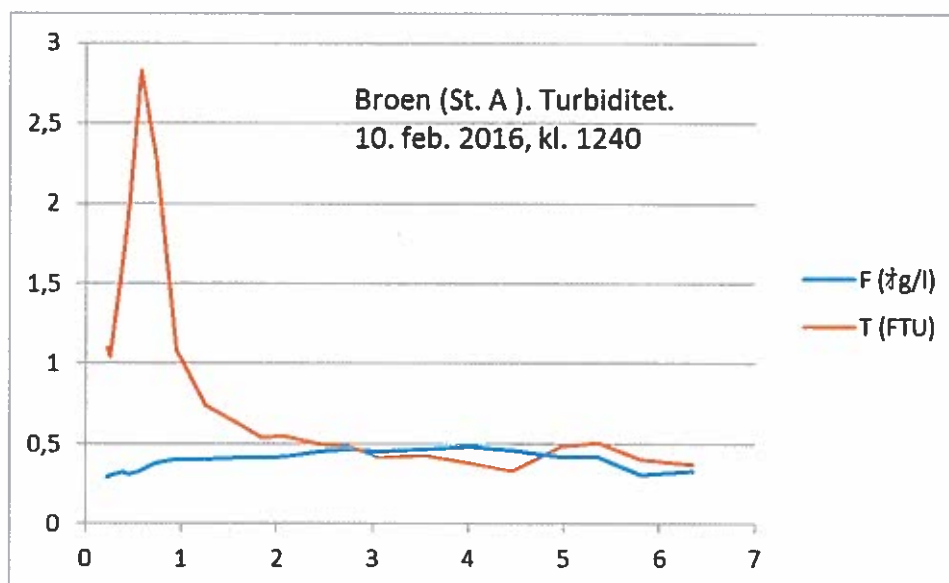


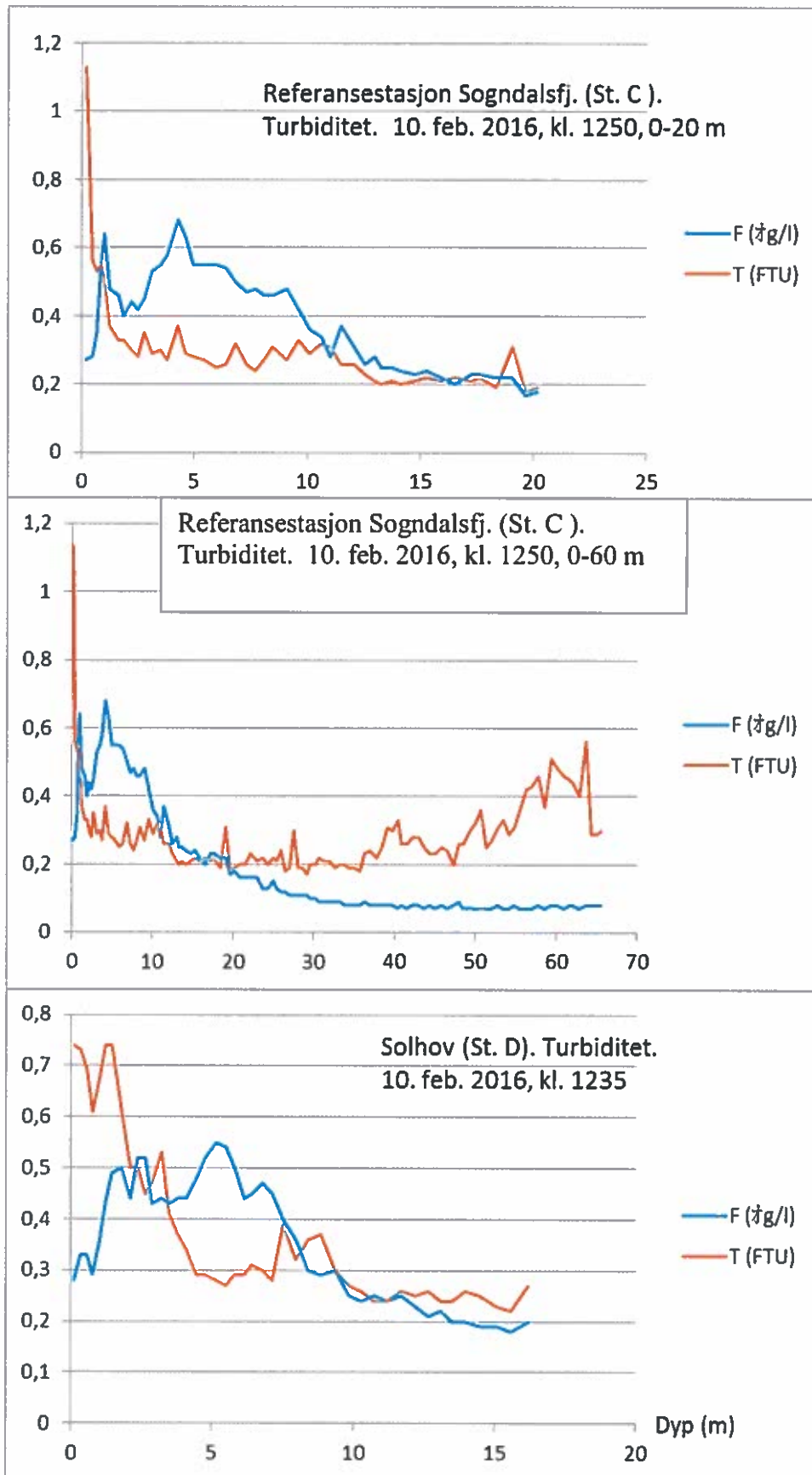
Appendix nr. 3

Resultater fra 3. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 10. februar 2016, kl. 1230-1305

X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Flo 1203-10min = 1153

De øverste 3-5 m har noe redusert saltholdighet. Alle stasjonene har litt forhøyete turbiditetsverdier i de øverste 1-2 m (ca. 1-3 FTU); Solhov hadde lavest verdier. Siden forrige målinger er algeverdiene (klorofyll) litt økende. Referansestasjonen i Sogndalfjorden viser øking i turbiditet i vannet dypere enn ca. 35 m, dvs. i bassengvannet hvor der er lite strømmer.



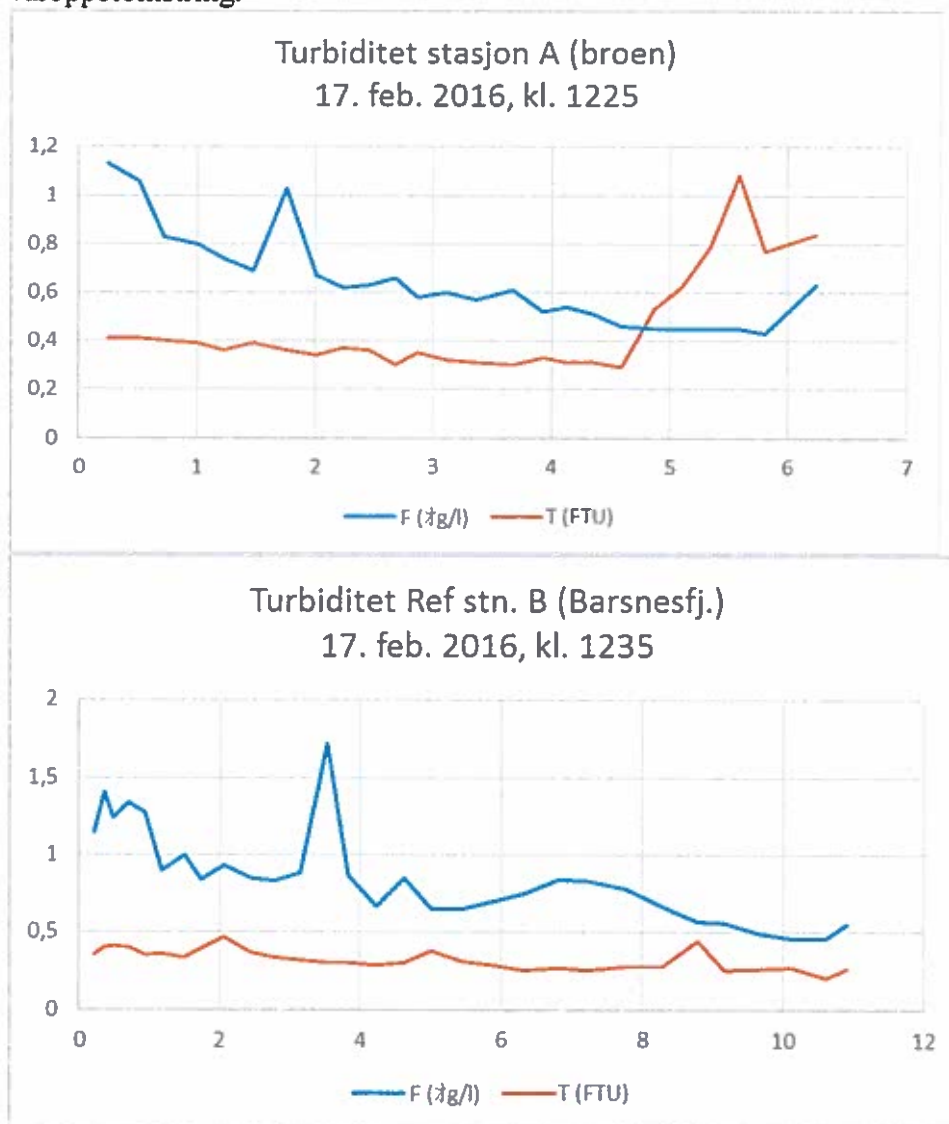


Appendix nr. 4

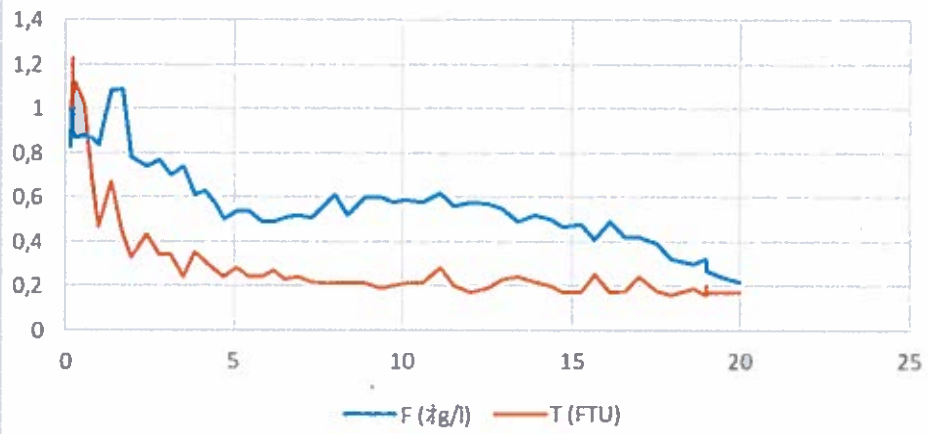
Resultater fra 4. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 17. februar 2016, kl. 1220-1255

X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Fjære 1224-10 =1214

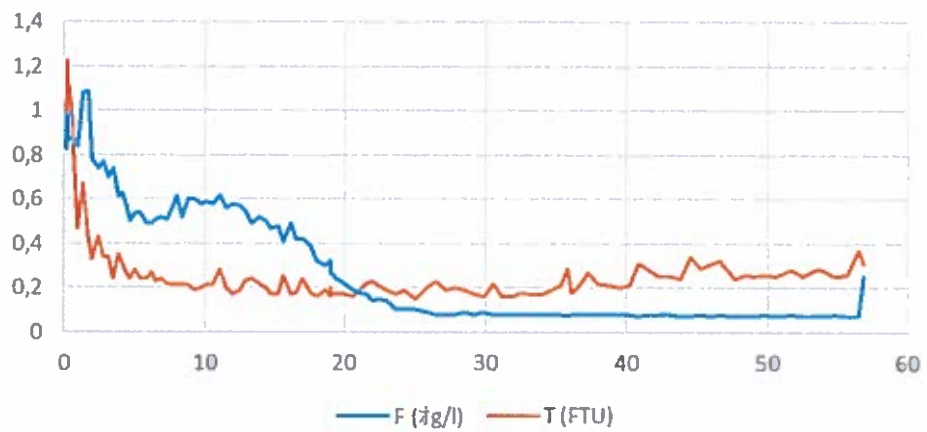
Lav saltholdighet i øverste meter i Barsnesfjorden og til dels ved broen, men høy overflatesaltholdighet på Solhov og Referansestasjon i Sogndalsfjorden. Litt forhøyete turbiditetsverdier (ca. 0,4- 1,2 FTU) i Sogndalsfjorden i et øvre lag (ca. 3 m). Lave verdier i samme laget ved broen og i Barsnesfjorden; kan henge sammen med at det fortsatt var utadgående overflatestrøm. De forhøyete verdiene fra ca. 5-6 m ved broen kan gjenspeile den innadgående kompensasjonsstrømmen fra Sogndalsfjorden. Referansestasjonen i Sogndalsfjorden har fortsatt litt forhøyete turbiditetsverdier i bassengvannet (under ca. 35 m dyp) men sammenlignet med forrige uke er verdiene synkende. Klorofyllverdiene viser en fortsatt økning som gjenspeiler en tidlig fase av planteplanktonets våroppblomstring.



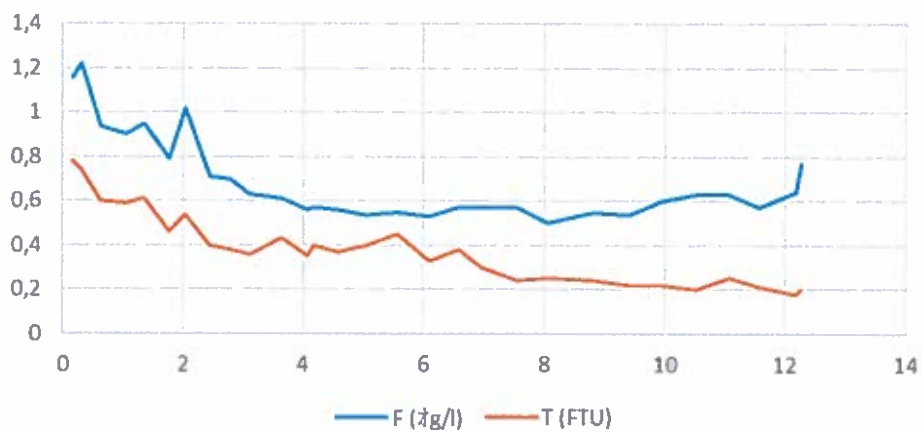
Turbiditet Ref. stn C (Sogndalsfj.)
17. feb. 2016, kl. 1245, 0-20 m



Turbiditet Ref. stn C (Sogndalsfj.)
17. feb. 2016, kl. 1245, 0-60 m



Turbiditet Stasjon D (Solhov)
17. feb 2016, kl. 1220

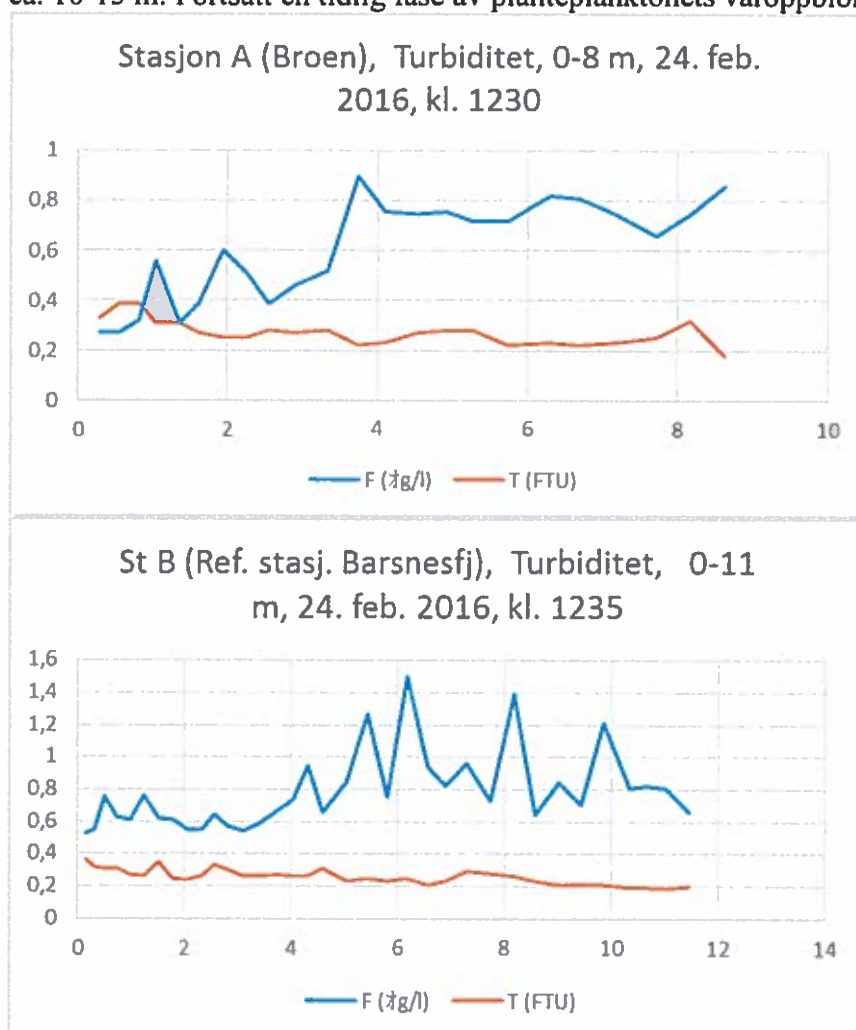


Appendix nr. 5

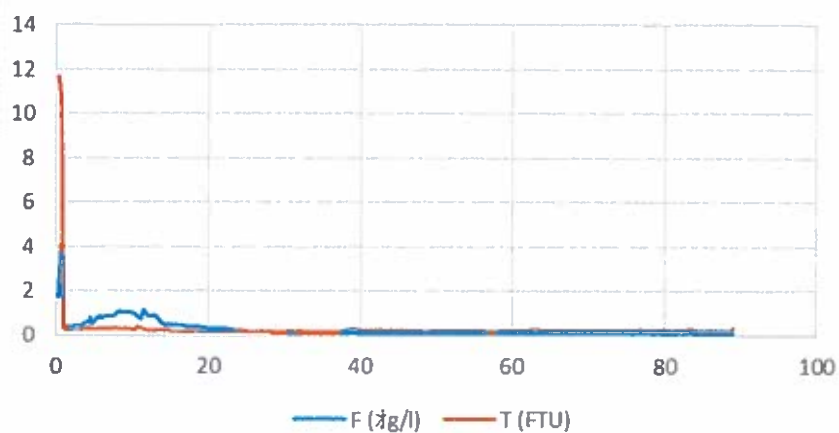
Resultater fra 5. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 24. februar 2016, kl. 1220-1250

X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Flo 1159-10 =1149

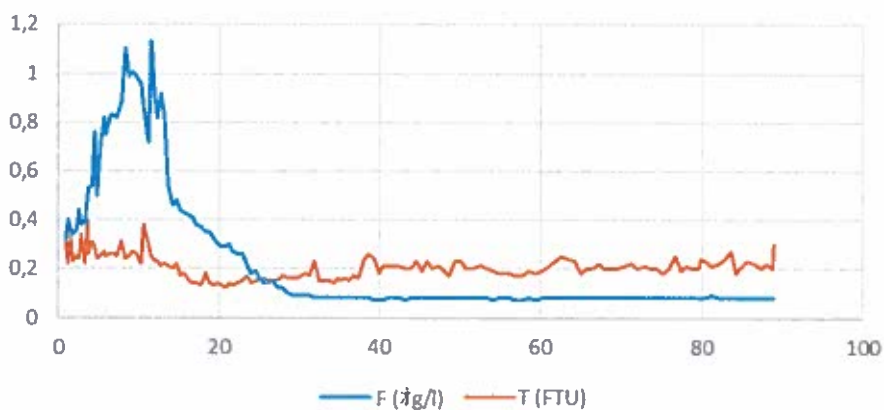
Som forrige gang var det et vannlag med lav saltholdighet i øverste meter i Barsnesfjorden og til dels ved broen, men høyere overflatesaltholdighet og mindre lagdanning på Solhov og Referansestasjon i Sogndalsfjorden. Turbiditetsverdiene var generelt lave (< 0,4 FTU), med unntak av to forhøyete verdier på 0,3 og 0,6 m dyp på referansestasjonen i Sogndalsfjorden. Disse høye verdiene (4-10 FTU) burde kanskje gi blakking av vannet men det ble ikke observert, så de kan skyldes en partikkel (f.eks. dyreplankton) som er kommet på sensoren. Referansestasjonen i Sogndalsfjorden ble denne gangen tatt ca. 200 m sydvest for vanlig stasjon for å få målinger dypere ned i fjordens bassengvann. Minimumsverdiene ble funnet på ca. 15-35 m dyp. Dette kan henge sammen med utskiftninger av dette vannet (mellomlagsvannet). Økingen i verdiene i bassengvannet har stoppet opp og bassengvannverdiene var lavere denne gangene enn forrige gang. Klorofyllverdiene har avtatt litt i de øverste 3-4 m, men økt litt ned til ca. 10-15 m. Fortsatt en tidlig fase av planteplanktonets våroppblomstring.



St C (Ref. stasj. Sogndalsfj), Turbiditet, 0-90 m,
24. feb. 2016, kl. 1245



St C (Ref. stasj. Sogndalsfj), Turbiditet, 0-90 m,
24. feb. 2016, kl. 1245, eksl. verdier 0,3 og 0,6 m



Stasjon D (Solhov), Turbiditet, 0-12 m
24. feb. 2016, kl. 1220



Appendix nr. 6

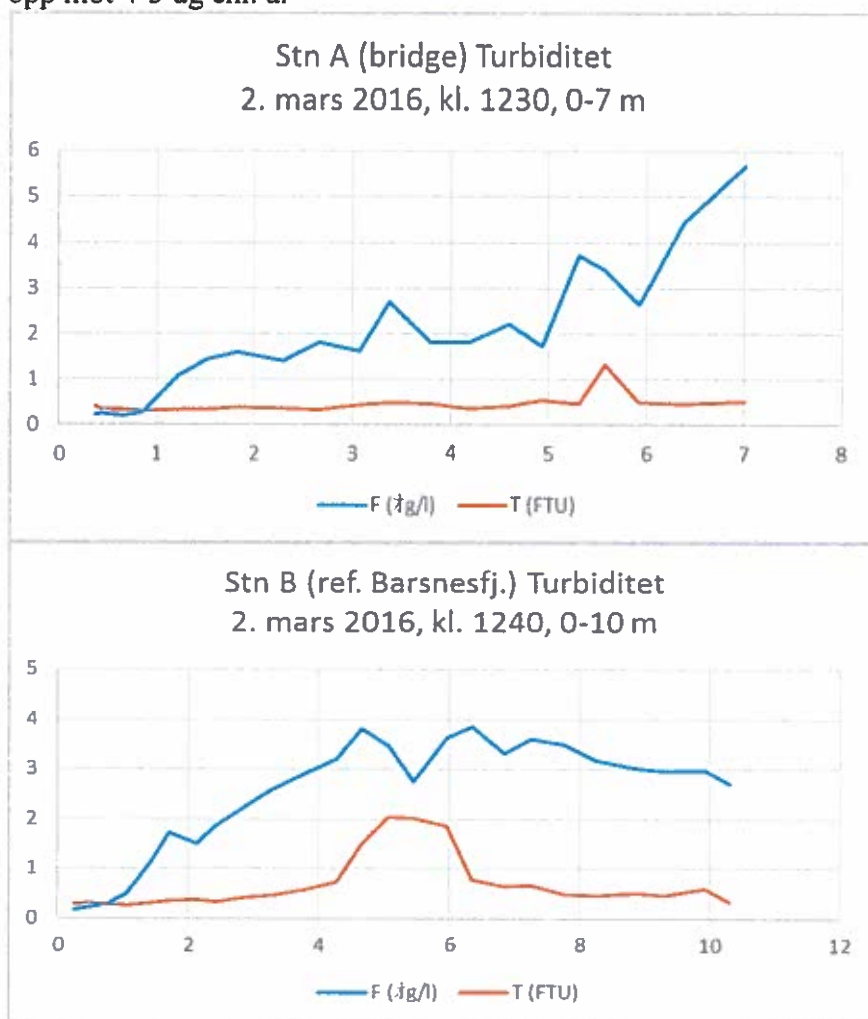
Resultater fra 6. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 2. mars 2016, kl. 1225-1255

X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Fjære 0952-10 = 0942

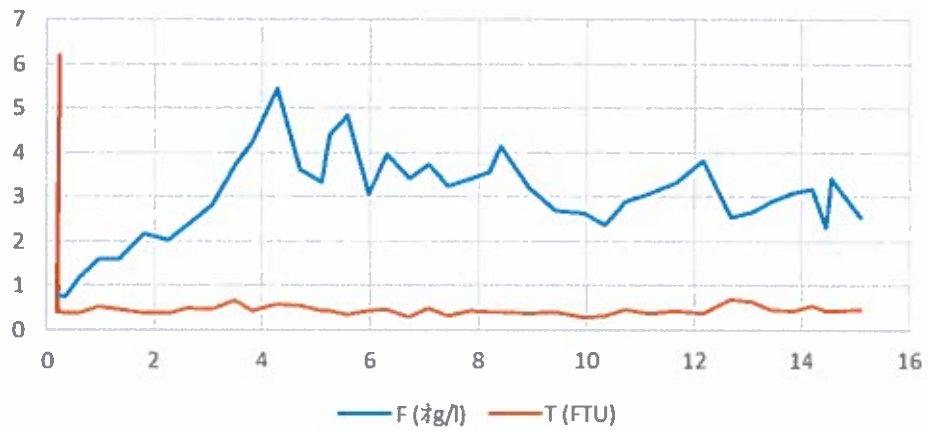
Som forrige gang var det et vannlag med redusert saltholdighet i ca. 0-2 m i Barsnesfjorden og til dels ved broen, men høyere overflatesaltholdighet og mindre lagdanning på Solhov og Referansestasjon i Sogndalsfjorden.

Turbiditetsverdiene var generelt lave (< 0,5 FTU), med unntak av en markert forhøyet verdi på 0,2 m dyp på referansestasjonen i Sogndalsfjorden. Denne høye enkeltverdien (ca. 6 FTU) kan kanskje skyldes en større partikkel (f.eks. dyreplankton). Referansestasjonen i Sogndalsfjorden ble tatt på vanlig sted og viser nå lave verdier (< ca. 0,3 FTU) i øvre deler av bassengvannet (ca. 30 – 50 m). Verdiene i bassengvannet har fortsatt å minke. Referansestasjonen i Barsnesfjorden viser en lomme med litt forhøyete verdier (ca. 2 FTU) på 5-6 m dyp.

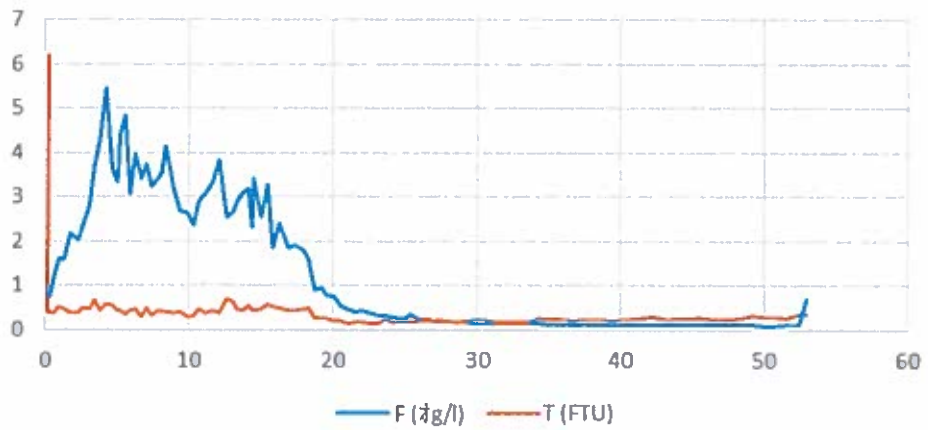
Våroppblomstringen er i full gang med klorofyllverdier i 0-15 m dyp opp mot 4-5 ug chl. a.



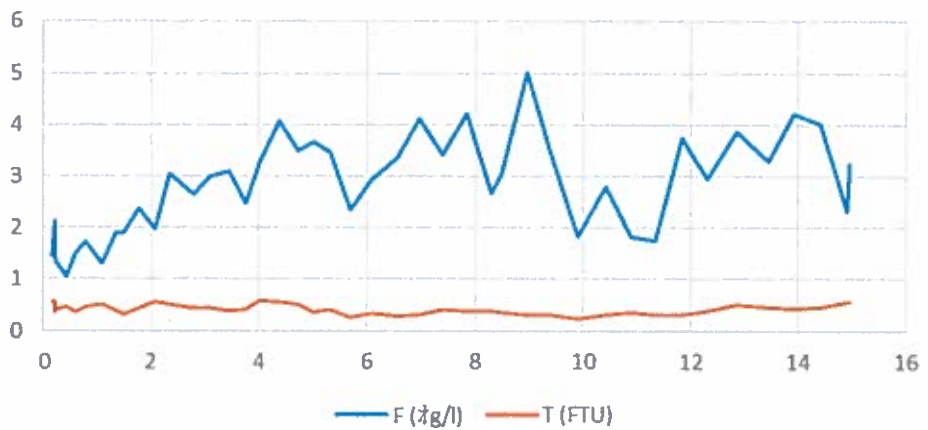
Stasjon C (ref. Sogndalsfj.) Turbiditet
2. mars 2016, kl. 1245, 0-15 m



Stasjon C (ref. Sogndalsfj.) Turbiditet
2. mars 2016, kl. 1245, 0-50 m



Stn D (Solhov) Turbiditet
2. mars 2016, kl. 1225, 0-15 m



Appendix nr. 7

Resultater fra 7. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 9. mars 2016, kl. 1220-1255

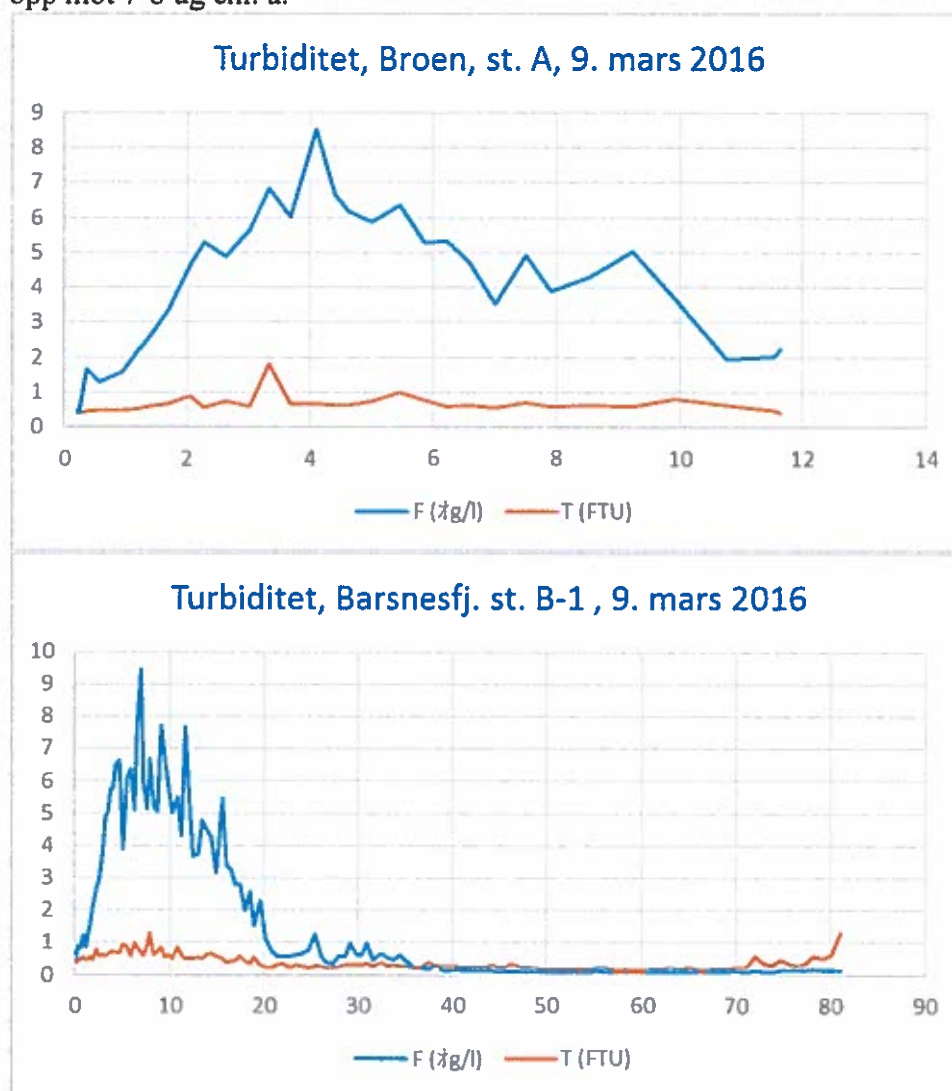
X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Flo 1058-10 = 1048

Stasjon B er målt et par 100 m lengre nord enn vanlig for å få målinger ned til bunnen av fjorden.

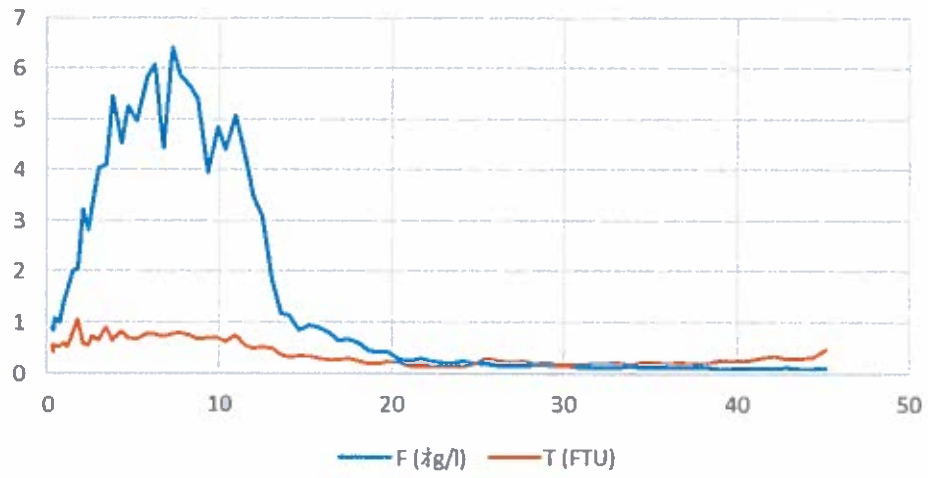
Som tidligere var det et vannlag med redusert saltholdighet i ca. 0-2 m i Barsnesfjorden og ved broen, men høyere overflatesaltholdighet og mindre lagdanning på Solhov og Referansestasjon i Sogndalsfjorden.

Turbiditetsverdiene var generelt lave (< 1 FTU), men har økt noe siden forrige gang. Denne økingen skyldes sannsynligvis de høye klorofyllverdiene (planteplankton). Økingen i turbiditet fra ca. 70-80 m dyp i Barsnesfjorden (St. B) skyldes sannsynligvis mikrobiell aktivitet da dette vannlaget var nærmest fritt for oksygen.

Våroppblomstringen er i full gang med klorofyllverdier i 0-15 m dyp opp mot 7-8 ug chl. a.



Turbiditet, Sogndalsfj. St. C, 9. mars 2016



Turbiditet, Solhov (St. D), 9. mars 2016



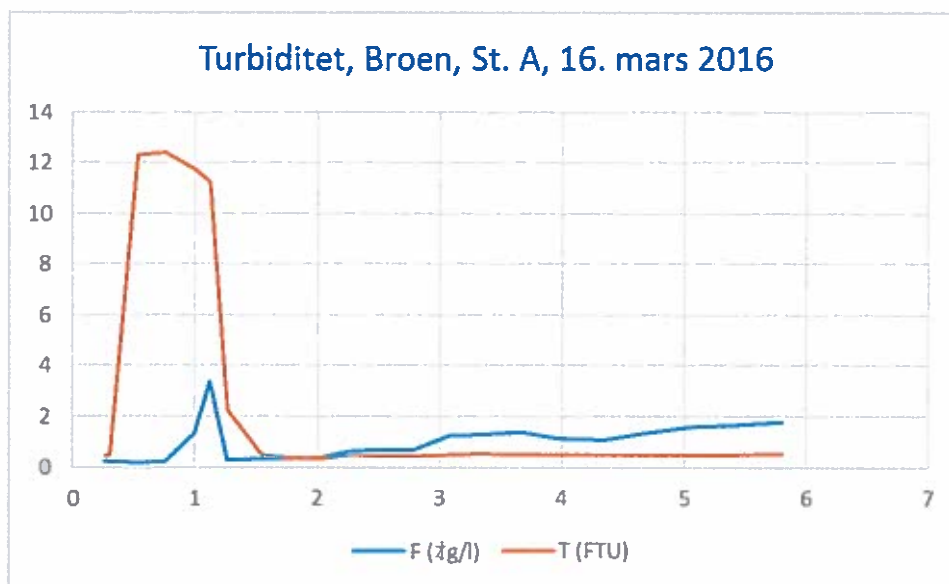
Appendix nr. 8

Resultater fra 8. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 16. mars 2016, kl. 1300-1320

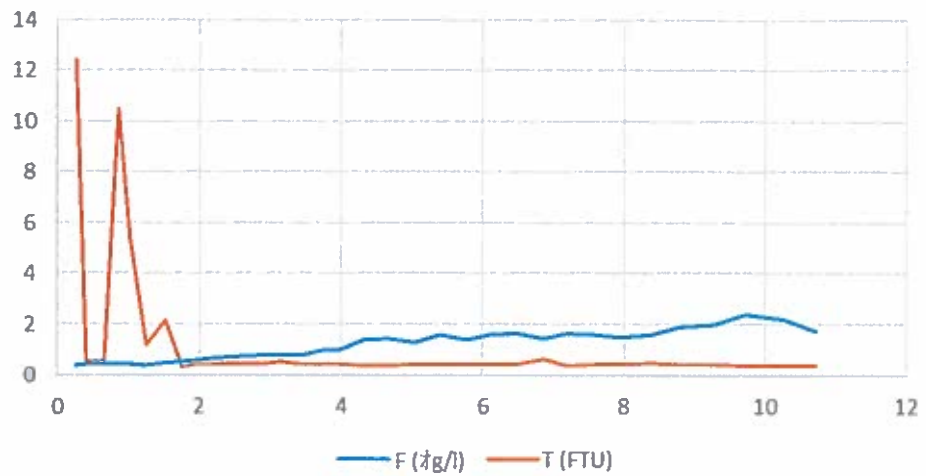
X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Fjære 1034-10 = 1024

Litt redusert saltholdighet i ca. 0-2 m i Barsnesfjorden (B), ved broen (A) og ved Solhov (D), men høyere overflatesaltholdighet og mindre lagdanning i Sogndalsfjorden (C).

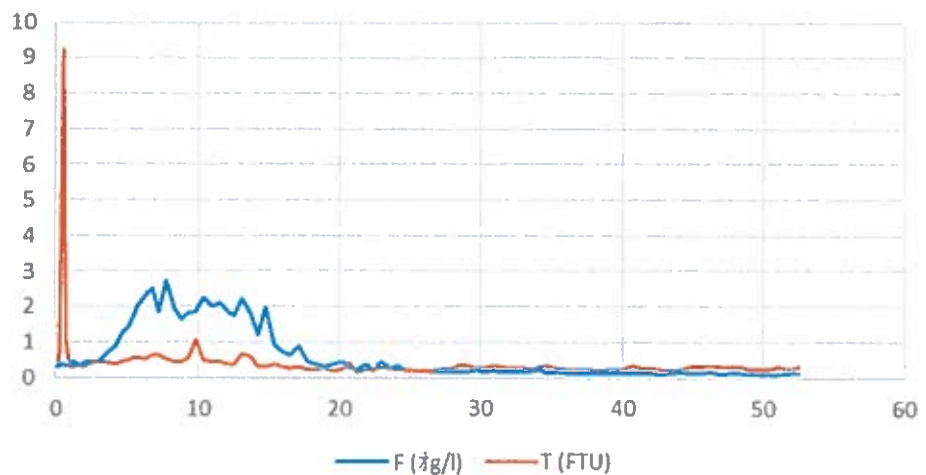
Turbiditetsverdiene var generelt lave (< 0,5 FTU), og har minket litt siden forrige gang. Minkingen i turbiditet kan henge sammen med markert reduserte klorofyllverdier (planteplankton) siden forrige gang. Alle stasjonene har noen verdier omkring 10 FTU i den øverste meteren. For stasjon B, C, og D er det enkelt-verdier, mens på stasjon A (broen) så er der 3 verdier med forhøyet turbiditet (ca. ½ m tykt lag). Dette gjenspeiler sikkert utfylling av steimasser. Det er mulig at de enkeltvis høye verdiene på de andre stasjonene kan være tynne vannlag fra utfyllingsaktiviteten. Vår oppblomstringen av planteplanktonet er i slutfasen med få klorofyllverdier over 2 ug chl. a.



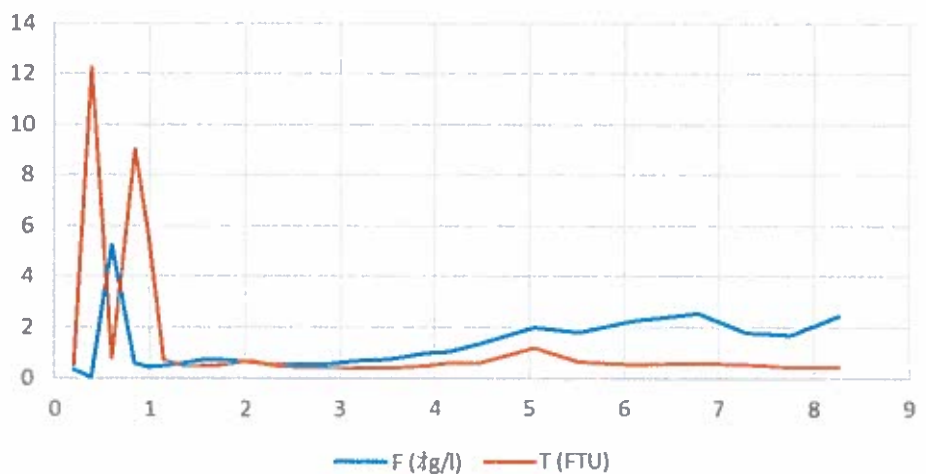
Turbiditet, Barsnesfj, Ref. st. B, 16. mars 2016



Turbiditet, Sogndalsfj, Ref. st. C, 16. mars 2016



Turbiditet, Solhov (St. D), 16. mars 2016



Appendix nr. 9

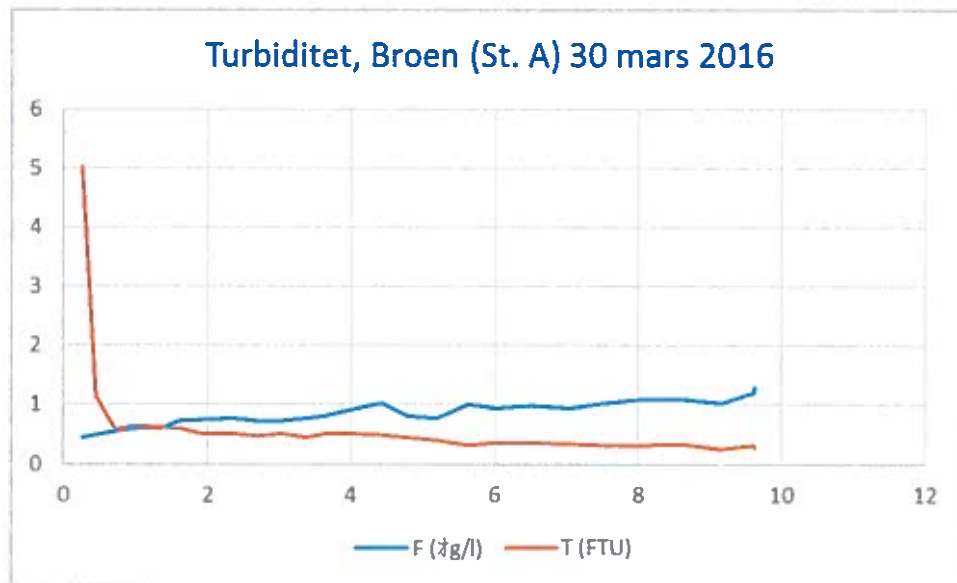
Resultater fra 9. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 30. mars 2016, kl. 1300-1320

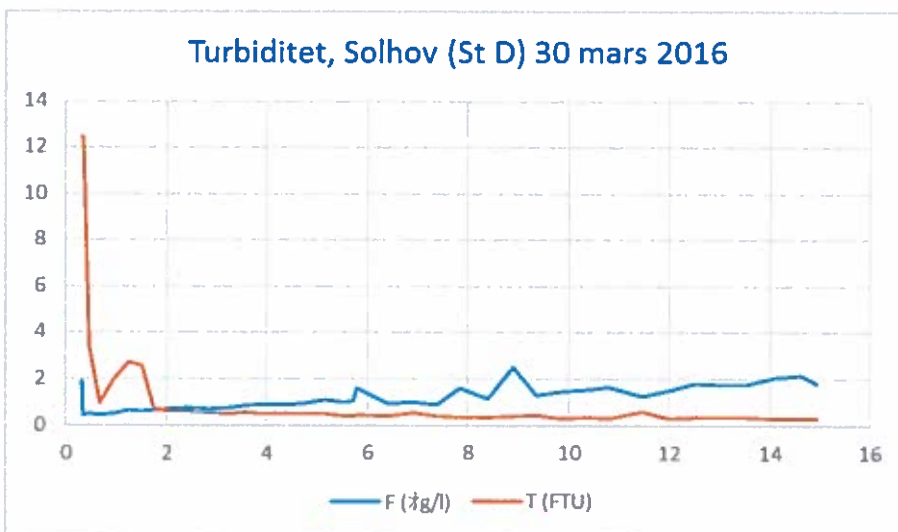
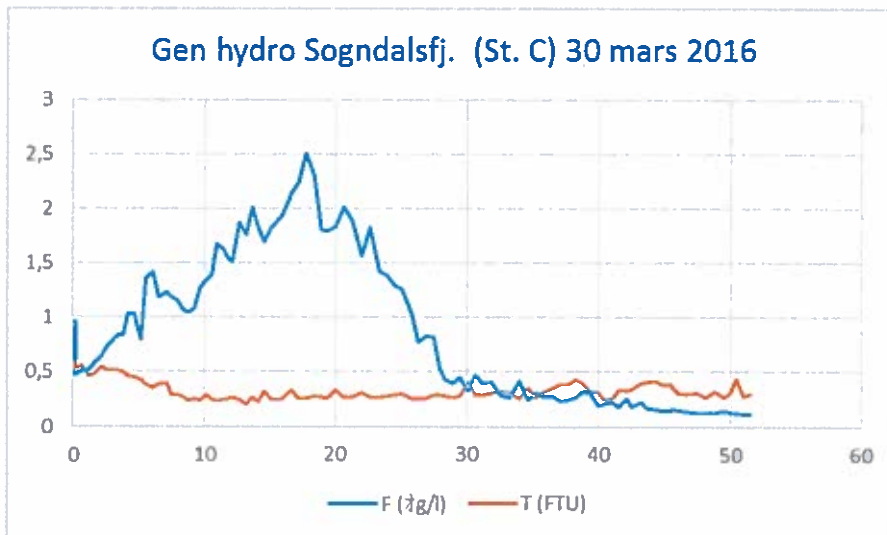
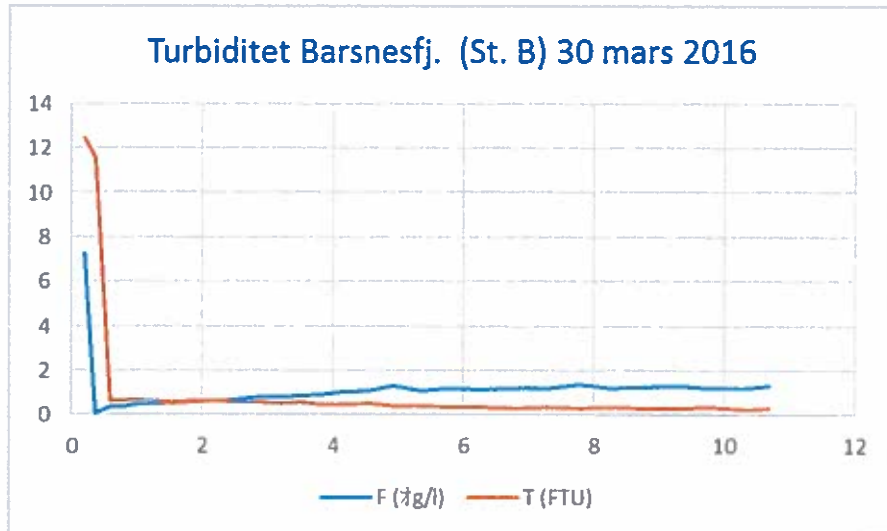
X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Fjære 1034-10 = 1024

Noe redusert saltholdighet i et tynt øvre lag: Barsnesfjorden (B, 0-2 m), ved broen (A, 0-1 m), Solhov (D, 0-1 m), i Sogndalsfjorden (C, 0-1 m). Alle stasjonene hadde også et lag ned til ca. 5-6 m med litt redusert saltholdighet.

Turbiditetsverdiene var generelt lave (< 0,5 FTU) som sist. Alle stasjonene unntatt Sogndalsfjorden (C) har noen enkeltverdier omkring 5-12 FTU i den øverste meteren. Det er mulig at de enkeltvis høye verdiene kan være tynne vannlag med partikler fra utfyllingsarbeidet, men det var ikke synlig noen slike høyturbiditetslag, så det kan være en artefakt. En mulig artefakt kan være at det er luftbobler generert av propellen som påvirker målingene.

Våroppblomstringen av planteplanktonet er i slutfasen med få klorofyllverdier over 2 ug chl. a; maksimum på ca. 2,5 ble funnet på ca. 18 m dyp.





Appendix nr. 10

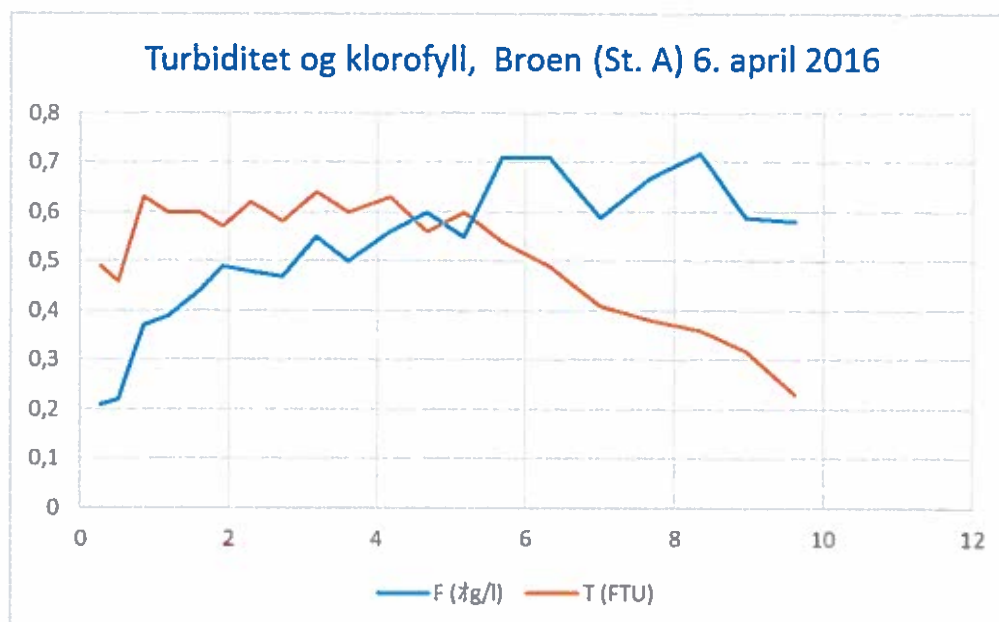
Resultater fra 10. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A-D, 6. april 2016, kl. 1250-1315

X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Flo 1049-10 = 1039

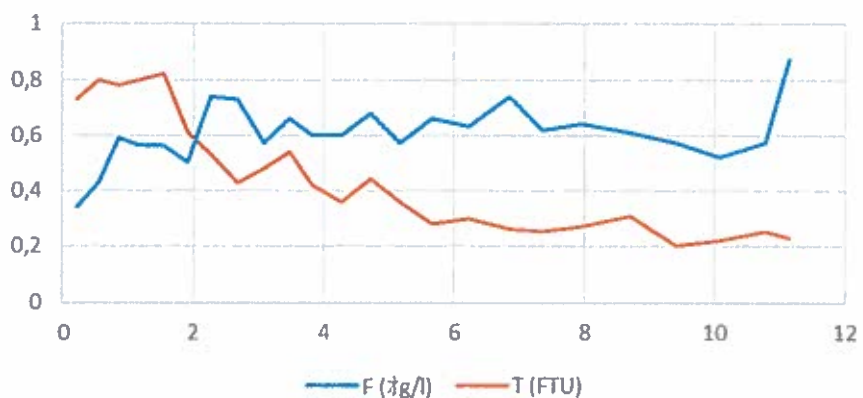
Markert redusert saltholdighet i et tynt øvre lag i Barsnesfjorden (B, 0-1 m) og ved broen (A, 0-1 m). Mindre markert redusert saltholdighet ved Solhov (D, 0-3 m), i Sogndalsfjorden (C, 0-4 m).

På grunn av mulige målefeil noen ganger tidligere (for høye verdier i overflate lag) som følge av luftbobler i propellvannet, så ventet jeg denne gangen et par minutter før målingene ble tatt; ingen uventede høye overflateverdier ble registrert. Turbiditetsverdiene var generelt lave (< 0,5 FTU) som sist, men på stasjon D ble det registrert et markert øvre lag (ca. 2m) med turbiditetsverdier mellom 2-5 FTU; dette henger sammen med start av utfylling på vestsiden av sundet, ikke langt fra målestasjon D. Barsnesfjorden (St. B) og Sogndalsfjorden (St. C) hadde litt forhøyede verdier (ca. 0,8 FTU) i de øverste ca. 2 m. Samme tendensen sett ved broen (st. A). Secchimålinger bekrefter hoved-observasjonene med et Secchi-dyp på ca. 4 m ved Solhov, sammenlignet med ca. 10 m ved både Barsnesfjorden (B) og Sogndalsfjorden (C).

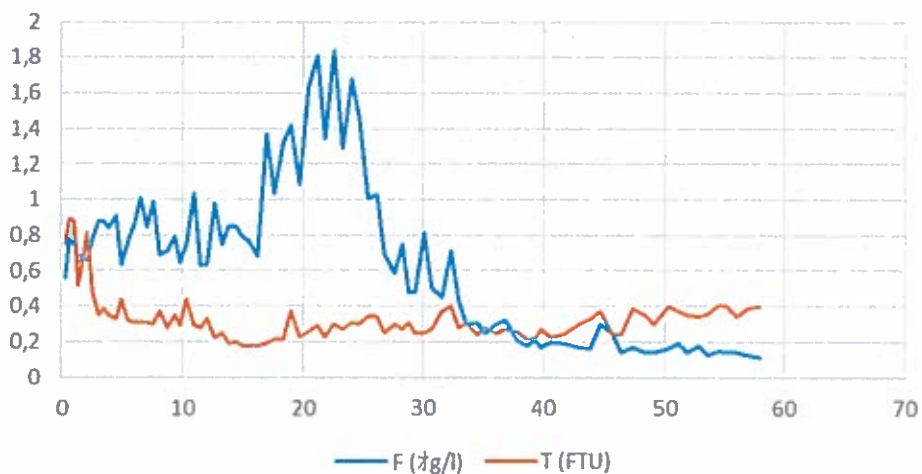
Våroppblomstringen av planteplanktonet er i slutfasen med alle klorofyllverdier under 2 ug chl. a/liter; maksimum på ca. 1,8 ble funnet på ca. 21-23 m dyp.



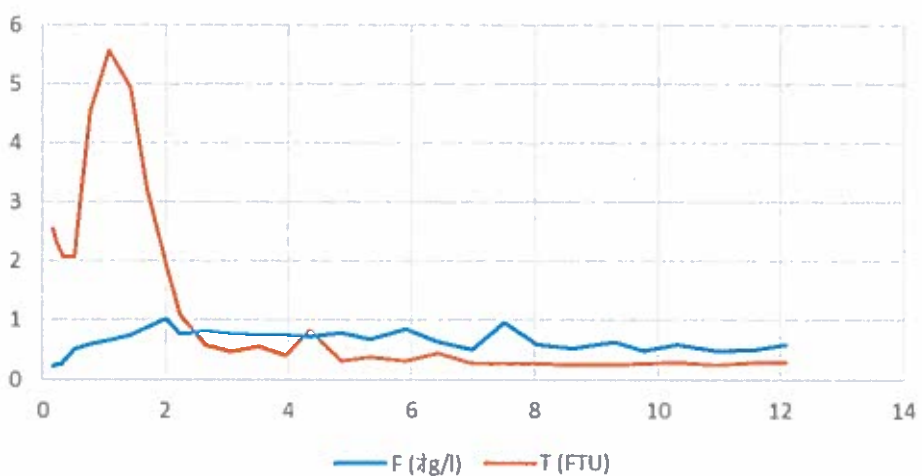
Turbiditet og klorof. Barsnesfj. (St. B) 6. april 2016



Turbiditet Sogndalsfj. (St. C) 6. april 2016



Turbiditet og klorofyll Solhov (St. D) 6. april 2016



Appendix nr. 11

Resultater fra 11. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A, C og D, 20. april 2016, kl. 1255-1320

X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Flo 0957-10 = 0947

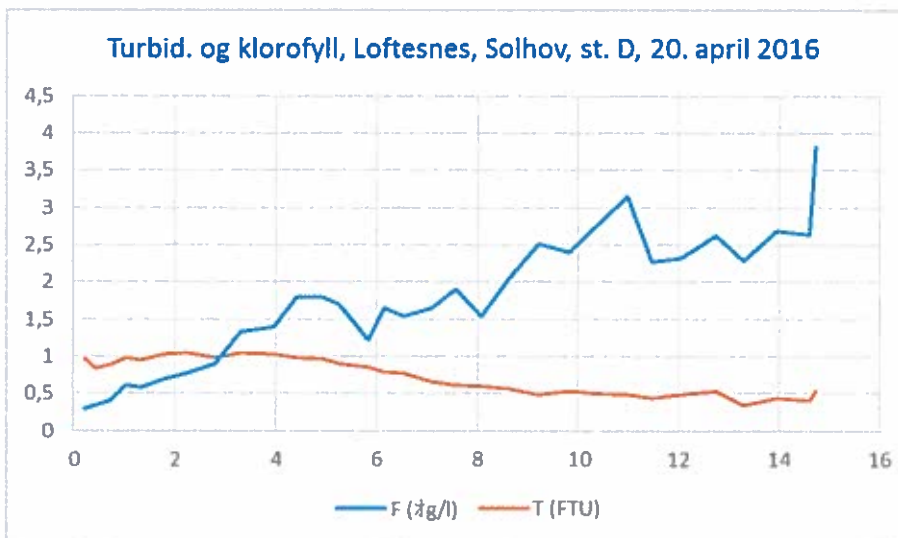
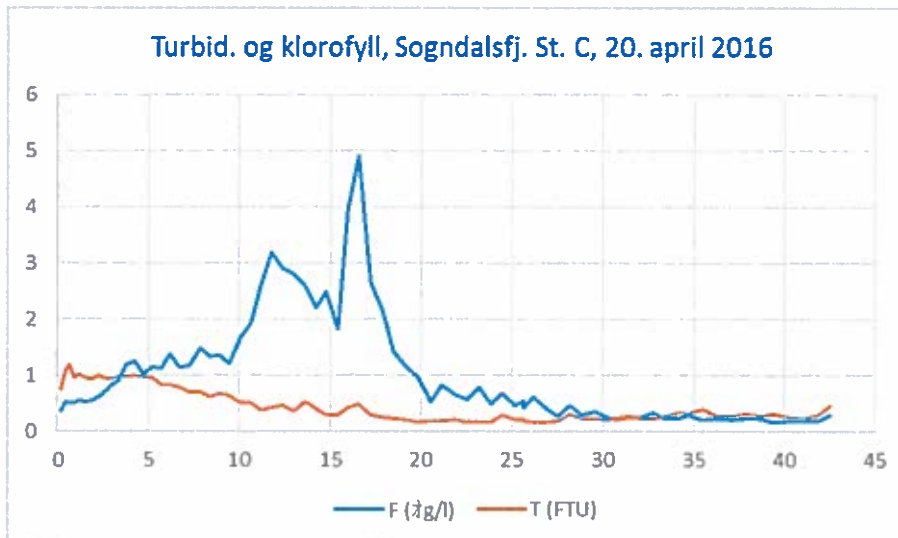
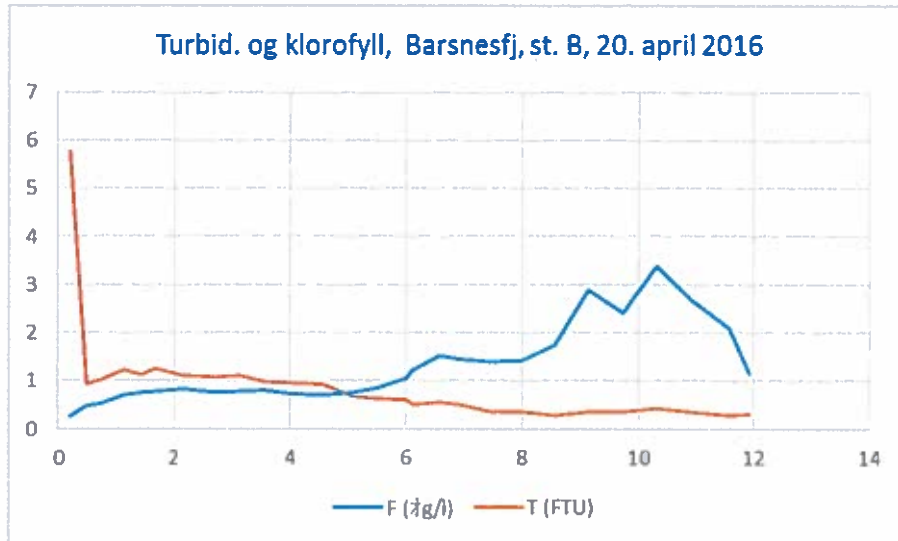
Det ble ikke tatt målinger forrige uke (13. april) da måleapparatet var på sørvis.

Det ble ikke målt på stasjon B (broen) denne gangen siden peling pågikk. Peling skaper kraftige trykkbølger som jeg var redd ville skade membranen i CTD-ens trykk(dybde)-sensor.

Alle stasjoner har et ferskvannspåvirket øvre lag (ca. 0-5/6 m). I Barsnesfjorden (st. B) er det jevnt minkende verdier fra overflaten (ca. 12 promille) til ca. 6 m (ca. 30 promille). Stasjonene i Sogn-dalsfjorden (C, D) har to lag, et ca. 1-2 m tykt lag i overflaten og et lag under som strekker seg til ca. 5 m.

Ventet et par minutter før målingene ble tatt for å unngå effekter fra propellen. Turbiditetsverdiene var generelt lave. I det øvre ferskvannspåvirkete laget var verdiene omkring 1 FTU, men sank til ca. 0,5 FTU under dette laget. Stasjonen i Barsnesfjorden hadde en høy verdi (ca. 6 FTU) i overflaten. Slike enkeltvis forhøyete verdier i overflaten har vært observert flere ganger uten å se misfarging på vannet. Disse «ekstremverdiene» oppfattes derfor som en artefakt; f.eks. pga. bobler fra propell, skit fra overflatehinne som har lagt seg på turbiditetssensoren eller lignende. Secchimålingene lå på 6 m på alle stasjonene.

Klorofyllverdiene er lave i overflaten (ca. 0,5 ug chl. a/l) men øker til ca. 3 ug chl. a/l på ca. 10 m dyp. I Sogndalsfjorden var det et tynt lag med verdier opp mot ca. 5 ug chl. a/l .



Appendix nr. 12

Resultater fra 12. turbiditetsundersøkelse av stasjonene A, B, C og D, 27. april 2016, kl. 1255-1325

X-aksen er dypet (m) mens y-aksen er turbiditet (FTU) og klorofyll (ug chl. a/l). Flo 1402-10 = 1352

For å sjekke turbiditetsverdiene i bassengvannet i både Barsnesfjorden (dypere enn ca. 20 m) og Sogndalsfjorden (dypere enn ca. 40 m) er posisjonen for st. B (Barsnesfj.) og st. C (Sogndalsfj.) flyttet litt i forhold til de vanlige posisjonene. Stasjonen i Barsnesfjordener flyttet ca. 300 (?) m lengre mot nord, mens stasjon i Sogndalsfjorden er flyttet ca. 300 (?) m lengre syd for å nå dyp på ca. 90 m (maks taulengde på CTD-en). Ventet et par minutter før målingene ble tatt for å unngå effekter fra propellen. Siden det var flo ca. kl. 1352 ble målingen gjort på slutten av en tidevannsyklus, dvs. vann strømmer fortsatt inn sundet og til Barsnesfjorden.

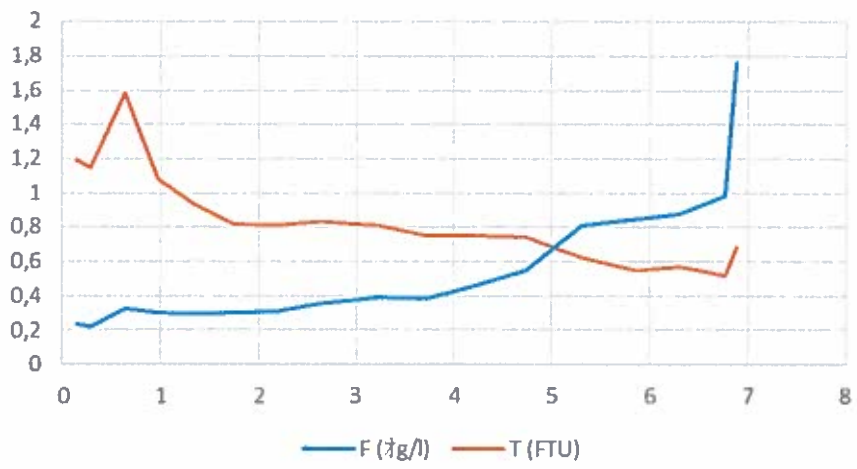
Alle stasjoner har et tynt, relativt sterkt ferskvannspåvirket øvre lag som varierer mellom 1 m (st. A, D) og ca. 3-4 m (st. B, C). I Sogndalsfjorden (St. A, C, D) er det et nytt lag mellom 1-3 m og 5-9 m. I Barsnesfjorden (St. B) går dette laget ned til ca. 17 m. Både turbiditets- og klorofyllverdiene er knyttet til de ulike lagene.

På st. A (broen) er de lavest turbiditetsverdier og høyeste klorofyllverdier knytte til laget under ca. 5 m. Høyeste turbiditetsverdier ble funnet i det tynne øvre laget (0- 1m, ca. 1-1,6 FTU), mellomverdier (ca. 0,8 FTU) ble funnet i mellomlaget (ca. 1- 5 m) og de lavest verdiene (ca. 0,6 FTU) ble funnet under ca. 5-6 m. Barsnesfjorden (st. B) og Sogndalsfjorden (st. C) har ganske like profiler med mellom 0,5-1,5 FTU i de øvre 10-20 m, og ca. 0,3 FTU i de dypere lagene. I Barsnesfjorden (maks. dyp ca. 80 m) er det en øking igjen i den dypeste delen (mellom ca. 70-80 m). Denne økingen skyldes etter all sannsynlighet en mikrobiell prosess knyttet til oksygenmangel i den dypeste delen av Barsnesfjorden. Turbiditetsprofilen på Solhov ligner den ved broen, med laveste turbiditetsverdier og høyeste klorofyllverdier under ca. 6-8 m. I det øvre laget (0 til ca. 6 m) ligger turbiditetsverdiene mellom ca. 0,7-1,0 FTU. I det dypeste lager lå verdiene på omkring ca. 0,5.

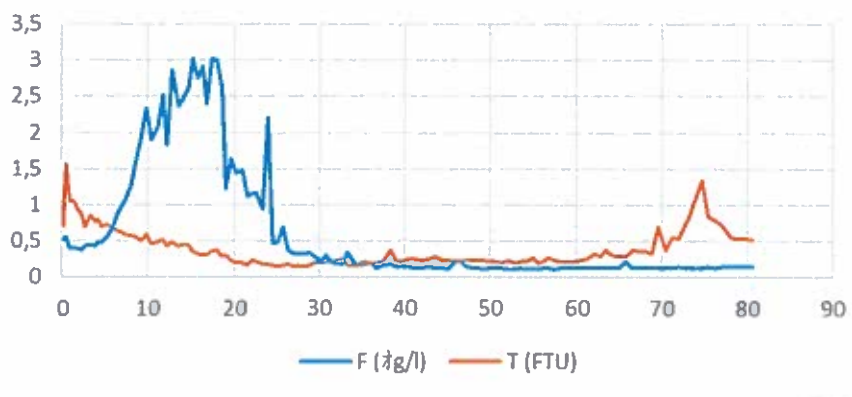
Secchimålingene lå mellom 6-7 m på alle stasjonene.

I Sogndalsfjorden og Barsnesfjorden viser klorofyllmålingene lave verdier (ca. 0,5 ug chl. a/l) i de øverste 5 m, men øker til maksimum på ca. 3-3,5 ug chl. a/l mellom ca. 10-20 m for deretter å synke til lave verdier under ca. 25 m.

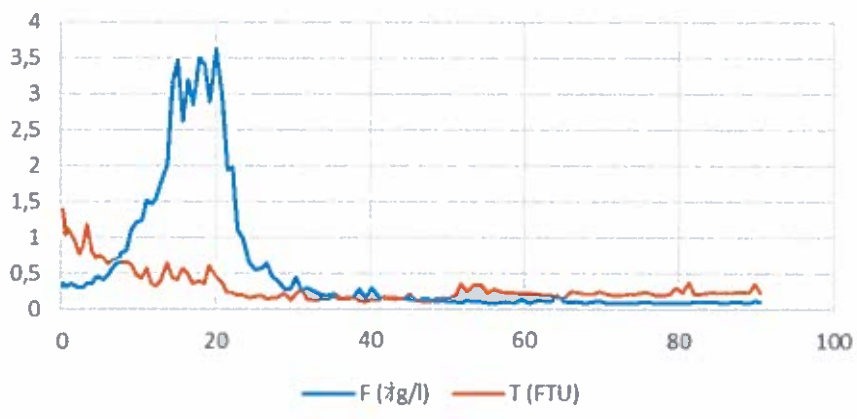
Turb & klorofyll. Broen Loftesnes, (St. A), 27. april 2016



Turb & klorofyll. Barsnesfjorden, 0-90 m (St. B) 27. april 2016



Turb. og klorofyll Sogndalsfjorden, 0-90 m, (St. C), 27. april 2016



Turb and chlorophyll Solhov (St. D), 27. april
2016



Appendix nr. 13

Sesong Just ref turb 1

HiSF, DaTor

2016-01-13

Torbjørn Dale
Institutt for naturfag
Høgskulen I Sogn og Fjordane
Sogndal

Behov for sesongmessige justeringer av referanseverdier ved turbiditetsmålinger i forbindelse med fylling av masser i Loftesnessundet.

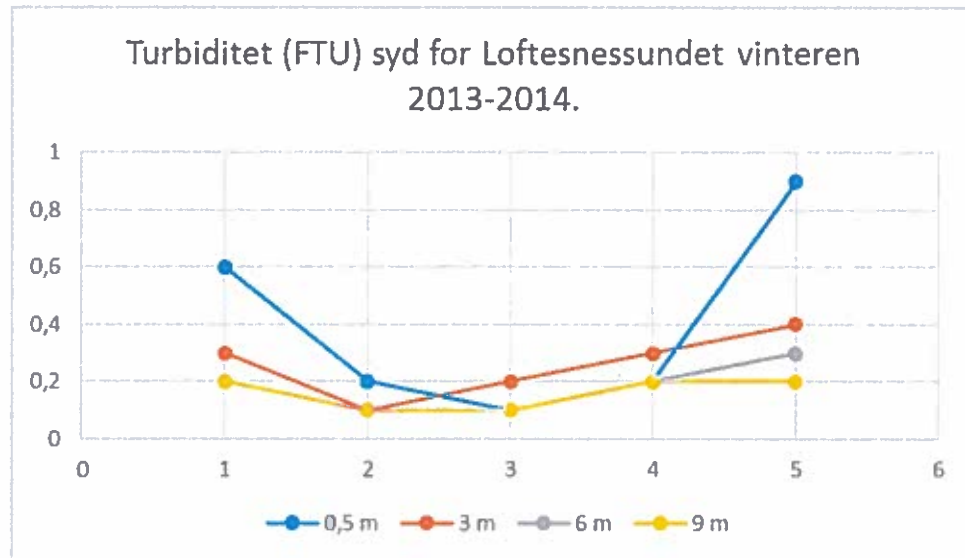
I forbindelse med bygging av den nye broen over Loftesnessundet i Sogndal er det behov for utfylling av steinmasser. I denne sammenheng krever Miljøavd. hos Fylkesmannen i Sogn og Fjordane (11. sept. 2015) at påvirkete vannmasser skal overvåkes ved hjelp av turbiditetsmålinger. For å spore effekter fra utfylling skal målingene sammenlignes med turbiditeten i upåvirkede vannmasser, dvs. referanseverdier. Entreprenøren er nå kommet i gang med kontinuerlig registrering av turbiditeten på 6 m dyp før utfyllingen er begynt. Den 12. jan. 2016 lå verdiene mellom 0,3-0,4 NTU hvilket er på nivå med forventede verdier på dette tidspunktet av året og vil kunne tjene som referanseverdi for denne perioden. Denne referanseverdien vil imidlertid ikke være korrekt for forholdene senere i sesongen siden naturen selv sørger for sesongmessige variasjoner i turbiditeten. Den viktigste faktoren som påvirker turbiditeten i Barsnesfjorden er leir/silt-partikler som kommer med vannet fra Årøyelven. Den store tilføring av brepåvirket ellevann vil medføre naturlig høye verdier i turbiditet i denne perioden (vår, sommer, høst). Perioden med stor ferskvannsavrenning til Barsnesfjorden faller også sammen med perioder med høye konsentrasjoner av planteplankton, f.eks. kiselalger. Planteplanktonet vil også i ulik grad øke turbiditeten om enn ikke så sterkt som silt/leirpartiklene.

Tabellen og diagrammet nedenfor viser turbiditet målt vinteren 2013-2014 litt syd for Loftesnessundet. Målingene går fra 17. des. 2013 til 22. mars. 2014. Vårt apparat måler turbiditet som FTU. FTU er litt mer moderne enn NTU men en kan generelt si at 1 FTU = 1 NTU.

Generelt ligger våre verdier i den perioden for dypene 0,5 m, 3, 6 og 9 m omkring 0,1-0,3 FTU, dvs. kanskje litt lavere enn målingene utført 12. jan. 2016 på ca. 0,3-0,4 NTU på 6 m dyp. Det kan være at forskjellene er reelle, men muligens også ulike apparater, kalibrering, etc.

Tabellen/figuren viser høyest verdier i 0,5 m i forbindelse med at vannmassene er lagdelte (des. og mars.), dvs. når der er en viss ferskvannstilførsel fra Årøyelven. Den høyeste verdien er 0,9 FTU i mars. Turbiditeten vil sannsynligvis være enda høyere i april og mai, men der mangler jeg målinger. Verdier for tidlig september er ca. 2-2,5 FTU, og jeg vil anta at slike verdier vil også vil kunne måles i april og mai. Jeg vil derfor anta at referanse/bakgrunnsverdiene maksimalt vil komme opp i ca. 3.

Dette betyr at grenseverdiene må justeres i samsvar med naturens egne sesongmessige endringer. Dette kan kanskje enklest mulig gjøres ved at man bruker verdier for turbiditet som blir målt mandag morgen før ny ukes arbeid starter. Eventuelle påvirkninger i turbiditet fra forrige ukes arbeid vil derfor sannsynligvis være minimal slik at verdier målt mandags morgen kan tjene som en sesongmessig justering.



Turbiditet (FTU = NTU)					
Dato - Dyp (m)	0,5	3	6	9	Kommentarer
17. dec. 2013	0,6	0,3	0,2	0,2	Lagdelte vannmasser, lag ca. 0-10 m
21.jan.14	0,2	0,1	0,1	0,1	Homogene vannmasser
05.feb.14	0,1	0,2	0,1	0,1	Homogene vannmasser, tynt overfl. Lag 0-1 m
23.feb.14	0,2	0,3	0,2	0,2	Homogene vannmasser
22.mar.14	0,9	0,4	0,3	0,2	lagdelte vannmasser, overfl. Lag 0-4,5 m