

Miljøoppfølging E136 Tresfjordbrua.

Sluttrapport



Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

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

NIVA Danmark

Ørestads Boulevard 73
DK-2300 Copenhagen
Telefon (45) 8896 9670

Tittel Miljøoppfølging E136 Tresfjordbrua. Sluttrapport	Løpenummer 7201-2017	Dato 1.12.2017
Forfatter(e) Gunhild Borgersen Marijana Brkljacic Janne Kim Gitmark Lars Golmen Magdalena Kempa Anna Birgitta Ledang Evy Rigmor Lømsland Hartvig Christie	Fagområde Overvåking	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Møre og Romsdal	Sider 90 sider + vedlegg

Oppdragsgiver(e) Statens Vegvesen, region Midt	Oppdragsreferanse Halgeir Brudeseth
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 10302

Sammendrag

Statens Vegvesen har ferdigstilt bru over Tresfjorden, en utbygging som også omfatter en sjøfylling. NIVA har utført miljøundersøkelser og modellberegninger av forholdene før og etter anleggsvirksomheten for å vurdere om utbygging medførte vesentlige endringer i forholdene i fjorden. Utbyggingen har medført en generell økning i strømhastighet som varierer med vindretning og vindhastighet, men har ikke påvirket temperaturforhold, saltholdighet og bølgeførhold i fjorden. Plante- og dyrelivet i fjæra, og dyrelivet på dypere vann viser ikke tegn på dårligere tilstand etter utbyggingen. Alt i alt viser denne undersøkelsen at brua og utbyggingen ikke har ført til alvorlige konsekvenser for miljøet i fjorden.

Fire emneord	Four keywords
1. Tresfjordbrua	1. Tresfjord bridge
2. Økologisk tilstand	2. Ecological quality
3. Hydrografi og vannkvalitet	3. Hydrography and water quality
4. Strømmåling og modellering	4. Current measurements and modelling

Denne rapporten er kvalitetssikret iht. NIVAs kvalitetssystem og godkjent av:



Hartvig Christie
Prosjektleder



Mats Gunnar Waldøy
Forskningsleder

Miljøoppfølging E136 Tresfjordbrua
Sluttrapport

Forord

Statens vegvesen Region Midt har ferdigstilt bygging av ny bru over Tresfjorden i Møre og Romsdal og brua ble åpnet 24. oktober 2015. Tresfjordbrua strekker seg fra Vikebukta på østsiden av fjorden til Rømmem på vestsiden av fjorden. Brua er 1290 m lang og har en fylling i sjøen på Vikebuktsida med en lengde på ca. 850 m.

Statens Vegvesen Region Midt koordinerte undersøkelser for å følge med i miljøtilstanden før, under og etter bygging av brua. NIVA var etter anbud engasjert til å gjennomføre de marine undersøkelsene i Tresfjorden. NIVA gjennomførte i 2010 og 2011 forundersøkelser av fjorden før anleggsarbeidet startet og oppfølgende, sammenliknende undersøkelser som har pågått i 2016 og noe ut i 2017.

Foreliggende rapport gir en oversikt over resultatene av etterundersøkelsene og sammenlikner miljøtilstanden med det som ble observert i forundersøkelsen. Rapporten presenterer en samlet og mer kortfattet vurdering, og deretter er rapportering av de ulike undersøkelseelementene presentert i egne rapportavsnitt som inneholder alle resultater og data.

Prosjektleder for forundersøkelsen har vært Tone Kroglund, og for etterundersøkelsene Hartvig Christie. Ansvarlig for de ulike delundersøkelsene har vært: Lars G Golmen og Anna-Birgitta Ledang for undersøkelser av vannmassene, Evy Lømsland for planteplankton, Gunhild Borgersen og Marijana Brkljacic for bløtbunn, Janne Kim Gitmark og Hartvig Christie for fjæreundersøkelsene og Magdalena Kempa for modellering.

Firmaet ALSCO AS ved Bjørn-Vegard Løvik og Geir Fossøen bistod i felt med båt under vannprøvetakingsprogrammet og ved strømmålingene. Molde og Romsdal havn ved havnekaptein Øystein Nilsen bisto med båt og mannskap ved prøvetaking av bløtbunnsfauna.

Vi vil takke Statens Vegvesen Region Midt ved Halgeir Brudeseth for god dialog under prosjektperioden.

Oslo, 12. desember 2017

Hartvig Christie

Innholdsfortegnelse

1	Innledning og sammenfatning	11
1.1	Bakgrunnen for undersøkelsen	11
1.2	Undersøkellesprogram før og etter bygging av brua	11
1.3	Aktiviteter i 2016 og 2017	12
1.4	Oppsummering og samlet vurdering av resultater fra delundersøkelsene	13
2	Undersøkelser av vannmassene	15
2.1	Måleprogrammet	15
2.1.1	Hydrografi og vannkvalitet	16
2.1.2	Strømmåling	18
2.2	Hydrografimålinger	19
2.2.1	Diskusjon hydrografi	25
2.3	Vannkvalitet	27
2.3.1	Siktdyp	27
2.3.2	Oksygen	28
2.3.3	Næringssalt	29
2.3.4	Planteplankton	31
2.3.5	Sammenlikning av vannkvalitet før og etter brubygging	33
2.4	Strømmålinger	35
2.4.1	Resultat for Rigg 1	35
2.4.2	Resultat for Rigg 2	41
2.4.3	Sammenlikning med forrige måleperiode	42
3	Bunndyrsamfunn	43
3.1	Prøvetaking	43
3.2	Analyser	45
3.3	Resultater	47
3.4	Sammenligning før og etter brubygging	51
3.5	Konklusjon	53
4	Fjæresamfunn	55
4.1	Formål	55
4.2	Stasjonsplassering	55
4.3	Metodikk	56
4.4	Resultater	57
4.5	Sammenlikning med undersøkelse før byggestart av Tresfjordbrua	59
4.6	Undersøkelsen i relasjon til Vannforskriften	63
4.7	Konklusjon	64
5	Modellering	66
5.1	The Tresfjord project	66
5.1.1	GEMSS model	66
5.2	Studying on the water circulation in the Tresfjorden area	68
5.2.1	Current velocity and direction	68
5.2.2	Current speed	71

5.2.3	Effect of meteorological conditions on current speed	72
5.2.4	Comparison of current measurements and modeling current speed	86
5.3	Temperature	88
5.4	Salinity	90
5.5	Wave activities (wave height and wave period)	91
6	Referanser	94
7	Vedlegg	95

Sammendrag

Statens Vegvesen har ferdigstilt bru over Tresfjorden, en utbygging som også omfatter en fylling i sjøen. NIVA har utført miljøundersøkelser og modellberegninger av forholdene før (2010, 2011) og etter (2016, 2017) utbyggingen for å vurdere om utbygging medførte vesentlige endringer i forholdene i fjorden. Denne rapporten viser resultater fra etterundersøkelsen og diskuterer disse i forhold til forundersøkelsen. Rapporten har en kortfattet sammenstilling av hva som er utført og med de viktigste konklusjoner, og deretter delrapporter som inngående presenterer resultater og datamateriale.

Undersøkelser av vannmassene

Hydrografi:

Delundersøkelsen omfattet måling av salinitet og temperatur i sjøen fra overflate til bunn, til ulike tider. Disse målingene og innsamling av vannprøver omfattet tre stasjoner: to innenfor fjordmunningen og en utenfor, på åtte forskjellige tidspunkt i 2016-2017, med samme opplegg som under før-undersøkelsene. Siktdyp ble målt samtidig. Tidsutvikling og sesongvariasjon fra overflata og ned til 40-50 m dyp var om lag lik for alle tre stasjonene. Et sprangsjikt rundt 40 m dyp som følge av hovedterskelen var tydelig på stasjonene inne i fjorden om sommeren og høsten. På større dyp var det lite strøm og vannmassen var homogen, noe som reflekterer effekten av fjordterskelen ved munningen. Forholdene generelt i siste måleperiode var karakterisert av mye varmere intervann enn i perioden 2010-11 som hadde en svært kald vinter. Siktdypet varierte over året stort sett mellom 5 og 20 m, med tendens til noe dårligere sikt innerst i fjorden, sammenlignet med utenfor.

Vannkvalitet:

I alt åtte prøvetakingsrunder ble gjennomført. Prøvene ble analysert for nærings salt, oksygen og planktonalger. Prøvene ble tatt fra overflaten og i tre dyp videre ned mot bunn. Det var stort sett tilfredsstillende oksygenverdier. Dypvannet inne i fjorden hadde laveste registrerte verdi (2,7 ml/l), i desember 2016, som kan karakteriseres til å være mindre tilfredsstillende. Verdien var imidlertid høyere enn laveste verdi under forundersøkelsen og også ved målingene i 1990-91. For nærings salt var det, som under forundersøkelsene, vesentlig høyere verdier i dypvannet enn i overflata for nitrat og fosfat. For Tot-N var tendensen motsatt, som ved forundersøkelsen. Vinter-verdiene i overflata var, som normalt, høyere enn om sommeren.

I april 2016 var algebiomassen høy både innenfor og utenfor Tresfjordbrua og dominert av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi*. Algebiomassen i juni var av moderat karakter med kiselalgene *Chaetoceros contortus* og *Skeletonema* som dominerende, mens flagellater dominerte i juli. Våroppblomstringen i 2017 var dominert av kiselalgen *Skeletonema* med innslag av slektene *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* og *Thalassiosira*. Både i juli 2016 og mars og mai 2017 var algebiomassen noe høyere utenfor brua enn innerst i fjorden. Antall prøver fra begge områdene var imidlertid for lavt til at en kan konkludere med at det er etablert noen forskjell i planteplanktonets biomasse innenfor og utenfor brua.

Strømmålinger:

Nye strømmålinger ble gjennomført vinteren 2016-2017. De to måleposisjonene og instrumenteringen tilsvarte det som ble gjort i 2010-2011. I posisjonen i seilingsløpet under brua benyttet vi en profilerende Doppler strømmåler av type Nortek 600 kHz. I posisjonen nord for fyllinga ble en Aanderaa Seaguard en-punkts måler benyttet. Sterkest strøm i seilingsløpet forekom nær sjøoverflaten, med 52 cm/s (1 knop) som maksimal verdi. Derfra avtok strømmen til et minimum

rundt 18 m dyp, for så å øke litt nedover mot bunn. Statistisk middel for strømretning lå rundt 210-220° (retning mot sørvest) fra 6 m ned til 14 m dyp, videre nedover endra verdien seg mot 150-160°. Strømstyrken i de ulike sjiktene ved terskelen er mer enn 50% høyere etter at brua ble bygd sammenliknet med før brua kom. Strømmen nord for fyllinga var svak, med retning vekslende mellom vestover og østover med tidevannet. Maksimal målt strømstyrke var vesentlig høyere i siste periode.

Fjæresamfunn

Etterundersøkelse av fjæresamfunnet i Tresfjorden ble gjennomført i juli 2016. Formålet med fjæreundersøkelsen var å avdekke eventuelle endringer som følge av fysiske inngrep knyttet til brubyggingen. Resultatene er sammenliknet med tilsvarende undersøkelse som ble utført juni 2011.

Undersøkelsene ble gjennomført på fire stasjoner i Tresfjorden og på to referansestasjoner like utenfor fjorden. Sammenlikning mellom undersøkelsene utført før byggestart av Tresfjordbrua viser at det hovedsakelig ble registrert færre arter i 2016 undersøkelsen, sammenliknet med 2011. Størst reduksjon i antall arter var på stasjon TRE2, like sør for Tresfjordbrua. Det ble også registrert noe lavere artsantall på stasjon TRE3, like nord for brua. Undersøkelsene utført i 2016 viser at det ble registrert flest flerårige arter på alle stasjonene, og de hadde også størst dekningsgrad. Dette tyder på stabile, friske fjæresamfunn. Beregningen av fjæreindeksen viser også at det var «god» økologisk tilstand på alle stasjonene både i 2011 og 2016. Det var ingen tegn til eutrofiering eller annen belastning på fjæresamfunnet.

Det er mulig at byggingen av Tresfjordbrua kan være årsaken til at det ble registrert lavere artsmangfold på stasjonene i nærheten av brua. Men undersøkelsene tyder likevel på stabile, friske fjæresamfunn på alle de undersøkte stasjonene.

Bløtbunnsfauna

Etterundersøkelse av bløtbunnsfauna ble gjennomført i mai 2016. Undersøkelsen omfattet fire hovedstasjoner: tre stasjoner i fjordens dybbasseng innenfor terskelen (TR2, TR3 og TR4), en antatt upåvirket referansestasjon utenfor terskelen (T1A), samt to enkeltprøver på grunnere vann ved Kråkeneset innenfor Vikebukta (T2B og T2C). Resultatene er sammenliknet med tilsvarende undersøkelse som ble utført i 2011.

Den økologiske tilstanden i Tresfjorden anses som god for en terskelfjord med tilførsel av organisk materiale. Alle stasjoner innenfor terskelen fikk ble i 2016 klassifisert til «god» tilstand og referansestasjonen utenfor terskelen fikk «svært god» tilstand. Antall arter og individer som ble funnet anses å være i normalområdet, om enn noe lavt artsantall på TR2. Stasjonene TR2 og TR4 hadde et høyt innhold av organisk karbon (TOC) i sedimentet, og begge stasjonene ble klassifisert til «svært dårlig» tilstand for organisk innhold. Også TR3 hadde noe forhøyede verdier for TOC (på grensen mellom «moderat» og «dårlig» tilstand), mens referansestasjonen hadde lavt innhold av TOC i sedimentet, tilsvarende «svært god» tilstand. Innhold av organisk karbon har gått noe ned på alle stasjoner fra 2011 til 2016.

Den gjennomsnittlige normaliserte EQR-verdien har gått noe ned på alle stasjoner fra 2011 til 2016 med unntak av referansestasjonen. Forskjellene er imidlertid svært små og tilstandsklassen uendret for stasjonene inne i fjorden. Det har vært en til dels kraftig økning fra 2011 til 2016 i antall arter på stasjon T1A, T2B, TR3 og TR4, noe som tyder på en generell positiv utvikling i Tresfjorden mht.

artsantall, både innenfor terskelen og på referansestasjonen. Totalt sett virker det ikke som om brua har hatt noen negative konsekvenser for bløtbunnsfaunaen i Tresfjorden.

Hydrodynamisk modellering

Det er gjort en rekke simuleringer av hvordan strøm, temperatur, salinitet, bølger og vannbevegelser i dypere deler av fjorden har endret seg fra før til etter at brua er bygget. Det omfattende modelleringsarbeidet er presentert i over 70 figurer (se kapittel 5). Modellen er basert på de målingene som er gjort av hydrografi og strøm, og tar hensyn til at vannmassene i Tresfjord er en del av vannmassene utenfor fjorden. I store trekk viser modelleringene at strømhastigheten på ulike stasjoner både i ytre og i indre deler av Tresfjorden vil øke etter at brua er ferdigstilt, og at strømhastigheten øker ved vind fra alle retninger. Strømhastigheten øker mest ved høy vindstyrke. Hovedtrekkene harmonerer bra med resultatene fra strømmålingene. Modellen indikerer at brua ikke har hatt innvirkning på temperaturforhold, salinitet, bølgehøyde eller bølgeperioder i fjorden.

Helhetlig vurdering

Bygging av brua med en fylling som strekker seg ca. 800 m ut fra Vikebukta har ført til en generell økning i strømhastighet. Ingen av resultatene tyder på at brua vil ha store konsekvenser på det fysiske, kjemiske eller biologiske miljøet i Tresfjorden.

Summary

Title: Environmental monitoring – E136 Tresfjord bridge

Authors: Gunhild Borgersen, Marijana Brkljacic, Janne Kim Gitmark, Lars Golmen, Magdalena Kempa, Anna Birgitta Ledang, Evy Rigmor Lømsland, Hartvig Christie

Year: 2017

Source: Norwegian Institute for Water Research. ISBN 978-82-577-6936-9

NIVA-rapport ISSN 1894-7948

The Norwegian Public Roads Administration (Statens Vegvesen) has in 2015 completed a new bridge over the fjord Tresfjord in Møre og Romsdal county. The bridge is approx. 1.2 km long with an 850 m long embankment from Vikebukta. Construction work started in 2012, and Norwegian Institute for Water Research (NIVA) has conducted several surveys of the fjord (2010 and 2011) as a basis to monitor the environment and with follow up surveys (2016 and 2017) after the bridge has been completed. This report presents the results from the after surveys and discuss these in relation to the before results. The discussion and conclusions are presented in a short section in the beginning of the present report, followed by comprehensive presentations of data from the different topics of the surveys.

Water masses

hydrography:

The survey included measurement of salinity and temperature in the sea from surface to bottom, at different times. These measurements and collection of water samples included three stations: two inside the fjord and one outside, at eight different times in 2016-2017, with the same scheme as in the before investigations. Secchi depth was measured at the same time. The seasonal variations from surface and down to 40-50 m deep were similar at three stations. A spring layer around 40 m deep as a result of the sill occurred at the stations in the fjord during the summer and autumn. At deeper layers the water masses were homogeneous, reflecting an effect of the sill at the mouth of the fjord.

The conditions during the after measurement period were characterized by warmer winter water than in the period 2010-11, a period with very cold winter. The secchi depth varied mostly between 5 and 20 m, with a tendency to slightly worse water visibility at the inner end of the fjord compared to outside.

Water quality:

A total of eight samplings were analyzed for nutrients, oxygen and phytoplankton. The samples were taken at the surface and in three different depths down to the bottom. Oxygen values were mainly good. The deep water in the fjord had the lowest recorded value (2.7 ml / l) in December 2016, which may be characterized to be less satisfactory, however, the value was higher than the lowest value during the before investigation. For nitrate and phosphate there were significantly higher values in the deep water than in the surface. For the Tot-N, the trend was the opposite. The winter values in the surface were higher than in the summer.

In April 2016 the Phytoplankton biomass was high both inside and outside Tresfjord bridge and dominated by the flagellate *Emiliania huxleyi*. In June the phytoplankton were dominated by the diatoms *Chaetoceros contortus* and *Skeletonema*, while flagellates dominated in July. The spring bloom in 2017 was dominated by *Skeletonema*, and where also *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* and *Thalassiosira* occurred. Both in July 2016 and March and May 2017 the algal biomass was somewhat higher outside the bridge than the inner part of the fjord. However, the number of samples from both areas is too low to conclude that there has been some difference in the phytoplankton biomass between the inside and outside of the bridge.

Currents:

Current measurements were carried out in winter 2016-2017 at the two positions and with instrumentation as what was done in 2010-2011. In the position under bridge we used a profiling Doppler flowmeter of the type Nortek 600 kHz. In the position north of the embankment an Aanderaa Seaguard was used. Highest current was found under the bridge near the sea surface, with 52 cm / s (1 knot) as the maximum value. The current speed decreased downwards to a minimum at about 18 m depth, and from there increased slightly further towards the bottom. Mean current direction was about 210-220° (south-west direction) from 6m down to 14m deep, further downward, the direction changed to 150-160°. The current speed in the different layers at the sill is more than 50% higher after the bridge was built compared to before. The currents north of the fill were weak, with directions alternating with the tide between west and east. Maximum measured current speed was significantly higher during the last period.

Rocky shore Community

A after study of the rocky shores in Tresfjorden was conducted in July 2016. The purpose of the survey was to reveal any changes due to physical alterations related to the bridge and the embankment. The results are compared to the corresponding before survey conducted at four stations in Tresfjorden and at two reference stations outside the fjord. The comparisons show that generally less species were recorded in the 2016 survey than in 2011. The largest reduction in the number of species was at station TRE2, south of the bridge. Some lower species numbers were also recorded at station TRE3, just north of the bridge. The surveys carried out in 2016 show that mainly the perennial macroalgal species dominated in number and cover at all stations. This indicates stable and healthy littoral communities. The calculated community index (RSLA) indicates "good" ecological conditions at all stations in both 2011 and 2016. There were no signs of eutrophication or other disturbances on this community.

It may be possible that the construction of Tresfjord Bridge could lead to the lower species diversity at the stations near the bridge. However, the surveys still indicate stable, healthy rocky shore communities at all the stations investigated.

Soft-bottom Fauna

Sampling of soft bottom fauna was conducted in May 2016. The survey included four main stations: three stations in the fjord basin inside the sill (TR2, TR3 and TR4) and a reference station outside the threshold (T1A). In addition, there was taken two samples on shallower water at Kråkeneset within Vikebukta (T2B and T2C). The results were compared with the corresponding survey conducted in 2011.

The ecological condition in Tresfjorden is considered as good even for a fjord with discharge of organic matter. All stations inside the sill were classified as "good" condition and the reference station outside the threshold as "very good" condition in 2016. The number of species and individuals found were within the normal range, albeit somewhat low species number on TR2. The stations TR2 and TR4 had a high content of organic carbon (TOC) in the sediment, and both stations were classified as "very bad" condition concerning organic content. Station TR3 also had some elevated values for TOC (between "moderate" and "poor" condition), while the reference station had low levels of TOC in the sediment, corresponding to "very good" condition. Organic carbon content has decreased somewhat at all stations from 2011 to 2016.

The average normalized EQR value has decreased slightly on all stations from 2011 to 2016, with the exception of the reference station. However, the differences are very small and the ecological classification are unchanged for the stations inside the fjord. There has been a significant increase from 2011 to 2016 of the number of species at stations T1A, T2B, TR3 and TR4, indicating a general positive development in Tresfjorden regarding species both inside the fjord and at the reference station. Overall, it does not seem that building the bridge caused any negative changes in the soft bottom fauna community in Tresfjorden.

Hydrodynamic Modeling

A series of simulations have been made of how current, temperature, salinity, waves and water movements in deeper parts of the fjord have changed from before to after the bridge has been built. The extensive modeling work is presented in over 70 figures (see chapter 5). The model is based on the measurements made by hydrography and current, and takes into account that the water masses in Tresfjord are connected to the water masses outside the fjord. Generally, the modeling shows that the current speed at different stations both in the outer and inner parts of the Tresfjord will increase after the bridge is completed and that the current velocity increases by wind from all directions. The current speed increases most at high wind power. These patterns harmonize well with the results from the current measurements. The model indicates that bridge has not affected temperature, salinity, wave height or wave periods in the fjord.

Overall assessment

Construction of a bridge with the embankment approx. 800 m from Vikebukta has led to a general increase in current speed as the same water masses driven by the tides shall now pass a narrower opening of the fjord. None of the results indicate however that the bridge will have major consequences on the physical, chemical or biological environment in Tresfjorden.

1 Innledning og sammenfatning

1.1 Bakgrunnen for undersøkelsen

Statens Vegvesen Region Midt ferdigstilte i oktober 2015 brua over Tresfjorden i Vestnes kommune som en del av riksveg 136. Brua går over ytre deler av fjorden, fra Vikebukta på østsiden av fjorden til Rømmem på vestsiden av fjorden. Brua er 1290 m lang. Kryssningen av fjorden omfatter også en fylling i sjøen på Vikebuktsiden med en lengde på ca. 850 m.

Forprosjektet for brua ble startet allerede i 1960 og er blitt fulgt opp av ulike vurderinger og undersøkelser. I 1985 utarbeidet NHL (Norges hydrotekniske laboratorium) SINTEF en rapport med vurdering av ulike fyllingslengder i forbindelse med bru. I 1990-91 foretok NIVA undersøkelser av bunnsfauna og vannmasser som en forundersøkelse til daværende planer. Det ble foretatt konsekvensvurdering for vannkvalitet for tre ulike lengder på fyllingen. Før bruarbeidet og anleggsarbeidet startet opp i 2012 gjennomførte NIVA i 2010 og 2011 undersøkelser av fjorden som grunnlag for å kunne følge med på utvikling av miljøtilstanden. Det ble også utført risikovurderinger og målinger av miljøgifter for eventuelt å kunne gjøre avbøtende tiltak under anleggsperioden. Oppsummering av aktivitetene og resultatene fra forundersøkelsene i 2010 og 2011 er presentert av Kroglund m.fl. (2011, 2012), samt i delrapporter referert i disse rapportene.

Foreliggende rapport gir først og fremst en oversikt over hva som er gjennomført av etterundersøkelser i 2016 og 2017. Etterundersøkelsene har konsentrert seg om vann og miljøforhold som kunne sammenliknes med forundersøkelsene. Nedenfor er det listet opp hva som er utført under forundersøkelsene og hva som har blitt fulgt opp i etterundersøkelsene. De nye resultatene er i fokus i denne rapporten, men en viktig målsetting har også vært å sammenligne forholdene etter bygging med forholdene før brua ble bygget.

Normalt vil det være naturlige variasjoner i miljøforhold som kan henge sammen med sesong eller år-til-år variasjoner i de hydrografiske forholdene. Det er imidlertid utviklet metoder og klassifiseringer som er såpass robuste at en likevel kan vurdere om tilstanden har endret seg som en konsekvens av et tiltak. Undersøkelser av bunndyr og fjæresamfunn er konservative parametere som over tid kan integrere og vise målbare miljøeffekter. Disse undersøkelsene er utført som engangsundersøkelser i 2016 og på omtrent samme årstid som forundersøkelsen. Måling av ulike vannparametere er utført over en lengre tidsperiode i 2016 og 2017 siden dette er mer flyktige parametere som krever repeterte og sesongmessige data.

1.2 Undersøkelsesprogram før og etter bygging av brua

Undersøkelsesprogrammet for 2010-2011 besto av følgende temaer:

- Vurdering av risiko- og sårbarhet (ROS-analyse)
- Utarbeidelse av miljøoppfølgingsprogram
- Overvåking av vannkvalitet
- Kartlegging av organismesamfunn i fjæra innenfor og utenfor sjøfyllinga
- Undersøkelse av bunndyr på bløtbunn nedenfor tidevannssonen innenfor og utenfor fyllingen i sjøen
- Strømmåling ved terskel
- Hydrografi/sjiktning i fjorden

- Hydrodynamisk simulering av bru og fylling (inkl. kulverter) før bygging

Avtalte tilleggsundersøkelser i 2010-2011:

- Undersøkelser av miljøgiftinnholdet ved Remmem, der brua treffer land på vestsiden av Tresfjorden
- Tiltaksundersøkelse Remmem (oppfølging av undersøkelsen over)
- Ekstra strømmåling ved utfyllingsområdet
- Undersøkelse av miljøgiftinnholdet i Vikebukta.

Prosjektet startet opp sommeren 2010 med blant annet undersøkelser av vannkvalitet, strømmålinger og ROS-analyser. Årsrapport med oppsummering av aktivitetene og resultatene fra forundersøkelsene i 2010 og 2011 er presentert av Kroglund m.fl. (2011, 2012).

Følgende ble undersøkt i 2016 og 2017, dvs. etter at brua var ferdig:

- Undersøkelser av vannmassene (kapittel 2)
 - Måleprogram for hydrografi/sjiktning i fjorden
 - Overvåking av vannkvalitet
 - Strømmåling ved terskel
- Undersøkelse av bunndyr på bløtbunn innenfor og utenfor fyllinga (kapittel 3)
- Kartlegging av organisesamfunn i fjæra innenfor og utenfor fyllinga (kapittel 4)
- Modellering: hydrodynamisk simulering av bru og fylling, repetisjon av forundersøkelse for validering etter bygging (kapittel 5)

Disse undersøkelsene ble vurdert til å kunne si noe om eventuelle effekter av bygging av brua, og særlig om det å legge en fylling såpass langt ute i fjordmunningen kunne påvirke miljøet i fjorden. De undersøkelsene som omfattet risiko og måling av giftstoffer var ment som en forundersøkelse som skulle kunne medføre tiltak i anleggsfasen og skulle ikke følges opp.

1.3 Aktiviteter i 2016 og 2017

Undersøkelser av vannmassene:

De aktivitetene som har pågått lengst har vært overvåking av vannkvalitet og strømmåling. Selve prøvetakingen og utplassering av strømmålere pågikk i perioden april 2016 til mai 2017. I tillegg har det i tilknytning til dette vært utført analyser av vannprøver. Den hydrodynamiske modelleringen har vært avhengig av data fra disse undersøkelsene, slik at de endelige konklusjoner omkring mulige miljøeffekter på grunn av brubyggingen ikke har foreligget før om lag to år etter at brua ble åpnet.

Undersøkelse av bunndyr på bløtbunn:

Bunndyrprøvene ble innsamlet om våren 2016 på de samme stasjonene som i forundersøkelsen. Prøvene ble opparbeidet og analysert på NIVAs laboratorier og var ferdig rapportert i løpet av 2016. Det er først og fremst sammensetning og tetthet/forekomst av ulike arter av dyr i bunnen som benyttes til å sammenlikne før og etter, men også sedimentforhold blir analysert for sammenlikning. Bløtbunnsfauna har lenge vært benyttet som en god og konservativ metode for å måle endringer i miljøet etter ulike former for påvirkning, og det er utviklet indekser og klassifiseringer som angir den økologiske tilstanden til slike samfunn. Undersøkelsen ble utført i henhold til gjeldende standarder for både fauna- og sedimentundersøkelser

Kartlegging av fjæresamfunn:

Fjæresamfunn består av makroalger som tang og andre fastsittende makroskopiske alger og og dyr som kan være både fastsittende (som rur og blåskjell) og bevegelige (som sjøstjerner og krabber).

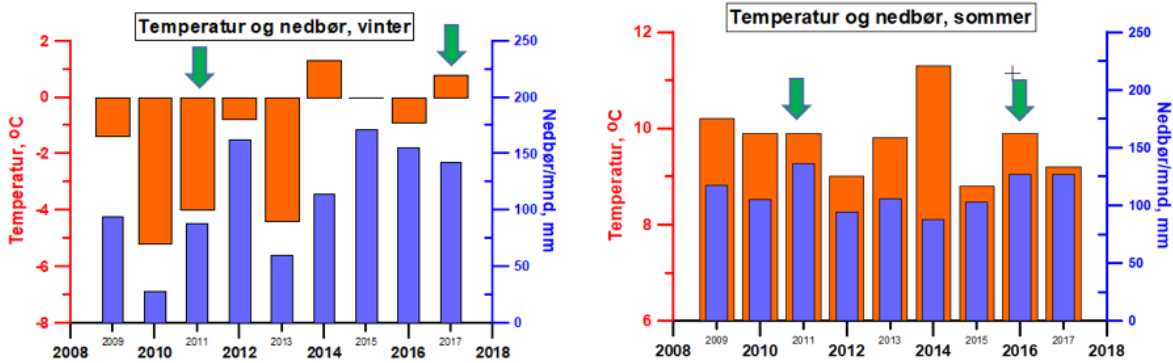
Disse undersøkelsene ble derfor utført av en botaniker og en zoolog i samarbeid. Dette var også en engangsundersøkelse der stasjonene fra forundersøkelsen ble besøkt i 2016, tidlig sommer. Resultatene fra denne delen av prosjektet ble også ferdig analysert og rapportert i løpet av 2016. Også slike samfunn kan reflektere endringer over tid, og undersøkelsene omfattes av fastlagte prosedyrer som fører fram til indekser og tilstandsklassifiseringer.

1.4 Oppsummering og samlet vurdering av resultater fra delundersøkelsene

Resultatene fra flere av delundersøkelsene viser noen forskjeller mellom for- og etterundersøkelsene. Det er foretatt vurderinger tilknyttet disse endringene, om det kan forklares som naturlig variasjon eller om det er reelle forandringer som skyldes brua, dvs. først og fremst fyllingen i sjøen. Sjøens temperatur og salinitet påvirker både vannutskiftingen (via endringer i vannets egenvekt) og biologien. Disse størrelsene varierer naturlig fra år til år, og over lengere perioder. I tillegg kommer den gradvise oppvarmingen av havet, som nå er ca. 2 grader varmere enn for 100 år siden. Alle disse bakgrunnsfaktorene kan gjenspeiles i våre målinger. Storskala regionale og nasjonale hydrografiske forhold i undersøkelsesperiodene vil også naturlig reflekteres i hydrografiske og trolig også økologiske forskjeller inne i og utenfor fjorden, uavhengig av bru eller ikke.

For- og etterundersøkelsene i Tresfjorden må derfor vurderes mot en bakgrunn som ikke er konstant, men i stadig endring. Dette stiller oss overfor visse utfordringer når det skal skilles mellom årsaker til eventuelle forskjeller i fjorden mellom de to periodene. Som et eksempel på klimatiske forskjeller mellom de to undersøkelsesperiodene viser Figur 1.1 statistikk for middeltemperatur (luft) og månedsnedbør for sommermånedene og vintermånedene i Molde, for årene 2009-2017. Det framgår at vintrene 2010-2011 var svært kalde, og 2-3 grader under normalen, med lite nedbør. 2016-2017 var mer normale år. De kalde vintrene i forundersøkelsen gjenspeilte seg i mye lavere sjøtemperaturer om vinteren/våren, relativt til etterundersøkelsene, mens forholdene om sommeren var mer sammenliknbare.

Strømforholdene i seilingsløpet og ved fyllinga var forventet å endre seg på grunn av den fysiske innsnevringen. Måleresultatene viste at hovedstrømsretningen i seilingsløpet er bevart. Strømstyrken har økt med om lag 50 % og er mer ensretta utover nå. Dette forventes å gi noe bedre blandingsforhold i vannmassene både innenfor og utenfor brua, med stimulert vannutskifting i dypere lag på begge sider. Nord for fyllinga er hovedstrømsretningen i hovedsak bevart mens midlere strømstyrke økte moderat. For vannkvalitet var det endringer i de fleste parameterne, men verdiene ga stort sett tilfredsstillende miljøforhold. Oksygen i dypvannet på den midterste stasjonen var ned mot 2,7 ml/l ved ett tidspunkt, men dette er høyere enn minimumsverdiene ved begge foregående undersøkelser. Siktedyp og næringssaltkonsentrasjonene (vinter) viste lavere verdier i siste periode, relativt til forundersøkelsene. Forskjellene for vannkvalitet mellom de to undersøkelsene skyldes neppe brua. For siktedypet kan mer nedbør og tilførsler fra land i siste periode ha medvirket til de noe lavere verdiene observert i etterundersøkelsen.



Figur 1.1 Gjennomsnitt temperaturavvik fra normalen og nedbør for vinter og sommer i Molde, 2009-2017. Grønne piler markerer de åra som berører denne rapporten.

Resultatene som viser forskjeller i bløtbunnsfauna og i artssammensetning i strandsonen (fjæresonen) ble ikke tilskrevet utbyggingen, men naturlige svingninger. Forandringene var heller ikke av alvorlig art og tilstandene til de aktuelle samfunnene av bunndyr eller dyr og alger i fjæresonen var god både før og etter bygging av brua. Resultatene fra de biologiske undersøkelsene kunne ikke relateres til de observerte endringer i fysiske og kjemiske parametere som ble observert i etterundersøkelsene.

Strømforhold ble som nevnt påvirket, noe som kunne forventes ettersom fyllingen har gjort munningen til fjorden trangere, mens vannmassene som skal ut og inn med tidevannet er de samme. Økningen som ble observert varierte med posisjon, vindretning og vindhastighet, men et gjennomgående trekk ved modellresultatene var likevel økt strømstyrke, noe som også målingene bekreftet.

De resultatene som er presentert både fra for- og etterundersøkelsene danner et grunnlag for senere oppfølging hvis det er indikasjoner på at brua og fyllingen kan føre til endringer i miljøet over lang tid.

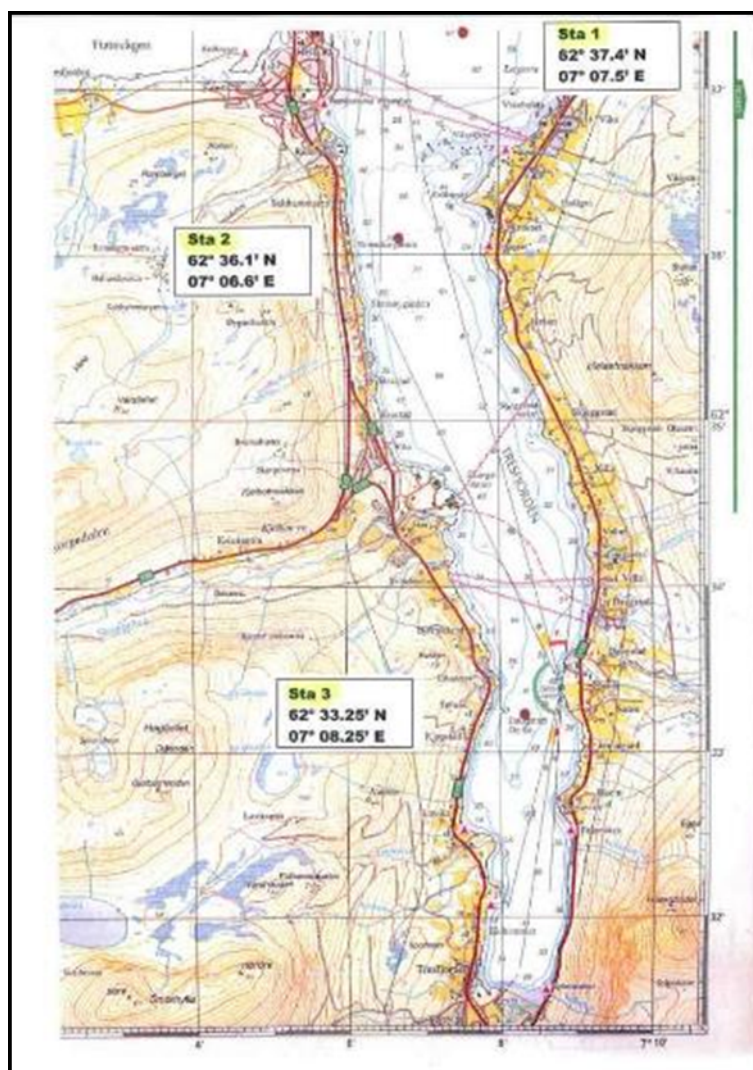
2 Undersøkelser av vannmassene

2.1 Måleprogrammet

Dette programmet startet i april 2016. Det omfattet følgende elementer:

- Overvåking (måling) av vannkvalitet over ett år
- Måling av hydrografi/sjikting i fjorden over ett år
- Strømmåling i brutraseen og ved utfyllingsområdet (1 måned)
- Modellering av hydrodynamikk

Programmet med prøvetaking og måling strakk seg fra april 2016 til mai 2017, og var i store trekk en repetisjon av det programmet i 2010-2011.



Figur 2.1 Stasjonsplassering for prøvetaking av vannkvalitet og hydrografi i 2010-2011 og i 2016-2017. Stasjon 1 ligger ytterst i fjorden og stasjon 3 innerst i fjorden.

2.1.1 Hydrografi og vannkvalitet

Måling av hydrografi og innsamling av vannprøver omfattet tre stasjoner (Figur 2.1): to innenfor fjordmunningen og en utenfor. Dette var samme stasjoner som i forundersøkelsen.

Vannprøver ble tatt i følgende dyp (Figur 2.2):

Stasjon 1: 3 m og 70 m
 Stasjon 2: 3 m og 70 m
 Stasjon 3: 3 m, 40 m og 50 m

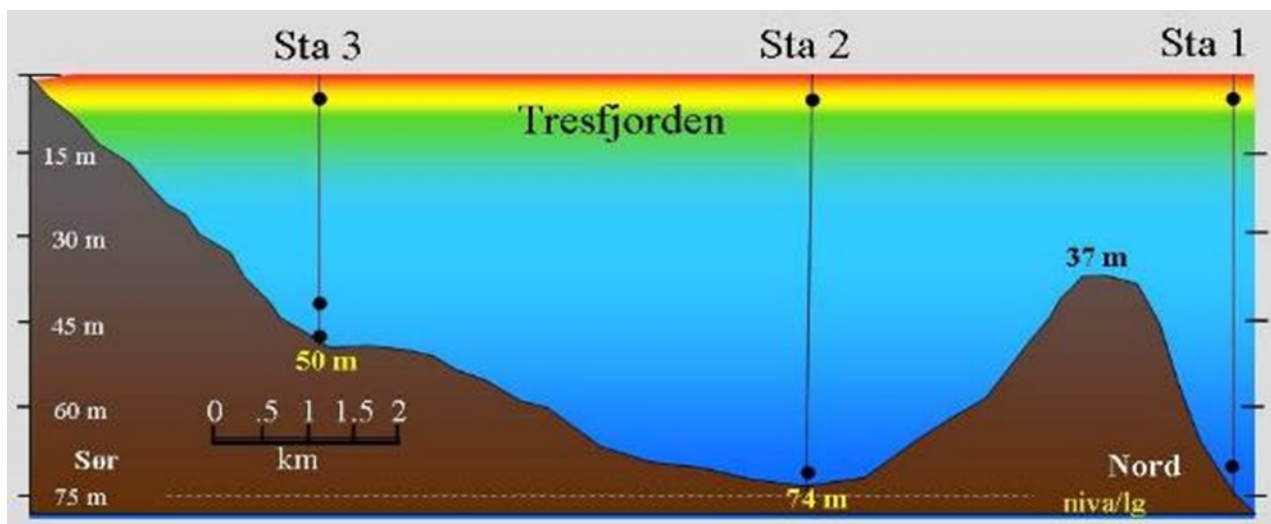
Hydrografimåling innebærer måling av salinitet og temperatur i sjøen fra overflate til bunn, til ulike tider. På bakgrunn av slike målinger kan lagdelingen (sjiktingen) i sjøen beskrives. Variasjonene over tid gir informasjon om eventuell stagnasjon eller utskifting av vannet. Målingene ble gjort med en CTD-sonde som måler sjøvannets temperatur, trykk og konduktivitet. Basert på dette blir saliniteten («saltholdigheten») beregnet, noe som er med på å bestemme tyngden («densiteten») på vannet.

Vi benyttet en sonde av type Seabird SBE-19 (Figur 2.3) som har sirkulasjonspumpe for å sikre jevn vannfluks forbi sensorene. Sonden er batteridrevet med internt dataminne og måler to ganger per sekund. Sonden har høy målepresisjon på både temperatur, trykk (dyp) og konduktivitet. Fra båten tok det bare noen minutter å senke ned sonden og ta en måleprofil fra overflata til bunn. Samtidig ble siktdypet målt visuelt med en Secchi-skive.

I alt åtte prøvetakingsrunder ble gjennomført denne gangen. Prøvene ble analysert for nærings salt, oksygen og planktonalger. Tabell 2.1 Prøvetaking for vannkvalitet i 2016-2017. Siktdyp, hydrografi og oksygen inngikk på alle tidspunkt/stasjoner. Tabell 2.1 viser tidspunkt for prøvetakingen og parametre. Ved alle toktene benyttet vi båt fra AlSCO (Figur 2.4).

Tabell 2.1 Prøvetaking for vannkvalitet i 2016-2017. Siktdyp, hydrografi og oksygen inngikk på alle tidspunkt/stasjoner.

Toktnr.	Dato	Antall stasjoner	Dyp	Måleparametere	Hydrografi siktdyp
1	26/4 2016	3	overflatevann og dypvann	Tot-N, Tot-P, nitrat, ammonium, fosfat, oksygen, alger	V
2	7/6 2016	3	"	"	V
3	29/7 2016	3	"	Oksygen, alger	V
4	16/9 2016	3	"	Tot-N, Tot-P, nitrat, ammonium, fosfat, oksygen, alger	V
5	5/12 2016	3	"	Tot-N, Tot-P, nitrat, ammonium, fosfat, oksygen	V
6	21/1 2017	3	"	Oksygen	V
7	3/3 2017	3	"	Tot-N, Tot-P, nitrat, ammonium, fosfat, oksygen, alger	V
8	5/5 2017	3	"	Tot-N, Tot-P, nitrat, ammonium, fosfat, oksygen, alger	V



Figur 2.2 Dybderiss av fjorden med de tre prøvetakingstasjonene.



Figur 2.3 Seabird SBE-19 CTD målesonde som ble benyttet på toktene, supplert med måling med en RBR Concerto sonde (ikke avbildet).



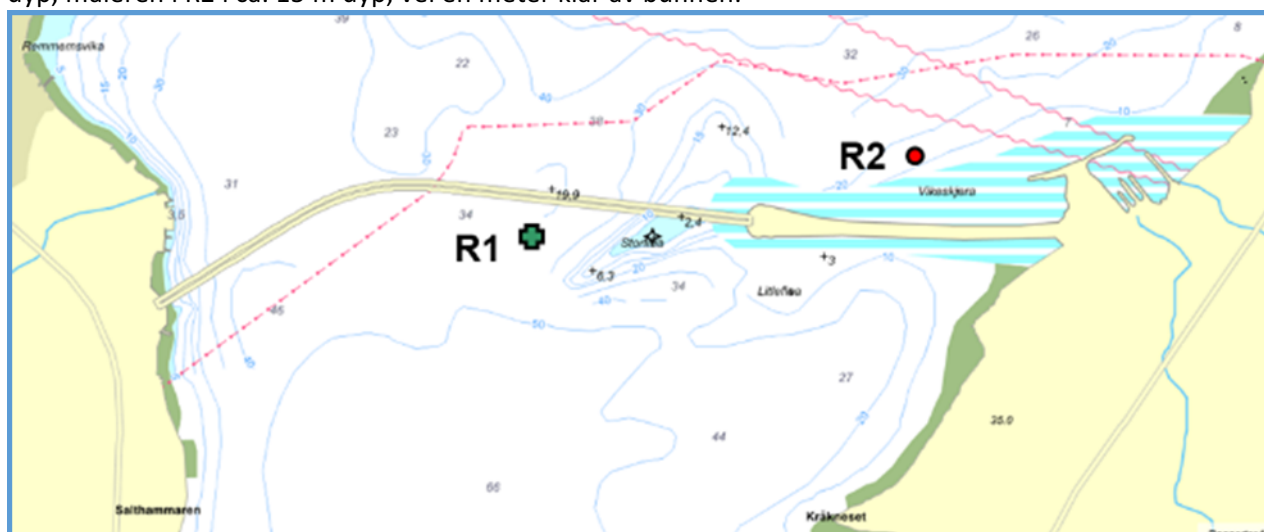
Figur 2.4 Båt (ALSCO AS) som ble benyttet til prøvetaking og hydrografitokt i 2016-2017.

Alle kjemiske analyser er gjort ved NIVAs laboratorium.

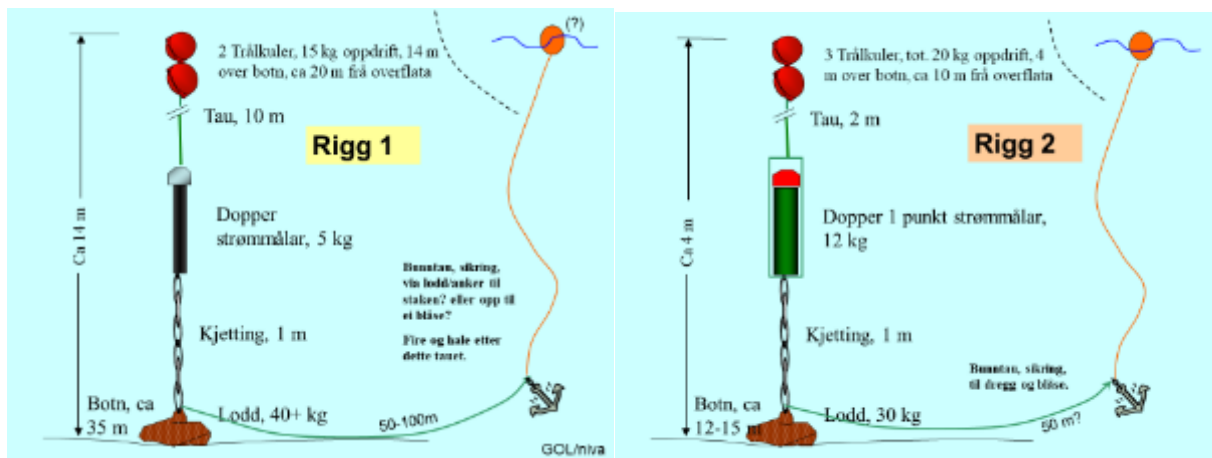
2.1.2 Strømmåling

Nye strømmålinger ble gjennomført i perioden 5. desember 2016 til 20. januar 2017. De to måleposisjonene R1 og R2 tilsvarte der det ble målt i 2010-2011 (Figur 2.5). For posisjon R2 sin del kan det ha vært noe avvik for posisjon fordi foten av fyllinga okkuperte den gamle posisjonen, men vi etterstrebet å oppnå samme måledyp som sist ved å flytte riggen litt mot nordøst.

I posisjon R1 benytta vi en profilerende Doppler strømmåler av type Nortek 600 kHz. I posisjon R2 benytta vi en Aanderaa Seaguard en-punkts måler. Dette var samme type måleinstrumentering som vart benytta i forundersøkelsene. Figur 2.6 viser riggarangementet. Måleren ved R1 stod i ca. 35 m dyp, måleren i R2 i ca. 15 m dyp, vel en meter klar av bunnen.



Figur 2.5 Sjøkartet og den nye brua. Med posisjonene for strømmåling i november-desember 2010 og desember-januar 2016/17.

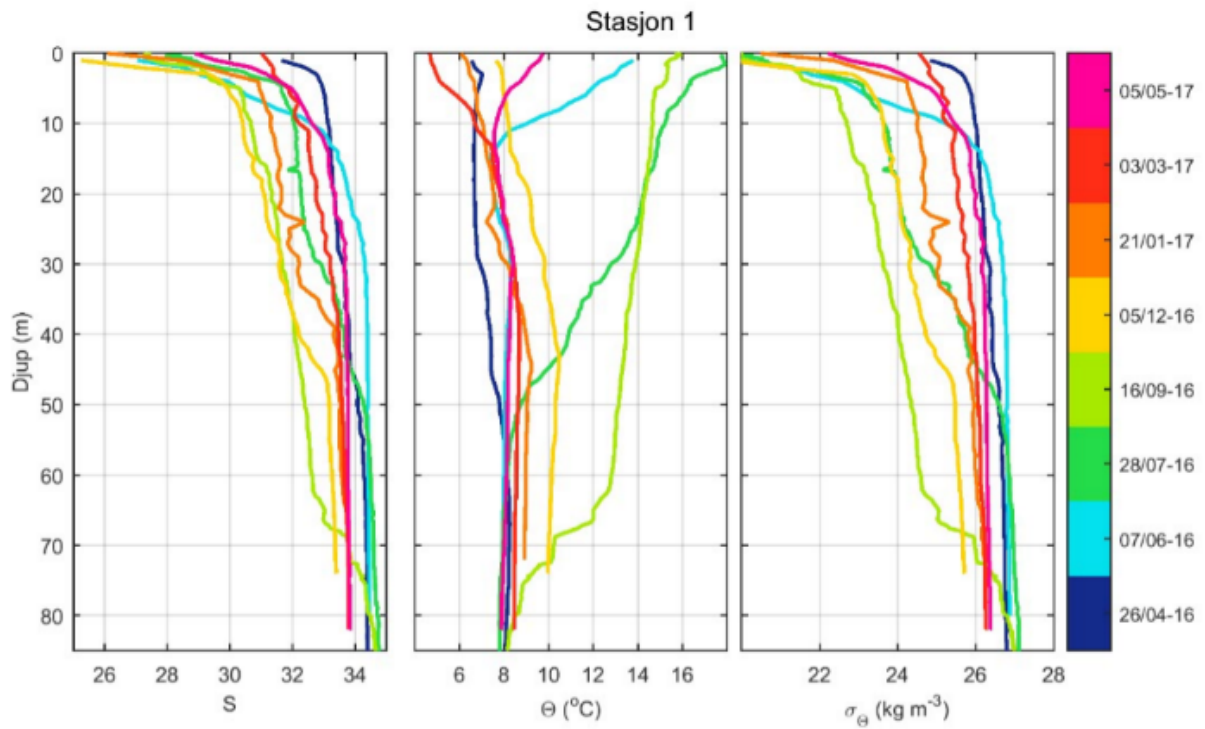


Figur 2.6 Riggarrangementet for strømmåling.

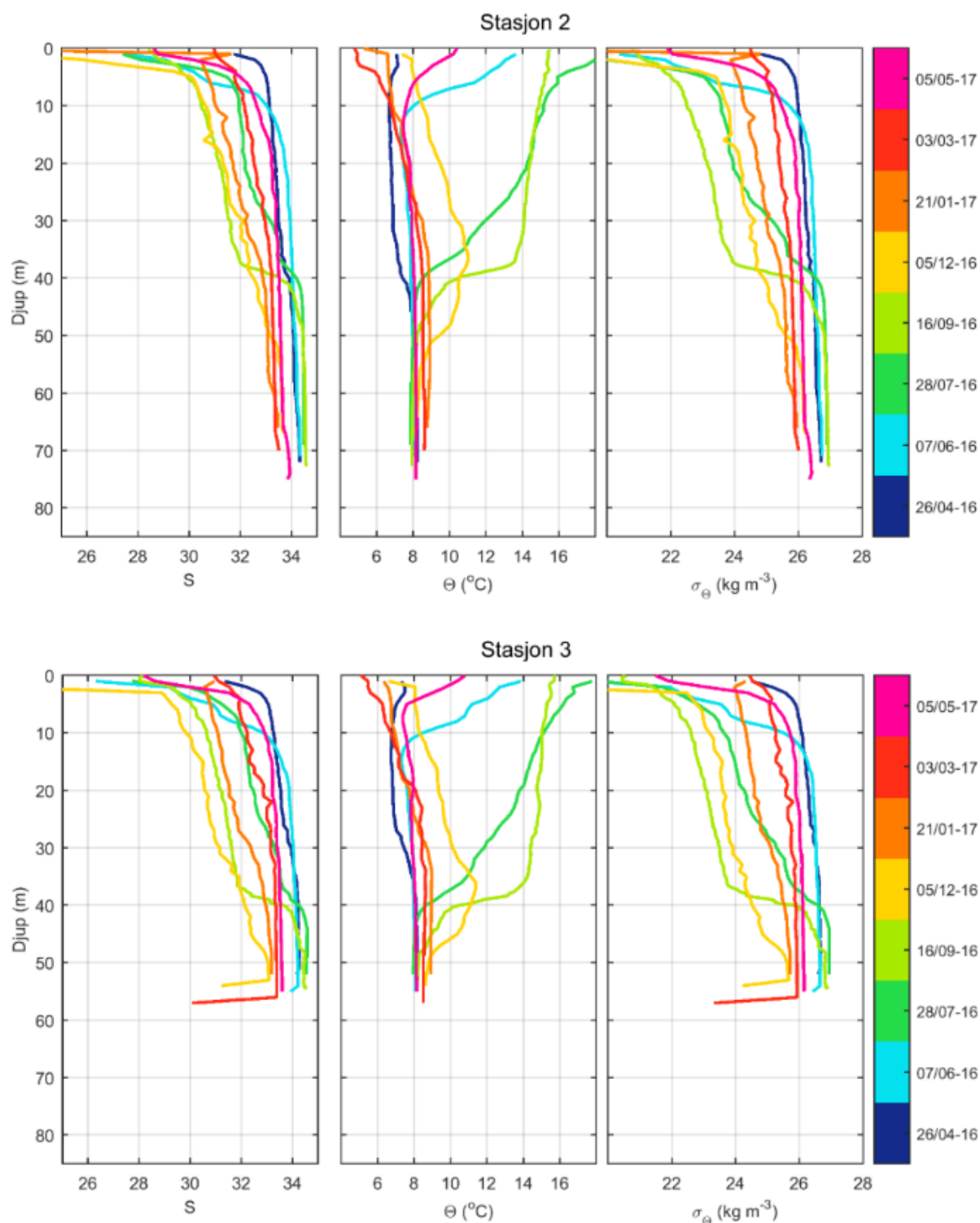
2.2 Hydrografimålinger

Hydrografidata er presentert grafisk i Figur 2.7 til Figur 2.12.

Figur 2.7 og Figur 2.8 viser alle målte vertikale profiler, samlet per stasjon. Tidsutvikling og sesongvariasjon fra overflaten og ned til 40-50 m dyp er om lag lik for alle tre stasjonene. Dype sprangsjikt som følge av hovedterskelen framtrer tydelig rundt ca. 40 m dyp på stasjon 2 og 3 (inne i fjorden) om sommeren og høsten. Under dette dypet var sjøen stort sett i ro og homogen, sammenlignet med tilsvarende sjikt på referansestasjonen (stasjon 1). Dette reflekterer effekten av fjordterskelen ved munningen, se også Figur 2.1.



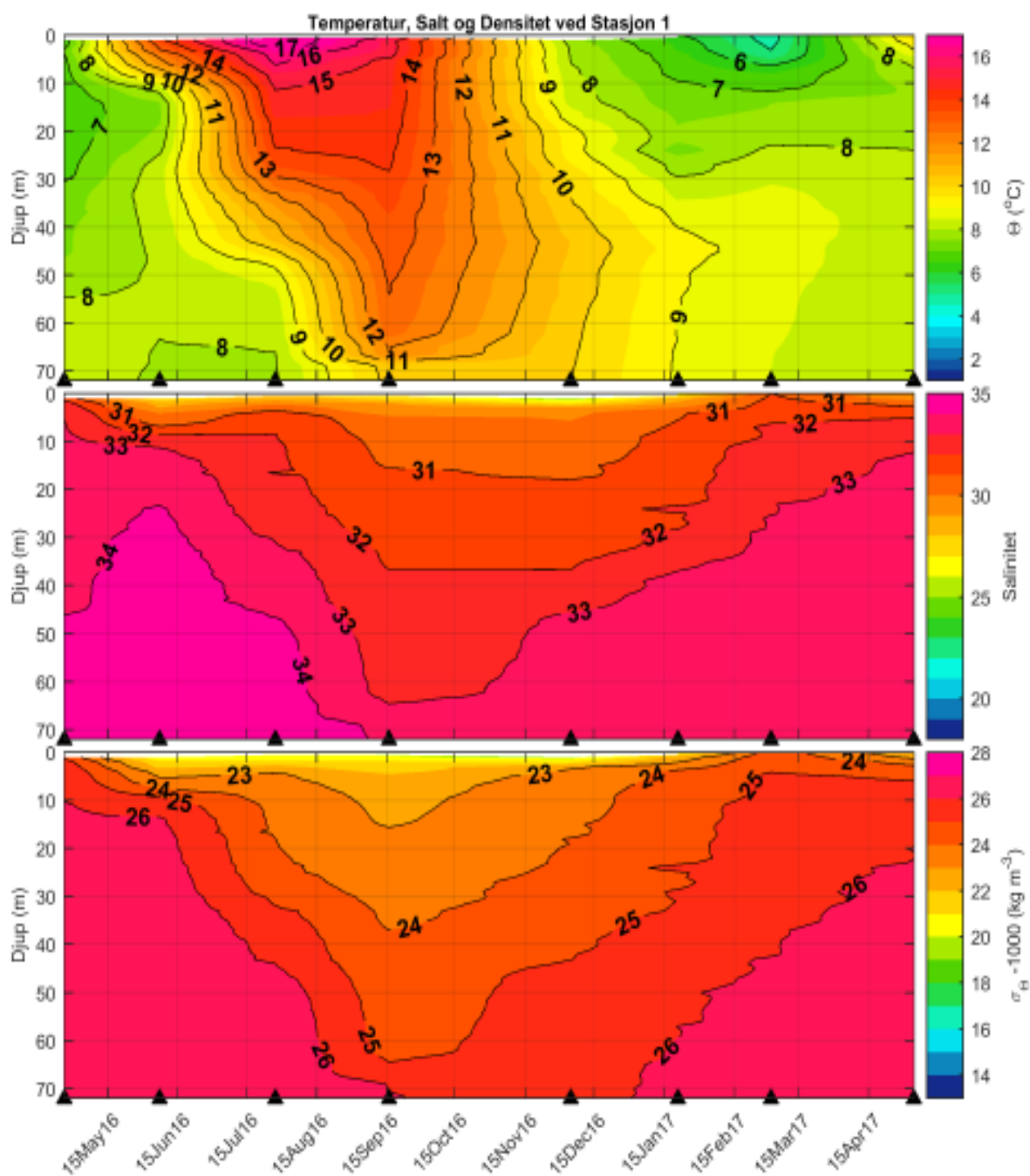
Figur 2.7 Hydrografiske vertikallprofiler fra stasjon 1, 2016-2017. Fra venstre: Salinitet, temperatur og densitet. Skalaen t.h. angir måletidspunktene.



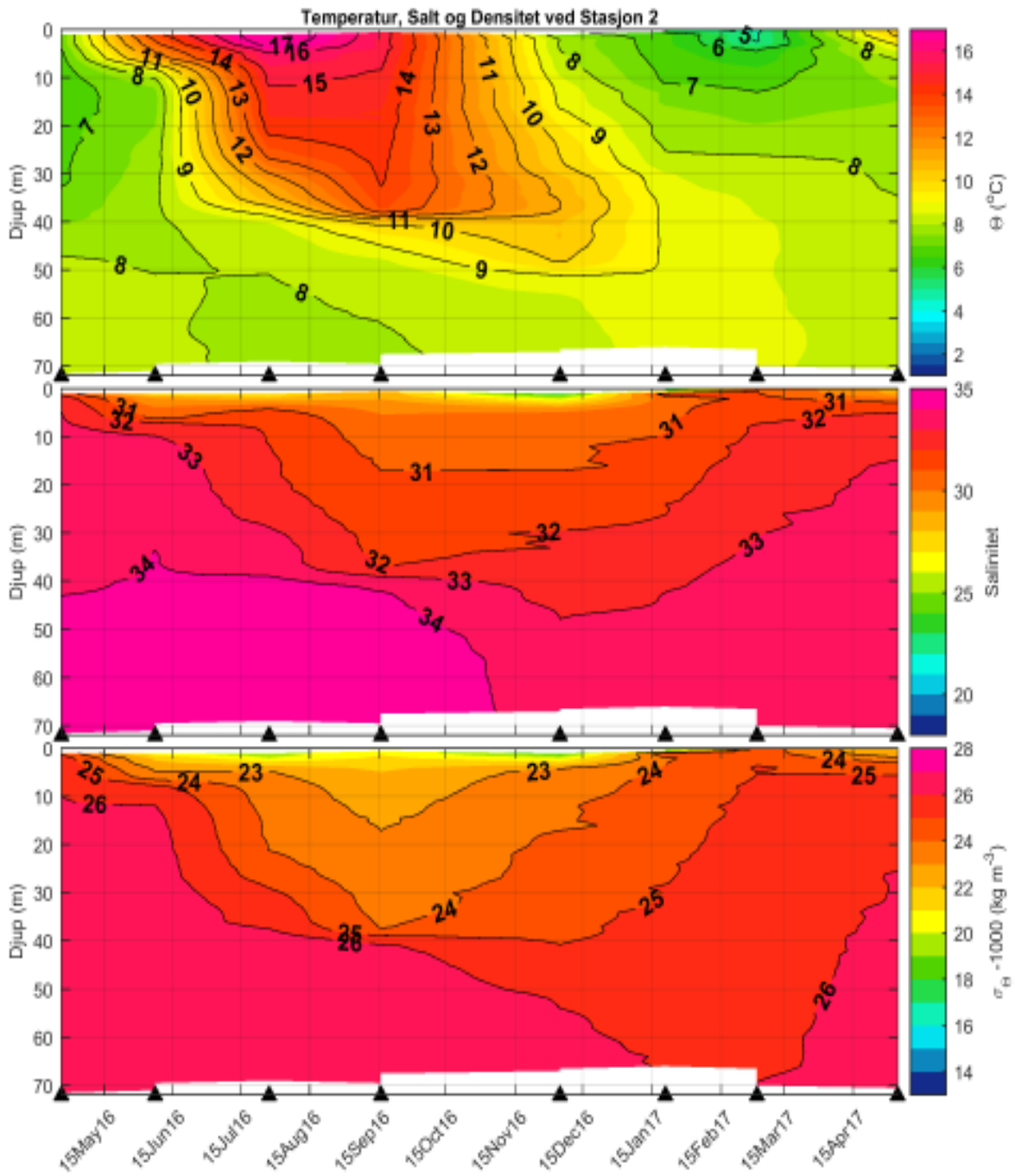
Figur 2.8 Hydrografiske vertikale profiler fra stasjon 2 og 3, 2016-2017. Fra venstre: Salinitet, temperatur og tetthet.

I Figur 2.9 - Figur 2.11 presenteres isolinjeplott for tidsutvikling over måleperioden av temperatur, salinitet og tetthet (densitet) på hver stasjon. Utvikling og variasjon på stasjon 1 reflekterer forholdene i Romsdalsfjorden, som igjen er påvirket av kystvannet utenfor.

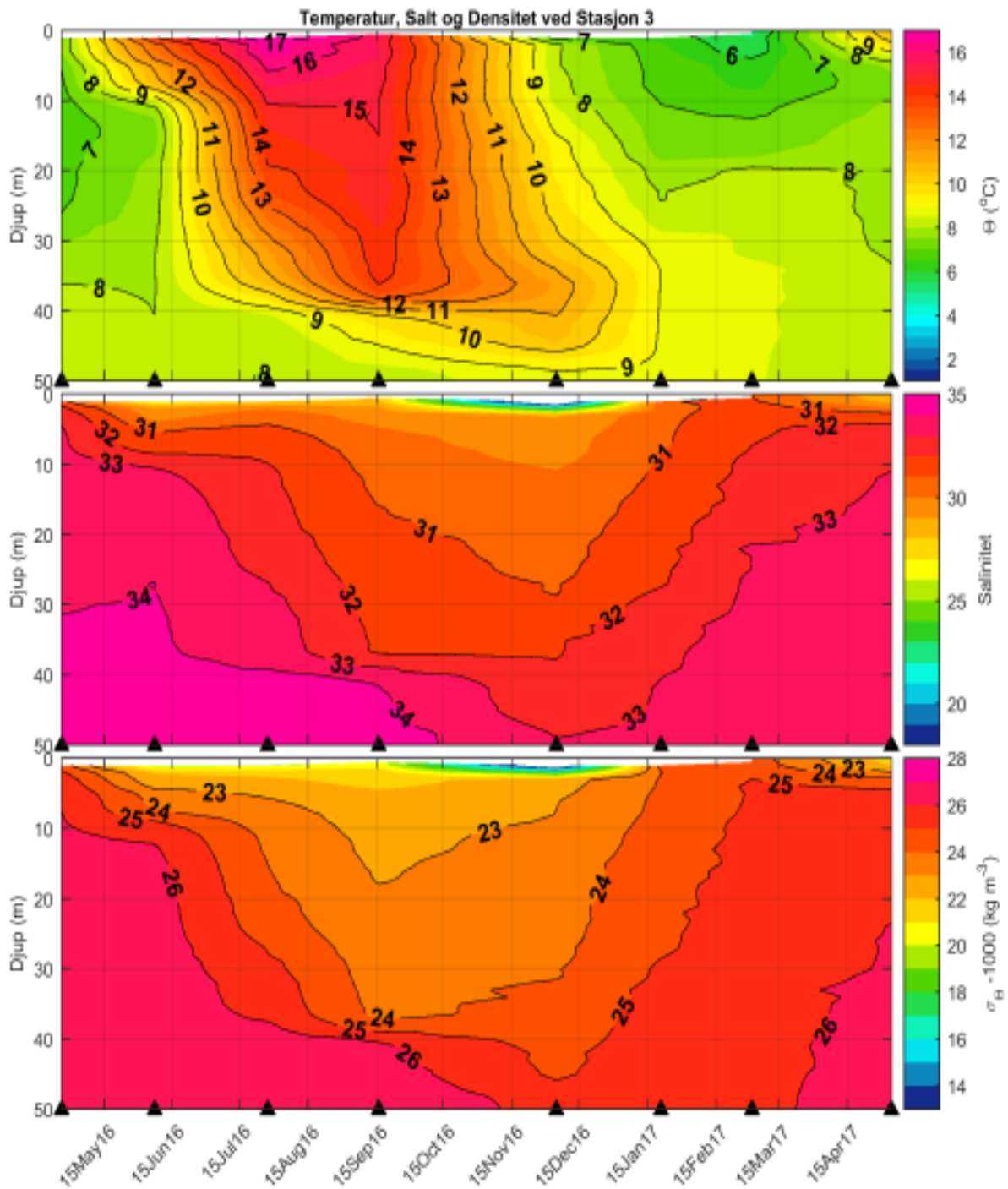
Et vedvarende sprangsjikt rundt 40 m dyp på stasjon 2 og 3 framtrer tydelig gjennom sommer- og høstmånedene, slik som også ble observert i vertikalfilene. Dette skyldes fjordterskelen med om lag samme dyp. På stasjon 1 var tidsutviklingen slik som oftest observeres i frie vannmasser.



Figur 2.9 Tidsutvikling for temperatur, salinitet og densitet på stasjon 1.

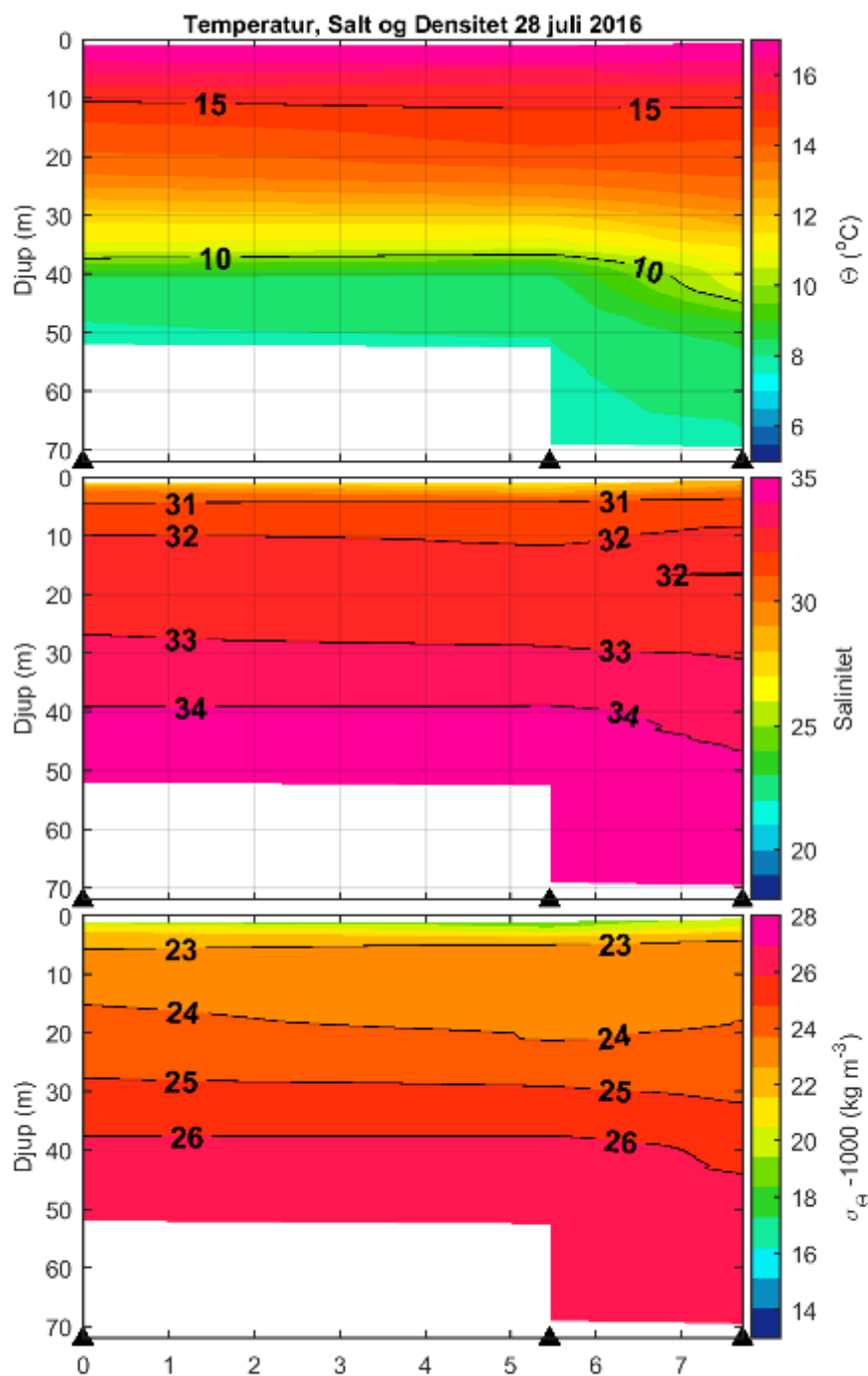


Figur 2.10 Tidsutvikling for temperatur, salinitet og densitet på stasjon 2.



Figur 2.11 Tidsutvikling for temperatur, salinitet og densitet på stasjon 3.

Figur 2.12 viser et vertikalsnitt langs fjorden basert på målingene i juli 2016. Det var da et visst innslag av brakkere/varmere vann inne ved stasjon 3 ("brakkvannskile") i forhold til lenger ute. Effekten av terskelen er reflektert i at isolinjene for dypere sjikt bøyer av nedover mot stasjon 1 (til høyre i figuren). Slik helning av isolinjene medfører horisontale trykkforskjeller (tungt vann innenfor og lettere vann utenfor terskelen) og ville raskt bli utjevnet dersom det var fri vei.

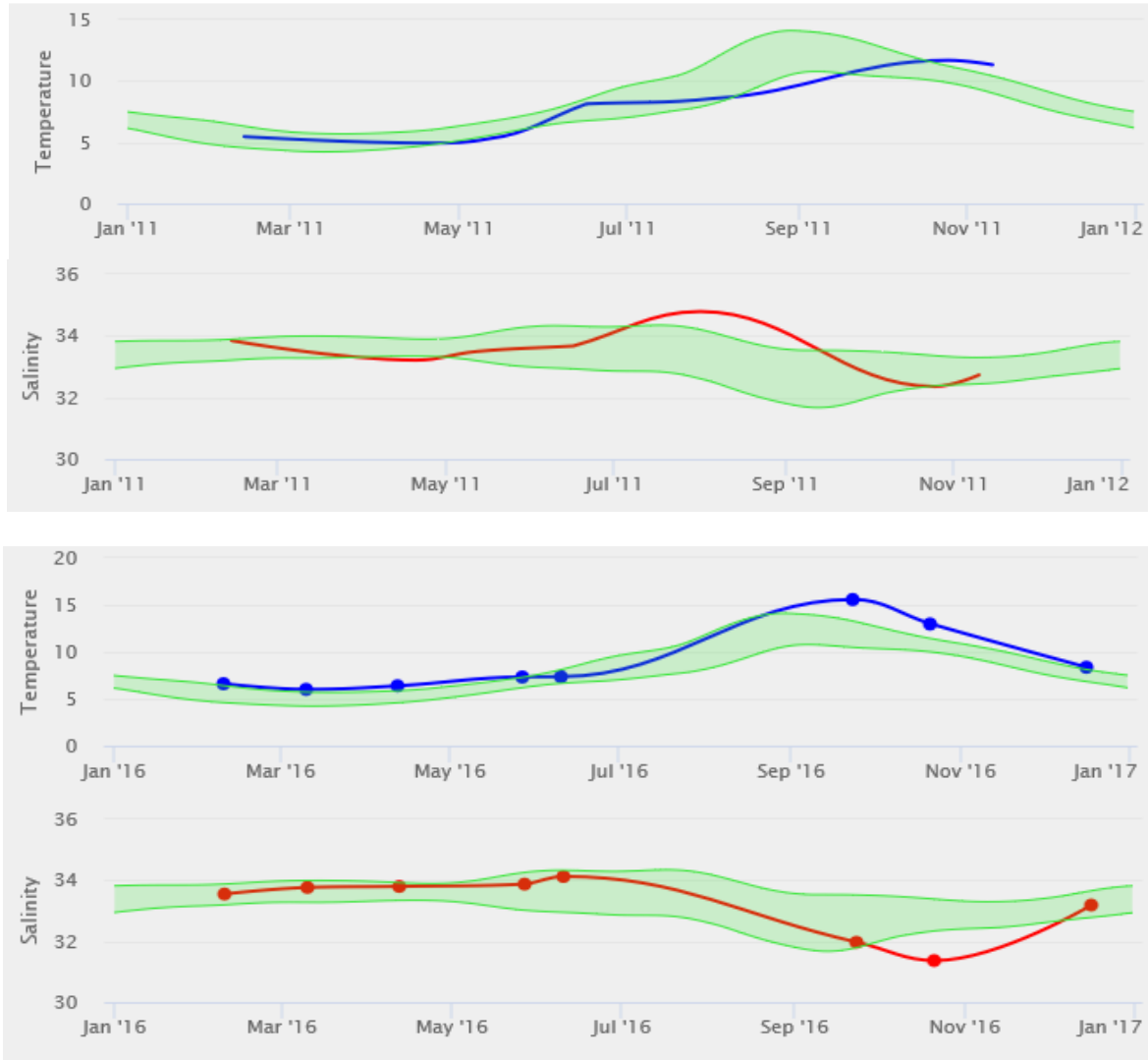


Figur 2.12 Fordeling av målt temperatur, salinitet og densitet 28. juli 2016 fra stasjon 3 (t.v.) til stasjon 1.

2.2.1 Diskusjon hydrografi

Forholdene generelt i siste måleperiode var karakterisert av varmere vintervann enn i perioden 2010-11 som hadde svært kald vinter. Sammenliknet med målingene tilbake til 1990-91 var sommerverdiene for temperatur 1-2 grader høyere i siste perioden. Det dype sprangsjiktet om

sommeren lå vesentlig dypere i siste periode sammenliknet med 1990-91, og også sammenliknet med forrige periode. Figur 2.13 viser utvikling i målt sjøtemperatur og salinitet på Hustadvika i 2011, og i 2016/17. Temperaturforskjellene er tydelige med langt høyere verdier i siste periode, og over normalen om høsten og vinteren. Saliniteten i siste periode lå stort sett innenfor normalintervallet med unntak av høsten da den lå noe lavere. Dette gjenspeiles også i målingene på våre stasjoner, spesielt stasjon 1.



Figur 2.13 Tidsutvikling for målt temperatur og salinitet i 30 m dyp i sjøen ved Bud (Hustadvika) gjennom årene 2011 og 2016. Kilde: Havforskningsinstituttet. Grønne områder viser variasjonsområdet siste 30 år.

Inne i fjorden preges hydrografien over terskeldypet av vannmassene utenfor fjorden, med et tydelig sprangsjikt rundt 40 m dyp både på stasjon 2 og 3. Dette bildet er det samme som under forundersøkelsene. Utskifting inne i fjorden følger normalt av at vann i terskeldypet utenfor blir saltere og tyngre enn vann i samme sjikt og dypere innenfor, og derfor synker ned i bunnvannet og skifter ut dette inne i fjorden.

Både ved for- og etterundersøkelsene forekom det salteste vannet utenfor i månedene juni-august, mens det var assosiert med økende oksygenverdier (utsifting) bare ved etterundersøkelsen. Ved forundersøkelsen skjedde utsiftingen tidligere på våren, antakelig framskyndet av det svært kalde vannet den vinteren.

De hydrografiske forholdene varierer naturlig fra år til år, og over lengere perioder. I tillegg kommer den gradvise oppvarmingen av havet, som nå er ca. 2 grader varmere enn for 100 år siden. Alle disse faktorene influerer på våre målinger. Ulike hydrografiske forhold utenfor Tresfjorden i de ulike periodene vil også naturlig reflekteres i hydrografiske og økologiske variasjoner inne i fjorden, også uten bru.

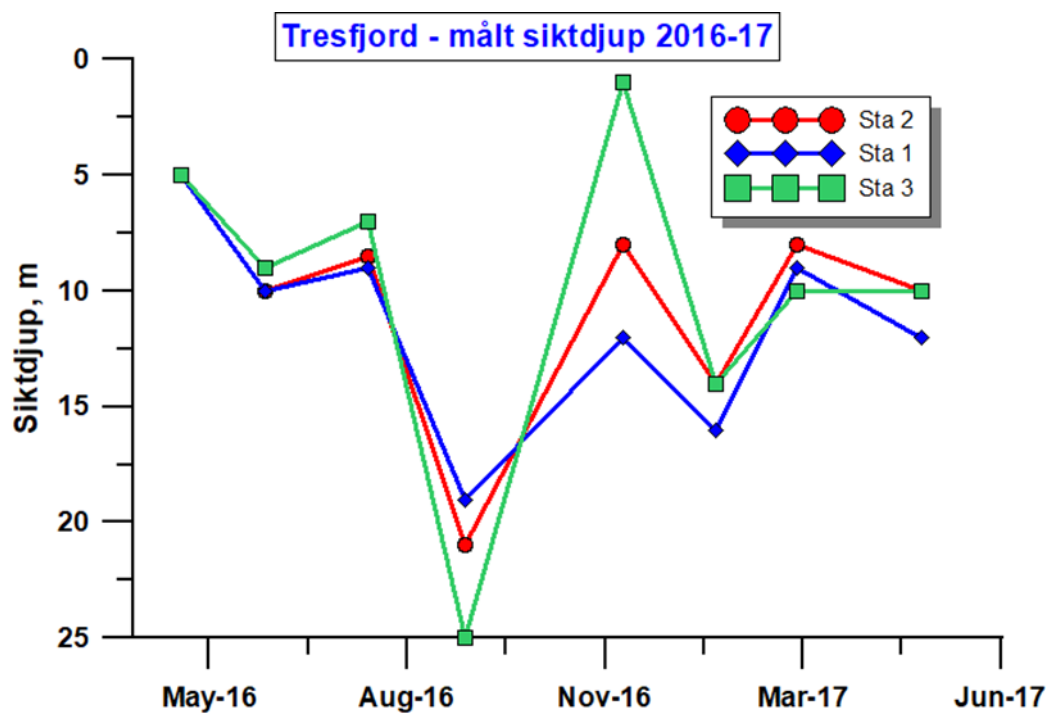
Studiet omkring hydrofysiske og økologiske effekter av Tresfjordbrua må derfor gjennomføres mot en bakgrunn som ikke er konstant, men i stadig endring. Utfordringen blir da å kunne skille mellom årsaker til eventuelle endringer i fjorden: brua og fyllingen eller storskala bakgrunnsendringer, eller begge deler.

2.3 Vannkvalitet

Her oppsummeres de viktigste resultatene fra vannprøvetaking og målinger, over samme lest som for rapporten fra forundersøkelsene. En avsluttende kommentar med sammenlikning før og etter brubygging er tilføyet til slutt i kapittelet.

2.3.1 Siktdyp

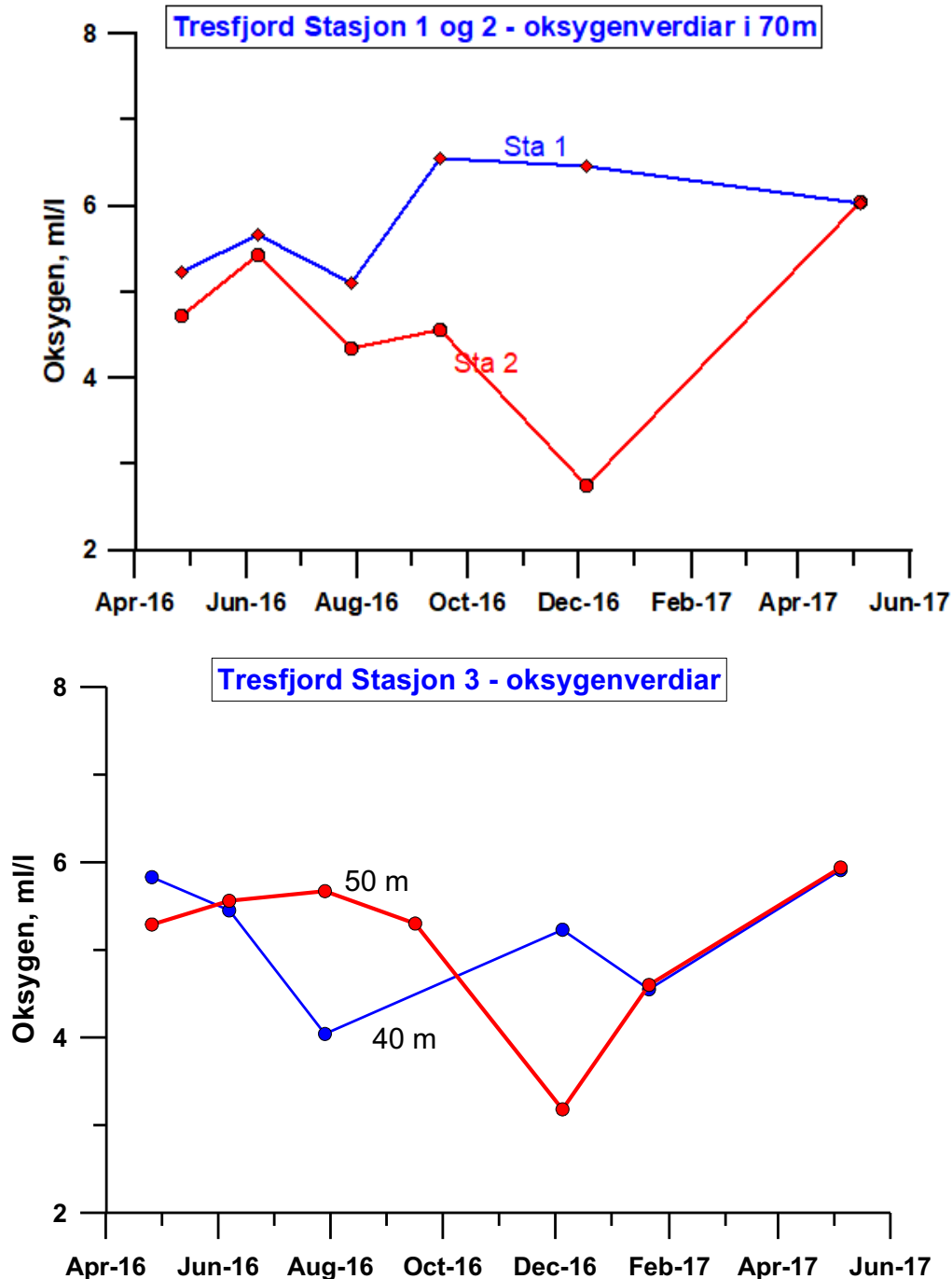
Sikten i sjøen ble målt med en Secchi skive, som er en hvit skive som senkes nedover i sjøen inntil den forsvinner av syne (i siktdypet). Resultat av disse målingene er vist i Figur 2.14. Laveste verdi var på stasjon 3 i desember 2016. Dette var antakelig på grunn av en kraftig nedbørsperiode like før målingen, som brakte mye ferskvann, humusstoff og andre partikler til fjorden. Ellers lå verdiene rundt 10-15 m vanligvis, med høyeste verdi på 25 m målt i september 2016 på stasjon 3, innerst. Det var høye verdier for alle stasjonene ved det tidspunktet.



Figur 2.14 Målt sikt i sjøen på alle stasjonene i 2016-2017.

2.3.2 Oksygen

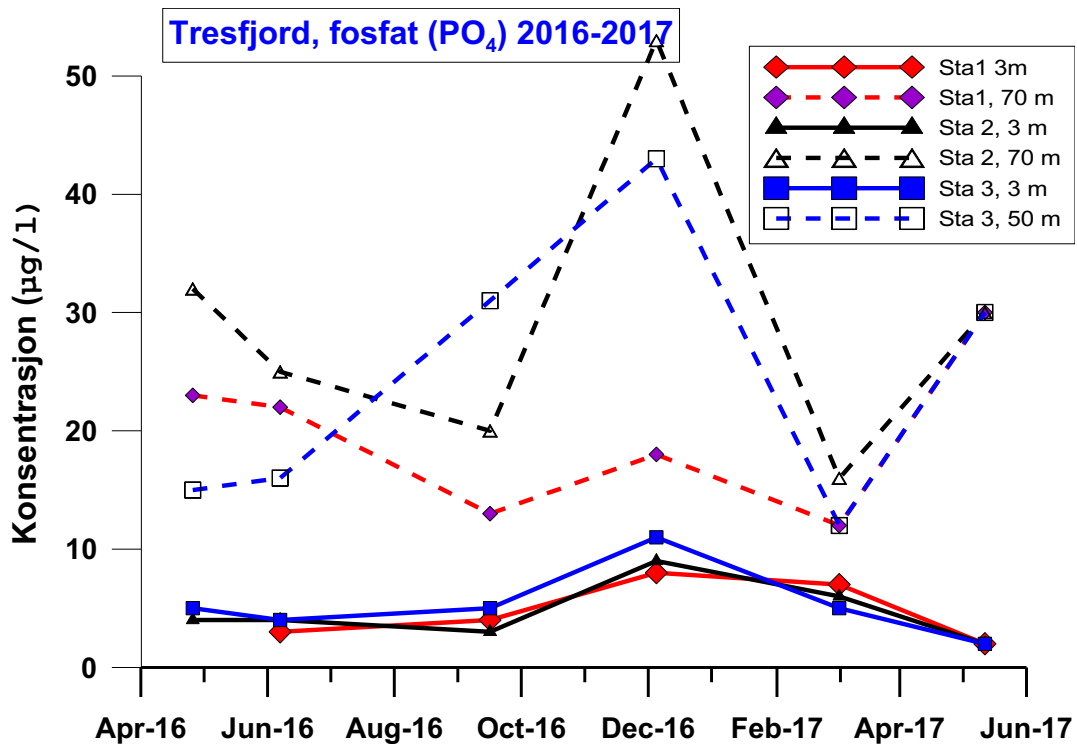
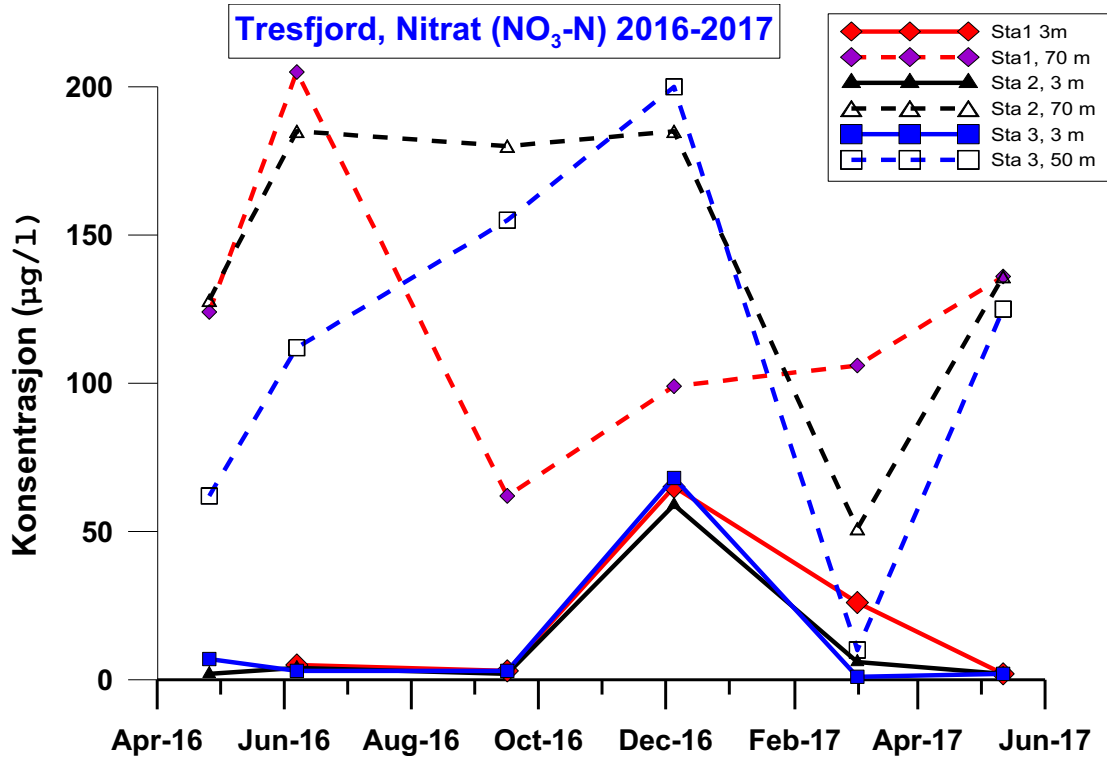
Resultatene for oksygen på de tre stasjonene er vist i Figur 2.15. Det var stort sett tilfredsstillende verdier gjennom hele perioden. Dypvannet på stasjon 2 hadde laveste registrerte verdi (2,7 ml/l) i desember 2016, som er mindre tilfredsstillende nivå. Verdien var imidlertid høyere enn laveste verdi under forundersøkelsen og også ved målingene i 1990-91. Også stasjon 3 hadde noe lav verdi (3,2 ml/l) på det samme tidspunktet, mens stasjon 1 fortsatt hadde høye verdier. Seinere på våren 2017 hadde imidlertid nivåene økt igjen.



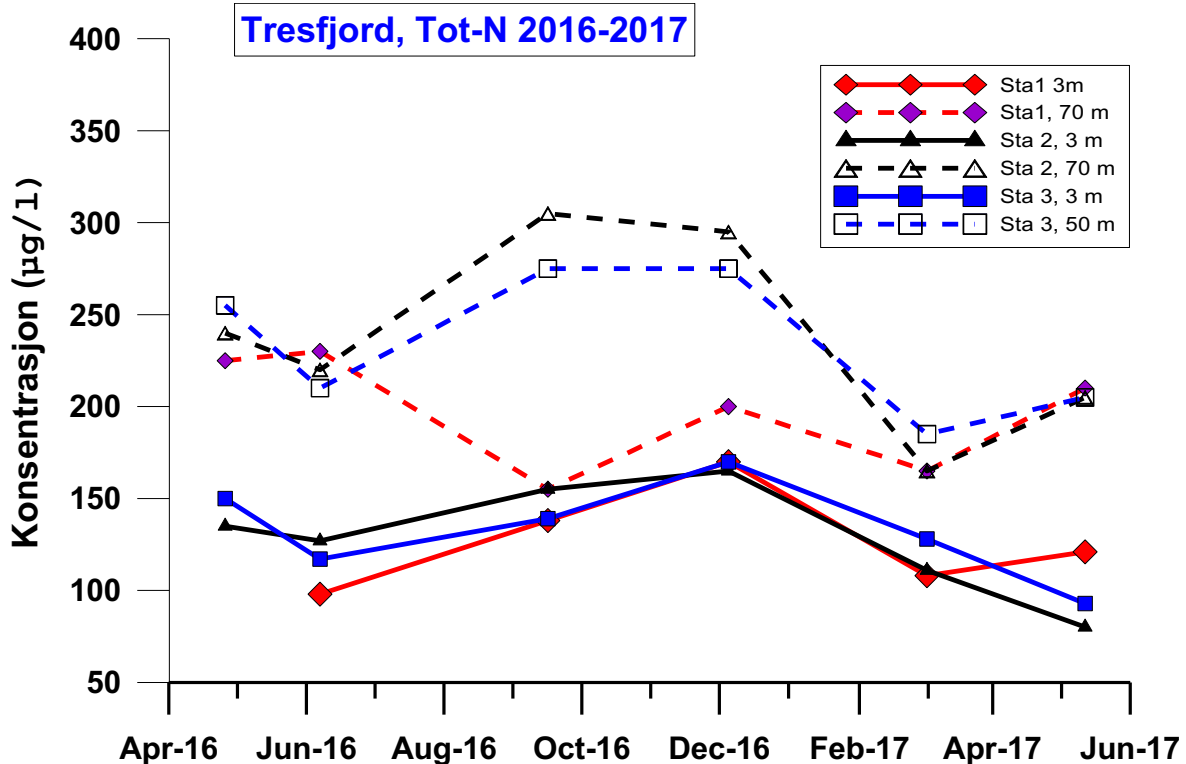
Figur 2.15 Tidsutvikling for oppløst oksygen på de tre stasjonene for de dypeste prøvene.

2.3.3 Nærings salt

Figur 2.16 og Figur 2.17 viser resultat for nitrat, fosfat og total-nitrogen (Tot-N) for perioden april 2016-mai 2017. Som under forundersøkelsene var det vesentlig høyere verdier i dypvannet enn i overflaten for nitrat og fosfat. For Tot-N var tendensen motsatt, som ved forundersøkelsen. Vinterverdiene i overflata var, som normalt, høyere enn om sommeren, ettersom algene vil forbruke nærings salt i vekstsesongen. I dypvannet var det høyest verdier høst og vinter, før disse falt utover etter vinteren og våren, sannsynligvis som følge av en dypvannsutskifting (jamfør med oksygen, som også økte mot slutten av måleperioden).



Figur 2.16 Nitrat og fosfat på de tre stasjonene, i overflate og dypvann, 2016-2017.



Figur 2.17 Resultat for total-nitrogen i perioden 2016-2017.

2.3.4 Planteplankton

Materiale og metode

Mikroskopiske analyser av planktonalger ble utført på prøver fra fem ulike tidspunkt under forundersøkelsen i 2010-11 og på 6 ulike tidspunkt i etterundersøkelsen i 2016-17. Prøvene ble i hovedsak tatt på stasjon 3 inne i fjorden, unntaksvis på stasjon 2. Utenfor fjorden er prøvene tatt på stasjon 1. Vannprøvene ble fiksert med nøytral Lugol og analysert i omvendt mikroskop etter Utermöhls metode i henhold til Norsk Standard 9429. En del av prøvene fra den siste perioden ble ikke fiksert tilstrekkelig i felt, noe som vanskeliggjorde artsbestemmelsen. I tillegg inneholdt prøvene fra denne perioden mye detritus som planktonalgene var infiltrert i, noe som også vanskeliggjorde analysene. Detritusforekomstene kan ha påvirket siktedypet og medført redusert sikt (Tabell 2.3). Ettersom planktonalgemesamfunnet består av både store og små alger, er celletall i seg selv lite egnet til å angi planktonalgebiomasse. Planktonalgens biomasse i form av cellekarbon kan beregnes på basis av mikroskopiske analyser. Beregningene baseres på resultatene fra de mikroskopiske analysene og utføres etter internasjonalt anerkjente metoder der de ulike artenes bidrag bestemmes ut fra celletall, størrelse og form (Menden-Deuer & Lessard 2000).

Resultat planktonalgebiomasse i form av cellekarbon

I den første måleperioden (2010-11) ble det ved første innsamling analysert algeprøver fra to stasjoner inne i Tresfjorden, stasjon 2 og stasjon 3. Det ble påvist mest kiselalger innerst i fjorden (stasjon 3), mens det var mest flagellater lenger ute (stasjon 2). Den totale planktonalgebiomassen var imidlertid relativt lik (Tabell 2) og kan karakteriseres som moderat. I september og november var algeforekomstene generelt lave og aller lavest inne i fjorden. I 2011 var algebiomassen høy både i og utenfor Tresfjorden, men generelt noe høyere inne i fjorden. Kiselalger dominerte planktonalgebiomassen både i mars og i juli. I mars var det kiselalgeslektene *Chaetoceros* og *Thalassiosira* og geléalgen *Phaeocystis* som bidro mest biomassemessig, mens det i juli var flere ulike kiselalger (*Chaetoceros*, *Dactyliosolen fragilissimus*, *Leptocylindrus danicus*, *Skeletonema*) som alle

var betydelige bidragsytere til den totale algebiomassen. Den største forskjellen mellom stasjonene ble registrert i juli da den humantoksiske algen *Dinophysis acuminata* forekom i et antall på 23 400 celler/L innerst i Tresfjorden. Dette er et nivå som langt overstiger Mattilsynets faregrense på 1000 celler/L for opphoping av gift i skjell. På stasjon 1 lå antallet under faregrensen.

I måleperioden 2016-17 var algebiomassen noe lavere innenfor Tresfjordbrua enn utenfor, men selv om biomassenivået var forskjellig, var det i hovedsak de samme artene/slektene som dominerte biomassemessig. Antall prøver fra begge områdene er imidlertid for lavt til at en kan konkludere med at det er etablert noen forskjell i planteplanktonets biomasse innenfor og utenfor brua.

I april 2016 var algebiomassen høy både innenfor og utenfor Tresfjordbrua og dominert av kalkflagellaten *Emiliana huxleyi*. Dette er en art som ofte danner masseblomstringer som gir sjøen en turkis-blakket farge, men slike blomstringer er nødvendigvis ikke årvisse. I juni var algebiomassen av moderat karakter med kiselalgene *Chaetoceros contortus* og *Skeletonema* som dominerende. Flagellatdominans med litt innslag av dinoflagellater og kiselalgen *Proboscia alata* preget algeforekomstene i juli da algebiomassen var relativt høy utenfor brua. Våroppblomstringen i mars 2017 var dominert av kiselalgen *Skeletonema* med innslag av slektene *Chaetoceros*, *Pseudo-nitzschia* og *Thalassiosira*. Både i mars og mai var algebiomassen noe høyere utenfor brua. Den største biomassemessige forskjellen i artsforekomstene mellom stasjonene ble under etterundersøkelsen registrert i mai 2017 da ulike typer flagellater, deriblant moderate forekomster av *E. huxleyi*, var generelt dominerende. På stasjon 1 var det imidlertid et større innslag av dinoflagellater og kiselalger tilhørende *Pseudo-nitzschia seriata*-gruppen som ble kun registrert her og ikke i området innenfor Tresfjordbrua.

Fullstendig artsliste med celletall finnes i Vedlegg E.

Tabell 2. Total planktonalgebiomasse i form av cellekarbon ($\mu\text{g C/L}$) på 3 m dyp i Tresfjorden i 2010-11 og 2016-17.

Stasjon	St. 1	St. 2	St.3
05.08.2010		55,0	56,6
13.09.2010	21,8		13,1
18.11.2010	7,6		3,4
25.03.2011	113,3		127,0
08.07.2011	148,5		162,8
26.04.2016	181,9	132,5	
07.06.2016	59,3		54,0
29.07.2016	85,5		49,7
16.09.2016	9,7		5,8
03.03.2017	103,2		74,7
12.05.2017	83,7		53,4

Konklusjon planteplankton

På grunn av alt for få prøver er det vanskelig å si noe sikkert om endringer i planktonalgebiomassen før og etter etableringen av Tresfjordbrua. For det sørlige Norskehavet er algenes vekstsesong definert som perioden mars-oktober, og det er kun prøver fra denne perioden som kan benyttes for beregninger av eventuelle gjennomsnittlige algebiomasser innenfor og utenfor Tresfjordbra fra de to undersøkelsesperiodene. For klassifisering basert på algebiomasse kreves det årlig ni innsamlinger for området nord for Stadt (over minimum 3 år), og prøvematerialet er dermed for lavt til å gi en kvalifisert sammenlikning av utviklingen i de to områdene.

2.3.5 Sammenlikning av vannkvalitet før og etter brubygging

Vannprøvene gir grunnlag for en sammenlikning mellom før- og ettersituasjonen for brua.

Tabell 2.3 viser tendensen, kvalitativt, i endringene fra før til etter brua kom, basert på snittverdier for hele måleperioden.

Det framgår at siktdypet har blitt mindre, både innenfor og utenfor fjorden. Størrelsesordenen på endringene er om lag 3 meter på alle stasjonene. Det er derfor trolig at endringene skyldes storskala forskjeller i fjordene mellom de to periodene, og ikke forhold knyttet brua eller fyllingen i sjøen.

Noe av det samme gjelder snittverdiene for oksygen som viste nedgang for både for stasjon 1 og 2 på ca. 0,5 ml/l. Altså også en mulig kopling til storskala forskjeller mellom de to måleperiodene. På stasjon 3 var det en økning i snittverdi etter at brua kom.

For næringssaltene var det en markert reduksjon i verdiene i overflatelaget i siste måleperioden, anslagsvis 50 % reduksjon i middelveidene. Vi har markert dette som en positiv endring. Som for siktdyp og oksygen gjaldt dette også for stasjon 1 utenfor brua, slik at trenden kan reflektere en storskala endring, og ikke representere en effekt av brua/fyllingene (evt. bedre vannutskifting). Mindre næringssalter innebærer redusert potensiale for algevekst både i fjæra (tang og tare) og i vannet (mikroalger). De lave verdiene om sommeren i siste måleperiode indikerer at det enten var mindre tilførsler av næringsstoff (fra land) eller at det var høy algevekst på prøvetakingstidspunktene. Det siste understøttes ikke av siktedypsmålingene, som gjennomgående viste høye verdier gjennom sommeren.

Tabell 2.3 Snittverdier for noen parametere på de tre stasjonene, med en sammenlikning før-etter brubygging. I siste kolonne er det satt opp en indikasjon på endringen, om den er positiv eller negativ, ut fra forskjell i snittverdiene. Merk at for siktdyp og oksygen anses her en redusert verdi å være negativ. For næringsaltene tas utgangspunkt i overgjødslings problematikk og en vurderer da en nedgang i konsentrasjon som positivt.

Parameter	Snittverdi Før	Snittverdi Etter	Endring, Pos/Neg
Sikt Sta 1	14.1 m	11.5 m	Neg
Sikt Sta 2	13.2 m	10.6 m	Neg
Sikt Sta 3	13.2 m	10.1 m	Neg
Oksygen Sta 1 70 m	5.9 ml/l	5.3 ml/l	Neg
Oksygen Sta 2 70 m	4.6 ml/l	4.1 ml/l	Neg
Oksygen Sta 3 50 m	4.5 ml/l	5.1 ml/l	Pos
Nitrat Sta 1 3 m	31.4 µg/l	20.2 µg/l	Pos
Nitrat Sta 2 3 m	23.8 µg/l	12.5 µg/l	Pos
Nitrat Sta 3 3 m	25.8 µg/l	12.5 µg/l	Pos
Fosfat, Sta 1 3 m	8.2	4.8	Pos
Fosfat Sta 2 3 m	10.8	4.7	Pos
Fosfat Sta 3 3 m	6.8	5.3	Pos

2.4 Strømmålinger

2.4.1 Resultat for Rigg 1

Tabell 2.4 viser statistikk for målingene i posisjon R1 ved innløpet til fjorden. Grunneste dyp med brukbare data var 6 m. Det framgår at sterkest strøm forekom nær sjøoverflaten, med 52 cm/s (1 knop) som maksimal verdi. Derfra avtok strømmen til et minimum rundt 18 m dyp, for så å øke litt nedover mot bunnen. Statistisk middel for strømrretning lå rundt 210-220° (retning mot sørvest) fra 6 m ned til 14 m dyp, videre nedover endret verdien seg mot 150-160°.

Av plottene for strømfart framgår det også at strømmen i 6 m dyp (Figur 2.18) hadde størst maksimalverdi av alle dyp, med karakteristiske vedvarende topper med inntil 1-2 dagers varighet, som indikerer påvirkning fra ytre krefter som lufttrykk og vind. Bidraget fra det halvdaglige tidevannet var lite framtrødende i måleperioden i dette dypet, sammenliknet med f.eks. 28 m dyp (Figur 2.19). Strømrretningen varierte i hovedsak mellom ut fjorden (rundt 360°) og inn fjorden, retning rundt 220°, noe som passer bra med bunntopografien i renna der måleren stod.

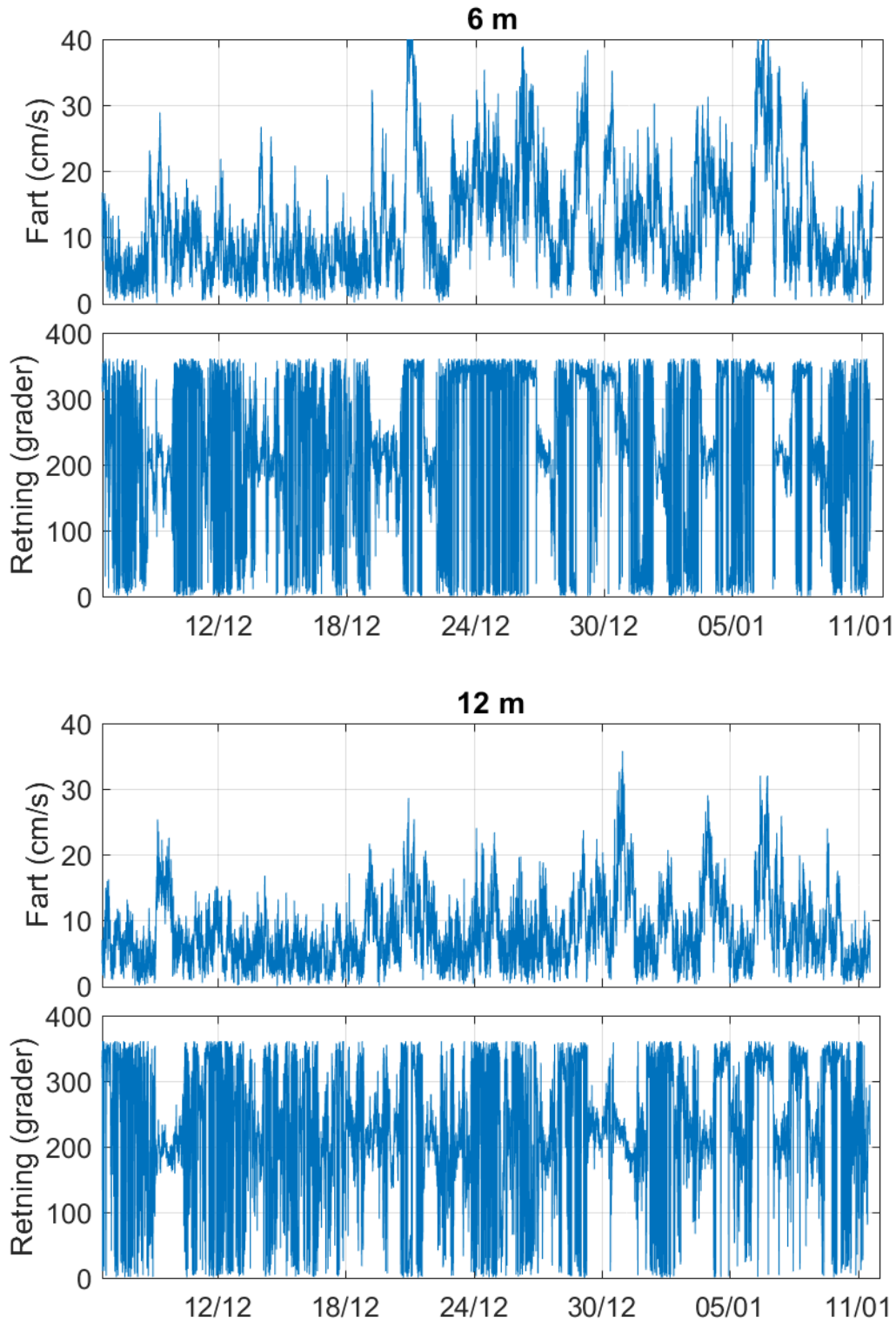
Figur 2.20 gjenspeiler de to hovedretningene ut og inn fjorden. I 6 m dyp var det overvekt av strømbobservasjoner med retning ut fjorden, i 12 og 20 m dyp med retning inn fjorden, mens det i 28 m var overvekt av strøm ut fjorden.

Progressiv vektor framstillinger (Figur 2.21) av de samme måledata som over indikerer størrelse og retning av nettostrømmen. I 6 m dyp hadde den nordlig retning, og nettotransporten tilsvarte ca. 0,5 cm/s. I 12 m dyp var nettoretningen vestover, noe som sannsynligvis er et (kunstig) resultat av at strømmen i dette sjiktet skifter retning fra hyppigst utover i øvre sjikt, til hyppigst innover fjorden i sjikta under. Dette resulterer i at nord-sør komponenten tilnærma nuller seg ut, og restansen blir bidraget fra øst-vest komponenten, som summerer seg til ca. 0,25 cm/s. I 20 m dyp er nettostrømmen svak og rettet sørover (inn fjorden), mens den i 28 m dyp går tydelig ut fjorden med styrke rundt 0,4 cm/s.

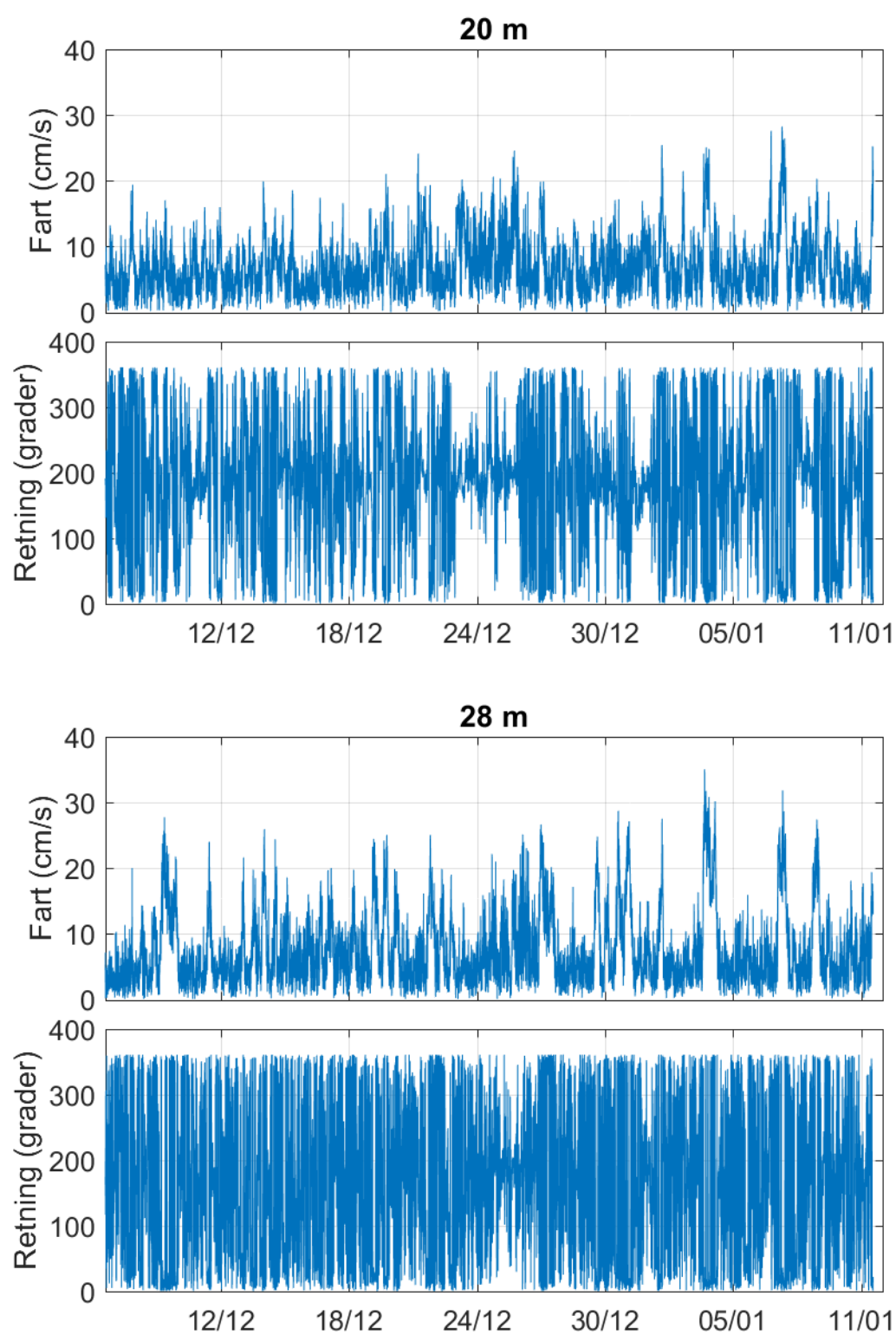
Oppsummert kan det sies at strømbildet i munningen ved brua er sammensatt. I overflata (der måleren ikke registrerte) er det rimelig å anta at strømmen er hyppigst retta ut fjorden (drevet av ferskvannstilrenning og hyppig sørlig vind). Denne tendensen er også fanga opp og stadfestet av målingene i 6 m dyp. Så får strømmen retning inn fjorden i sjikt fra 12 m til ned forbi 20 m dyp (kompensasjonsstrøm), for så å dreie utover igjen nær bunnen.

Tabell 2.4 Statistikk for strømmålingene ved posisjon Rigg 1 i siste måleperiode. Verdiene refererer til midlere strømfart, i cm/s, minimums og maksimumsverdier, 10 og 90 percentil-fordelingen, samt midlere strømretning (Dir) i grader.

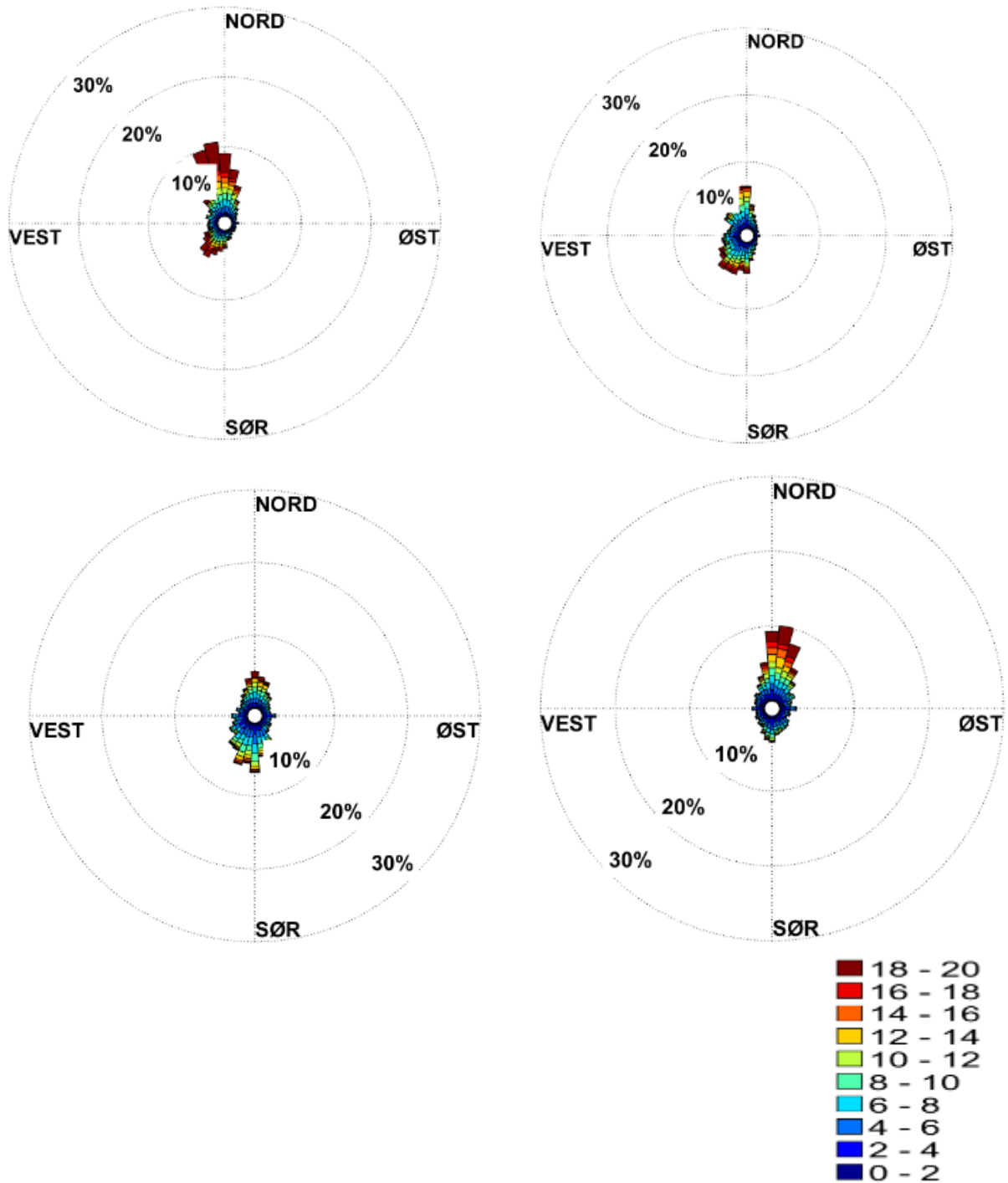
Depth, m	Mean	Min	Max	0,10	0,90	mean Dir
6	11,63	0,00	51,87	3,04	23,49	215,99
8	10,96	0,10	42,84	2,96	21,85	220,81
10	9,34	0,10	41,65	2,58	18,34	224,98
12	8,07	0,00	35,81	2,30	15,60	222,16
14	7,37	0,10	31,76	2,31	14,01	210,84
16	6,78	0,00	32,31	2,19	12,81	200,25
18	6,57	0,00	28,97	2,06	12,02	185,58
20	6,79	0,00	28,26	2,10	12,74	183,06
22	7,20	0,00	32,90	1,91	14,30	174,78
24	7,60	0,00	33,00	1,92	16,37	167,43
26	7,79	0,00	35,15	1,80	17,60	158,14
28	7,53	0,10	35,07	1,90	16,01	156,48
30	6,75	0,00	29,36	1,89	13,94	167,45



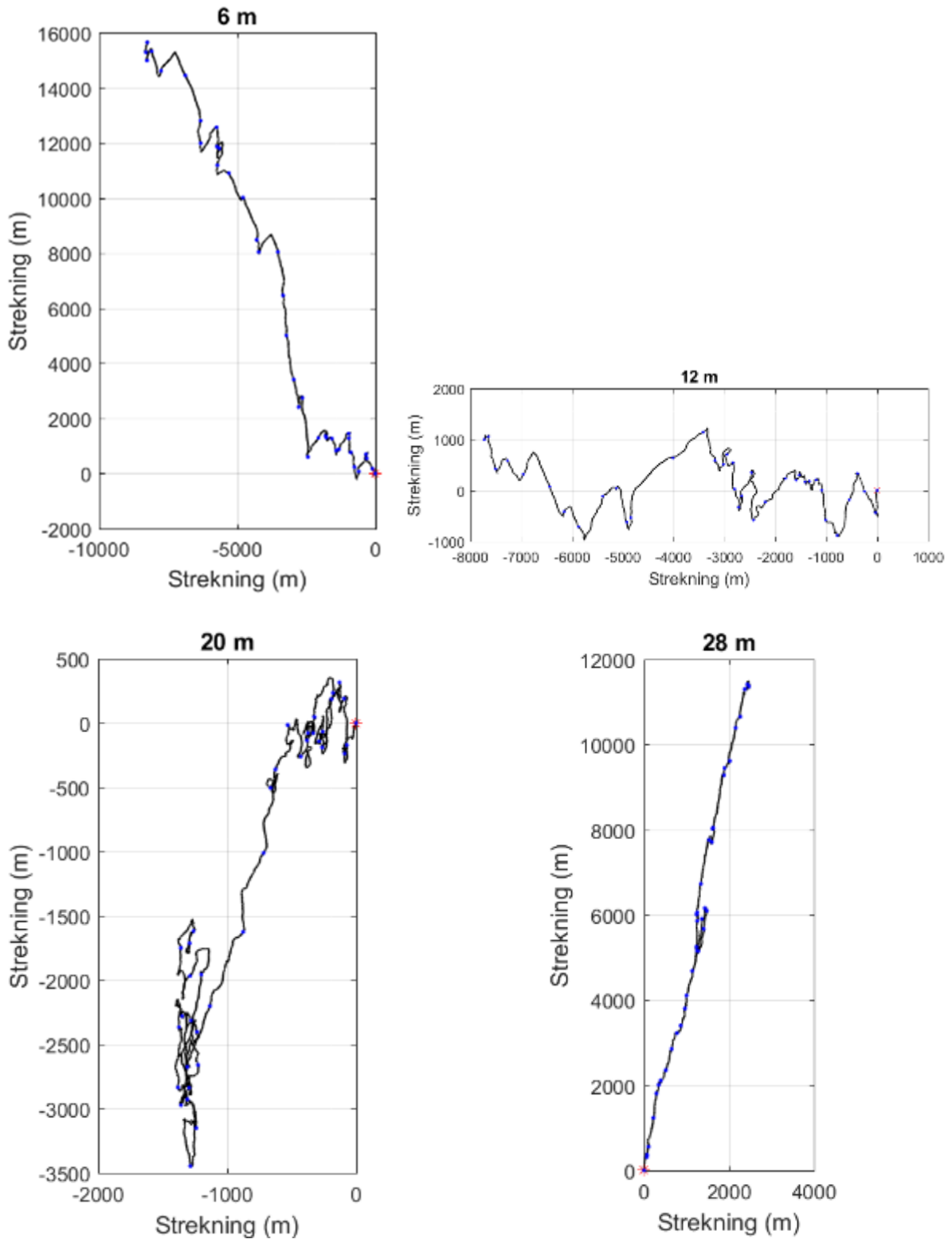
Figur 2.18 Resultat av strømmålingene i posisjon R1, 6 m og 12 m dyp.



Figur 2.19 Resultat av strømmålingene på posisjon R1, 20 og 28 m dyp.



Figur 2.20 Strømrose for målingene i 6 m (øverst til venstre), 12m (øverst, høyre), 20 m (nederst, venstre) og 28 m dyp for Rigg 1. Skala for strømfart (cm/s) under, til høyre.



Figur 2.21 Progressiv vektordiagram for målingene i 6 m, 12 m, 20 m og 28 m dyp.

2.4.2 Resultat for Rigg 2

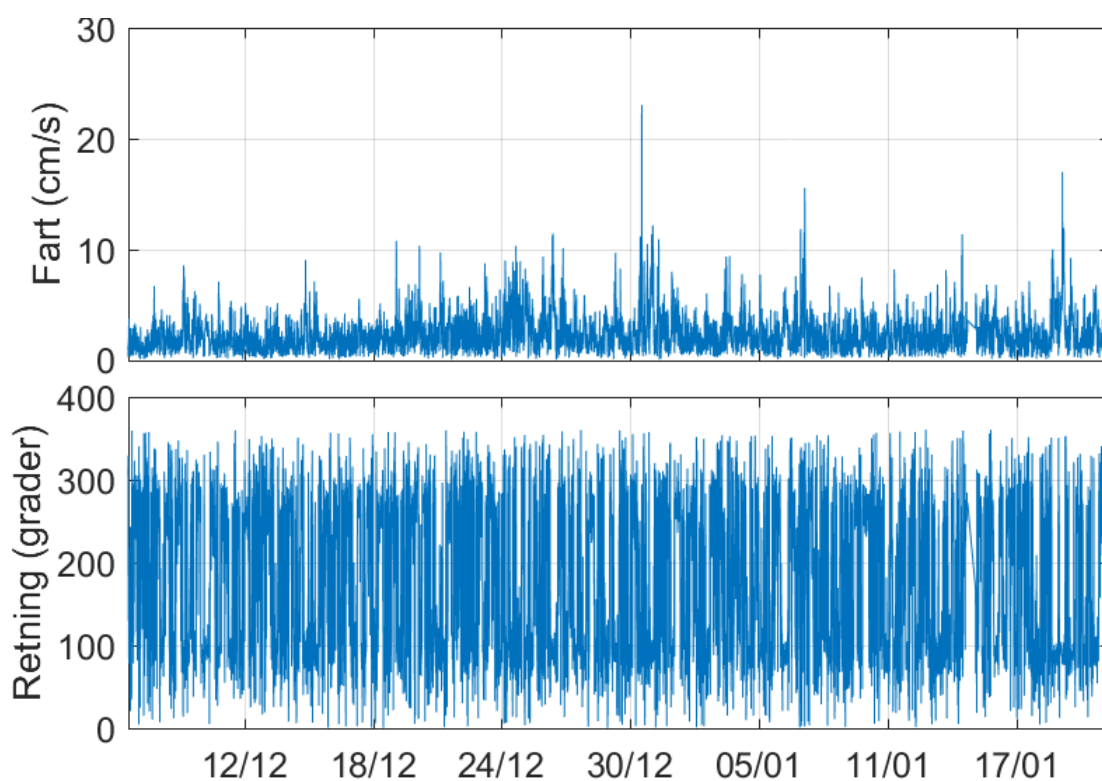
Målingene i denne posisjonen dekket kun ett dyp, ved ca. 12 m. Tabell 2.5 viser statistikk for målingene. Det framgår at strømmen i middel var svak, 2,3 cm/s, og at retningen summerte seg til 171°. Til sammenlikning lå middelstrømmen ute i innløpet til fjorden i 12 m dyp på 8 cm/s.

Strømfart og retning er plottet i Figur 2.19. Tidsserien stadfester svak strøm, med unntak av noen kortvarige episoder der strømfarten kom opp i 10-20 cm/s. Retningsplottet antyder hyppig forekomst av strøm med retning 90° og knapt 300°. Denne fordelinga er tydeligere i strømroseplottet (Figur 2.23), og i progressiv vektor-diagrammet i Figur 2.24.

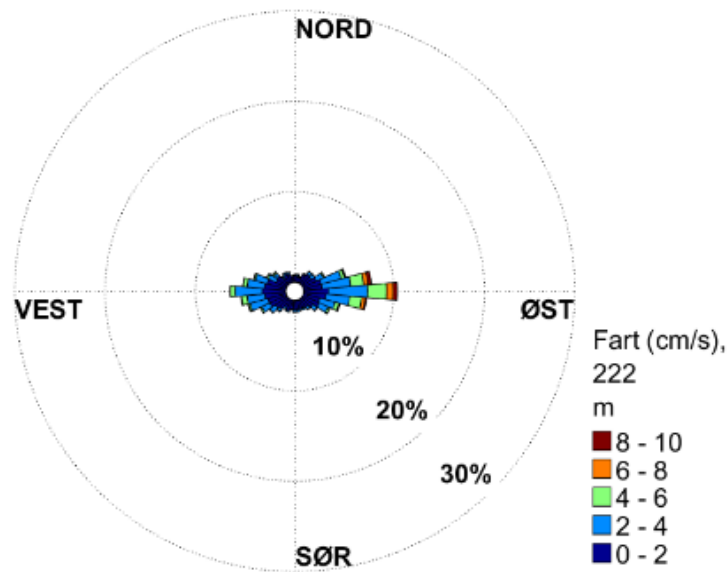
Oppsummert kan det sies at strømmen på nordsida av den nye fyllinga er svak, og at den går henholdsvis vestover og østover (med tidevannet) langs den nye fyllinga, noe som synes rimelig i forhold til topografien (dybdekotene).

Tabell 2.5 Statistikk for strømmålingene ved rigg R2. Verdiene refererer til midlere strømfart i cm/s, minimums og maksimumsverdier, samt 10 og 90 percentil.

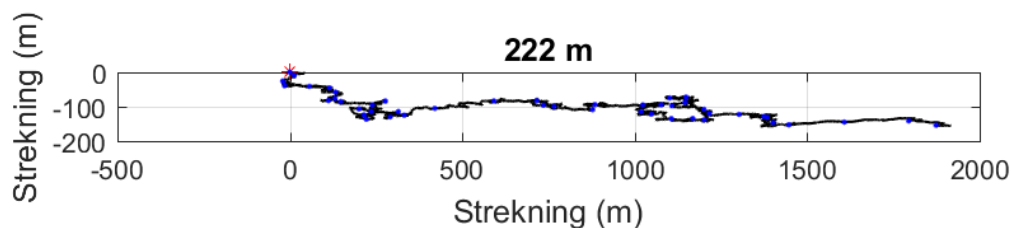
Depth, m	Mean	Min	Max	0,10	0,90
12	2,30	0,01	23,05	0,66	4,34



Figur 2.22 Målt strømfart og strømretning i posisjon R2, 12 m dyp.



Figur 2.23 Strømrose for målingene i posisjon R2, 12 m dyp.



Figur 2.24 Progressiv vektor for målingene i posisjon R2, 12 m dyp.

2.4.3 Sammenlikning med forrige måleperiode

Målingene i de to periodene foregikk på omlag samme tid av året, sentrert om måneden desember. Måleopplegget var likt, med unntak av litt justering av måleposisjonen for R2, nord for fyllinga.

Målingene på terskelen, i seilingsløpet, viste at hovedstrømretningen inn-ut er bevart etter at brua kom. I siste periode var det mer vedvarende ensrettet strøm over perioden, i forhold til forrige periode, da hovedretninga skifta fra inn til ut, eller motsatt, flere ganger under perioden. Særlig har strømmen ved bunnen fått mer fart, og er mer ensrettet utover etter at brua kom. Strømstyrken i de ulike sjiktene ved terskelen er for alle sjikt høyere nå enn før brua kom. Endringen er markert, med over 50 % økning i styrke. Dette skulle indikere bedre forhold for (turbulent) blanding av vannmasser både innenfor og utenfor brua, og stimulert vannutskifting i dypere lag.

Nord for fyllinga er hovedstrømretninga i hovedsak uendret, med hovedakse øst-vest nå (litt mer sørvest-nordøst før). Midlere strømstyrke økte moderat, fra 2,1 til 2,3 cm/s, mens maksimal målt strømstyrke var doblet i siste periode (23 cm/s, mot 10 cm/s). I så måte kan dette i noen grad skyldes fyllinga som styrer strømmen bedre enn den grunna som var der før.

3 Bunndyrsamfunn

3.1 Prøvetaking

Undersøkelsen omfattet de samme fire hovedstasjonene som i 1990 og 2011: tre stasjoner i fjordens dypbasseng innenfor terskelen (TR2, TR3 og TR4), en referansestasjon utenfor terskelen (T1A), samt to enkeltprøver på grunnere vann ved Kråkeneset innenfor Vikebukta (T2B og T2C). TR2 ligger ved fjordens største dyp like innenfor terskelen, og TR3 og TR4 ligger i fjordens indre del. T2B og T2C ligger på noe grunnere vann nær land ved Kråkeneset, sør for sjøfyllinga. Ved disse to stasjonene ble det kun tatt én grabbprøve. T1A ligger utenfor terskelen på ca. 90 m dyp, omkring midtfjords øst for Vestnes. Stasjonenes geografiske posisjon er angitt i Tabell 3.1, og en beskrivelse av sedimentene er gitt i Tabell 3.2. Stasjonenes plassering er angitt i Figur 3.1.

Tabell 3.1 Posisjoner og dyp for prøvetaking av bunndyr og sediment i Tresfjorden, 3.mai 2016 (posisjon i desimalgrader WGS84).

Stasjon	Dato	Nord	Øst	Dyp (m)	Antall grabbprøver til fauna	Sediment
T1A	03.05.2016	62,6207	7,1195	94	4	X
TR2	03.05.2016	62,6017	7,1117	72	4	X
TR3	03.05.2016	62,555	7,14	55	4	X
TR4	03.05.2016	62,5357	7,1417	43	4	X
T2B	03.05.2016	62,6072	7,1238	35	1	
T2C	03.05.2016	62,6092	7,1295	14,5	1	

Bunnprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøveareal på 0,1 m². Ved hver hovedstasjon ble det tatt fire parallelle grabbprøver, og alle prøvene ble kontrollert for godkjenning. Bunnmaterialet ble siktet og sikteresten konserveret for videre opparbeidelse i laboratoriet. Materiale for sedimentanalyse ble hentet fra en ekstra grabbprøve ved hver hovedstasjon. Det ble tatt en overflateprøve fra øvre 0-5 cm av sedimentet for fordeling av kornstørrelse, og fra øvre 0-1 cm for av innhold av organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN). All prøvetaking fulgte de internasjonale standardene NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19.

En kort visuell beskrivelse av sedimentene, posisjon, dyp og anslagsvis prøvevolum er gitt i Tabell 3.2. I henhold til standarden (NS-EN ISO 16665:2013) skal grabbprøvens innhold være minst 10 L for finkornet sediment som silt og leire, og minst 5 L for sand (full grabb er 21 L). Flere av stasjonene hadde sediment bestående av både sand og leire, slik at fulle grabbprøver ble vanskelig å oppnå. Alle hovedstasjonene hadde midlertid volum på > 10 L. De to enkeltprøvene T2B og T2C ved Kråkeneset hadde grovere sediment bestående av sand og mye organisk materiale og volum på 7 L.



Figur 3.1 Stasjonene for prøvetaking av bunndyr og sediment i Tresfjorden 2016.

Tabell 3.2 Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøvene i Tresfjorden, 2016.

Stasjon	Sedimentbeskrivelse
T1A	Grabbprøver med brungrønt sediment av sand og leire. Munsell 2.5Y 4/2. Lettspylt med svært liten sikterest. Ingen lukt. Volum 9-13 L. Fauna bestående av bl.a. kambørstemark (Pectinariidae), lyresjømus og slangestjerner. Sedimentprøver til TOC, TN og kornfordeling ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate.
TR2	Grabbprøver med brungrønt, bløtt siltig sediment. Munsell 2.5Y 3/2. Lettspylt og relativt liten sikterest. Ingen lukt. Volum 20-21 L. Fauna bestående av bl.a. børstemark (<i>Polyphysia crassa</i>), lyresjømus og slangestjerner. Sedimentprøver til TOC, TN og kornfordeling ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate
TR3	Grabbprøver med brungrønt sediment av leire, sand og grus. Munsell 2.5Y 3/2. Ingen lukt. Volum 10-12 L. Fauna bestående av bl.a. børstemark (Glyceridae og Scalibregmatidae), krepsdyr (Cumacea), sjøfjær og slangestjerner. Sedimentprøver til TOC, TN og kornfordeling ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate
TR4	Grabbprøver med brungrønt sediment av leire og sand. Munsell 2.5Y 3/2. Lettspylt. Ingen lukt. Volum 14-21 L. Fauna bestående av bl.a. børstemark (Polynoidae og Pectinariidae), slangestjerner og anemoneeremittkreps (<i>Pagurus prideaux</i>). Sedimentprøver til TOC, TN og kornfordeling ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate.
T2B	Grabbprøve med grålig sediment med sand og mye fint organisk materiale. Volum 7 L. Ingen lukt. Fauna bestående av bl.a. børstemark (Nephtyidae). En grabbprøve ble tatt til analyse av fauna. Ingen prøvetaking av sediment til kjemisk analyse.
T2C	Grabbprøve med grålig sediment med sand og mye fint organisk materiale. Volum 7 L. Ingen lukt. En grabbprøve ble tatt til analyse av fauna. Ingen prøvetaking av sediment til kjemisk analyse.

3.2 Analyser

I laboratoriet ble faunaprøvene vasket på 1 mm sikt for å fjerne formaldehyd, gjenværende fint sediment og overflødig fargestoff. Materialet ble grovsortert under lupe og all fauna plukket ut og overført til 80 % etanol. Bunnfaunaen ble så identifisert til høyeste mulig taksonomisk nivå og hvert individ talt.

Sedimentprøvene ble analysert for kornstørrelse ($\% < 63 \mu\text{m}$), innhold av totalt organisk karbon (TOC) og nitrogen (TN). Alle sedimentanalyser ble utført ved NIVAs laboratorier i henhold til akkrediterte metoder (unntatt kornstørrelse som ikke er en akkreditert metode).

På grunnlag av artslister og individtall ble følgende indekser beregnet for bløtbunnsfaunaens artsmangfold og ømfintlighet:

- artsmangfold ved indeksene H' (Shannons diversitetsindeks) og ES100 (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene ISI2012 (Indicator Species Index) og NSI (Norwegian Sensitivity Index)

- den sammensatte indeksen NQI1 (Norwegian Quality Index), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet
- DI*, som er en indeks for individtetthet

Faunatilstanden ut fra indeksene klassifiseres etter vannforskriftens system med fem tilstandsklasser fra svært god (klasse I) til svært dårlig tilstand (klasse V), og det benyttes klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 – rev 2015 (se Tabell 8). Ut fra disse beregnes så normaliserte EQR-verdier, som gir en samlet tilstand basert på alle indeksene (iht. Veileder 02:2013 – rev 2015).

Tabell 3.3 Klassegrenser for bløtbunnsindekser, inkl. normalisert EQR (nEQR).

Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		Svært God I	God II	Moderat III	Dårlig IV	Svært Dårlig V
NQI1	Sammensatt	0,9-0,82	0,82-0,63	0,63-0,49	0,49-0,31	0,31-0
H'	Artsmangfold	5,7-4,8	4,8-3	3-1,9	1,9-0,9	0,9-0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	50-34	34-17	17-10	10-5	5-0
ISI ₂₀₁₂	Ømfintlighet	13-9,6	9,6-7,5	7,5-6,2	6,1-4,5	4,5-0
NSI	Ømfintlighet	31-25	25-20	20-15	15-10	10-0
DI*	Individtetthet	0-0,30	0,30-0,44	0,44-0,60	0,60-0,85	0,85-2,05
nEQR		0,8-1	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2

* Miljødirektoratet har anbefalt å ekskludere DI fra beregning av samlet økologisk tilstand, da erfaring med indeksen viser at den i mange tilfeller ga svært avvikende tilstandsklasse sammenlignet med de øvrige indeksene, og ut fra faglige vurderinger også kan være misledende.

Til hjelp for tolkning av artssammensetning brukes sedimentets kornstørrelse og innhold av totalt organisk karbon (TOC) som støtteparametere. Sedimentets kornstørrelse gir informasjon om hvor grovt- eller finkornet sedimentet er, hvilket har stor betydning for faunaens artssammensetning, og som kan brukes ved tolkning av resultatene. Sedimentets finfraksjon (% <0,063 mm bestemmes ved våtsikting). Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen av stasjonen. Vi har valgt å inkludere totalt nitrogen (TN) i analysene ettersom forholdet mellom TOC og TN kan brukes til å få informasjon om opphavet til det organiske materialet. Det foreligger ingen klassifisering av TN. TOC og TN ble analysert med en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet i syredamp.

Klassifiseringen av TOC er basert på finkornet sediment, og prøven standardiseres derfor for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18(1-F),$$

hvor F er andelen finstoff (partikkelstørrelse < 63 µm).

Til klassifisering av TOC benyttes inntil videre SFT-veileder 97:03 (gjengitt i Veileder 02:2013 – rev 2015). Grenseverdier er gitt i Tabell 3.4.

Tabell 3.4 Klassegrenser for normalisert totalt organisk karbon (TOC).

Parameter	Tilstandsklasser	Svært God I	God II	Moderat III	Dårlig IV	Svært dårlig V
TOC	Organisk karbon (mg/g)	0-20	20-27	27-34	34-41	41-200

3.3 Resultater

Faunaindeksene med tilhørende klassifisering og beregnet normalisert EQR (nEQR) er vist i Tabell 3.5. Indeksverdier per grabbprøve er gitt i Vedlegg A. Fullstendige artslistene er gitt i Vedlegg B.

Stasjon T1A som er den ytterste stasjonen og ligger utenfor terskelen og brua blir klassifisert til «svært god» tilstand. Stasjonen hadde høy diversitet og begge diversitetsindeksene (H' og ES100) ga «svært god» tilstand, mens de øvrige indeksene ga «god» tilstand. Den gjennomsnittlige nEQR-verdien for alle indeksene på 0,801 er så vidt over grensen mellom «god» og «svært god». De øvrige stasjonene ble alle klassifisert til «god» tilstand. Resultatene var ganske entydige da alle indeksene viser det samme resultatet med unntak av ISI_{2012} for TR2 som ga «moderat» tilstand.

Artsdiversiteten var høyest på referansestasjonen T1A og lavest på den innerste stasjonen TR4. Artsantallet på TR4 var midlertid høyere enn på TR2 lenger ut i fjorden, men også mer individrikt. Dette skyldes noen enkeltarter som var svært tallrike og dermed fører til reduserte verdier for diversitetsindeksene som påvirkes av hvor jevnt individene er fordelt på artene. Antallet arter som ble funnet på TR2 anses som noe lavt for en vestlandsfjord. De øvrige stasjonene hadde normalt antall arter, dvs. verken spesielt høye eller spesielt lave artsantall.

Tabell 3.6 gir en oversikt over individtettheten for de ti mest tallrike artene på hver stasjon. Mange av artene finner vi igjen på alle hovedstasjonene, som flerbørstemarkene *Galathowenia oculata* og *Paramphinome jeffreysii*, slangestjerner (*Amphiura filiformis*/*Amphura chiajei*/*Amphiura* sp.) og muslingen *Thyasira* sp. På de to innerste stasjonene TR3 og TR4 var krepsdyret *Diastylis lucifera* (tilhører gruppen cumacea) den dominerende arten. Artene i Tabell 3.6 har det til felles at ingen er spesielt opportunistiske eller forurensningsindikerende arter. Flere av artene er også regnet som sensitive (økologisk gruppe I iht. NSI-indeksen), slik som børstemarkene *Amythasides macroglossus* og *Diplocirrus glaucus*, muslingen *Mendicula ferruginosa* og sjøpølsen *Labidoplax buskii*.

Tabell 3.5 Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna for hver stasjon i Tresfjorden, 2016. Antall arter (S) og antall individ (N) er også vist. Indekser med tilhørende nEQR-verdi er beregnet både for grabbgjennomsnittet (grabbverdi) og for stasjonsverdien som er summen av alle grabbprøvene. Se Tabell 3.3 for forklaring av fargebruk i klassiseringen av økologisk tilstand.

Stasjon	Beregnings-grunnlag	Antall arter (S)	Antall individ (N)	NQI1	H'	ES ₁₀₀	ISI ₂₀₁₂	NSI	Gj.snitt nEQR
T1A	Grabbverdi	60	287	0,777	4,95	37,3	9,39	24,9	
	nEQR (grabb)			0,755	0,833	0,841	0,780	0,795	0,801
	Stasjonsverdi	104	1149	0,785	5,29	39,5	9,53	24,9	
	nEQR (stasjon)			0,763	0,909	0,869	0,793	0,795	0,826
TR2	Grabbverdi	30	166	0,733	3,68	24,2	7,41	22,6	
	nEQR (grabb)			0,708	0,675	0,685	0,588	0,703	0,672
	Stasjonsverdi	56	665	0,753	3,97	25,3	7,99	22,6	
	nEQR (stasjon)			0,730	0,707	0,698	0,646	0,704	0,697
T2B	Grabbverdi	57	339	0,801	4,67	33,6	9,26	23,9	
	nEQR (grabb)			0,780	0,785	0,795	0,768	0,758	0,777
T2C	Grabbverdi	46	271	0,716	4,25	28,7	7,68	21,8	
	nEQR (grabb)			0,691	0,739	0,738	0,617	0,673	0,692
TR3	Grabbverdi	52	463	0,744	3,96	26,3	8,21	21,7	
	nEQR (grabb)			0,720	0,706	0,710	0,667	0,667	0,694
	Stasjonsverdi	92	1852	0,756	4,16	27,4	8,84	21,6	
	nEQR (stasjon)			0,733	0,729	0,722	0,727	0,664	0,715
TR4	Grabbverdi	45	413	0,717	3,20	21,6	8,20	21,1	
	nEQR (grabb)			0,692	0,622	0,654	0,666	0,642	0,655
	Stasjonsverdi	82	1650	0,735	3,35	22,1	8,81	21,0	
	nEQR (stasjon)			0,711	0,639	0,660	0,725	0,641	0,675

Tabell 3.6 Oversikt over individtetthet (ind/m²) for ti mest tallrike artene (taxa) på hver stasjon.

Stasjon T1A			Stasjon TR2		
GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Ind/m2	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Ind/m2
Børstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	462,5	Slangestjerne	<i>Amphiura filiformis</i>	537,5
Børstemark	<i>Euclymeninae</i> indet	250	Børstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	170
Slangestjerne	<i>Amphiura chiajei</i>	117,5	Slangestjerne	<i>Amphiura chiajei</i>	112,5
Musling	<i>Mendicula ferruginosa</i>	112,5	Børstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	110
Børstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	105	Musling	<i>Thyasira</i> sp.	102,5
Børstemark	<i>Prionospio cirrifera</i>	105	Slangestjerne	<i>Amphiura</i> sp.	95
Børstemark	<i>Amythasides macroglossus</i>	102,5	Slimorm	<i>Nemertea</i> indet	67,5
Sjøpølse	<i>Labidoplax buskii</i>	92,5	Børstemark	<i>Polyphysia crassa</i>	62,5
Børstemark	<i>Scolecipis korsuni</i>	87,5	Slangestjerne	<i>Ophiuroidea</i> juvenil	32,5
Børstemark	<i>Levinsenia gracilis</i>	85	Børstemark	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	32,5
Stasjon TR3			Stasjon TR4		
GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Ind/m2	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Ind/m2
Krepsdyr	<i>Diastylis lucifera</i>	1472,5	Krepsdyr	<i>Diastylis lucifera</i>	1802,5
Slangestjerne	<i>Amphiura filiformis</i>	555	Slangestjerne	<i>Amphiura filiformis</i>	797,5
Musling	<i>Thyasira</i> sp.	335	Musling	<i>Thyasira</i> sp.	202,5
Børstemark	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	237,5	Slangestjerne	<i>Amphiura</i> sp.	165
Koralldyr	<i>Edwardsia</i> sp.	205	Børstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	127,5
Børstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	195	Børstemark	<i>Prionospio fallax</i>	107,5
Børstemark	<i>Diplocirrus glaucus</i>	160	Slimorm	<i>Nemertea</i> indet	97,5
Slangestjerne	<i>Ophiuroidea</i> juvenil	140	Børstemark	<i>Scolecipis korsuni</i>	77,5
Slimorm	<i>Nemertea</i> indet	112,5	Børstemark	<i>Pholoe baltica</i>	70
Børstemark	<i>Scolecipis korsuni</i>	105	Børstemark	<i>Diplocirrus glaucus</i>	47,5
Stasjon T2B			Stasjon T2C		
GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Ind/m2	GRUPPENAVN	ARTSNAVN	Ind/m2
Slangestjerne	<i>Amphiura filiformis</i>	570	Børstemark	<i>Prionospio cirrifera</i>	610
Børstemark	<i>Galathowenia oculata</i>	470	Koralldyr	<i>Cerianthus lloydii</i>	340
Børstemark	<i>Diplocirrus glaucus</i>	310	Børstemark	<i>Prionospio fallax</i>	300
Børstemark	<i>Owenia</i> sp.	170	Musling	<i>Thyasira flexuosa</i>	160
Børstemark	<i>Amphictene auricoma</i>	160	Koralldyr	<i>Edwardsia</i> sp.	140
Musling	<i>Thyasira</i> sp.	140	Børstemark	<i>Mediomastus fragilis</i>	140
Børstemark	<i>Prionospio cirrifera</i>	130	Børstemark	<i>Scoloplos (Scoloplos) armiger</i>	100
Sjøpølse	<i>Labidoplax buskii</i>	130	Slimorm	<i>Nemertea</i> indet	90
Musling	<i>Thyasira flexuosa</i>	110	Børstemark	<i>Lumbrineris cingulata</i>	80
Hesteskoorm	<i>Phoronida</i> indet	90	Snegle	<i>Cylichna cylindracea</i>	60

Verdier for organisk innhold i sediment og kornstørrelse er gitt i Tabell 3.7. Sedimentet var mest grovkornet på stasjon TR3 med innhold av finstoff (leire og silt) på 49 %, og mest finkornet på stasjon TR4 og TR2 med innhold av finstoff på henholdsvis 80 og 85 %. Stasjon T1A hadde innhold av finstoff på 62 %. Kornstørrelsen ble ikke analysert fra enkeltprøvene ved Kråkeneset, men forholdene under prøvetakingen tydet på at området er strømrøkt og sedimentet grovt og til dels steinete.

Innhold av organisk karbon ligger vanligvis på rundt 1-5 % i marine sediment. Stasjon TR2 og TR4 ligger derfor noe i overkant av normalområdet (henholdsvis 5,26 og 4,65 %). Stasjon TR3 har 2,38 % organisk karbon, mens referansestasjonen T1A har det laveste innholdet av organisk karbon (0,57 %).

For klassifisering av tilstand etter organisk innhold i sediment må TOC-verdiene korrigeres for sedimentets innhold av finstoff (% <63µm, dvs. leire og silt). Dette gjøres ved at prøven standardiseres for teoretisk 100 % finstoff etter formelen:

$$\text{Normalisert TOC} = \text{målt TOC} + 18 (1-F)$$

hvor F er lik andelen finstoff.

Det normaliserte innholdet av organisk karbon ble klassifisert til «Svært god» for referansestasjonen T1A, «moderat» for stasjon TR3 (nær grensen mot «dårlig») og «svært dårlig» for stasjon TR2 og TR4.

C/N-forholdet (forholdstallet mellom karbon og nitrogen) kan gi indikasjon på opprinnelsen til det organiske materialet i sedimentet ettersom ulike typer materiale har ulikt innhold av nitrogen. Generelt vil sedimenter hvor detritusmaterialet hovedsakelig har sin opprinnelse i planteplankton gi et C/N-forhold på 6-8 fordi planteplankton er relativt rikt på nitrogen. Derimot har bentiske makroalger (tang og tare) et C/N-forhold på 10-60 og terrestrisk plantemateriale >100. Sedimenter med stor tilførsel av terrestrisk plantemateriale har derfor et C/N-forhold >10-12. De tre stasjonene innenfor terskelen har alle et C/N-forhold på > 13, hvilket indikerer at mye av det organiske materialet kommer fra land.

Tabell 3.7 Innhold av finstoff (% <0,063 mm, dvs. andel leire og silt), totalt nitrogen, totalt organisk karbon og normalisert organisk karbon på hver stasjon i Tresfjord, 2016. Normalisert organisk karbon er klassifisert iht. SFT veileder 97:03. C/N er forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N).

Se Tabell 3.4 for forklaring av fargekodene.

Stasjon	%<0,063 mm	TN (mg/g)	TOC (mg/g)	Norm TOC (mg/g)	C/N- forhold
T1A	62	<1	5,7	12,5	>5,7
TR2	80	4	52,6	56,2	13,15
TR3	49	1,8	23,8	33,0	13,22
TR4	85	3,2	46,5	49,2	14,53

3.4 Sammenligning før og etter brubygging

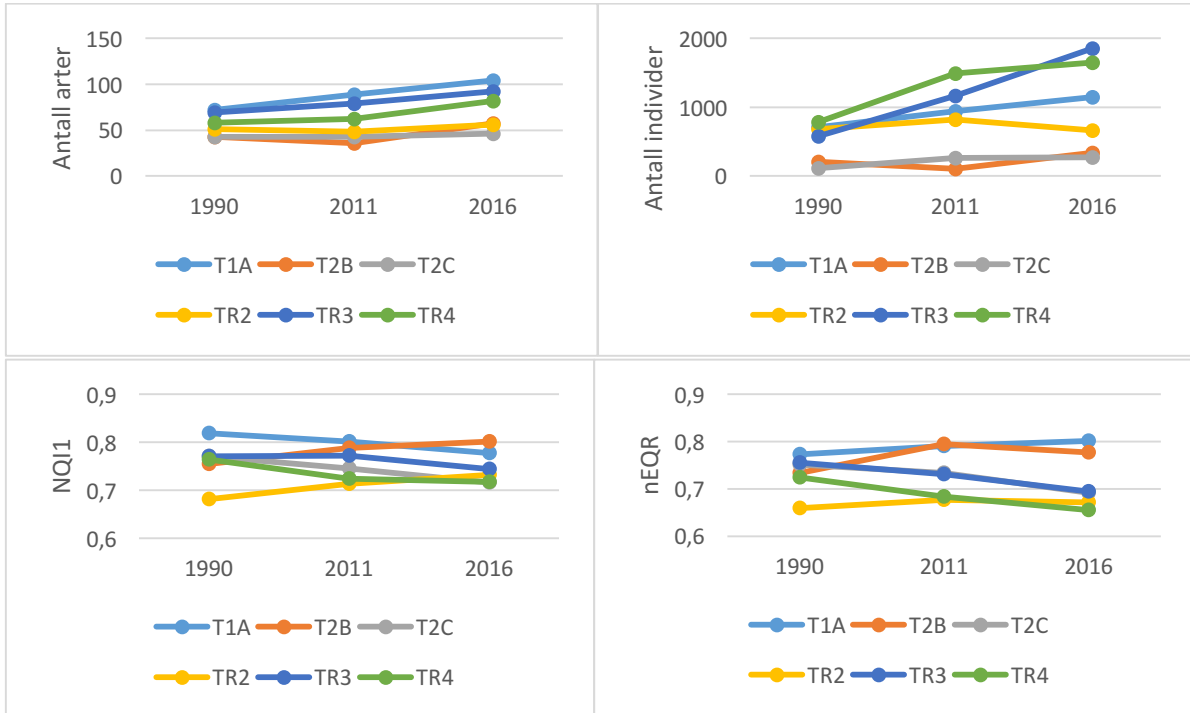
Alle stasjonene har vært undersøkt i 1990, 2011 og 2016. Tabell 3.8 viser antall arter og individer, den sammensatte indeksen NQI1, Shannons diversitetsindeks H' og gjennomsnittlig normalisert EQR (gjennomsnitt av nEQR for alle indeksene) fra alle de tre årene. Figur 3.2 viser den samme utviklingen grafisk (ikke for Shannon-indeksen). Det har vært en til dels kraftig økning fra 2011 til 2016 i antall arter på stasjon T1A, T2B, TR3 og TR4. Også individtettheten har økt på de samme stasjonene. På stasjon T2C og TR2 er antall arter tilnærmet likt, og individtettheten tilnærmet lik eller noe ned.

Den gjennomsnittlige normaliserte EQR-verdien har gått noe ned på alle stasjoner fra 2011 til 2016 med unntak av T1A. Forskjellene er imidlertid svært små og tilstandsklassen uendret («god» tilstand alle tre årene), med unntak av T1A hvor tilstanden har gått fra «god» til svært god».

Innholdet av organisk karbon i sedimentet var noe lavere i 2016 enn i 2011 på alle stasjoner hvor det ble målt. Forskjellene er imidlertid små og tilstandsklassen den samme på stasjoner med unntak av TR3 hvor verdiene ligger rett over (2011) og rett under (2016) grenseverdien mellom «god» og «moderat» tilstand.

Tabell 3.8 Total antall arter (S) og individtetthet (ind/m²) per stasjon, NQI1, H' , og gjennomsnittlig nEQR for alle indeksene. For indeksene er det gjennomsnittsverdiene av grabbene som er oppgitt, unntatt for T1A, TR2, TR3 og TR4 fra 1990 hvor indeksene er beregnet for summerte artsdata for stasjonen (areal var 0,4 m² for T1A, og 0,5 m² for tre andre stasjonene).

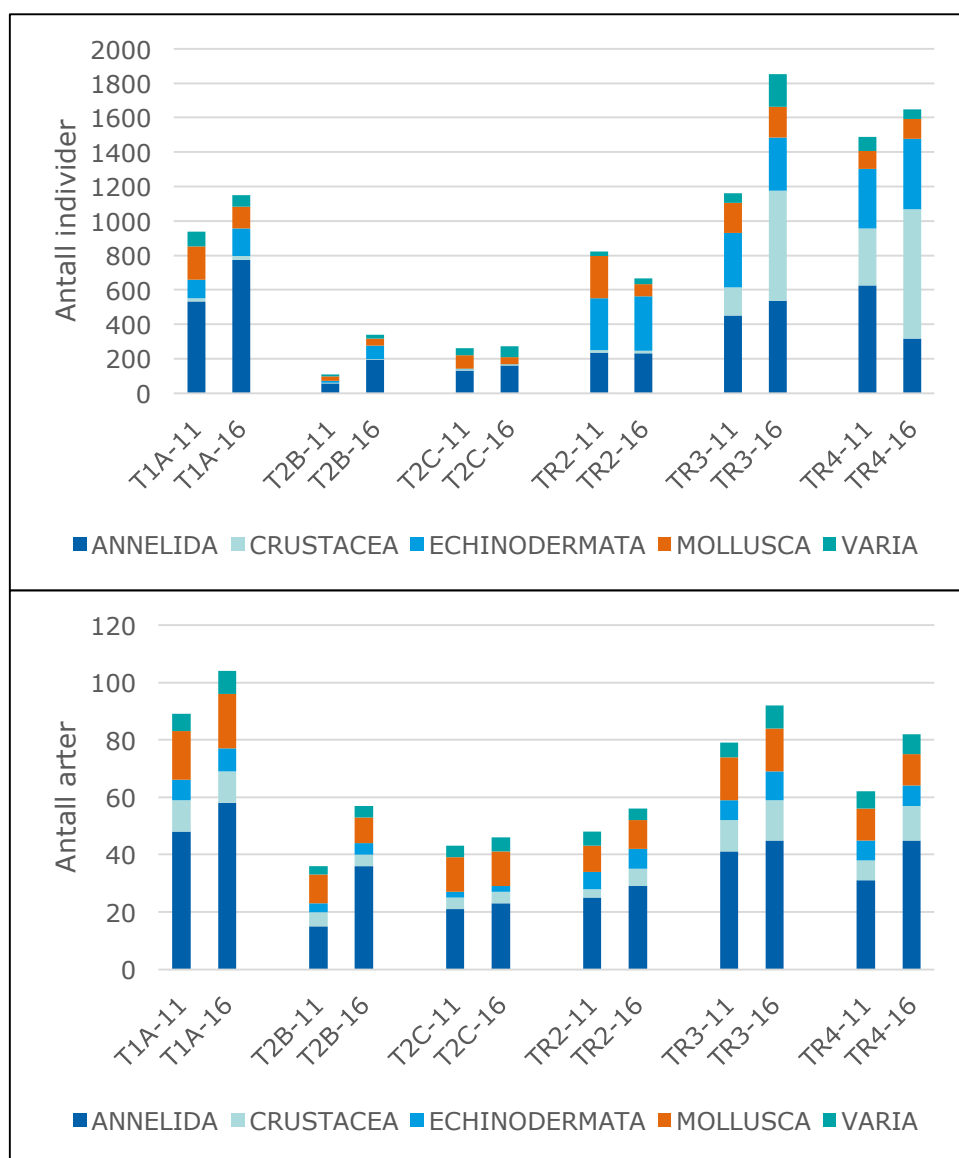
Stasjon	År	Antall arter (S)	Ind/m ²	NQI1	H'	nEQR	Korn	TOC	Norm TOC
T1A	1990	72	1770	0,819	4,42	0,773			
	2011	89	2343	0,801	4,66	0,790	63	10,7	17,4
	2016	104	2873	0,777	4,95	0,801	62	5,7	12,5
T2B	1990	43	2080	0,755	4,17	0,734			
	2011	36	1090	0,789	4,58	0,794			
	2016	57	3390	0,801	4,67	0,777			
T2C	1990	43	1100	0,770	4,91	0,751			
	2011	43	2610	0,746	4,54	0,734			
	2016	46	2710	0,716	4,25	0,692			
TR2	1990	51	1362	0,681	3,70	0,658		52,4	
	2011	48	2053	0,714	3,75	0,676	78	53	60
	2016	56	1663	0,733	3,68	0,672	80	52,6	56,2
TR3	1990	69	1150	0,771	4,67	0,756		35,7	
	2011	79	2903	0,772	4,01	0,731	41	23,7	34,3
	2016	92	4630	0,744	3,96	0,694	49	23,8	32,98
TR4	1990	58	1560	0,765	4,23	0,724		39,5	
	2011	62	3723	0,724	3,60	0,683	84	49,8	52,7
	2016	82	4125	0,717	3,20	0,655	85	46,5	49,2



Figur 3.2 Antall arter og individer, den sammensatte indeksen NQI1 og gjennomsnittlig normalisert EQR (gjennomsnitt av nEQR for alle indeksene) fra 1990, 2011 og 2016.

Figur 3.3 viser fordelingen av børstemark (tilhører rekke Annelida - leddormer), krepsdyr (Crustacea), pigghuder (Echinodermata), bløtdyr (Mollusca) og varia (diverse mindre grupper) på stasjonene i 2011 og 2016. Figurene viser at børstemark dominerer artsmessig og utgjør omtrent 50 % eller mer på alle stasjonene. Den relative fordelingen av arter har ikke endret seg mye fra 2011 til 2016, med unntak av på T2B hvor den relative andelen av børstemark har økt og andelen bløtdyr har gått ned.

På TR2 var det en omtrentlig tredeling av individene på børstemark, pigghuder og bløtdyr i 2011, mens i 2016 hadde andelen pigghuder økt og andelen bløtdyr gått ned. TR3 og TR4 har en høyere relativ andel av krepsdyr sammenlignet med de andre stasjonene. På begge stasjonene har andelen krepsdyr økt fra 2011 til 2016. Dette skyldes hovedsakelig en kraftig økning av arten *Diastylis lucifera* (Cumacea).



Figur 3.3 Fordeling av individer (øverst) og arter (nederst) på fem hovedgrupper: børstemark (tilhører rekke Annelida - leddormer), krepsdyr (Crustacea), pigghuder (Echinodermata), bløtdyr (Mollusca) og varia (diverse mindre grupper) på stasjonene i 2011 og 2016

3.5 Konklusjon

Den økologiske tilstanden i Tresfjorden anses som god for en terskelfjord med tilførsel av organisk materiale. Alle stasjoner innenfor terskelen fikk «god» tilstand og referansestasjonen utenfor terskelen fikk «svært god» tilstand i 2016. Antall arter og individer som ble funnet anses å være i normalområdet, om enn noe lavt artsantall på TR2.

Stasjonene TR2 og TR4 hadde lavest artsdiversitet av de undersøkte stasjonene. Dette har trolig sammenheng med et høyt innhold av TOC i sedimentet, da begge stasjonene ble klassifisert til «svært dårlig» tilstand for organisk innhold. Også TR3 hadde noe forhøyede verdier for TOC (på grensen

mellom «moderat» og «dårlig» tilstand). Resultatene tyder likevel ikke på at dette har noen negativ effekt på faunaen på TR3.

Det har vært en til dels kraftig økning fra 2011 til 2016 i antall arter på stasjon T1A, T2B, TR3 og TR4. Også individtettheten har økt på de samme stasjonene. På stasjon T2C og TR2 er antall arter tilnærmet likt eller litt opp, og individtettheten tilnærmet lik eller noe ned. Resultatene tyder altså på en generell positiv utvikling i Tresfjorden mht. artsantall, både innenfor terskelen og på referansestasjonen, men ikke på TR2 og T2C. Om dette skyldes at fyllingen ved brua har hatt en liten negativ effekt ved at en ellers positiv utvikling har blitt «bremset» eller om det skyldes tilfeldigheter eller naturlig variasjon, er vanskelig å si.

Den gjennomsnittlige normaliserte EQR-verdien har gått noe ned på alle stasjoner fra 2011 til 2016 med unntak av referansestasjonen. Forskjellene er imidlertid svært små og tilstandsklassen uendret for stasjonene inne i fjorden. Innhold av organisk karbon har gått noe ned på alle stasjoner, og totalt sett virker det ikke som om brua har hatt noen negative konsekvenser for bunnfaunaen i Tresfjorden.

4 Fjæresamfunn

4.1 Formål

Formålet med fjæreundersøkelsen er å avdekke eventuelle endringer i fjæresamfunnene som følge av fysiske inngrep knyttet til brubyggingen.

4.2 Stasjonsplassering

I alt ble det foretatt rammeregistreringer i fjæresonen på seks stasjoner i juli 2016 (Figur 4.1). Stasjonsnavn, posisjoner, undersøkelses dato, vanntype og merknader er gitt i Tabell 4.1. Stasjonene er tidligere undersøkt i juni 2011, før igangsettelse av byggestart av Tresfjordbrua.

Undersøkelsen omfatter fire stasjoner i Tresfjorden, samt to referansestasjoner like utenfor Tresfjorden (REF1 og REF2) som antas å være upåvirket av den nye brua.

Stasjon TRE1 ligger i indre del av Tresfjorden, rett syd for Fagervik Camping. Stasjonene TRE2 og TRE3 ligger ved Vikebukt i midtre/ytre del av fjorden, hhv. rett sør og nord for den planlagte nye brua og utfyllingen. Stasjon TRE4 ligger i ytre del av Tresfjord, utenfor den planlagte brua og fyllingen.

Referansestasjon REF1 ligger øst for Tresfjorden, ved Gjermundnesbukta. Referansestasjon REF2 ligger i ytre del av Tomrefjorden, vest for Tresfjord.

Tabell 4.1 Stasjonenes posisjon (WGS84) og beskrivelse av stasjonene.

Stasjon	Stasjonsnavn	N	E	Dato	Vanntype	Beskrivelse/kommentar
TRE1	Fagervik	62,53944	7,14843	5.7.16	Oksygenfattig fjord	Stasjonen ble flyttet ca. 40 m lenger nord da det var fylt ut med stein ved den opprinnelige stasjonen. Stasjonen ligger rett sør for Fagervik camping i indre Tresfjord. Fjæra har slak helning og består av små og mellomstore stein og sand.
TRE2	Kråkeneset	62,60555	7,12575	5.7.16	Oksygenfattig fjord	Liten odde like sør for brua. Fjæra har slak helning og består av små og mellomstore stein og sand.
TRE3	Vikebukt kirke	62,61372	7,14288	5.7.16	Beskyttet kyst/fjord	Stasjonen ligger like nord for brua, rett nord for kirka i Vikebukt. Vest for den vestligste båtbua. Fjæra består av små og mellomstore stein.
TRE4	Ytre Tresfjord	62,62675	7,14647	5.7.16	Beskyttet kyst/fjord	Nord for Vikebukt og brua. Stasjonen ligger nedenfor sted merket med gamle gravplasser. Fjæra består av små og mellomstore stein.
REF1	Gjermundnes	62,62932	7,17022	6.7.16	Beskyttet kyst/fjord	Stasjonen ligger øst for selve Tresfjorden, i Gjermundnesbukta. Fjæra består av mellomstore stein.
REF2	Tomrefjorden	62,64605	6,90905	5.7.16	Beskyttet kyst/fjord	Stasjonen ligger ytterst i Tomrefjord, vest for Tresfjorden. Fjæra består av mellomstore stein.



Figur 4.1 Stasjonsplassering fjærundersøkelse.

4.3 Metodikk

Undersøkelsen ble foretatt på lavvann. På hver stasjon ble det lagt ut fire parallelle ruter (å 50 x 50 cm, 24 småruter) i øvre del av fjæra (sauetangbeltet) og fire parallelle ruter i nedre del av fjæra (grisetangbeltet). Prøvetakingen fulgte standarden ISO19493:2007 (Water quality -- Guidance on marine biological surveys of hard-substrate communities).

Fastsittende makroskopiske makroalger og fjæredyr blir kvantitativt registrert ved å registrere dekningsgraden (i prosent) for hver art innen hver av rutene. Ved registrering av enkelte organismer som f.eks. strandsnegl (*Littorina* spp.), blåskjell (*Mytilus edulis*) og strandkrabbe (*Carcinus maenas*) ble antall individer innen hver rute telt i stedet for å beregne dekningsgrad.

Arter som ikke lot seg bestemme i felt ble samlet inn for sikker identifisering i mikroskop. Figur 4.2 viser bilder fra undersøkelsene.



Figur 4.2 Bilder fra undersøkelse. a. Undersøkelse av ramme i øvre del av fjæra på stasjon TRE1. b. Sautetang i ramme i øvre del av fjæra på stasjon REF1. c. Grisetang i ramme i nedre del av fjæra på stasjon TRE3. d. Krusflik (*Chondrus crispus* – blå pil), brødsvamp (*Halichondria panacea* – sort pil), vanlig grønndusk (*Cladophora rupestris* – oransje pil) på stein dekket av røde skorpeformete kalkalger (rød pil) under grisetangen på stasjon TRE4.

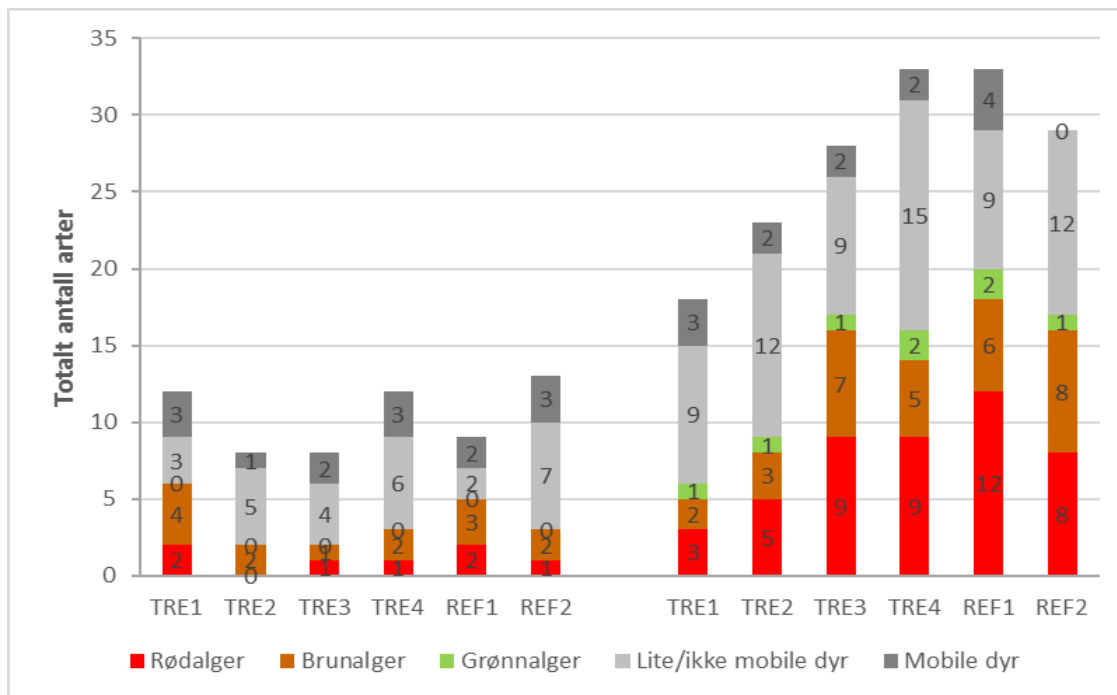
4.4 Resultater

Det ble til sammen registrert 64 arter/taxa (heretter kalt arter) i undersøkelsen, fordelt på 35 makroalger og 29 fjæredyr (Tabell 4.2). Fullstendige artslistene er gitt i Vedlegg C. De to innerste stasjonene i Tresfjorden hadde totalt færre arter enn de øvrige stasjonene; dette er som forventet i en fjord.

Tabell 4.2 Antall arter registrert i undersøkelsen utført i 2016

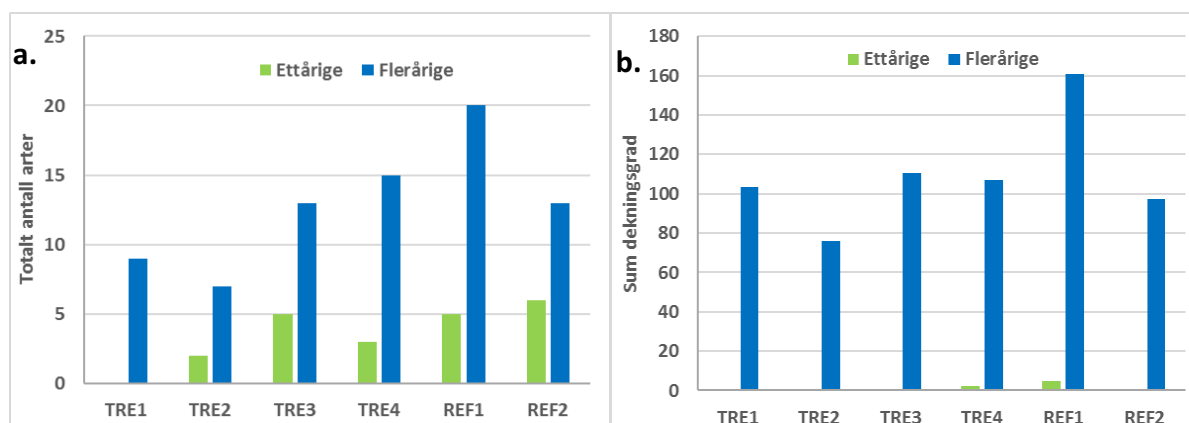
	TRE1	TRE2	TRE3	TRE4	REF1	REF2	Totalt
Totalt antall arter makroalger	9	9	18	18	25	19	35
Totalt antall arter rødalger	4	5	9	9	14	8	16
Totalt antall arter brunalger	4	3	8	7	9	10	16
Totalt antall arter grønnalger	1	1	1	2	2	1	3
Totalt antall arter dyr	14	16	13	20	15	17	29

Figur 4.3 viser antall arter i hhv. Sautangbeltet (øvre nivå) og grisetangbeltet (nedre nivå) på de enkelte stasjonene. Det ble ikke registrert noen arter av grønnalger i sauetangbeltet, og ikke rødalger i øvre nivå på stasjon TRE2. Det ble også registrert laven marebek (*Verrucaria maura*) i sauetangbeltet, på alle stasjonene unntatt av stasjon TRE2 (disse registreringene er ikke inkludert i oversikten over antall arter på stasjonene). På samtlige stasjoner var det flere arter i grisetangbeltet enn i sauetangbeltet. Dette er normalt siden sauetangbeltet ligger høyt oppe i fjære og det bare er et fåtall arter som overlever lengre perioder med tørrlegging.



Figur 4.3 Antall arter registrert på undersøkelsen utført i 2016, delt i øvre nivå (sautangbeltet, ses i venstre del av figuren) og nedre nivå (grisetangbeltet, ses i høyre del av figuren). Artene er fordelt på rødalger (rød farge), brunalger (brun farge), grønnalger (grønn farge), lite/ikke mobile dyr (lys grå farge) og mobile dyr (mørk grå farge).

Figur 4.4 viser fordelingen mellom ettårige og flerårige makroalgearter (totalt antall arter og sum dekningsgrad) på de undersøkte stasjonene (i begge nivåer). Det var flest flerårige arter på alle stasjonene, og de hadde også størst dekningsgrad. Dette tyder på stabile, friske fjæresamfunn.



Figur 4.4 a. Antall arter/taxa og sum dekningsgrad, fordelt på ettårige og flerårige arter. b. Sum dekningsgrad er summen av snittet av dekningsgraden av ettårige/ flerårige arter/taxa i de ulike de 8 rammene.

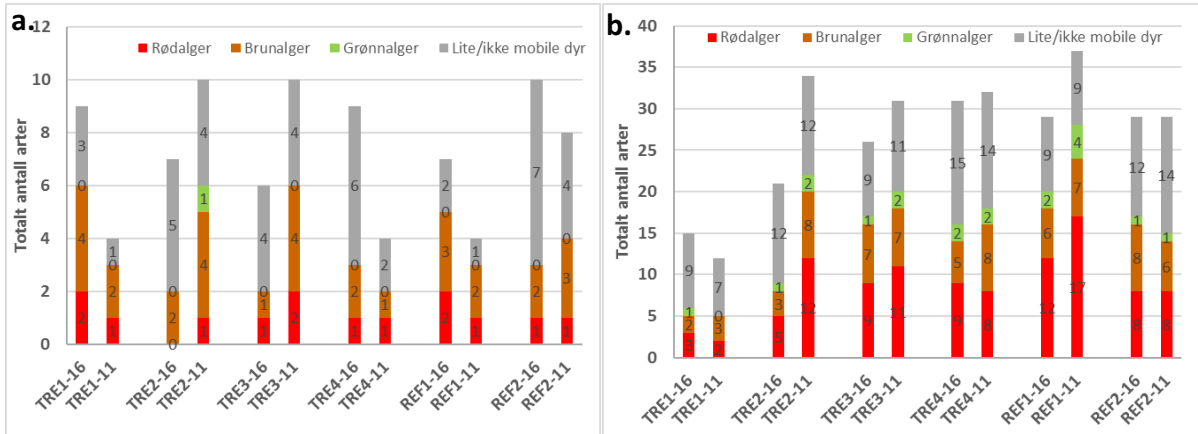
4.5 Sammenlikning med undersøkelse før byggestart av Tresfjordbrua

Dataene fra 2011 er blitt justert/ endret før sammenlikning med undersøkelsen gjort i 2016. Endringer gjort av data fra 2011 er vist i Vedlegg D. Rammestasjonene er ikke faste, dvs. at rammene ble plassert tilfeldig i de to nivåene. Sammenlikningen mellom de to undersøkelsesårene har derfor noen svakheter da artene ikke er jevnt fordelt i fjæra.

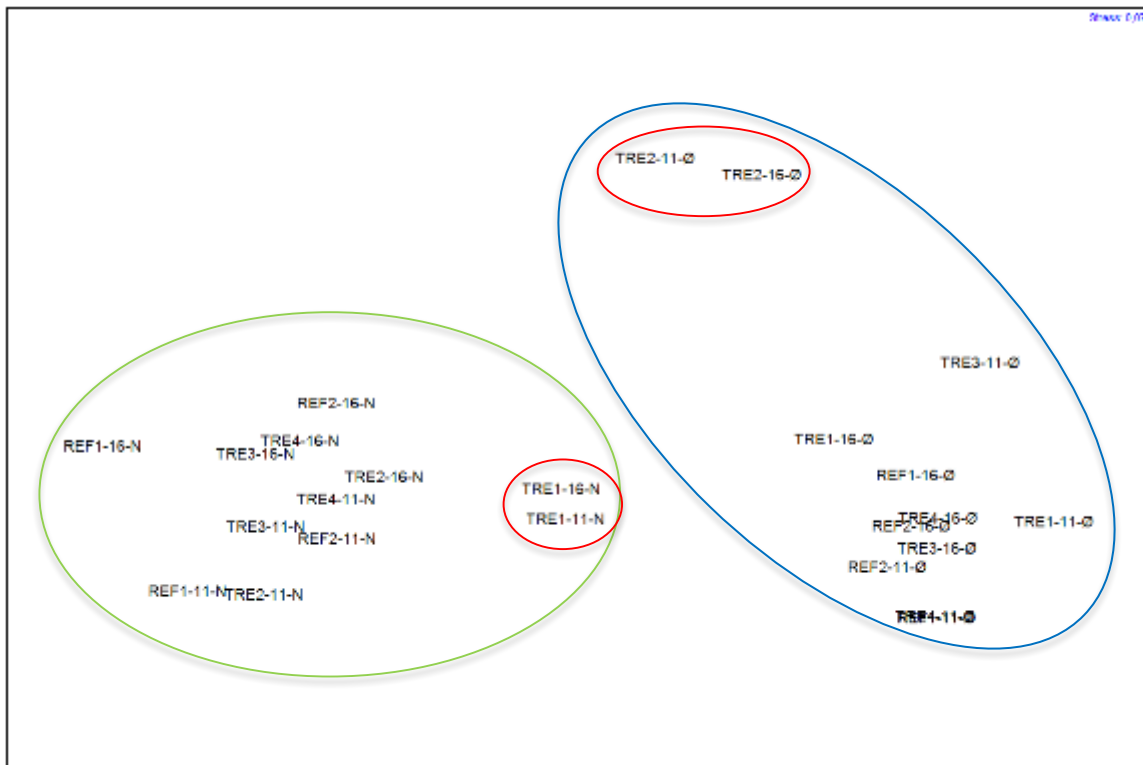
I undersøkelsene gjort i 2011 ble det til sammen registrert 66 arter, fordelt på 44 makroalger og 22 fjæredyr. Artslister benyttet for sammenlikning er gitt i Vedlegg D. I sauetangbeltet ble det registrert flere arter (totalt) i 2011 på alle stasjonene sammenliknet med 2016 (Figur 4.5). I grisetangbeltet ble det registrert flere arter i 2011 enn i 2016 på 4 stasjoner (TRE2, TRE3, TRE4 og REF1), mens det ble registrert færre arter i 2011 på TRE1 og like mange i 2011 og 2016 på REF2 (Figur 4.5).

En likhetsanalyse ble utført med den statistiske programpakken PRIMER 5.2 (Clarke & Gorley 2001). Før analysen ble enkelte registreringer slått sammen (Vedlegg D). Resultatene viser at det er tydelige forskjeller mellom artssammensetningene i de to nivåene, og at stasjon TRE2 (øvre nivå) og TRE1 (nedre nivå) skiller seg fra de andre stasjonene (Figur 4.6). Stasjon TRE2 var den eneste stasjonen hvor det ikke ble registrert sauetang eller fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*) i øvre nivå. Stasjon TRE1 var den eneste stasjonen hvor det ikke ble registrert sagtang (*Fucus serratus*) i nedre nivå. Det ble også registrert større forekomst av fjæreblood og strandsnegl (*Littorina* spp.), og lavere forekomst av skorpeformete røde kalkalger (Corallinaceae) og posthornmark (*Spirorbis* spp.), sammenliknet med de andre stasjonene.

Det var mer småstein og sand øverst i fjæra på de to innerste stasjonene (TRE1 og TRE2), sammenliknet med de andre stasjonene. Mangel på egnet substrat for algevekst kan derfor være en av årsakene til at artssammensetningene på disse stasjonene skiller seg ut fra de andre stasjonene.

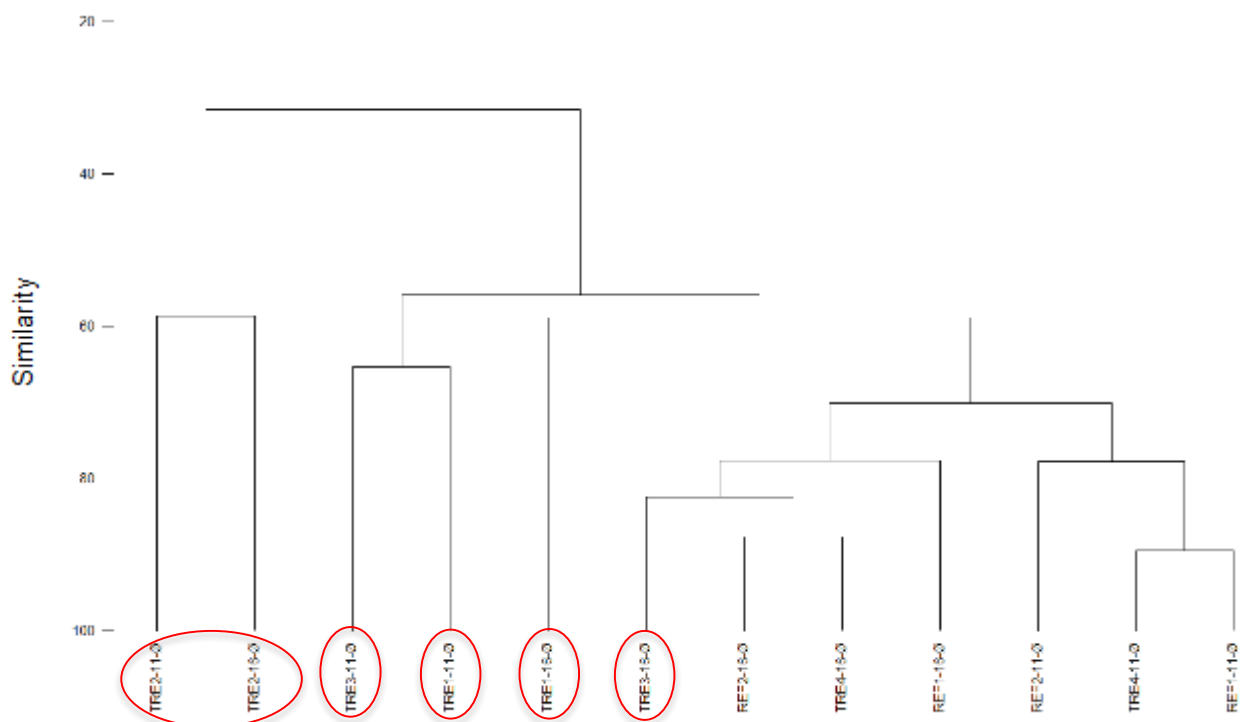


Figur 4.5 Antall arter registrert på undersøkelsen utført i 2016 og 2011, delt i øvre nivå (a) og nedre nivå (b). Artene er fordelt på rødalger (rød farge), brunalger (brun farge), grønnalger (grønn farge) og dyr (grå farge).

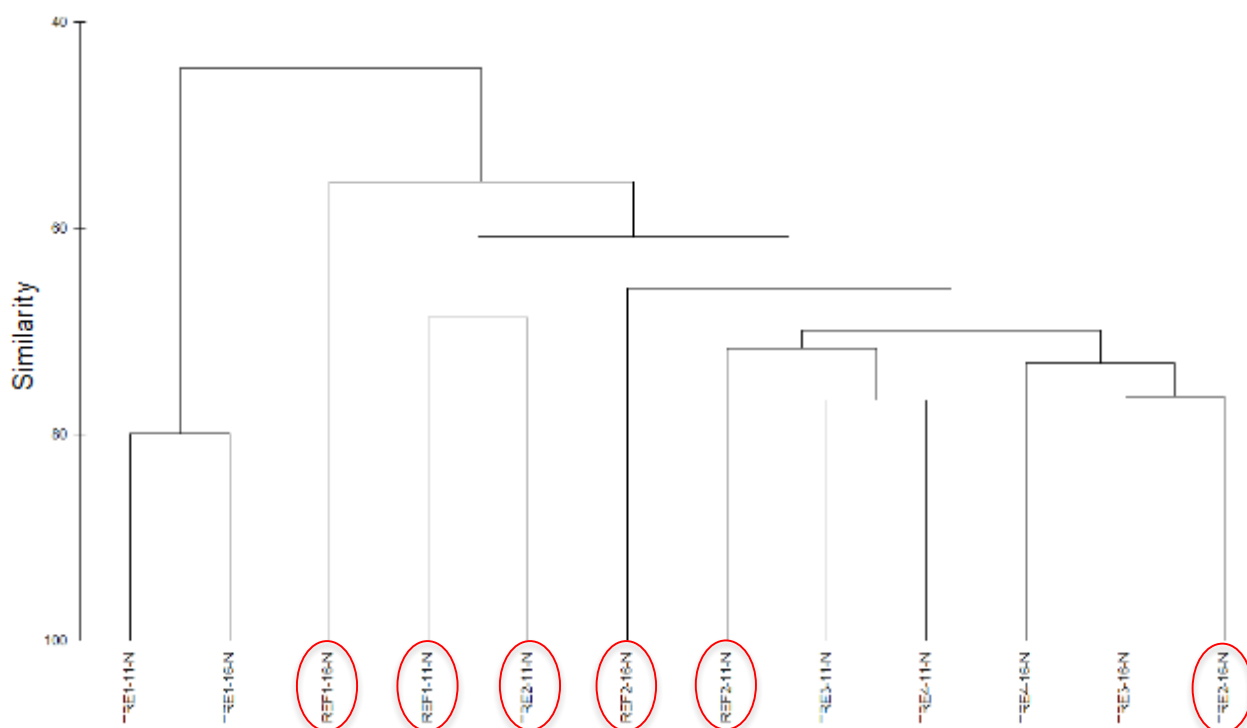


Figur 4.6 MDS plott som viser likhet mellom rammestasjonene de ulike undersøkelsesårene. Figuren viser Stasjon-År-Nivå (Ø=øvre, N=nedre). Artssammensetningen er tydelig forskjellig i de to nivåene (blå sirkel viser øvre nivå, grønn sirkel viser nedre nivå). To stasjoner/nivå (TRE1 nedre nivå) og TRE2 øvre nivå) skiller seg tydelig fra de andre i undersøkelsen (merket med rød sirkel)

En likhetsanalyse viser at i øvre nivå har det skjedd størst endringer i artssammensetningen mellom de to undersøkelsesårene på stasjon TRE1, TRE2 og TRE3 (Figur 4.7). I nedre nivå har det skjedd størst ending på stasjon TRE2, REF1 og REF2 (Figur 4.8).



Figur 4.7 Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike ramstasjonene i øvre nivå i fjæra i 2016. Røde sirkler markerer de tre stasjonene (TRE1, TRE2, TRE3) som har hatt størst endring i artssammensetning mellom de to undersøkelsesårene (2011 og 2016).



Figur 4.8 Klusteranalyse som viser likhet mellom de ulike ramstasjonene i nedre nivå i fjæra i 2016. Røde sirkler markerer de tre stasjonene (TRE2, REF1, REF2) som har hatt størst endring i artssammensetning mellom de to undersøkelsesårene (2011 og 2016).

Det ble gjort en SIMPER analyse i PRIMER for å klargjøre hvilke arter som bidrar til at disse stasjonene skiller seg fra de resterende (Tabell 4.3, Tabell 4.4). De største endringene i artssammensetningene i øvre nivå på stasjon TRE1, mellom 2011 og 2016 undersøkelsene, er høyere forekomster av den skorpeformete rødalgen fjæreblood (*Hildenbrandia rubra*), spiraltang (*Fucus spiralis*) og strandsnegl (*Littorina* spp) i 2016 sammenliknet med 2011. På stasjon TRE2 var det lavere forekomster av blæretang (*Fucus vesiculosus*), fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og posthornmark (*Spirorbis* sp) i 2016 sammenliknet med 2011. På stasjon TRE3 var det høyere forekomster av brunalgen sauetang (*Pelvetia canaliculata*), strandsnegl og fjæreblood i 2016 sammenliknet med 2011.

De største endringene i artssammensetningene i nedre nivå på stasjon TRE2, mellom 2011 og 2016 undersøkelsene, er lavere forekomst av tanghydroiden *Dynamena pumila*, blæretang og posthornmark i 2016 sammenliknet med 2011. På stasjon REF2 var det lavere forekomst av tanghydroiden og posthornmark i 2016 sammenliknet med 2011, men høyere forekomster av røde skorpeformete kalkalger (Corallinaceae). På stasjon REF2 var det lavere forekomster av posthornmark, sagtang (*Fucus serratus*) og blæretang i 2016 sammenliknet med 2016.

Tabell 4.3 Uttrekk fra SIMPER analyse som viser de tre artene som bidrar mest til ulikhetene i artssammensetningen i 2011 og 2016, i øvre nivå på stasjonene (TRE1, TRE2, TRE3).

Stasjon: TRE1. Gjennomsnittlig ulikhet: 68,62		
Arter	Gj.snittlig forekomst 2011	Gj.snittlig forekomst 2016
<i>Hildenbrandia rubra</i>	8,00	38,75
<i>Littorina</i> spp	2,25	30,50
<i>Fucus spiralis</i>	7,10	26,25
Stasjon: TRE2. Gjennomsnittlig ulikhet: 44,25		
Arter	Gj.snittlig forekomst 2011	Gj.snittlig forekomst 2016
<i>Fucus vesiculosus</i>	21,00	7,00
<i>Semibalanus balanoides</i>	15,00	1,50
<i>Spirorbis</i> sp.	2,00	0,00
Stasjon: TRE3. Gjennomsnittlig ulikhet: 62,16		
Arter	Gj.snittlig forekomst 2011	Gj.snittlig forekomst 2016
<i>Pelvetia canaliculata</i>	12,00	43,75
<i>Littorina</i> spp	11,00	29,25
<i>Hildenbrandia rubra</i>	0,50	13,25

Tabell 4.4 Uttrekk fra SIMPER analyse som viser de tre artene som bidrar mest til ulikhetene i artssammensetningen i 2011 og 2016, i nedre nivå på stasjonene (TRE2, REF1, REF2).

Stasjon: TRE1. Gjennomsnittlig ulikhet: 41,05		
Arter	Gj.snittlig forekomst 2011	Gj.snittlig forekomst 2016
<i>Dynamena pumils</i>	81,00	4,88
<i>Fucus vesiculosus</i>	44,00	12,75
<i>Spirorbis</i> sp	44,00	15,75
Stasjon: REF1. Gjennomsnittlig ulikhet: 50,47		
Arter	Gj.snittlig forekomst 2011	Gj.snittlig forekomst 2016
<i>Dynamena pumila</i>	80,00	0,38
Corallinaceae	16,10	80,00
<i>Spirorbis</i> sp.	32,00	6,75
Stasjon: REF2. Gjennomsnittlig ulikhet: 37,26		
Arter	Gj.snittlig forekomst 2011	Gj.snittlig forekomst 2016
<i>Spirorbis</i> sp.	57,00	2,75
<i>Fucus serratus</i>	19,00	4,50
<i>Fucus vesiculosus</i>	21	6,75

4.6 Undersøkelsen i relasjon til Vannforskriften

I henhold til Vannforskriften er norske kystvannforekomster delt inn i seks regioner (Direktoratsgruppa, 2015). Undersøkelsesområdet ligger i region "Norskehavet Sør. Tabell 4.5 viser vannforekomst og vanntype til de undersøkte stasjonene.

Tabell 4.5 Vannforekomst og vanntype til de seks stasjonene undersøkt i 2011 og 2016

Stasjon	Vannforekomst	Vanntype
TRE1	0302011001-2-C Tresfjord-indre	Oksygenfattig fjord
TRE2	0302011001-1-C Tresfjord midtre	Oksygenfattig fjord
TRE3	0302011002-C Tresfjord-ytre	Beskyttet kyst/fjord
TRE4	0302011002-C Tresfjord-ytre	Beskyttet kyst/fjord
REF1	0302011300-4-C Romsdalsfjorden - Sekken	Beskyttet kyst/fjord
REF2	0302011100-C Midtfjorden	Beskyttet kyst/fjord

Vannforskriften sier at alle vannforekomster skal dokumentere vannkvaliteten ved å benytte biologiske indekser. I Norge har vi per i dag (mars 2016) to makroalgeindekser (Fjæreindeksen – RSLA/RSL og Nedre voksegrenseindeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper (Direktoratsgruppa, 2015). For Tresfjorden er det kun fjæreindeksen, RSLA (Reduced Species List with Abundance), som er godkjent for bruk.

Fjæreindeksen, RSLA (Reduced Species List with Abundance), baseres på en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt en normalisering av artsrikheten mot fjæras fysiske egenskaper ved hjelp av en normaliseringfaktor (fjærepotensialet). Normaliseringen gjøres ut fra kunnskapen at på en stasjon med glatt fjell vil en forvente å finne få arter, mens på en stasjon med f.eks. oppsprukket fjell, store steiner etc. vil forvente et høyt artsantall (Direktoratsgruppa, 2015). Det er utviklet forskjellige klassegrenser for indeksene alt etter hvilken vanntype en undersøker. For RSLA er det utarbeidet klassegrenser og artslister for bruk i vanntypene 1 (Åpen eksponert kyst), 2 (Moderat eksponert kyst/fjord) og 3 (Beskyttet kyst/fjord). Her inngår abundans (tallrikhet), som defineres som prosent dekningsgrad eller forekomst etter en firedelt semi-kvantitativ skala (Direktoratsgruppa, 2015).

Prosedyren for å beregne tilstand på en stasjon går ut på å beregne EQR (Ecological Quality Ratio) for flere parametere, som til slutt går inn i en samlet nEQR (normalised Ecological Quality Ratio) for stasjonen (Direktoratsgruppa, 2015). nEQR-verdien varierer fra 0 (svært dårlig) til 1 (svært god). For å tilfredsstille kravene i vannforskriften må det oppnås en nEQR over 0,6 (grenseverdien mellom god og moderat tilstand). Dersom nEQR er lavere enn 0,6 skal det vurderes å sette inn tiltak. Det forventes at klassegrensene i det endelige klassifiseringssystemet vil endres noe i forhold til dagens foreslåtte klassegrenser når et mer omfattende datagrunnlag foreligger fra de ulike regionene og vanntypene (Direktoratsgruppa, 2015).

Tresfjordundersøkelsene er ikke gjort iht. Veileder 02:2013-revidert 2015. For å kunne beregne fjæreindeksen skal det gjøres en registrering av makroskopiske alger og dyr i fjæresonen, langs ca. 10 m av strandlinjen. Alle fastsittende/langsamt-bevegelige dyr skal registreres etter en semi-kvantitativ skala (% dekningsgrad).

Det er allikevel forsøkt å benytte data fra rammeundersøkelsene til å beregne fjæreindeksen. Dekningsgraden er regnet som gjennomsnitt dekning av de åtte rammene.

De to stasjonene innerst i Tresfjorden ligger i vanntype «Naturlig oksygenfattig fjord». Naturlig oksygenfattige fjorder (vanntype 6) er vannforekomster der det er observert områder med naturlig lave oksygenkonsentrasjoner på grunn av lite eller ingen vannutskifting i vannforekomstens dypere deler. Det foreligger ingen artslistor eller klassegrenser for denne vanntypen. Men da fjæresonen sjeldent er påvirket av lav vannutskifting i de dypere delene av vannforekomsten, har det vært utført ulik praksis i hvordan man har klassifisert vanntype 6 (Naturlig oksygenfattig fjord). Det er for eksempel brukt nabovannforekomstens vanntype, eller den er blitt betraktet som en vanntype 3 (Beskyttet kyst/fjord) (Pedersen m.fl. 2012).

For beregning av nEQR-verdier er det benyttet klassegrenser for vanntype 3 (beskyttet kyst/fjord) i økoregion Norskehavet Sør

Beregningen av fjæreindeksen viser at det var «god» økologisk tilstand på alle stasjonene både i 2011 og 2016. nEQR-verdien var høyere på samtlige stasjoner i 2016 sammenliknet med 2011, bortsett fra på stasjon TRE4 hvor den var lik (Tabell 4.6).

På TRE1 er «% grønnalger» og «rødalger totalt» høyere (forbedret) siden 2011. På TRE2 er forholdet mellom saktevoksende og hurtigvoksende alger blitt høyere, samt at «% brunalger totalt» har økt, mens antall arter er blitt lavere. På TRE3 er det en liten forbedring knyttet til at forholdet mellom saktevoksende og hurtigvoksende alger har økt og «% opportuniste» har gått ned, mens det også her er en nedgang i antall arter.

Tabell 4.6 nEQR-verdi (regnet fra fjæreindeksen) og økologisk tilstand (statusklasse) på de seks stasjonene undersøkt i 2011 og 2016. Grønn farge indikerer «God» økologisk tilstand. Merk: det ble oppdaget noen småfeil i beregningen av fjæreindeksen, presentert i notatet «Fjæreundersøkelse i Tresfjorden» fra 22.3.2012, og fjæreindeksen fra 2011 undersøkelsene er beregnet på nytt.

Stasjon				2011	2016
TRE1				0,72	0,74
TRE2				0,71	0,73
TRE3				0,77	0,78
TRE4				0,75	0,75
REF1				0,72	0,79
REF2				0,78	0,79

4.7 Konklusjon

Sammenlikning mellom undersøkelsene utført før byggestart av Tresfjordbrua viser at det hovedsakelig ble registrert færre arter i 2016 undersøkelsen, sammenliknet med 2011. Størst reduksjon i antall arter var på stasjon TRE2, like sør for Tresfjordbrua. Det ble også registrert noe lavere artsantall på stasjon TRE3, like nord for Tresfjordbrua.

Undersøkelsene utført i 2016 viser at det ble registrert flest flerårige arter på alle stasjonene, og de hadde også størst dekningsgrad. Dette tyder på stabile, friske fjæresamfunn. Beregningen av fjæreindeksen viser også at det var «god» økologisk tilstand på alle stasjonene både i 2011 og 2016. Det var ingen tegn til eutrofiering eller annen belastning på fjæresamfunnet.

Rammestasjonene er ikke faste, dvs. at rammene ble plassert tilfeldig i de to nivåene. Sammenlikningen mellom de to undersøkelsesårene har derfor noen svakheter da artene ikke er jevnt fordelt i fjæra.

Fjæresamfunnet består av både ettårige- og flerårige arter, og utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Dyr og alger i fjæra er utsatt for store svingninger i temperatur og saltholdighet, samtidig som de tørres ut i lavvannsperioder. I løpet av sommerhalvåret vil de påvirkede områdene gjennomgå suksesjonsfaser, og forekomsten av ulike arter avhenger bl.a. av artenes suksess i etableringsfasen og i konkurransen om plass. Andre årsaker til ulikhetene i registreringene kan være at vær og vind vil kunne påvirke undersøkelsen og vannstanden kan variere.

Det er mulig at byggingen av Tresfjordbrua kan være årsaken til at det ble registrert lavere artsmangfold på stasjonene i nærheten av brua. Men undersøkelsene tyder på stabile, friske fjæresamfunn på alle de undersøkte stasjonene.

5 Modelling

5.1 The Tresfjord project

The aim of performing 3D modeling study was to throw light on how the sea water current velocity changes after constructing the new bridge and embankment cross the Tresfjord. The location of Tresfjord is presented in Figure 5.1.

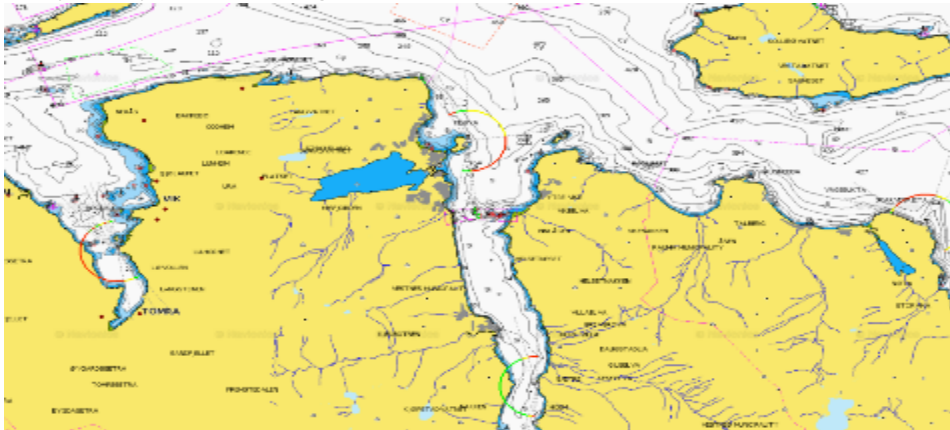


Figure 5.1 Area of Tresfjorden.

5.1.1 GEMSS model

A Generalized Environmental Modeling System for Surface Water (GEMSS) has been used in this project. The structure of applied GEMSS model is presented in the **Feil! Fant ikke referanseilden..**



Generally, GEMSS modeling tools includes the following modules:

- GEMSS STM (sediment transport module)
- GEMSS COSIM (oil spill module)
- GEMSS HDM (hydrodynamic module)
- GEMSS WQM (water quality module)
- GEMSS 1D (1D river module)
- GEMSS TOX (toxics module)
- GEMSS TAM (plume module)
- GEMSS W2 (ce-equal-w2)

Figure 5.2. 5.2 Schematic description of the 3D GEMSS model

For the purpose for perform the numerical studies on this project we have mostly used the hydrodynamic module (**GEMSS HDM**). This module is based on the finite-difference Navier-Stokes equations. It is z-level or σ -stretched system and is implicit in time with a curvilinear grid.

This module computes 3-D flow fields in rivers, lakes, reservoirs, estuaries, and coastal water bodies. **GEMSS HDM** model prepared for the Tresfjorden area was developed to study the seawater circulation in the fjord before and after constructing new bridge. The model was based on the three-dimensional computational grid. For the purpose of nesting algorithm, two computational meshes with different bathymetry were used to study the hydrodynamics in the mentioned area. The first one covers the

Tresfjorden area and was based on the old bathymetry before Tresfjord bridge was build. The second one computational mesh covers the same geographical area but is based on the bathymetry after constructing the bridge. These 2 grids with old and new bathymetry are shown in Figure 5.3 and **Feil! Fant ikke referanseilden..**

The computational grids

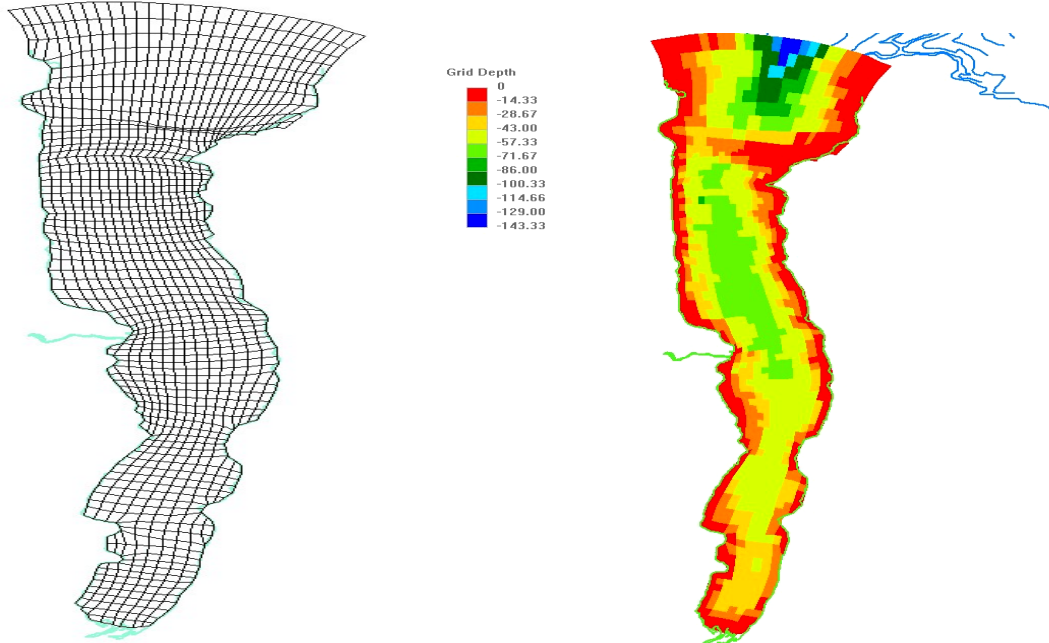


Figure 5.3 Grid for Tresfjorden before the bridge had been constructed.

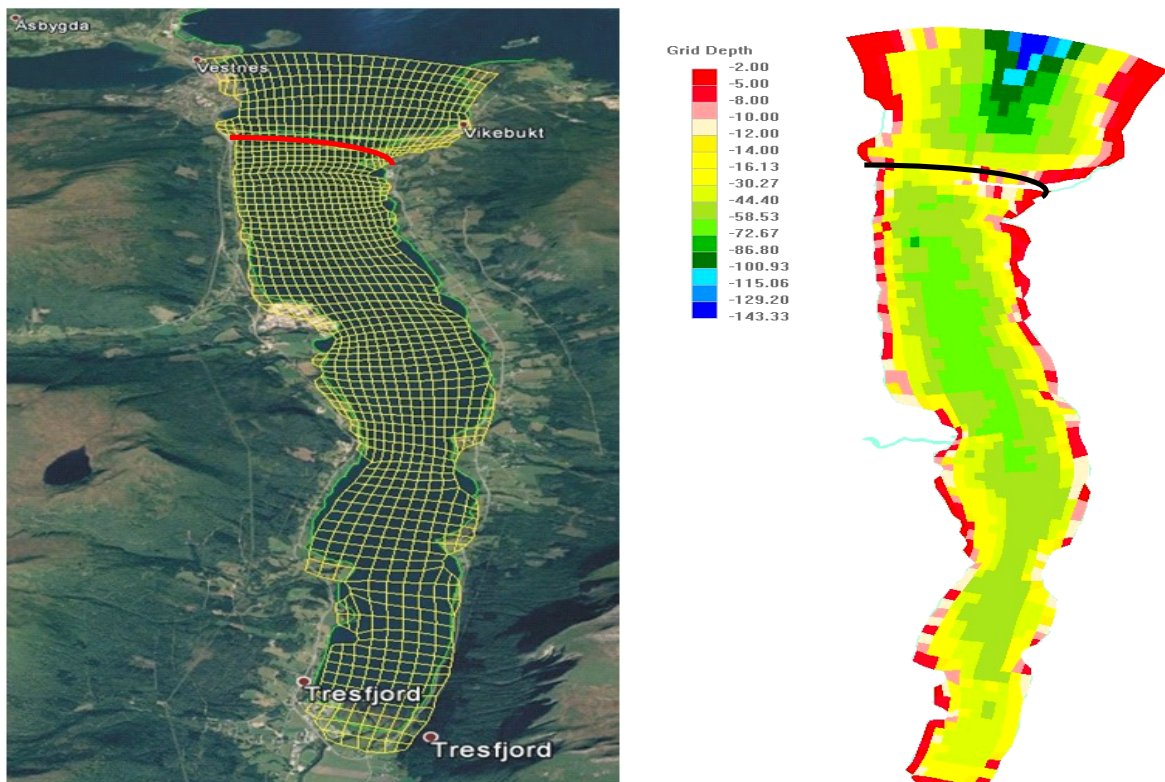


Figure 5.4 Grid for Tresfjorden after the bridge had been constructed.

5.2 Studying on the water circulation in the Tresfjorden area

The Tresfjord connects to the open sea. This influences hydrographic conditions in the fjord. Mathematical models describing seawater circulation in this fjord indicates that the Tresfjord should not be treated as a separate basin. This is because the seawater current fields occurring in this area seems to be a continuation of the same seawater currents also in open part of the Tresfjord area. Because of this, it was particularly important to properly describe the boundary conditions for the seawater flow contacting the open sea (contacting area of the inner Fjord and open waters).

5.2.1 Current velocity and direction

The results of the modeling of current velocity and direction in the Tresfjord with and without the bridge and embankment are presented in Figure 5.4 - Figure 5.7.

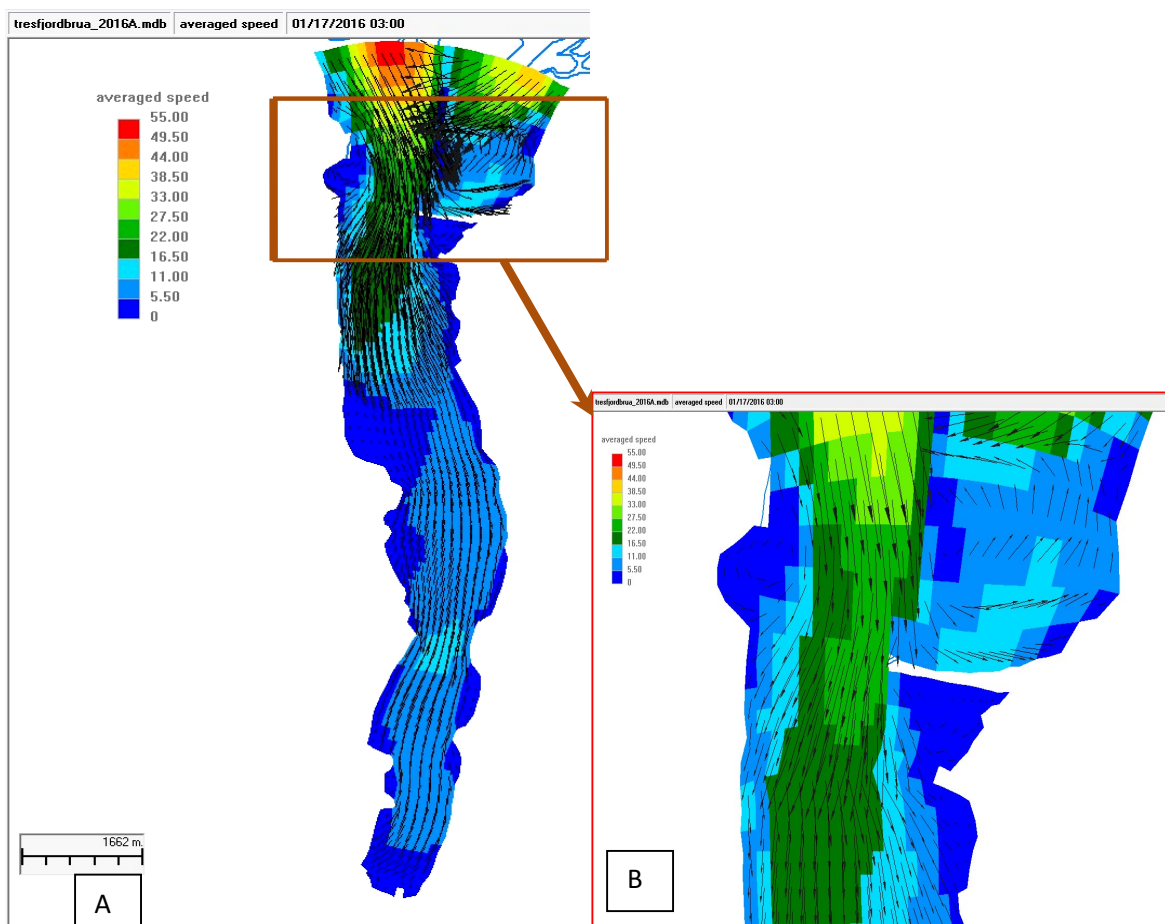


Figure 5.4 Averaged current velocity vectors and speed contour fields for Tresfjorden area with new bridge and embankment. (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)

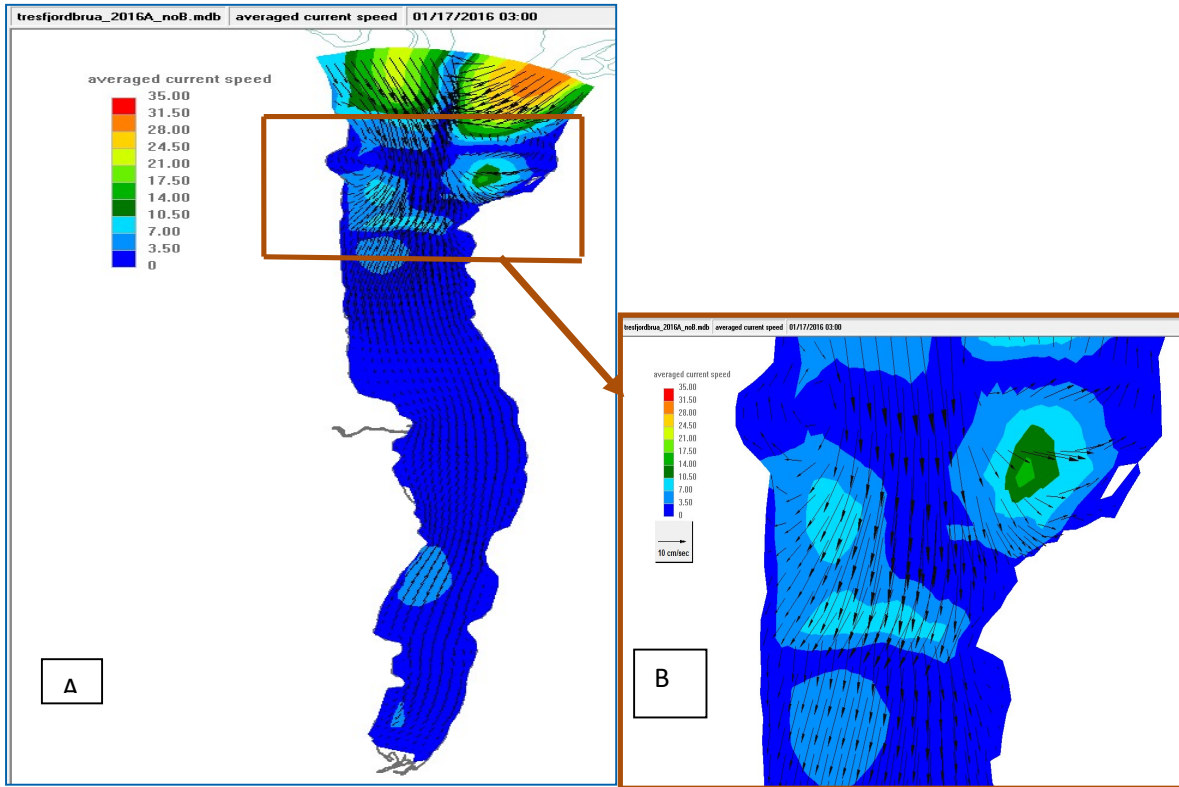


Figure 5.5 Averaged current velocity vectors and contour fields for Tresfjorden with no bridge or embankment. (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)

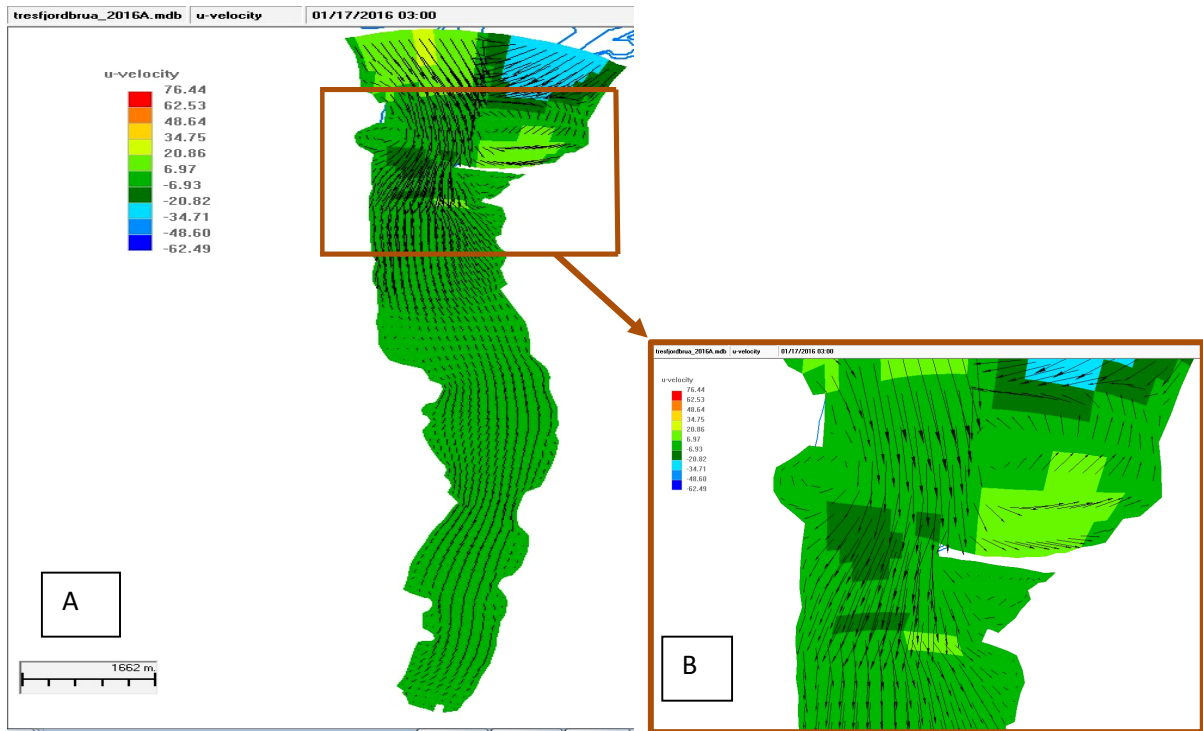


Figure 5.6 Surface velocity vectors (cm/s) and contour fields for Tresfjorden with bridge and embankment (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge).

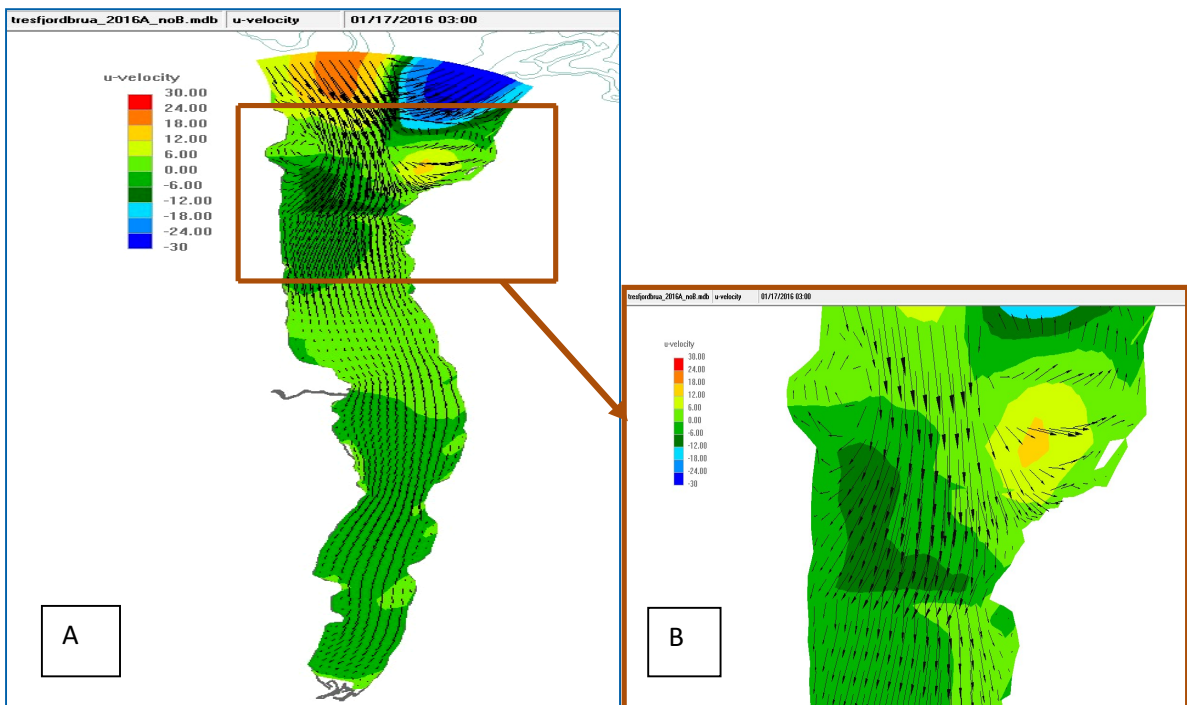


Figure 5.7 Surface velocity vectors and contour fields for Tresfjorden without bridge or embankment (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)

5.2.2 Current speed

To investigate how the the new bridge effectes current speed we compared the difference in average current speed between situation 1 (before constructing the bridge) and situation 2 (after bridge had been constructed) using real meteorological data from a period of 11 months in 2016. The obtained results are presented in Figure 5.8 to 5.11.

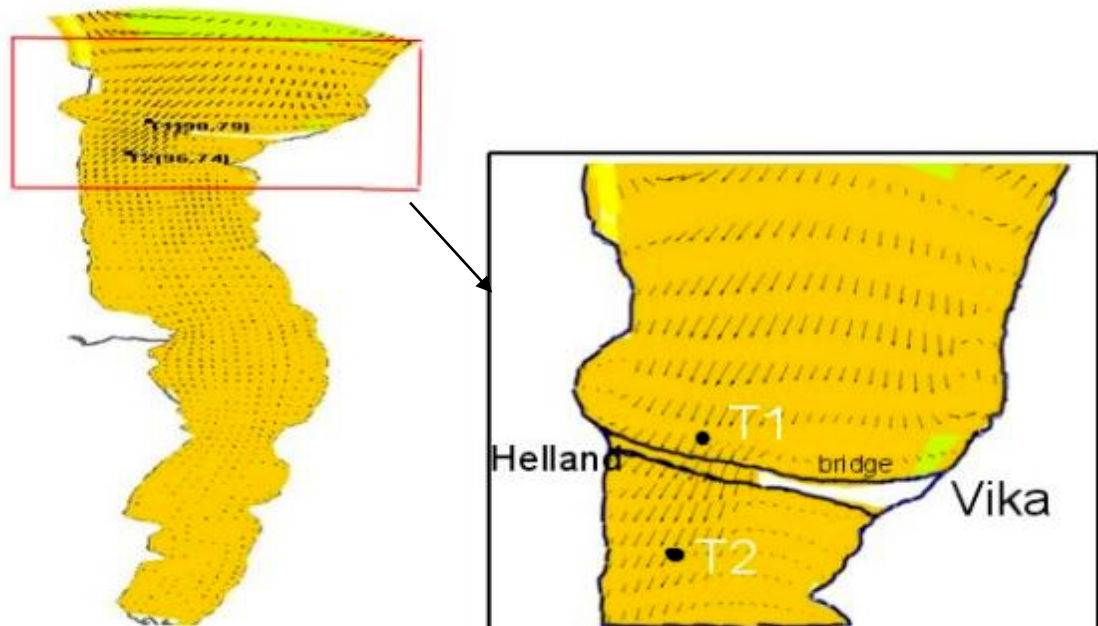


Figure 5.8 Location of selected time series for points T1 and T2 on the computational grid for Tresfjord area.

Figure 5.9 and Figure 5.10 shows the results of model-calculated average current speed for point T1 (see location in Figure 5.9) with and without bridge and embankment. The mean percentage increase of average current speed with the bridge and embankment was around 5 %.

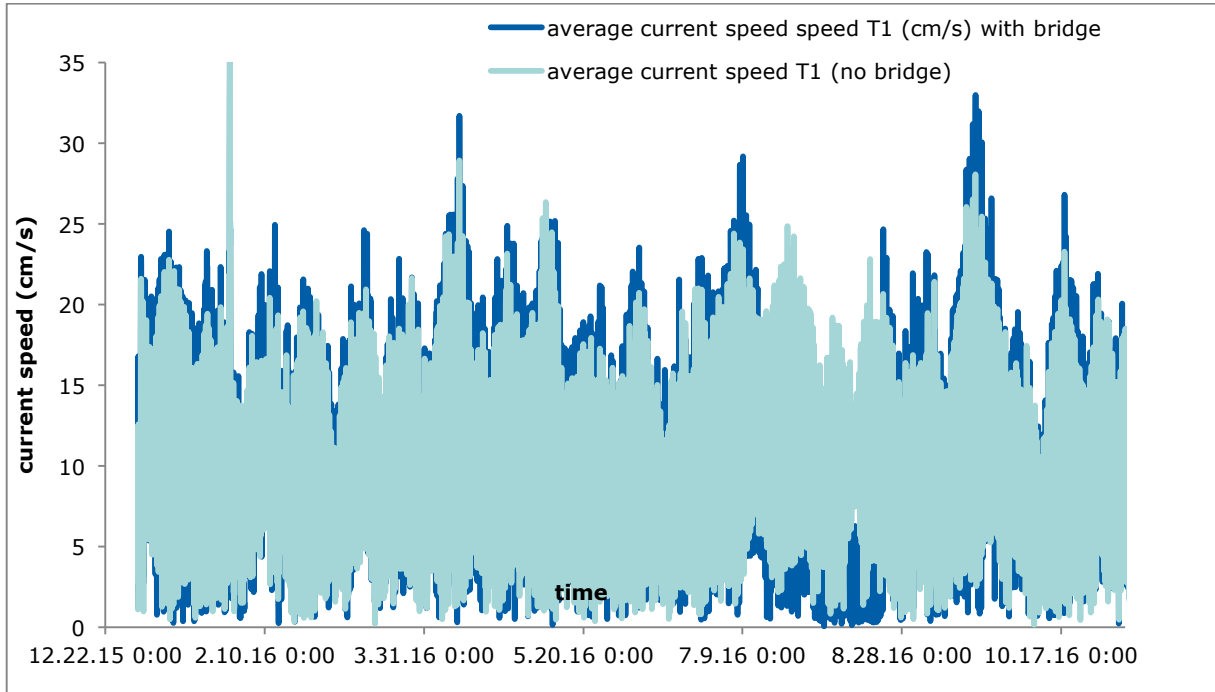


Figure 5.9 Comparison of average current speed values for situation with and with bridge for the time series for point T1 (located outside the bridge).

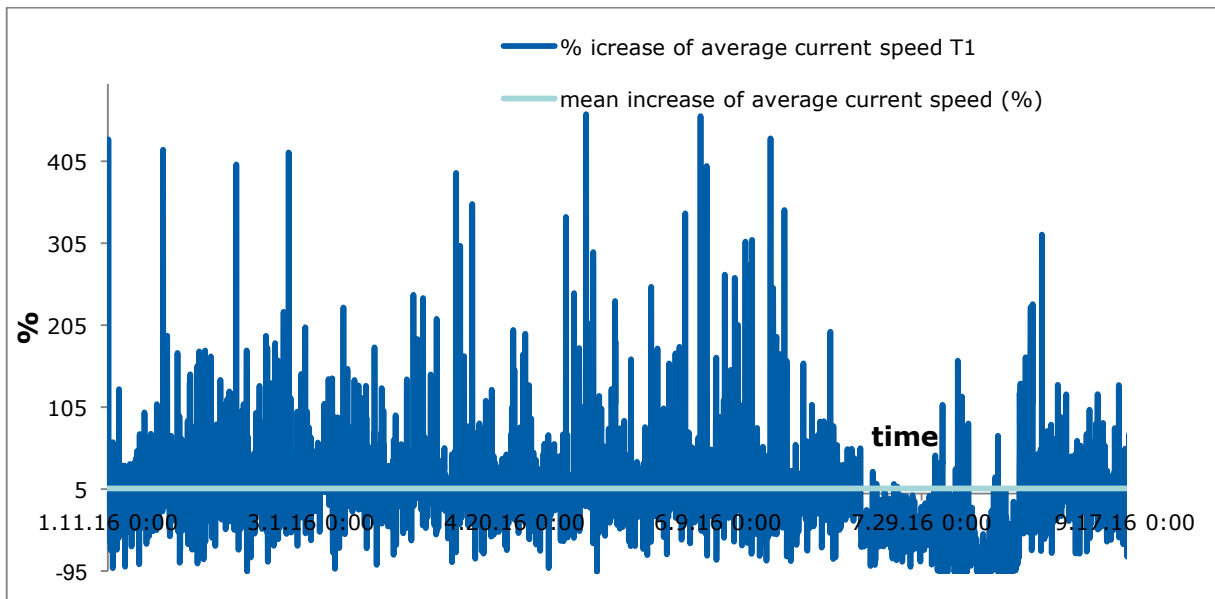


Figure 5.10 Percentage increase of average current speed values after bridge was constructed for time series for point T1.

5.2.3 Effect of meteorological conditions on current speed

In the next step have tested the effect of meteorological conditions on current speed. We performed 4 extra simulations to find out to what degree the average current speed change for 4 hypothetical meteorological conditions (wind from N, S, E and W with increasing wind speed from 0.5 to 20 m/s). We took into consideration of the selected day in January 2016. The obtained results are presented in Figure 5.11 to 5.43.

5.2.3.1 Analysis of changes in hydrodynamic for east wind

After constructing the bridge, the average current speed (for wind from east) for winter condition has increase proximately 18% for the time series for point T1 (Figure 5.11 and Figure 5.12).

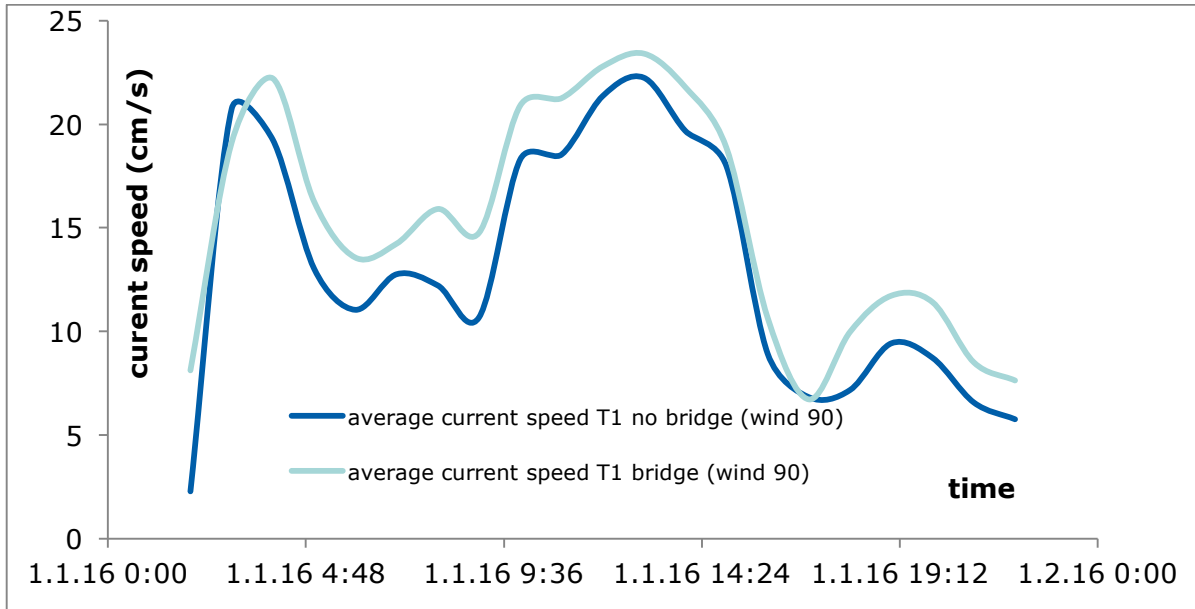


Figure 5.11 Averaged current speed for T1 (outside the bridge) for east wind before and after constructing the bridge.

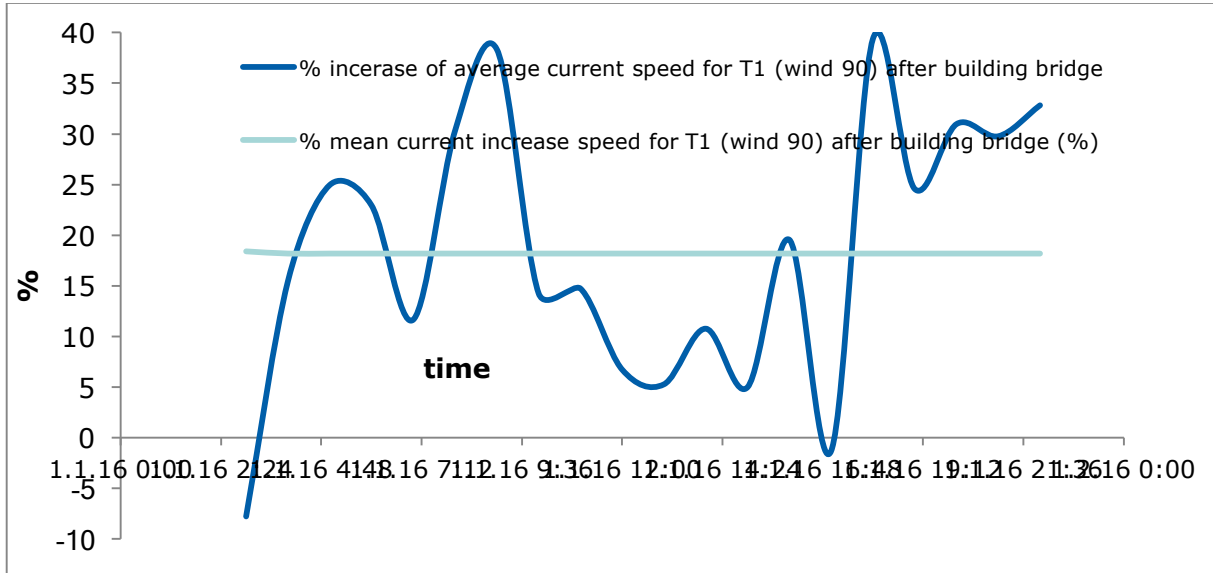


Figure 5.12 Averaged current speed for time series for point T1 (for east wind) before and after constructing the bridge.

After constructing the bridge, the average current speed (for wind from east) for winter condition has increased proximately 13 % for point T2 (Figure 5.13 and Figure 5.14). The same analysis was performed for the other time series T3 and T4 located more deep inside Tresfjord (Figure 5.15) and increase of the speed current was not so important for these 2 points (Figure 5.16 - Figure 5.19). In case of point T3, the average current speed (for wind from east) for winter condition has increased proximately 4.3% and decrease 4 % for point T4.

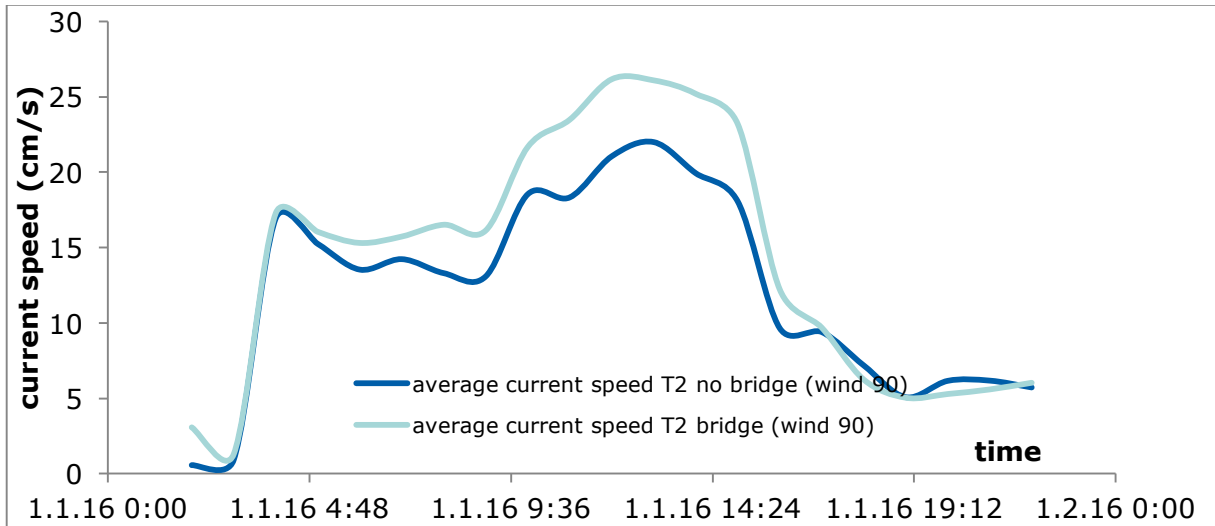


Figure 5.13 Averaged current speed for time series for point T2 (inside the bridge) for east wind before and after constructing the bridge.

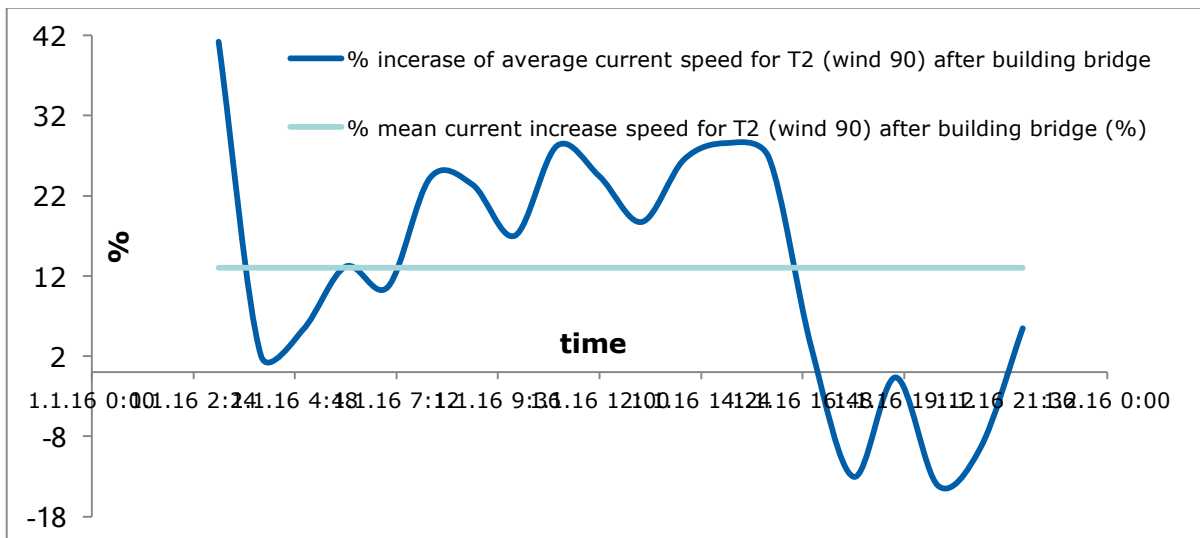


Figure 5.14 Averaged current speed for T2 for east wind before and after constructing the bridge.

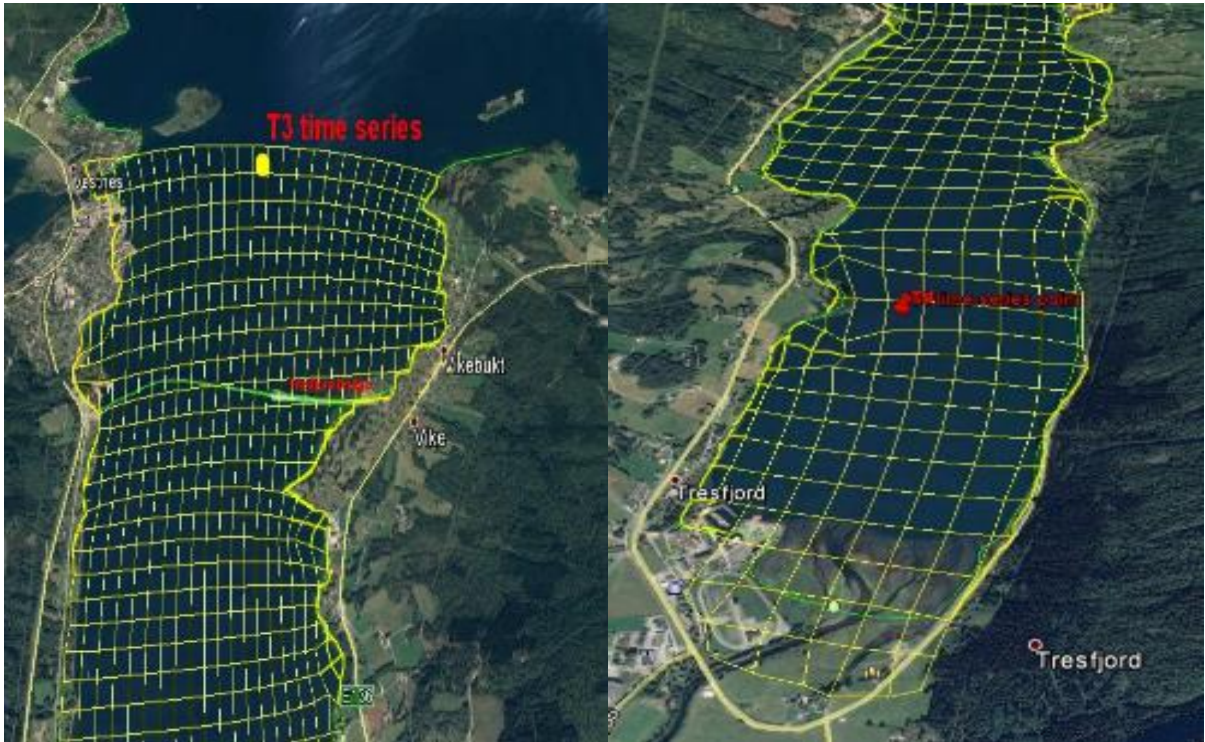


Figure 5.15 Location of selected points T3 and T4 on the computational grid for Tresfjord area.

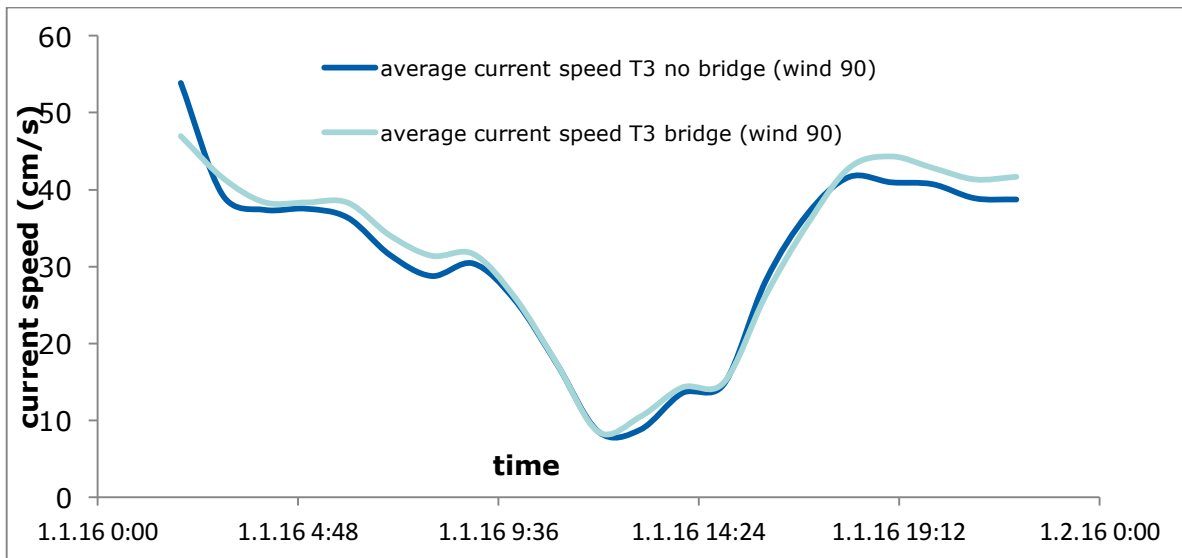


Figure 5.16 Averaged current speed for T3 for east wind before and after constructing the bridge.

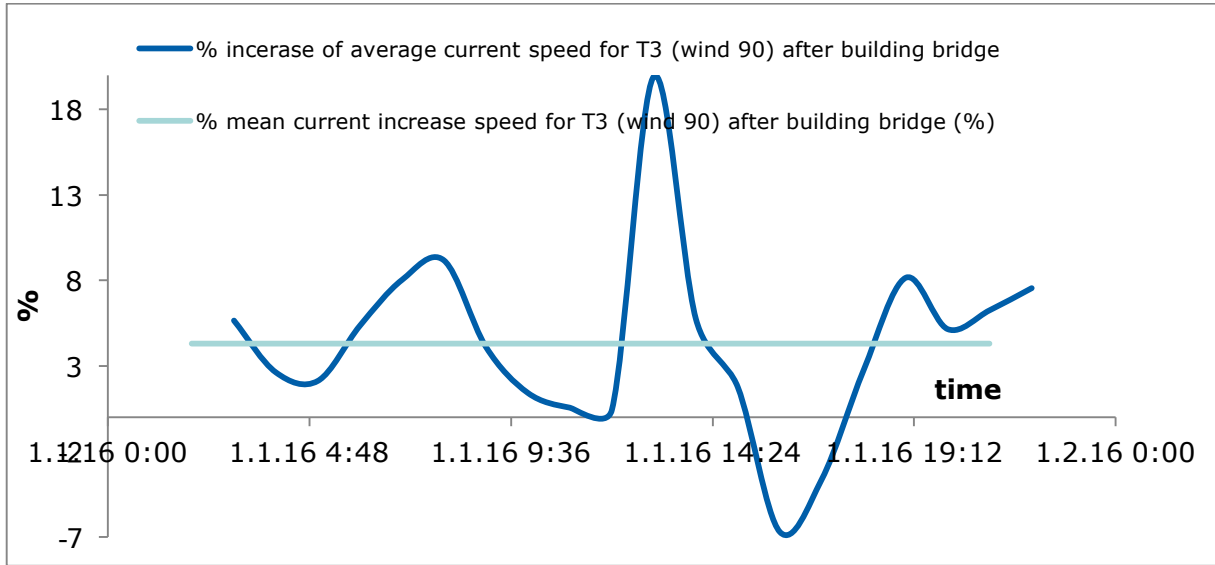


Figure 5.17 Percentage increase of averaged current speed for T3 for east wind after constructing the bridge.

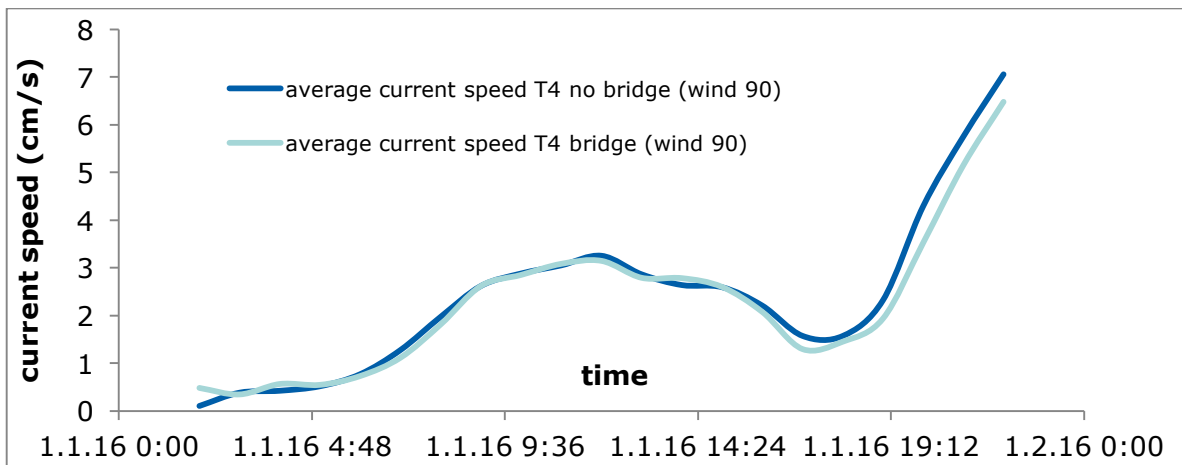


Figure 5.18 Averaged current speed for T4 for east wind before and after constructing the bridge.

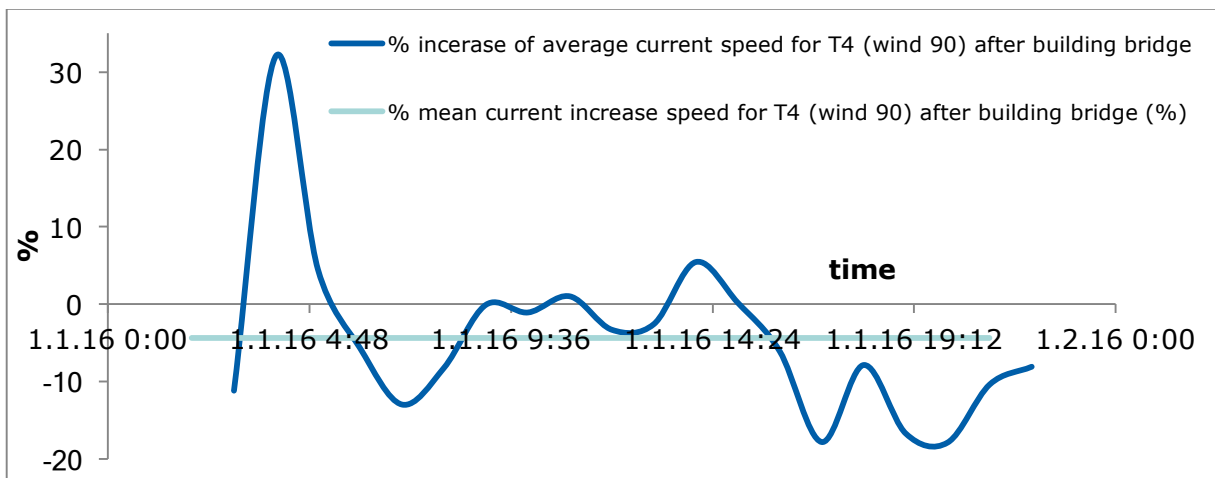


Figure 5.19 Percentage increase of averaged current speed for T4 for east wind after constructing the bridge.

5.2.3.2 Analysis of changes in hydrodynamic for north wind

After constructing the bridge, the average current speed (for wind from north) for winter condition has increased proximately 95 % for point T1 (Figure 5.20 and Figure 5.21). The highest changes were observed for strong wind with an increase from more than 10 m/s to 15 m/s and for weaker wind from 0.5 to 10 m/s, maximum increase was 80%.

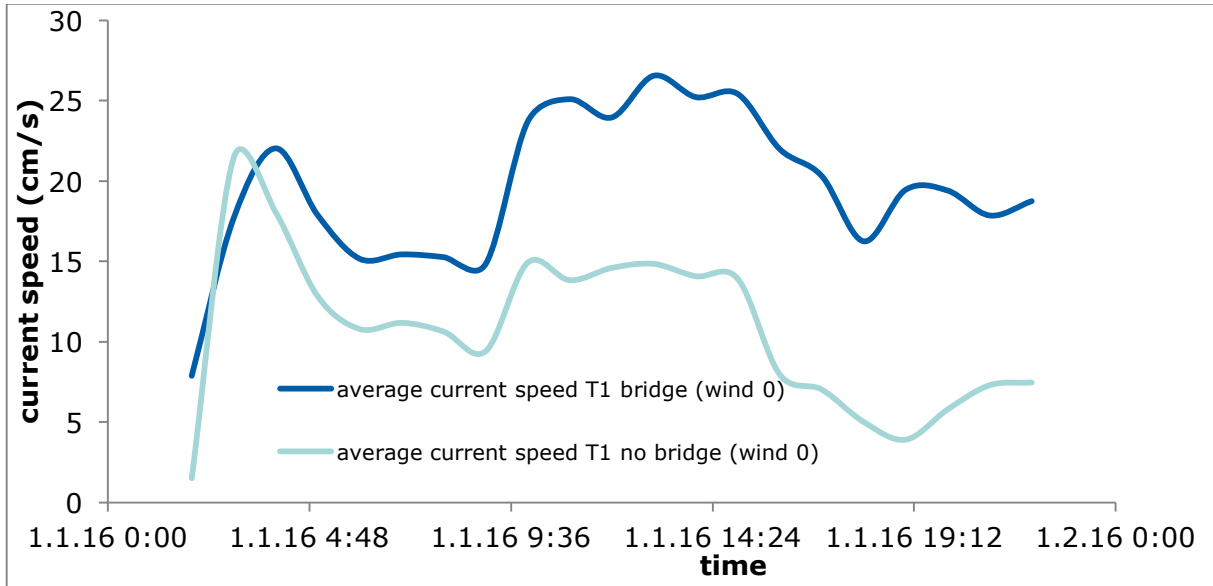


Figure 5.20 Averaged current speed for T1 for the north wind before and after constructing the bridge.

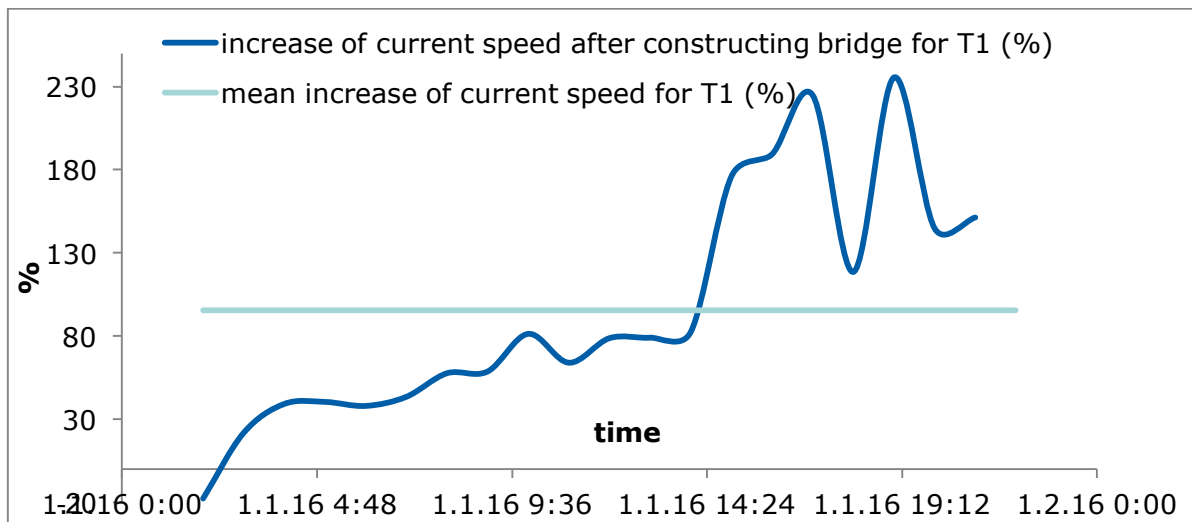


Figure 5.21 Percentage increase of averaged current speed for T1 for the north wind after constructing the bridge.

After constructing the bridge, the average current speed (for wind from north) for winter condition has increased proximately 137 % for point T2 (Figure 5.22 and Figure 5.23). The wind speed range from 0.5 to 20 m/s. The highest changes were observed for strong wind more than 10 m/s to 15 m/s more than 100 % and for weaker wind from 0.5 to 10 m/s maximum increase was 56 %. The same analysis was performed for the other time series T3 and T4 located more deep inside the Tresfjord (Figure 5.24

- Figure 5.27). The increase in current speed was bigger for point T3. The average current speed (for wind from north) under winter condition has increased proximately 113 % for the wind speed range from 0.5 to 20 m/s and for weaker wind from 0.5 to 10 m/s. Maximum increase was 24%. For point T4 increase was 4%.

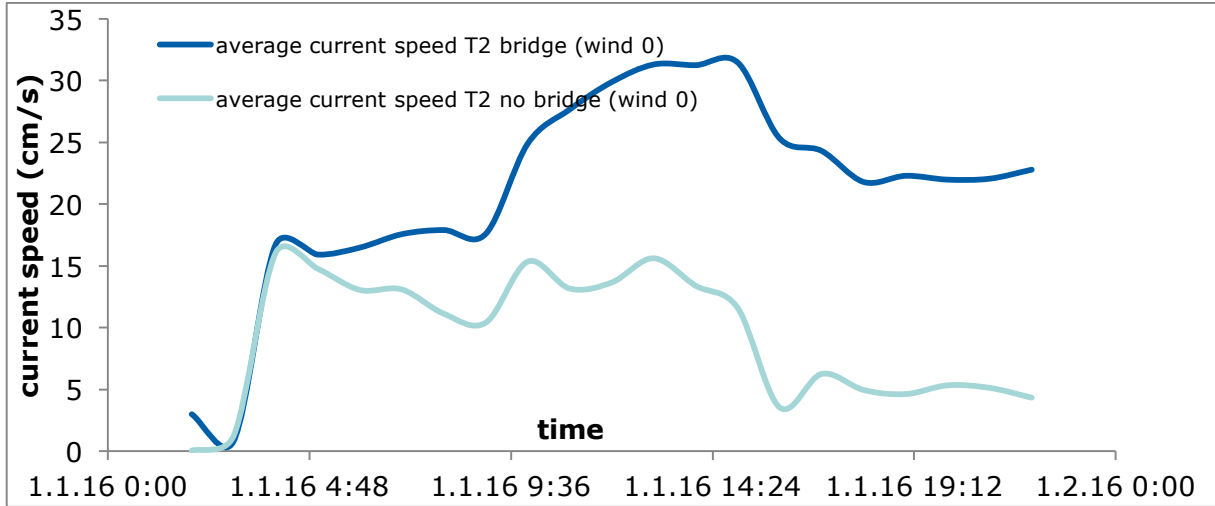


Figure 5.22 Averaged current speed for T2 for the north wind before and after constructing the bridge.

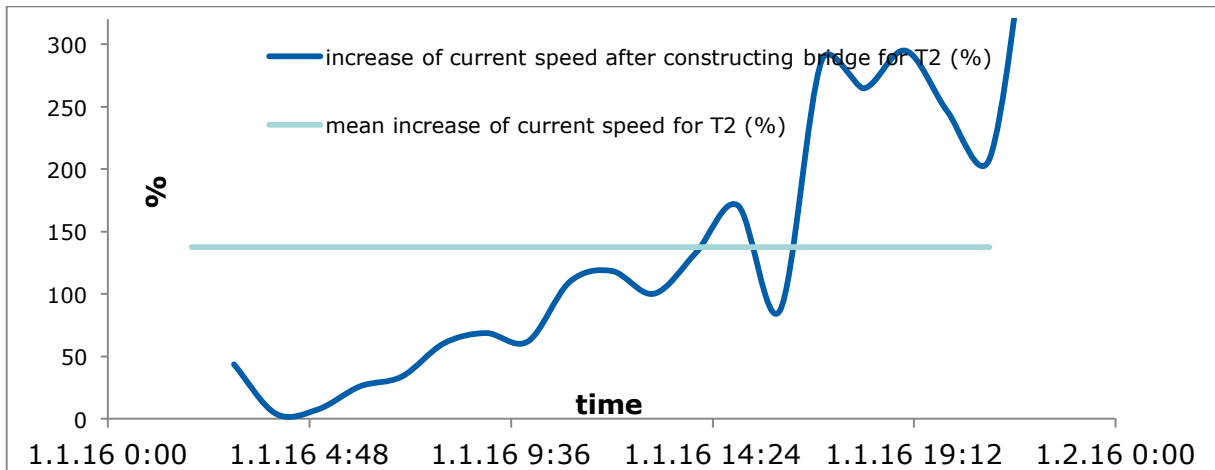


Figure 5.23 Percentage increase of averaged current speed for T2 for the north wind after constructing the bridge.

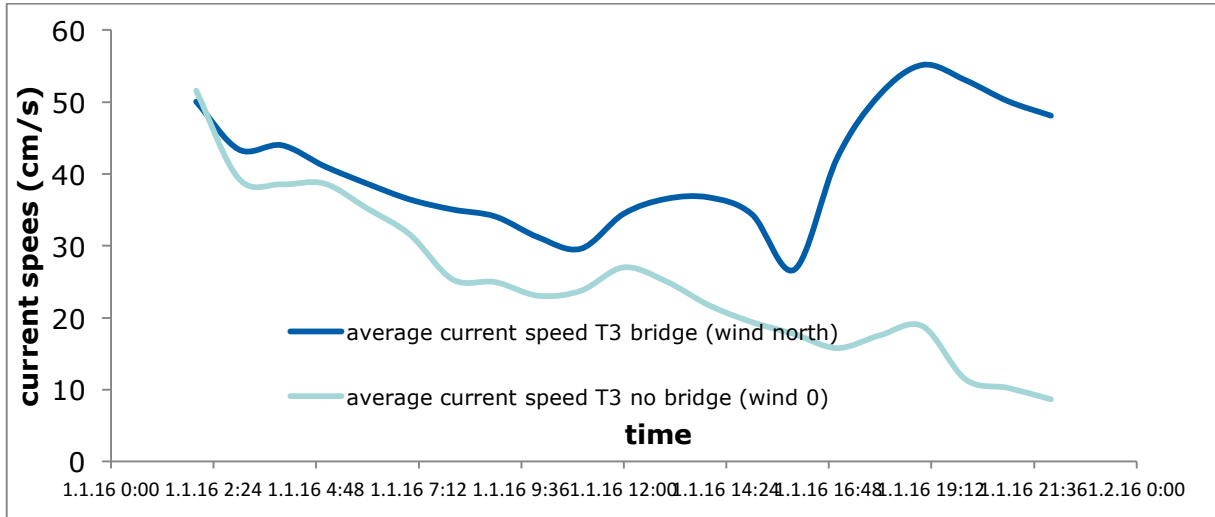


Figure 5.24 Averaged current speed for T3 for the north wind before and after constructing the bridge.

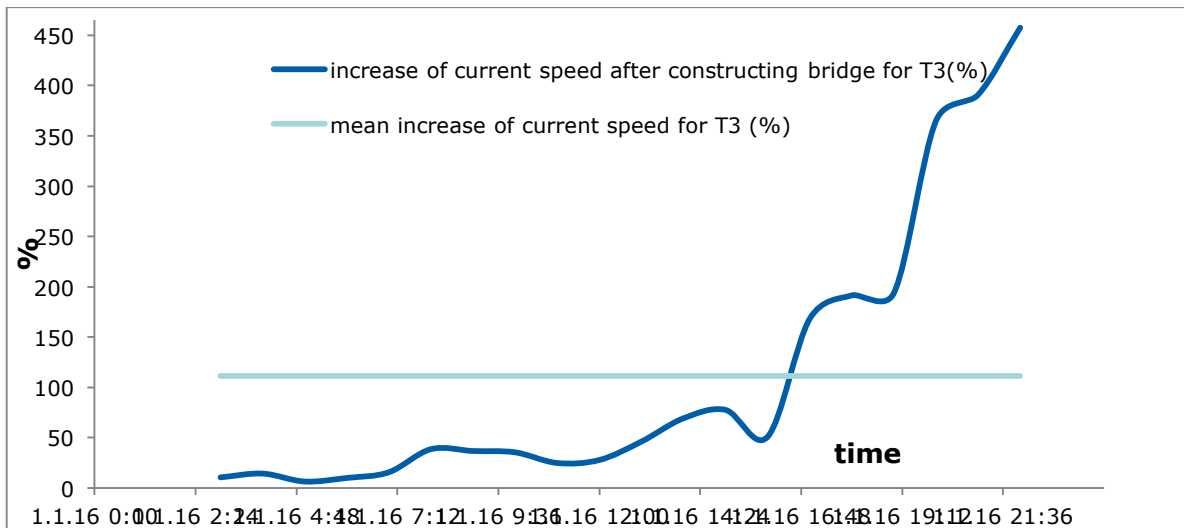


Figure 5.25 Percentage increase of averaged current speed for T3 for the north wind after constructing the bridge.

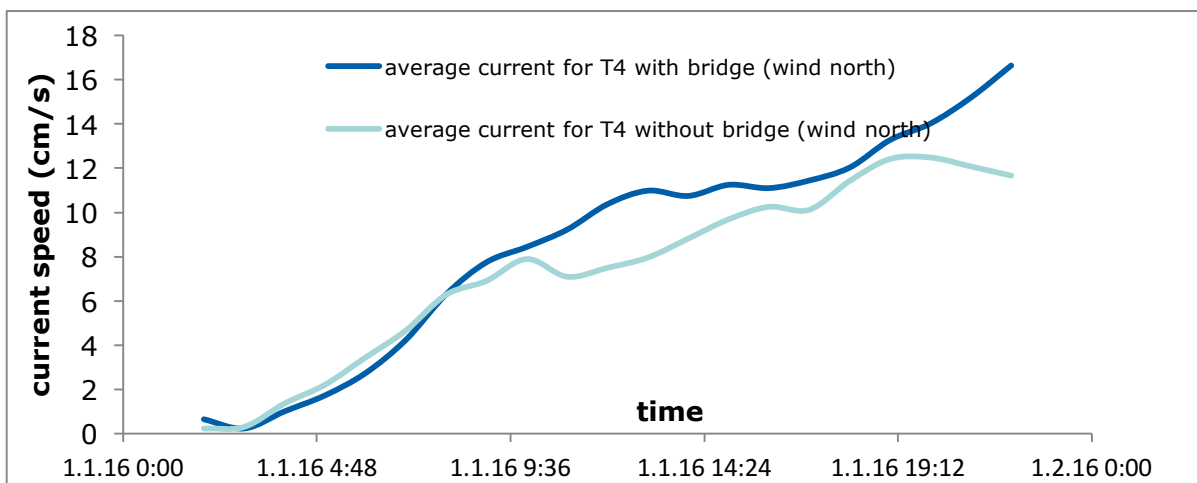


Figure 5.26 Averaged current speed for T4 for the north wind before and after constructing the bridge.

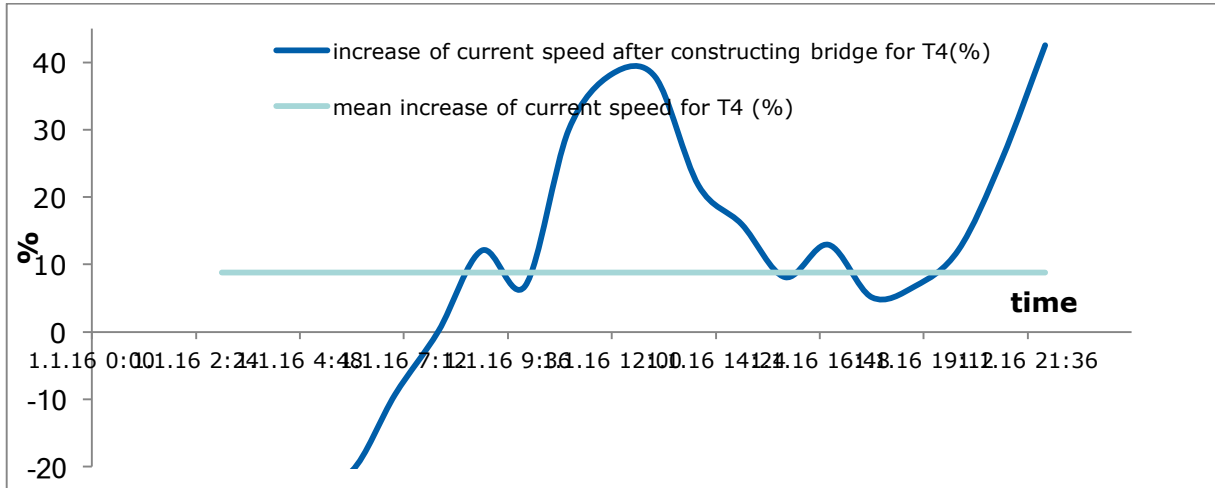


Figure 5.27 Percentage increase of averaged current speed for T4 for the north wind after constructing the bridge.

5.2.3.3 Analysis of changes in hydrodynamic for south wind

After constructing the bridge, the average current speed (for wind from south) for winter condition has increased proximately 28.9 % for point T1 for range of wind speed from 0.50 m/s to 20 m/s (Figure 5.28 and Figure 5.29).

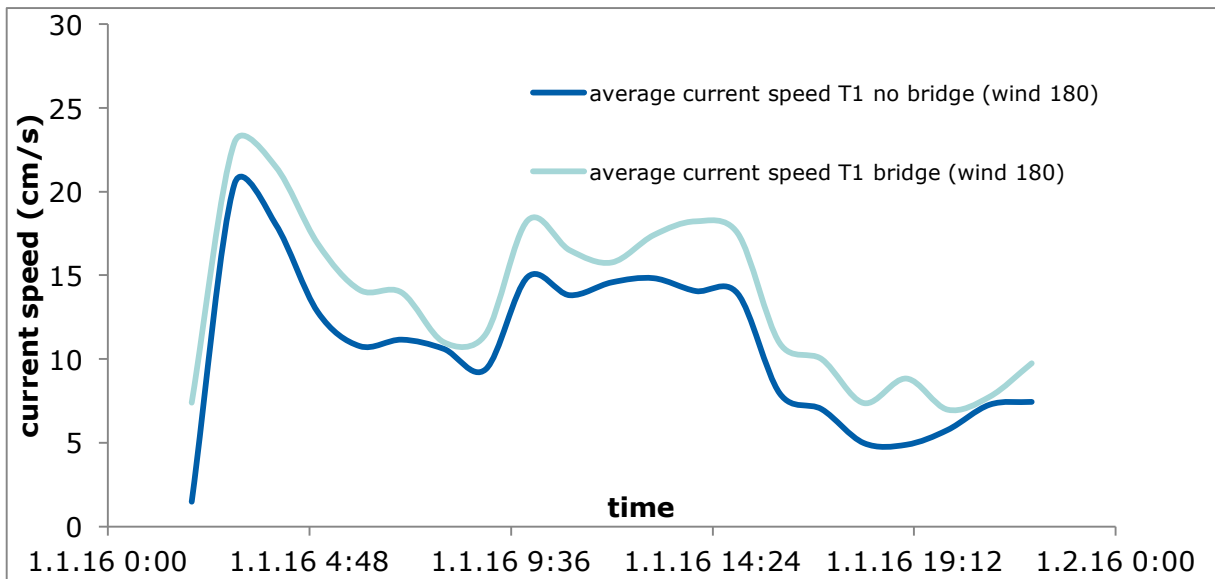


Figure 5.28 Averaged current speed for T1 for the north south before and after constructing the bridge.

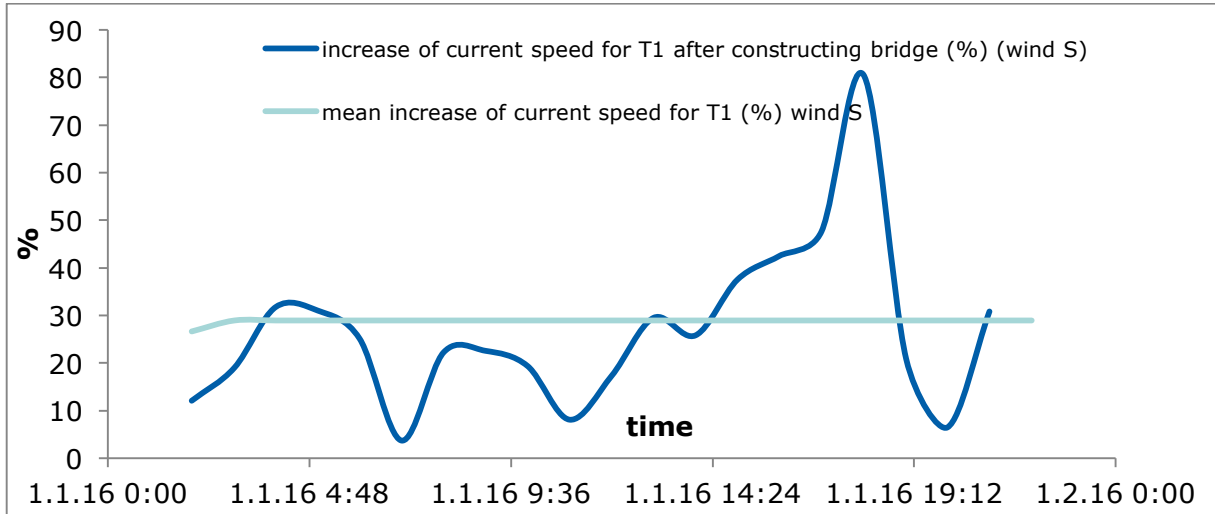


Figure 5.29 Percentage increase of current speed for T1 for south wind after constructing the bridge.

After constructing the bridge, the average current speed (for wind from south) for winter condition has increased proximately 27 % for point T2 for the wind speed range from 0.5 to 20 m/s (Figure 5.30 and Figure 5.31). The same analysis was performed for the other time series T3 and T4 located more deep inside Tresfjord (Figure 5.32 - Figure 5.35). The increase in current speed was more intensive for point T3 and much less for T4. The average current speed (for wind from south) for winter condition has increased proximately 8.3 % for the wind speed range from 0.5 to 20 m/s for T3 and 1.5 % for point T4.

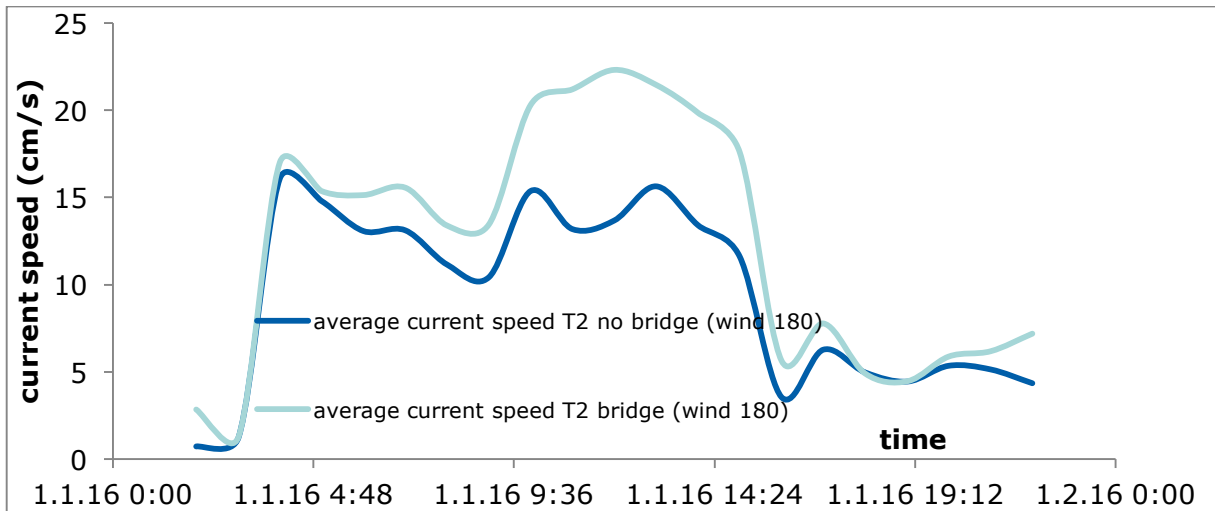


Figure 5.30 Averaged current speed for T2 for the south wind before and after constructing the bridge.

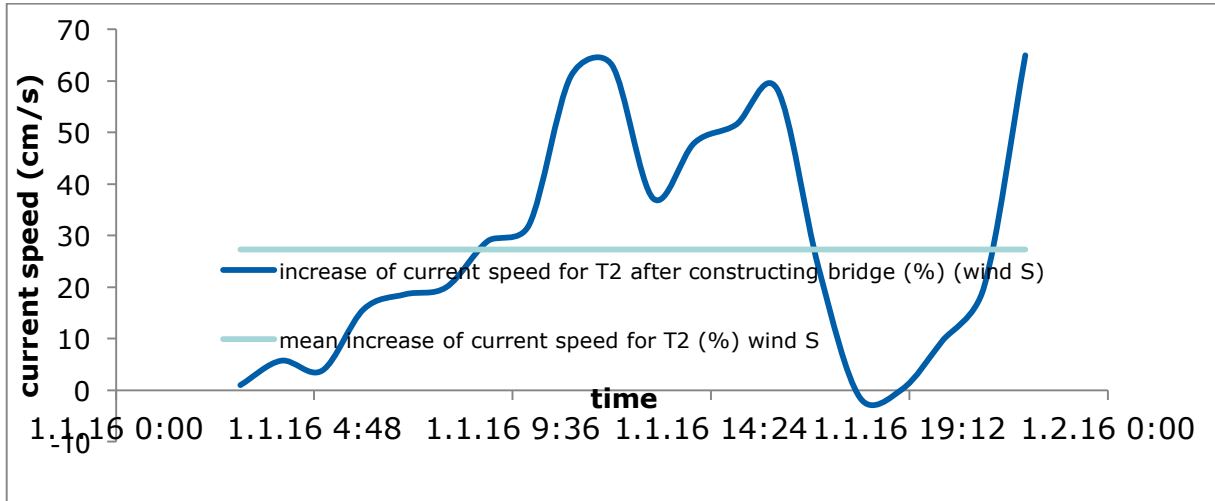


Figure 5.31 Percentage increase of current speed for T2 for south wind after constructing the bridge.

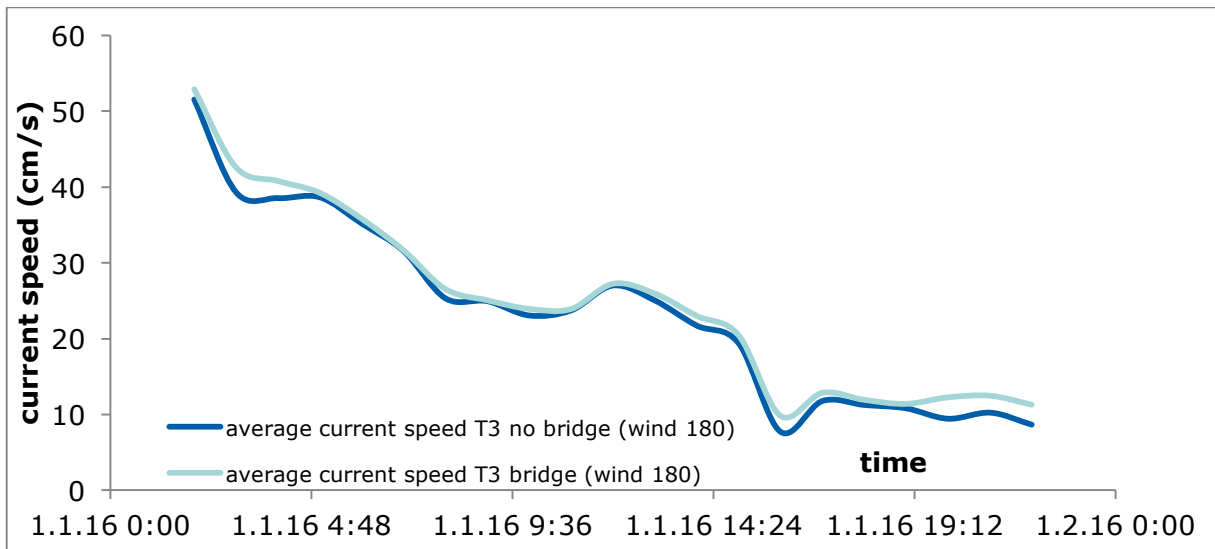


Figure 5.32 Averaged current speed for T3 for the south wind before and after constructing the bridge.

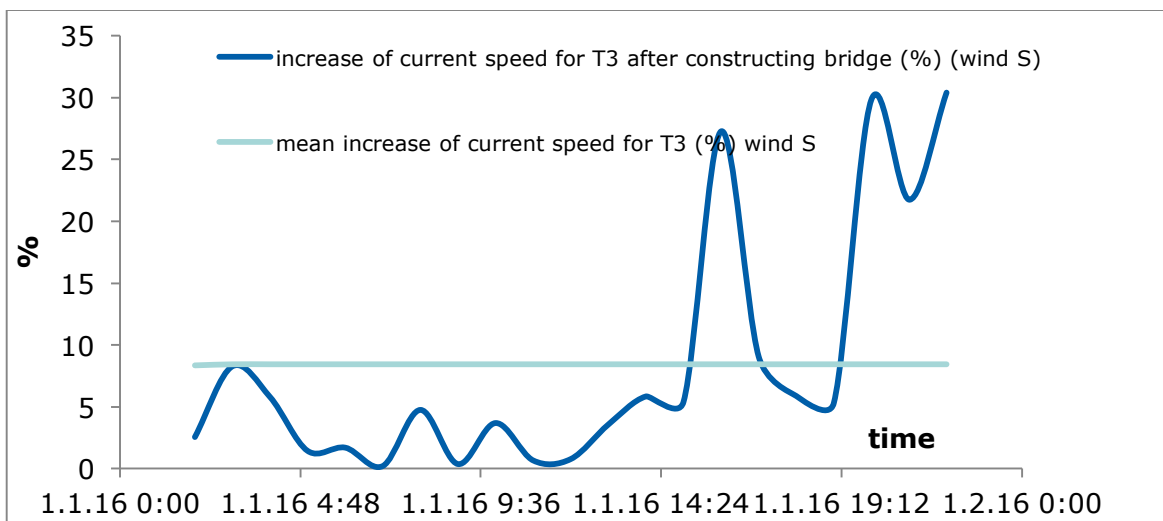


Figure 5.33 Percentage increase of current speed for T3 for south wind after constructing the bridge.

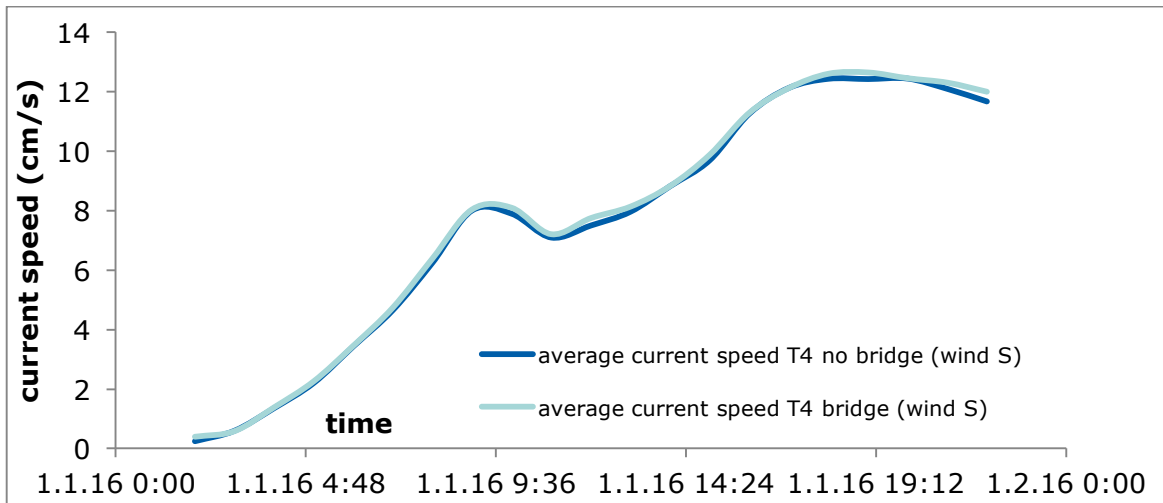


Figure 5.34 Averaged current speed for T4 for the south wind before and after constructing the bridge.

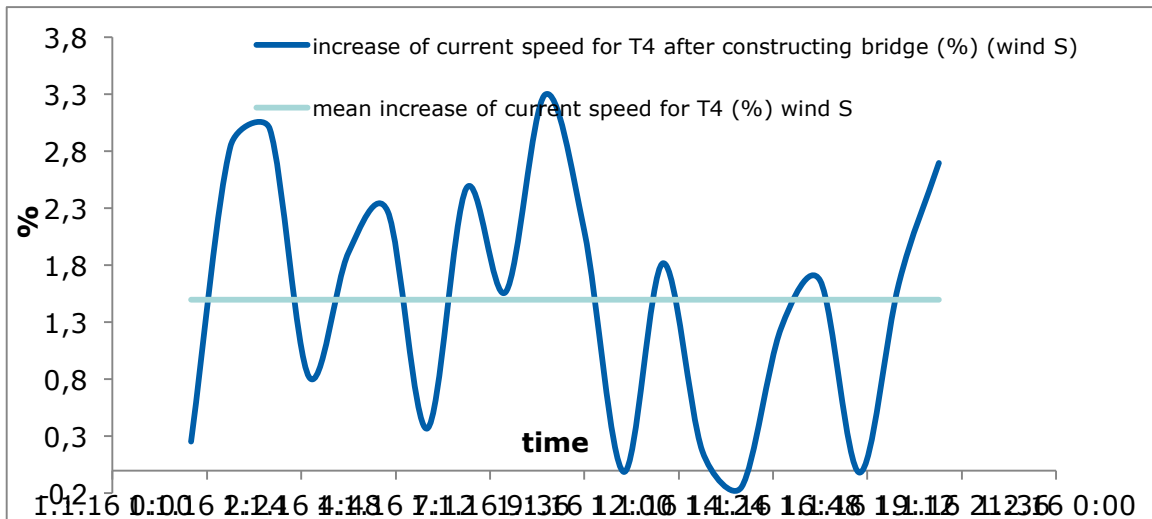


Figure 5.35 Percentage increase of current speed for T4 for south wind after constructing the bridge.

5.2.3.4 Analysis of changes in hydrodynamic for western wind

After constructing the bridge, the average current speed (for western wind) for winter condition has increased proximately 20 % for point T1 (range of wind speed from 0.50 m/s to 20 m/s) (Figure 5.36 and Figure 5.37).

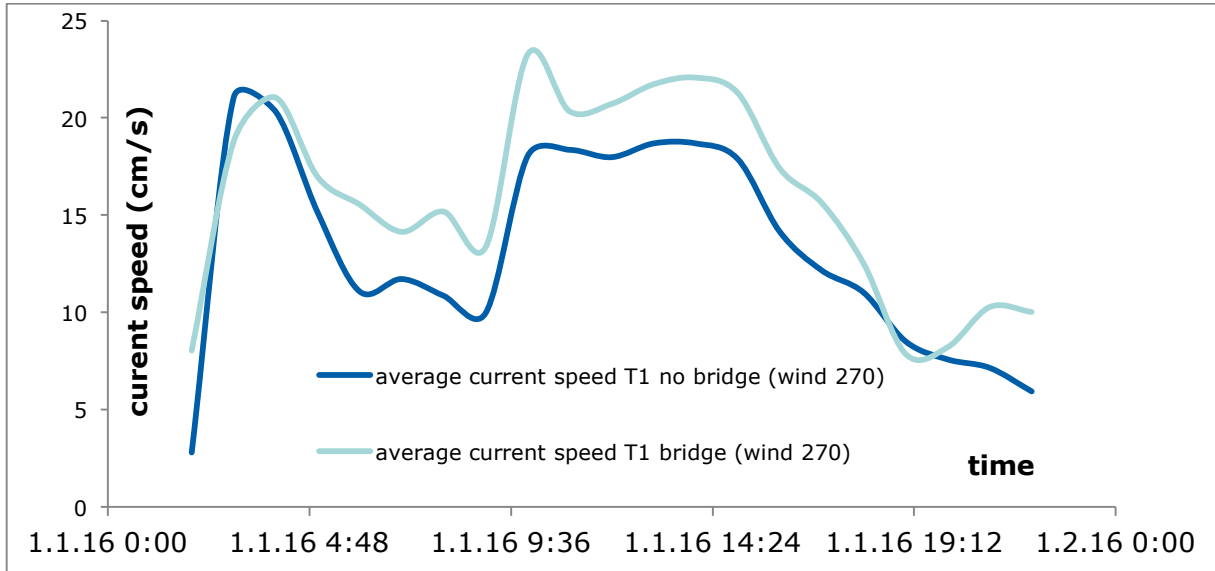


Figure 5.36 Averaged current speed for T1 for western wind before and after constructing the bridge.

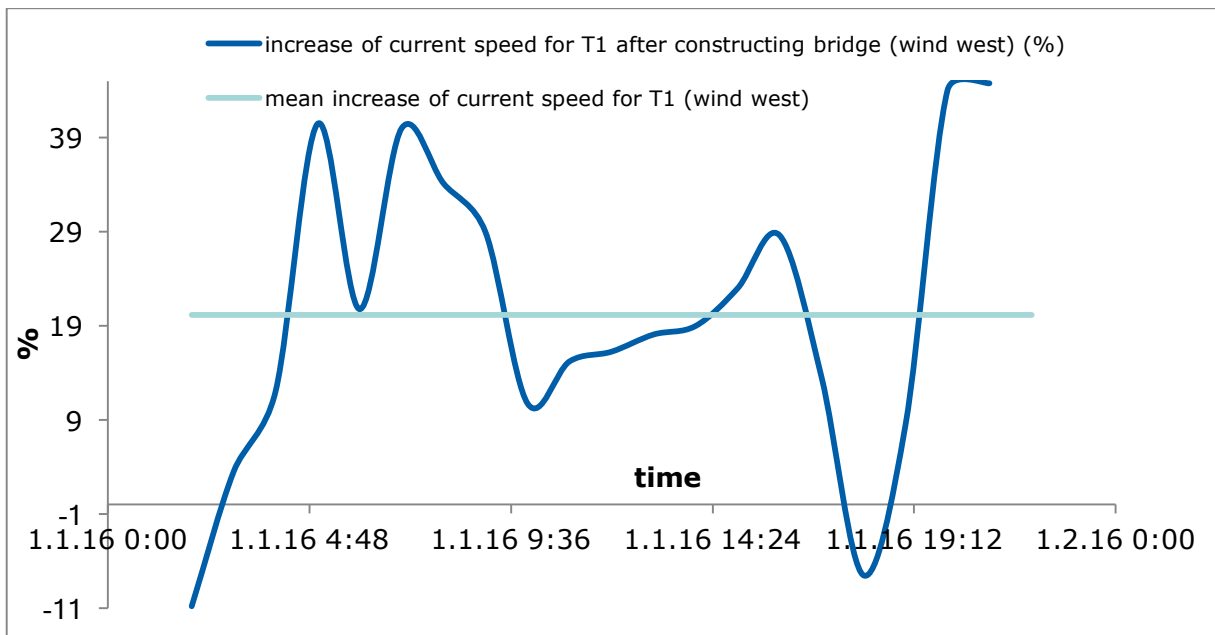


Figure 5.37 Percentage increase of current speed for T1 for western wind after constructing the bridge.

After constructing the bridge, the average current speed (for western wind) for winter condition has increased proximately 48 % for point T2 for the wind speeds ranging from 0.5 to 20 m/s (Figure 5.38 and Figure 5.39). The same analysis was performed for the other time series T3 and T4 located more deep inside Tresfjord (Figure 5.40 - Figure 5.42). The increase in speed current was not so big for point T3 and for T4. The average current speed (for western wind) for winter condition has increased proximately 2.3 % for the wind speed range from 0.5 to 20 m/s for T3 and 4 % decrease for point T4.

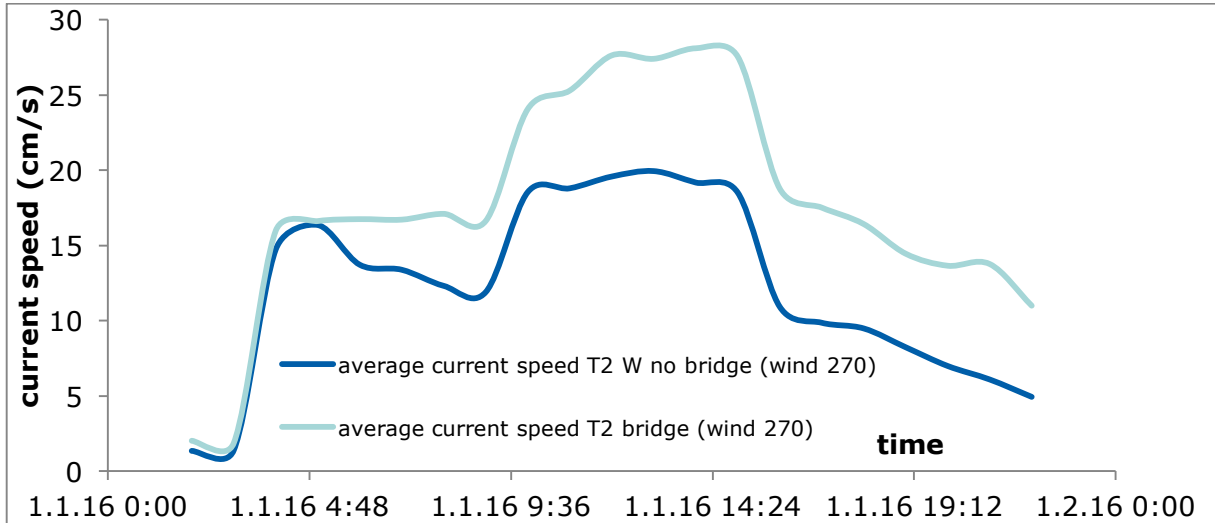


Figure 5.38 Averaged current speed for T2 for western wind before and after constructing the bridge.

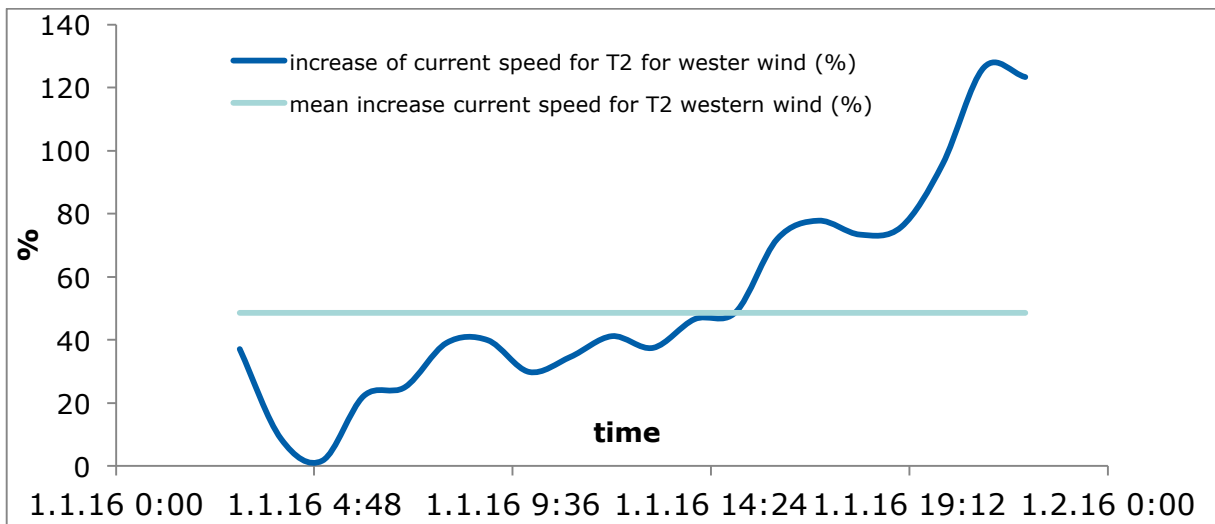


Figure 5.39 Percentage increase of current speed for T2 for western wind after constructing the bridge.

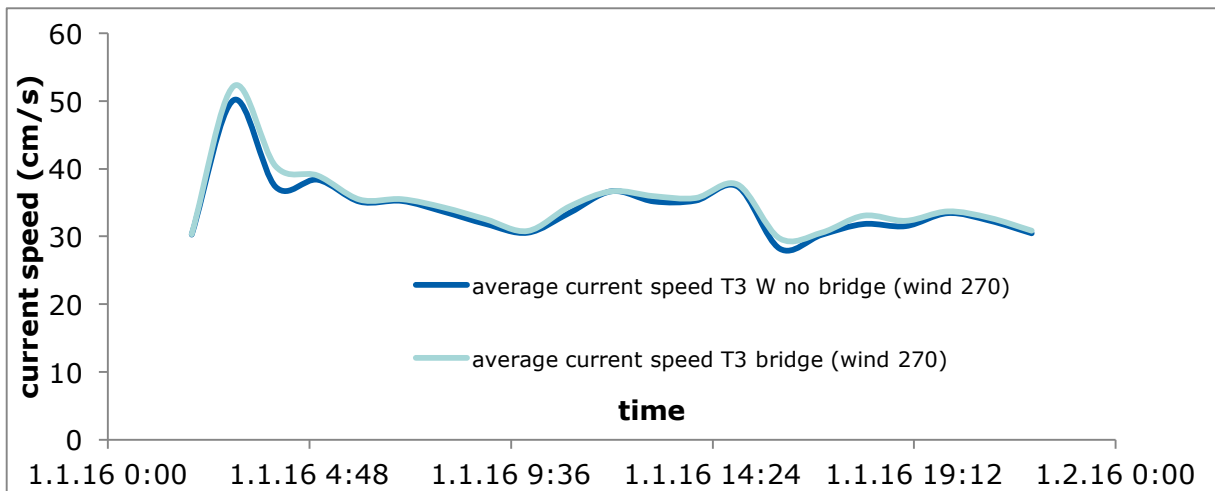


Figure 5.40 Averaged current speed for T3 for western wind before and after constructing the bridge.

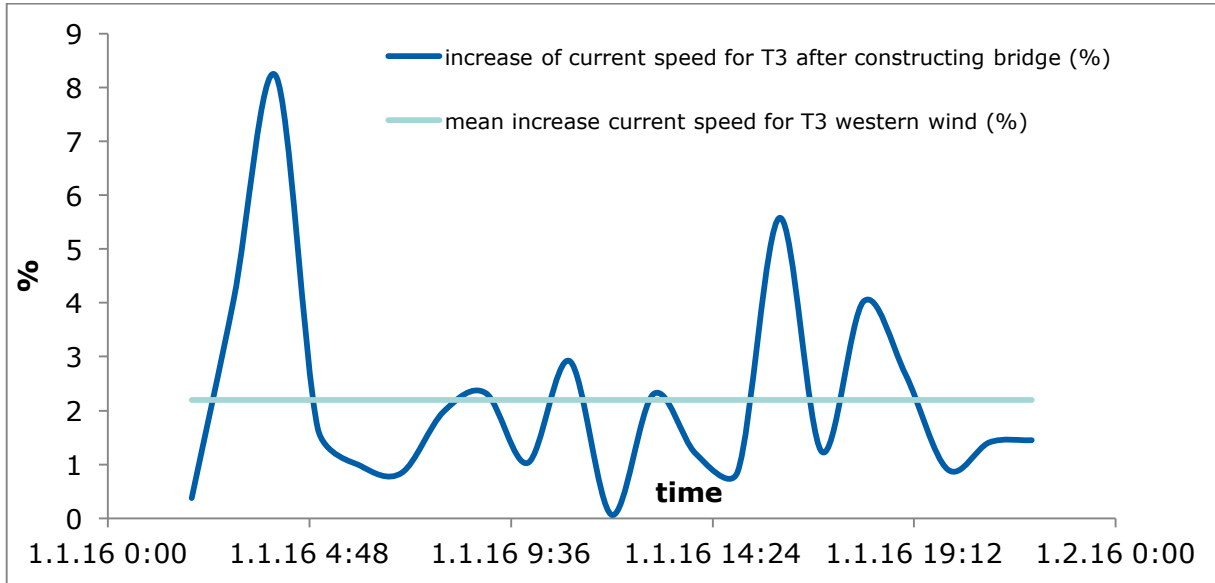


Figure 5.41 Percentage increase of current speed for time series for point T3 (for western wind after constructing the bridge).

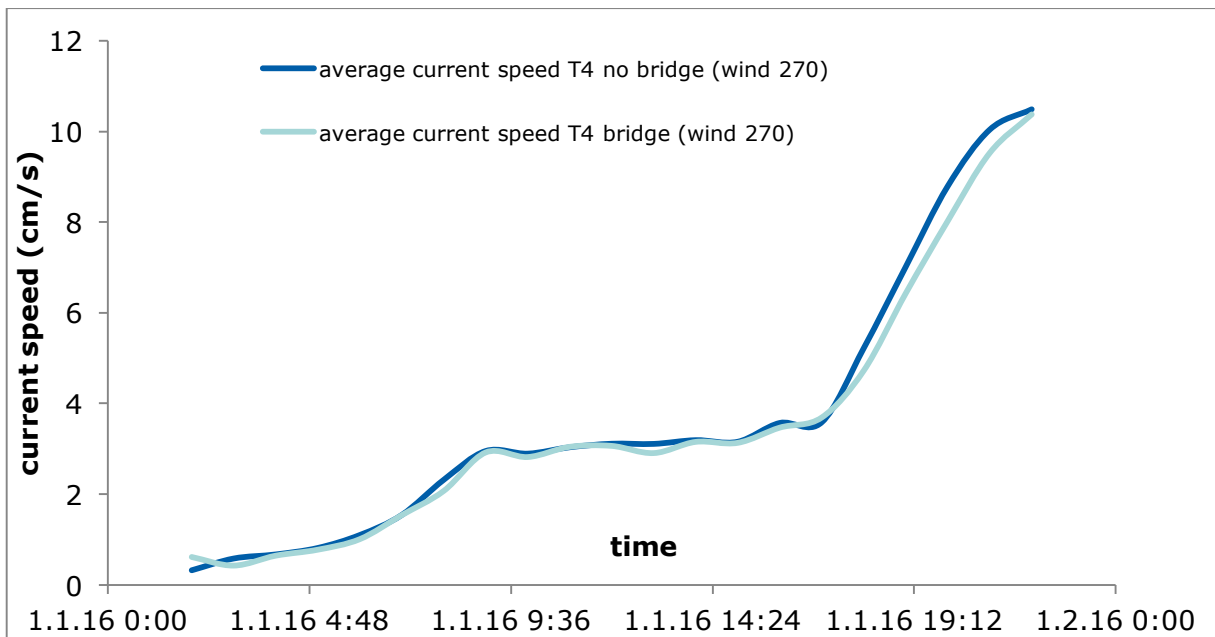


Figure 5.42 Averaged current speed for T4 for western wind before and after constructing the bridge.

5.2.4 Comparison of current measurements and modeling current speed

In order to check how GEMSS model was precise in predicting the current speed we have to compare the modelled and measured current speed for the same point located in Tresfjord. For this purpose, we selected point R1 where the measurements for current speed had been done (Figure 5.44). We compared the maximum and averaged current speed recorded during measurement campaign. The results are presented below in Figure 5.45 and Figure 5.46. The results show large similarity between current speed measured and predicted by model.

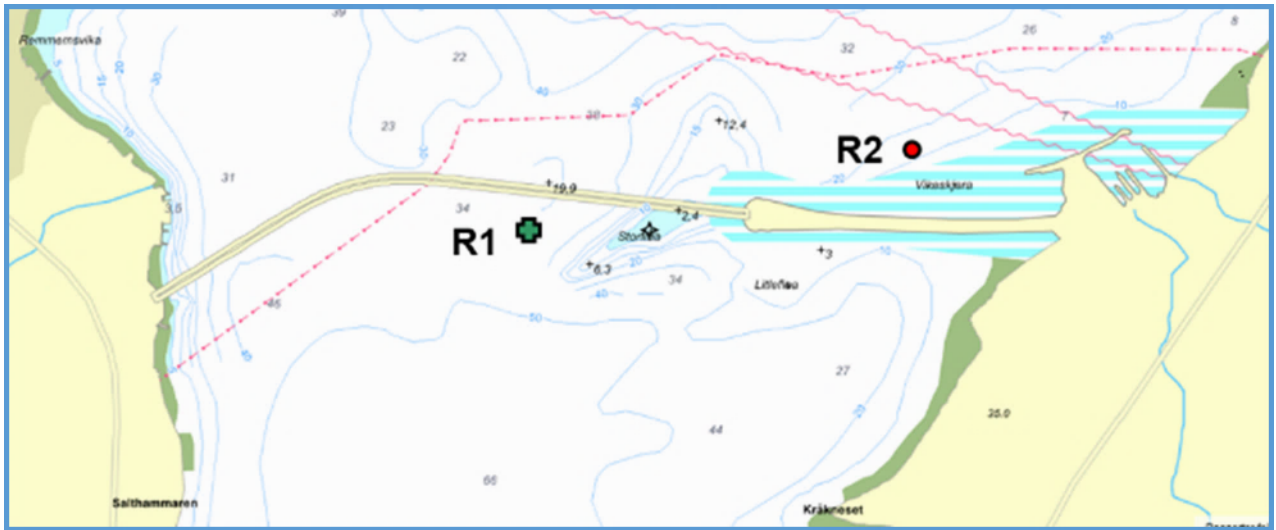


Fig 5.44. location of selected point R1 used for model comparison.

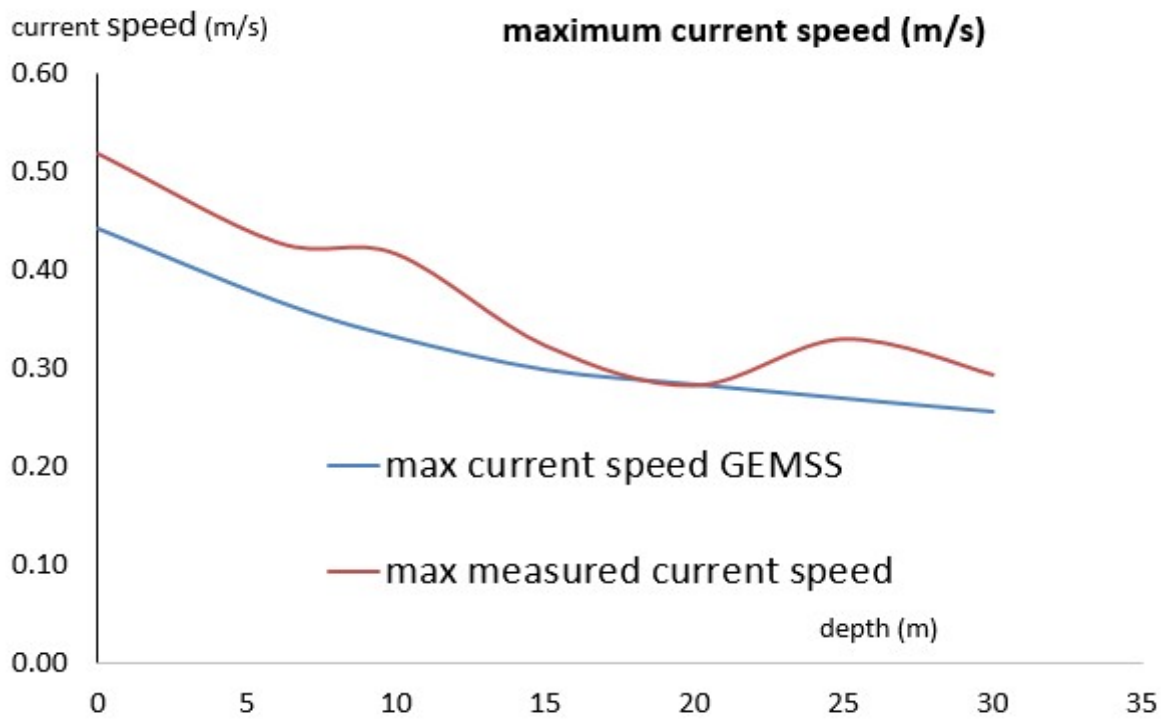


Fig 5.45. Comparison of measured and modelled maximum current speed for point R1.

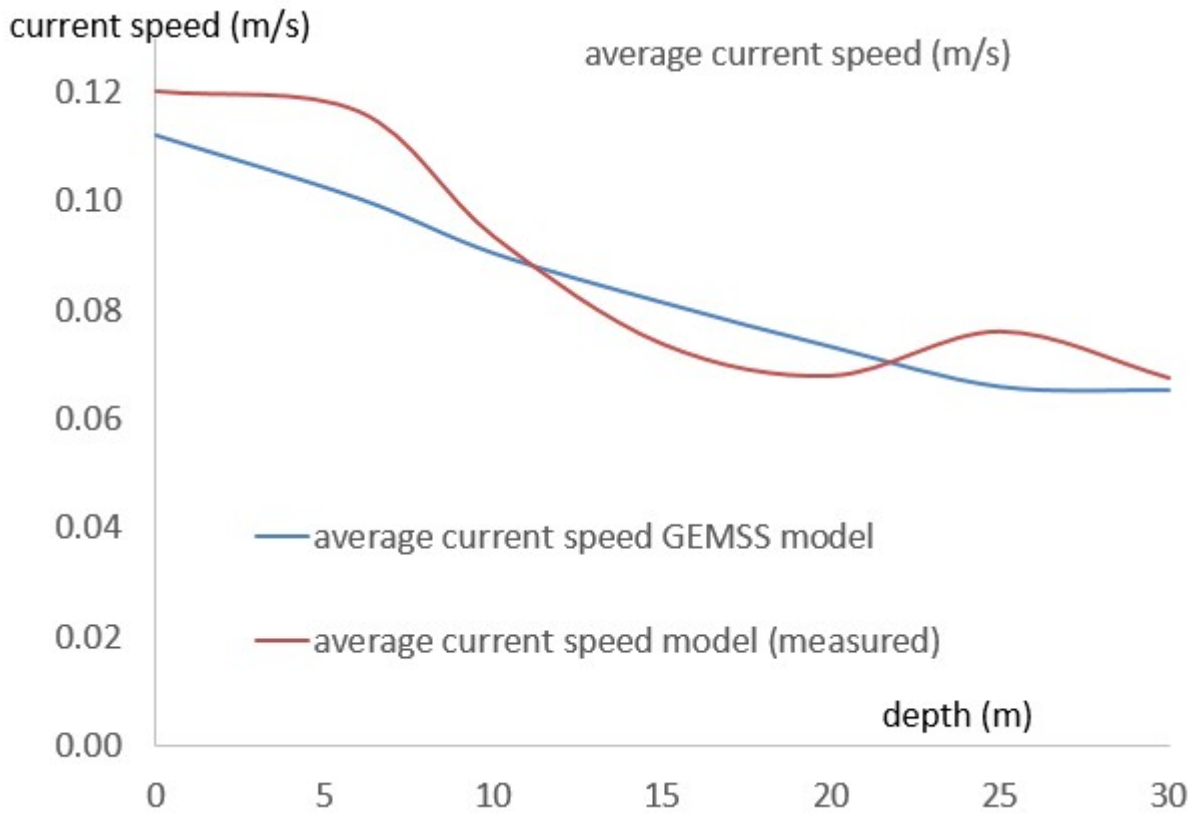


Fig 5.46. Comparison of measured and modelled averaged current speed for point R1.

5.3 Temperature

In order to investigate what degree, the water temperature change after constructing the bridge we model the difference in surface water temperature between situation 1 (before constructing the bridge and embankment) and situation 2 (after bridge and embankment had been constructed) based on input of real meteorological conditions during a period of 11 months in 2016. The obtained results are presented in Figure 5.43 and Figure 5.44.

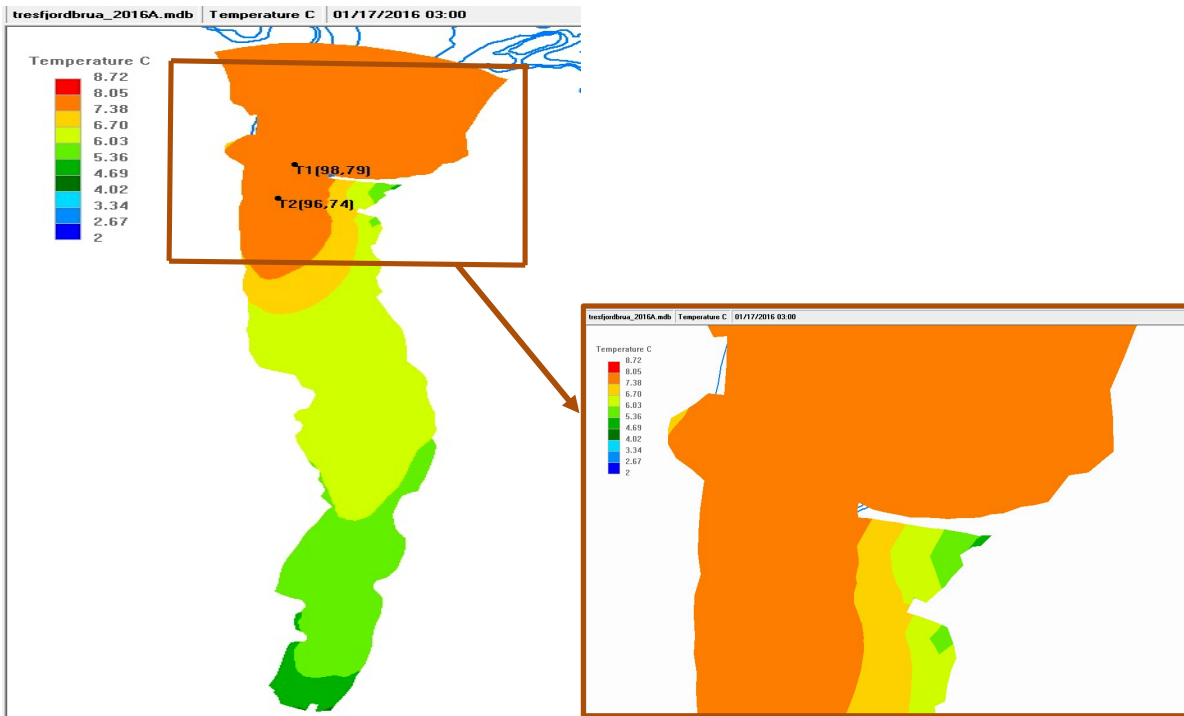


Figure 5.43 Surface temperature contour fields for Tresfjorden with newly constructed bridge and embankment (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge).

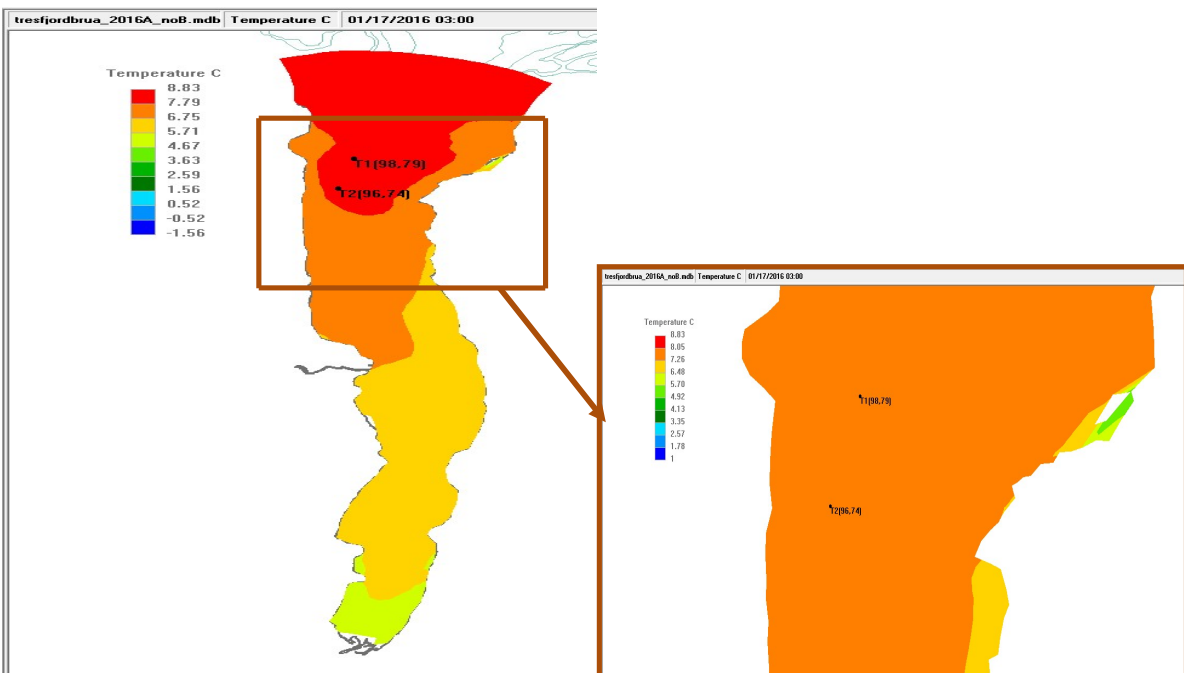


Figure 5.44 Surface temperature contour fields for Tresfjorden without bridge. (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)

The results shown on Figure 5.43 and Figure 5.44 indicated that there were no differences between the surface temperature in the Tresfjord after constructing a new bridge there.

5.4 Salinity

In order to investigate to what degree water salinity change after constructing the bridge we compare bottom water salinity between situation 1 (before constructing the bridge and embankment) and situation 2 (after bridge and embankment had been constructed) based on input of real meteorological data from a period of 11 months in 2016. The obtained results are presented in Figure 5.45 and Figure 5.46.

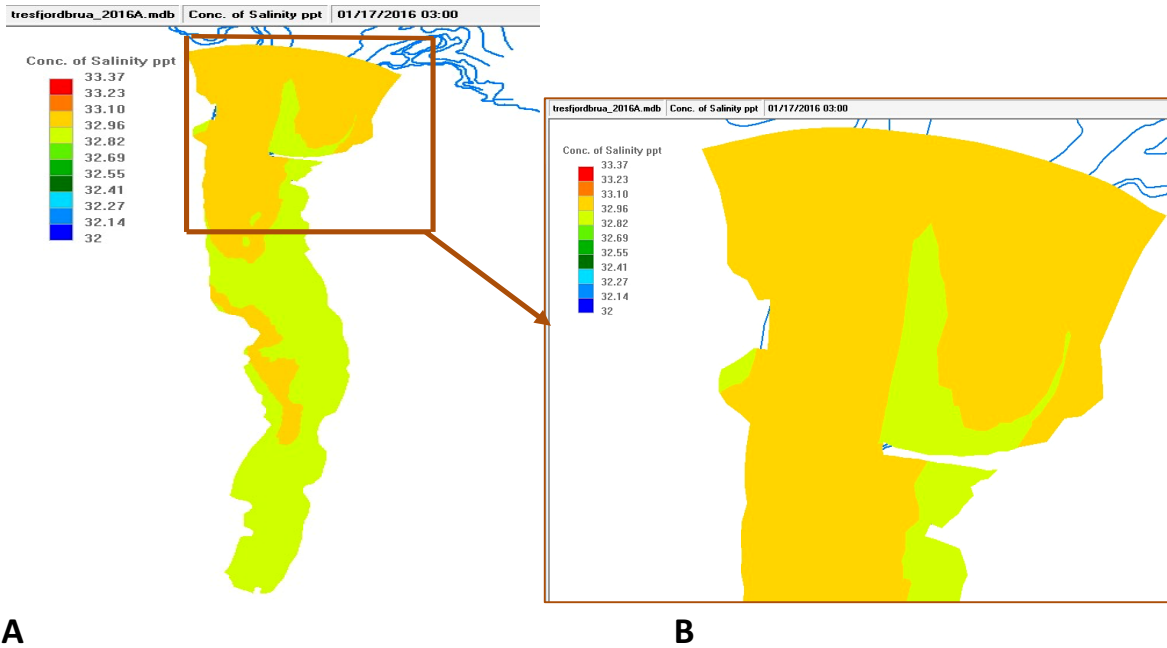


Figure 5.45 Bottom salinity contour fields for Tresfjorden with bridge (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge).

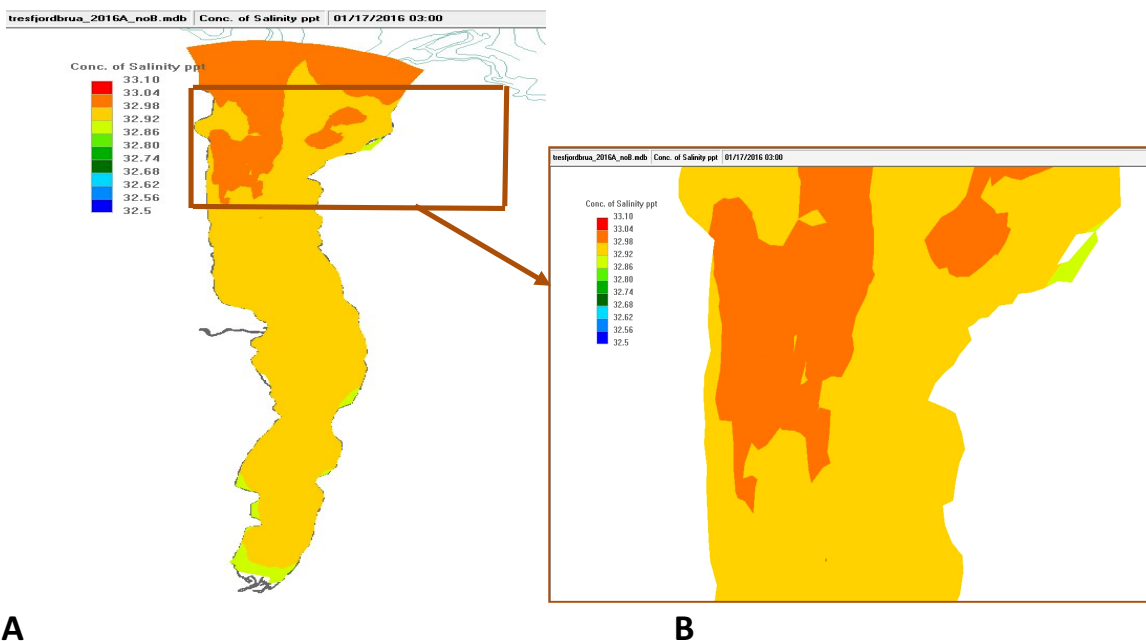


Figure 5.46 Bottom salinity contour fields for Tresfjorden without bridge. (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)

The results shown on the Figure 5.45 and Figure 5.46 indicated that there were no differences between the bottom salinity values in the Tresfjord after constructing a new bridge there.

5.5 Wave activities (wave height and wave period)

In order to investigate to what degree, the wave height and period change after constructing the bridge and embankment we compare the value of wave height and period between situation 1 (before constructing the bridge) and situation 2 (after bridge had been constructed) for based on input of real meteorological data for period of 11 months in 2016. The obtained results are presented in Figure 5.47 - Figure 5.50.

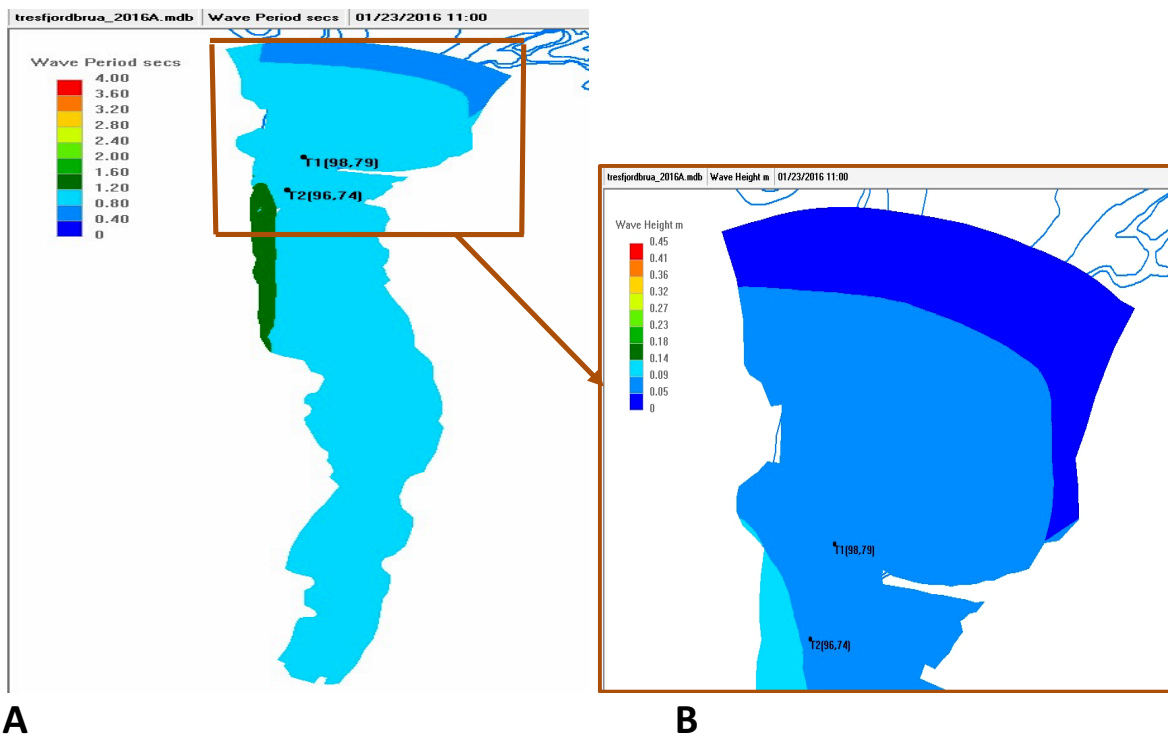


Figure 5.47 Wave height contour fields (with bridge) (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge).

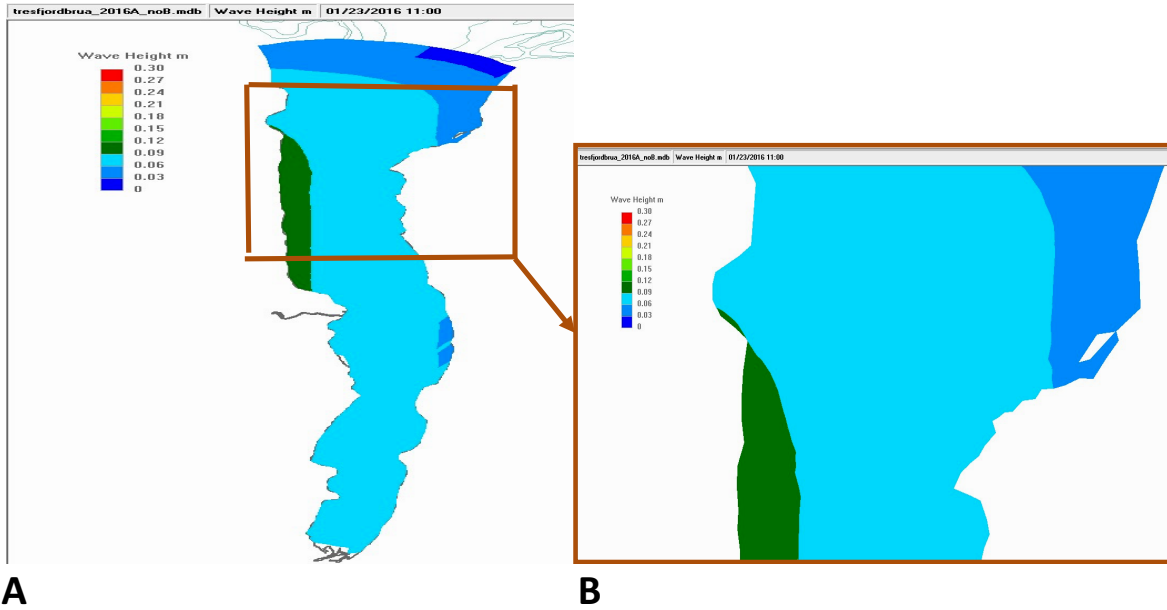


Figure 5.48 Wave height contour fields (without bridge). (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)

The results shown on the Figure 5.47 and **A** **B** Figure 5.48 indicated that there was no difference between the wave height values in the Tresfjord after constructing a new bridge there.

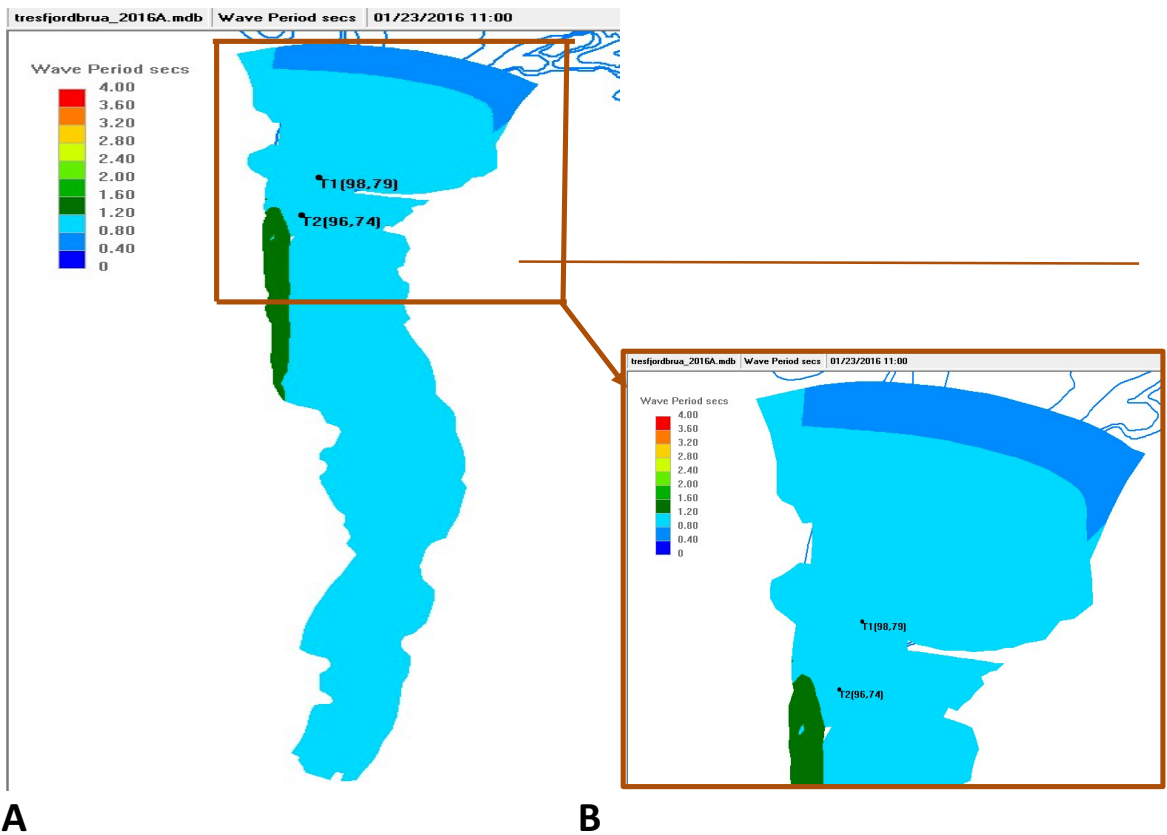
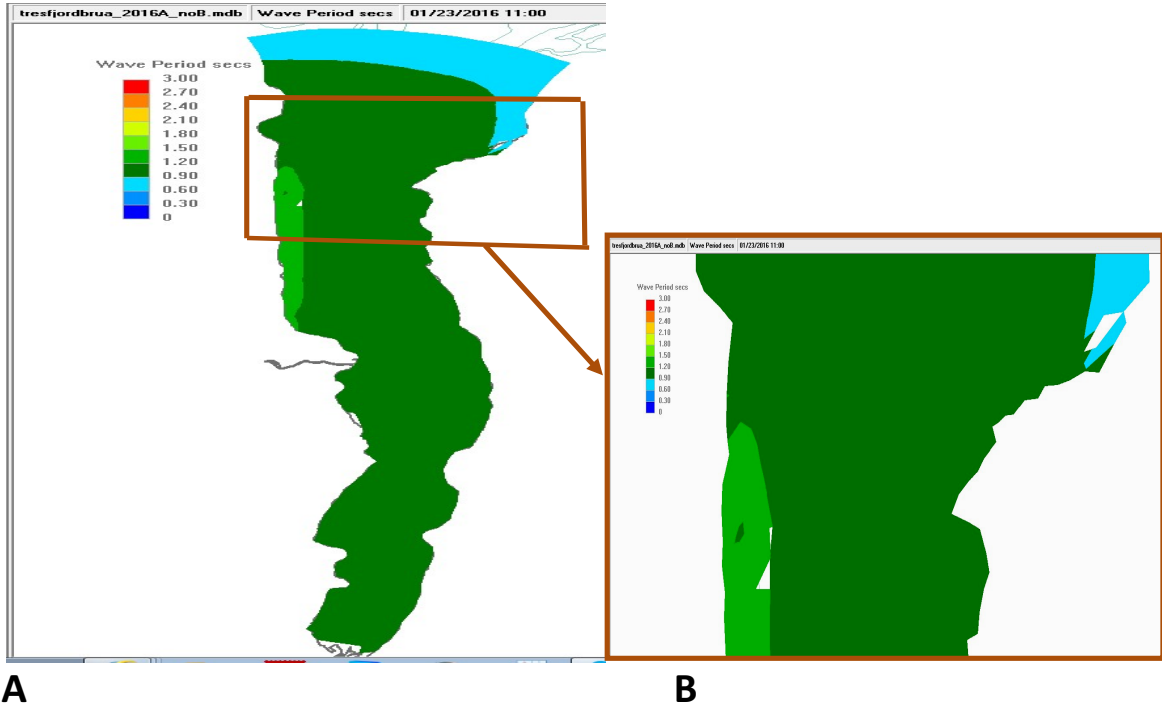


Figure 5.49 Wave period contour fields (with bridge) (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)



A **B**
 Figure 5.50 Wave period contour fields (without bridge). (A-the entire area of Tresfjord, B - selected area close to bridge)

The results shown on the Figure 5.49 and Figure 5.50 indicated that there were no differences between the wave period values in the Tresfjord after constructing a new bridge there.

6 Referanser

Clarke, K.R & R.N. Gorley 2001. PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v5; User Manual/Tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. England.

Direktoratsgruppa (2015). Veileder 02:2013-revidert 2015: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.

Golmen, L.G. og Oug, E., 1991. Tresfjord. Vurdering av miljøtilstand i fjorden og konsekvenser av brubygging. NIVA-rapport 2649-1991.

Kroglund, T., L. Golmen, T. Bakke, M. Kempa, U. Brandt 2011. Miljøoppfølging E136 Tresfjordbrua 2010-2015. Årsrapport 2010.

Kroglund, T., Lars Golmen, Magdalena Kempa, Gunhild Borgersen, Torgeir Bakke 2012. Miljøoppfølging E136 Tresfjordbrua 2010-2015. Årsrapport 2011.

Menden-Deuer, S., & E.J. Lessard. 2000. Carbon to volume relationships for dinoflagellates, diatoms, and other protist plankton. *Limnol.Oceanogr.* Vol. 45, no.3, pp.569-579.

Molvær, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. SFT-veileder 97:03.

NS-EN ISO 19493:2007. Veiledning for marinbiologisk undersøkelse av litoral og sublitoral hard bunn (ISO 19493:2007)

NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014).

NS-EN ISO 5667-19. Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder (ISO 5667-19:2004).

Pedersen A, Gitmark JK, Tveiten L, Kile MR. 2012. Makroalgevegetasjon i Stavanger-Sandnes-Jæren-området i 2011. NIVA-rapport 6376-2012.

7 Vedlegg

Vedlegg A.

Bunnfaunaindekser per grabbprøve for Tresfjorden 2016. S=antall arter, N=antall individer, NQI1=Norwegian Quality Index, H'=Shannons diversitetsindeks, ES100=Hurlberts diversitetsindeks, ISI2012=Indicator Species Index versjon 2012 og NSI=Norwegian Sensitivity Index versjon 2012, DI=Density Index.

Stasjon	Grabb	S	N	NQI1	H'(log2)	ES100	ISI2012	NSI2012	DI
T1A	G1	56	199	0,783	5,13	40,4	9,36	24,7	0,249
T1A	G2	54	253	0,772	5,02	36,7	9,15	25,1	0,353
T1A	G3	67	387	0,765	4,91	37,1	9,27	24,8	0,538
T1A	G4	61	310	0,789	4,75	35,0	9,79	25,0	0,441
TR2	G1	32	185	0,735	3,85	24,9	8,07	22,6	0,217
TR2	G2	27	157	0,723	3,29	22,0	7,68	22,8	0,146
TR2	G3	30	176	0,735	3,51	23,4	6,86	22,8	0,196
TR2	G4	31	147	0,737	4,05	26,6	7,05	22,1	0,117
T2B	G1	57	339	0,801	4,67	33,6	9,26	23,9	0,480
T2C	G1	46	271	0,716	4,25	28,7	7,68	21,8	0,383
TR3	G1	58	561	0,759	4,08	27,8	7,81	21,7	0,699
TR3	G2	40	238	0,750	4,01	25,8	8,34	22,2	0,327
TR3	G3	54	593	0,719	3,82	24,7	7,87	21,4	0,723
TR3	G4	55	460	0,746	3,91	27,0	8,81	21,4	0,613
TR4	G1	37	293	0,724	3,41	21,3	8,37	21,4	0,417
TR4	G2	54	434	0,735	3,45	23,9	7,64	21,1	0,587
TR4	G3	46	448	0,715	3,09	21,4	8,41	21,0	0,601
TR4	G4	42	475	0,696	2,85	19,7	8,38	20,8	0,627

Vedlegg B.

Fullstendige artslister for bunnfauna i Tresfjorden 2016. Antall individer av hver art for hver grabbprøve (G1, G2, G3 og G4).

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
T1A	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii				2
T1A	PLATYHELMINTHES		Platyhelminthes indet		1	1	1
T1A	NEMERTEA		Nemertea indet	5	13	7	6
T1A	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	6	13	14	9
T1A	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata		1		
T1A	POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae indet	1			
T1A	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Pseudomystides spinachia	2	5	4	
T1A	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	1	1	3	1
T1A	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	1	1	2	1
T1A	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus			2	
T1A	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone verugera			1	
T1A	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	1	3	4	
T1A	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hystricis	1	1	1	
T1A	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	3			
T1A	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera unicornis			1	
T1A	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera unicornis		1		1
T1A	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	4	1	3	
T1A	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica		4	4	6
T1A	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineridae indet	5			
T1A	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Dorvillea sp.			2	
T1A	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.	1			
T1A	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea (Acmira) catherinae	4	7	11	3
T1A	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	3	6	14	11
T1A	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra			2	2
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Dipolydora coeca		1		
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice bahusiensis			1	1
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice sarsi	1			1
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Malacoceros fuliginosus	1			
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	8	6	21	7
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	6	10	10	1
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata		1	2	2
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora pulchra			2	1
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Scolelepis korsuni	10	8	16	1
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	1		3	3
T1A	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes wigleyi	1		1	1
T1A	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	2	3	2	
T1A	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	3	4	1	1
T1A	POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta polyonyx	1		1	

T1A	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis	1		7	
T1A	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	4	4	3	10
T1A	POLYCHAETA	Capitellidae	Dasybranchus caducus		1		1
T1A	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis		1	2	
T1A	POLYCHAETA	Capitellidae	Notomastus latericeus	1	1	2	
T1A	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	14	22	29	35
T1A	POLYCHAETA	Maldanidae	Lumbriclymene sp.			1	
T1A	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella praetermissa		4	1	1
T1A	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillura longissima	1		1	1
T1A	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	17	28	82	58
T1A	POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia sp.			2	
T1A	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	4	8	4	2
T1A	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria (Pectinaria) belgica			2	
T1A	POLYCHAETA	Ampharetidae	Amythasides macroglossus	5	6	13	17
T1A	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus laubieri				1
T1A	POLYCHAETA	Ampharetidae	Eclysippe vanelli		5	1	3
T1A	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	1	2	15	4
T1A	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wireni	1			
T1A	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus			1	1
T1A	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii				2
T1A	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.		2	5	3
T1A	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata			1	
T1A	POLYCHAETA	Siboglinidae	Siboglinidae		1	3	3
T1A	OPISTHOBANCHIA	Pyramidellidae	Odostomia cf. unidentata		1		
T1A	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Hermania scabra				1
T1A	OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna sp.	1	1		
T1A	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1	4	4	2
T1A	BIVALVIA		Bivalvia indet			2	
T1A	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis	4	1		2
T1A	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	19	11	9	6
T1A	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. obsoleta				1
T1A	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	12	14	3	4
T1A	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasiridae indet			2	2
T1A	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya cf. tenella	1			
T1A	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum			2	1
T1A	BIVALVIA	Solenidae	Phaxas pellucidus	1			
T1A	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	1	1		7
T1A	BIVALVIA	Kelliellidae	Kelliella miliaris			1	1
T1A	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba				1
T1A	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria cf. obesa		1		
T1A	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	1			
T1A	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis sp.	1			
T1A	NEBALIACEA		Nebalia bipes		1		

T1A	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	1			3
T1A	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cf. cornuta			2	1
T1A	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis lucifera			1	1
T1A	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis sp.	1			
T1A	AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites longipes			1	
T1A	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca sp.		1		
T1A	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata		1		
T1A	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus				1
T1A	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula			1	1
T1A	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.	2	2		1
T1A	SIPUNCULIDA		Golfingiida indet	2		1	
T1A	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.	3	1	1	
T1A	SIPUNCULIDA		Onchnesoma steenstrupii steenstrupii	3	9	5	3
T1A	ECHIURA		Echiurus echiurus	1			1
T1A	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		4	15	4
T1A	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	5	14	8	20
T1A	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	4	3	3	13
T1A	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.	10			7
T1A	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.			1	
T1A	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet	3	3		1
T1A	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1		1	
T1A	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii		3	13	21
T1A	HEMICHORDATA		Hemichordata		1		
TR2	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii		1	1	
TR2	NEMERTEA		Nemertea indet	6	4	4	13
TR2	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	23	4	7	10
TR2	POLYCHAETA	Polyodontidae	Panthalis oerstedii				1
TR2	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Pseudomystides spinachia	1			
TR2	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica			3	1
TR2	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	5	2		2
TR2	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata				1
TR2	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus			1	2
TR2	POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesione klatti		1		
TR2	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	3			2
TR2	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys paradoxa			1	
TR2	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1		1	2
TR2	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata			1	1
TR2	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica		5	6	2
TR2	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineridae indet	2			
TR2	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	2	2	2	1
TR2	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	2	2	3	1
TR2	POLYCHAETA	Spionidae	Scolelepis korsuni	1	2	2	

TR2	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.		1		
TR2	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa		1	1	
TR2	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	1	1	3	1
TR2	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus		1		1
TR2	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	4	6	7	8
TR2	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	3	2	2	3
TR2	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis		1	1	
TR2	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldanidae indet	1			
TR2	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	16	25	24	3
TR2	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	2			
TR2	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria (Pectinaria) belgica	2			
TR2	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata		1		
TR2	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira montagui	1			
TR2	BIVALVIA		Bivalvia indet			2	
TR2	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	2			
TR2	BIVALVIA	Thyasiridae	Adontorhina similis	2			2
TR2	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	1			
TR2	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	10	8	5	18
TR2	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya sp.	3			
TR2	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum	1			
TR2	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra cf. nitida	1		1	2
TR2	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	4	2	1	5
TR2	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata			1	1
TR2	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta			1	
TR2	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis lucifera	2			
TR2	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis rostrata				4
TR2	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis sp.				2
TR2	DECAPODA		Decapoda larver		1		
TR2	SIPUNCULIDA		Golfingiida indet				1
TR2	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		1	8	4
TR2	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	15	12	10	8
TR2	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	51	63	67	34
TR2	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.	15	5	8	10
TR2	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet		2		
TR2	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1		1	
TR2	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	1	1	1	
TR2	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet				1
TR3	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii	3	1		
TR3	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.	42		32	8
TR3	ANTHOZOA		Virgularia mirabilis				1
TR3	NEMERTEA		Nemertea indet	8	8	20	9
TR3	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	11	29	37	18
TR3	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	2			

TR3	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.		1		
TR3	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce rosea	1			
TR3	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Pseudomystides spinachia	2	2	1	4
TR3	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera	1			
TR3	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	4	1	3	6
TR3	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	4	4	13	7
TR3	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus	4	2	2	
TR3	POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesione klatti				2
TR3	POLYCHAETA	Syllidae	Syllis sp.				1
TR3	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	1	2	1	2
TR3	POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodoridium fauchaldi			1	
TR3	POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum gracilis			1	
TR3	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2		1	7
TR3	POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni				1
TR3	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	2		1	2
TR3	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica		1	3	2
TR3	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineridae indet	1			
TR3	POLYCHAETA	Apistobranchidae	Apistobranchus tullbergi			1	
TR3	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis eliasoni/lyra			1	
TR3	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis eliasoni/lyra	1			1
TR3	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	4	2	26	3
TR3	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	10	4	16	8
TR3	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	1			1
TR3	POLYCHAETA	Spionidae	Scolelepis korsuni	9	14	15	4
TR3	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	8		4	1
TR3	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	1	1	2	
TR3	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	1	1	4	4
TR3	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	8		5	
TR3	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	20	12	16	16
TR3	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	2	2	3	
TR3	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum		1		1
TR3	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta			1	
TR3	POLYCHAETA	Capitellidae	Dasybranchus caducus		2	2	5
TR3	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis				1
TR3	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis		1		1
TR3	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella praetermissa		1		
TR3	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	23	7	22	26
TR3	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	4		2	1
TR3	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	2		1	2
TR3	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma bairdi		1		1
TR3	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii			1	
TR3	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata				1
TR3	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae indet			1	

TR3	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira cf. montagui	1			
TR3	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Philine sp.	1			
TR3	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea	3	1	1	
TR3	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna sp.		1		1
TR3	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1		3	
TR3	BIVALVIA		Bivalvia indet				1
TR3	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa			2	1
TR3	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	34	42	26	32
TR3	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya cf. tenella	2			
TR3	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium minimum	1	1		
TR3	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra nitida	6		5	4
TR3	BIVALVIA	Glossidae	Glossus humanus				1
TR3	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	2		3	
TR3	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia sp.		1		
TR3	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria cf. obesa	1			
TR3	OSTRACODA	Cypridinidae	Prionotoleberis norvegica				2
TR3	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	2	2		1
TR3	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella sp.			1	
TR3	CUMACEA	Leuconidae	Leucon (Leucon) cf. nasica			2	
TR3	CUMACEA	Leuconidae	Leucon sp.	2		1	1
TR3	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta	11	1	1	1
TR3	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis lucifera	112	8	152	91
TR3	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cf. lucifera	65	21	70	70
TR3	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis sp.	2			6
TR3	AMPHIPODA	Lysianassidae	Acidostoma obesum				1
TR3	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca gibba				1
TR3	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca sp.	1		1	
TR3	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1	2	1	
TR3	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.		2	2	1
TR3	AMPHIPODA	Aoridae	Aoridae	1		1	
TR3	SIPUNCULIDA		Golfingiida indet	11	2	1	5
TR3	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.	9		5	6
TR3	ECHIURA		Echiurus echiurus	3	4	5	3
TR3	PHORONIDA		Phoronida indet	2			
TR3	ASTEROIDEA		Asteroidea juvenil	1			
TR3	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	19	7	15	15
TR3	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	3		2	1
TR3	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	72	40	50	60
TR3	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura (Dictenophiura) cf. carnea	1			1
TR3	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiuridae indet		1	1	1
TR3	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1			
TR3	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	8		3	6
TR3	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Leptosynapta inhaerens		1		

TR3	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Leptosynapta sp.		1		
TR4	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii			1	
TR4	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.		3	4	6
TR4	NEMERTEA		Nemertea indet	7	14	6	12
TR4	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	6	2	6	4
TR4	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1			
TR4	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cf. cirrhosa			1	
TR4	POLYCHAETA	Polynoidae	Polynoidae indet			1	
TR4	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Pseudomystides spinachia	2	2	3	3
TR4	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera	2			
TR4	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	6	9	10	3
TR4	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida				1
TR4	POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis rosea	1	2		1
TR4	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata			1	
TR4	POLYCHAETA	Hesionidae	Oxydromus flexuosus		2	1	3
TR4	POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesione klatti			6	
TR4	POLYCHAETA	Syllidae	Exogone naidina			1	
TR4	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni		1		
TR4	POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodoridium fauchaldi		1		
TR4	POLYCHAETA	Sphaerodoridae	Sphaerodorum gracilis		1		
TR4	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2	3	5	3
TR4	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera unicornis		1	2	
TR4	POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni	2	1	1	
TR4	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata		2	2	1
TR4	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica		1	1	
TR4	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineridae indet	1	2		1
TR4	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.	5			
TR4	POLYCHAETA	Apistobanchidae	Apistobanchus tullbergi		1		
TR4	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera		8	4	4
TR4	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	7	12	15	9
TR4	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata			1	
TR4	POLYCHAETA	Spionidae	Scolelepis korsuni	4	10	1	16
TR4	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	1	1	1	
TR4	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes wigleyi			1	
TR4	POLYCHAETA	Chaetopteridae	Chaetopterus variopedatus			1	
TR4	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp.		1		1
TR4	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	1	2		
TR4	POLYCHAETA	Cirratulidae	Tharyx killariensis		1		
TR4	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	1			
TR4	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa		1		
TR4	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	2	4	11	2
TR4	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	1	1	2	2
TR4	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum		1		

TR4	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps biceps			1	
TR4	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane sarsi				1
TR4	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	15	9	17	10
TR4	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	1	2		1
TR4	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria (Pectinaria) belgica		2	1	2
TR4	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi		1	2	
TR4	OPISTOBRANCHIA		Cephalaspidea		1		
TR4	OPISTOBRANCHIA	Retusidae	Retusidae indet		2		
TR4	OPISTOBRANCHIA	Philinidae	Hermania scabra		1		
TR4	OPISTOBRANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea			2	1
TR4	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	1	1		4
TR4	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	1	1		
TR4	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	25	19	14	23
TR4	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya cf. tenella	1	3	2	4
TR4	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra cf. nitida		1	1	1
TR4	BIVALVIA	Myidae	Mya truncata	1			1
TR4	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	1	1	2	2
TR4	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes (Philomedes) lilljeborgi			1	
TR4	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	1	1	3	1
TR4	CUMACEA	Leuconidae	Leucon (Leucon) cf. nasica	2	2		1
TR4	CUMACEA	Diastylidae	Diastylidae indet	1			4
TR4	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis lucifera	19	90	93	155
TR4	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cf. lucifera	53	92	119	100
TR4	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea indet		1	1	1
TR4	AMPHIPODA	Melitidae	Eriopisa elongata			2	2
TR4	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	1			1
TR4	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.			1	2
TR4	DECAPODA	Processidae	Processa canaliculata	2			
TR4	DECAPODA	Galatheidae	Galathea strigosa			1	
TR4	DECAPODA	Paguridae	Pagurus prideaux	1			
TR4	SIPUNCULIDA		Golfingiida indet		1		
TR4	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp.				1
TR4	PHORONIDA		Phoronida indet		1		
TR4	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil		5		
TR4	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	3	1	3	1
TR4	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	89	74	85	71
TR4	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.	22	27	7	10
TR4	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura (Dictenophiura) cf. carnea		2		
TR4	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.		1		
TR4	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1	2	1	2
TR4	CHAETOGNATHA		Chaetognatha indet				1
T2B	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii	3			

T2B	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.	3			
T2B	NEMERTEA		Nemertea indet	6			
T2B	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	1			
T2B	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cf. cirrhosa	1			
T2B	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Pseudomystides spinachia	1			
T2B	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	3			
T2B	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	1			
T2B	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii	2			
T2B	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera lapidum	1			
T2B	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1			
T2B	POLYCHAETA	Orbiniidae	Phylo kupfferi	1			
T2B	POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos (Scoloplos) armiger	1			
T2B	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea (Acmira) catherinae	3			
T2B	POLYCHAETA	Paraonidae	Aricidea (Strelzovia) suecica	1			
T2B	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	1			
T2B	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice bahusiensis	4			
T2B	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	13			
T2B	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	6			
T2B	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	3			
T2B	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta	1			
T2B	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	3			
T2B	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	31			
T2B	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps biceps	1			
T2B	POLYCHAETA	Maldanidae	Clymenura sp.	6			
T2B	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene oerstedii	4			
T2B	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae indet	2			
T2B	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis	1			
T2B	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	47			
T2B	POLYCHAETA	Oweniidae	Myriochele danielsseni	5			
T2B	POLYCHAETA	Oweniidae	Owenia sp.	17			
T2B	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	16			
T2B	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete octocirrata	2			
T2B	POLYCHAETA	Ampharetidae	Samytha sexcirrata	1			
T2B	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane sulcata	2			
T2B	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosane wahrbergi	1			
T2B	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma intestinale	3			
T2B	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata	3			
T2B	POLYCHAETA	Siboglinidae	Siboglinidae	5			
T2B	OPISTHOBANCHIA	Philinidae	Hermania scabra	1			
T2B	OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea	3			
T2B	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata indet	3			
T2B	BIVALVIA	Lucinidae	Lucinoma borealis	5			
T2B	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	1			

T2B	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. flexuosa	11			
T2B	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	14			
T2B	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella bidentata	4			
T2B	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	1			
T2B	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella cf. truncatula	1			
T2B	CUMACEA	Diastylidae	Diastylis cornuta	1			
T2B	AMPHIPODA	Lysianassidae	Acidostoma obesum	1			
T2B	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca sp.	1			
T2B	PHORONIDA		Phoronida indet	9			
T2B	OPHIUROIDEA		Ophiuroidea juvenil	3			
T2B	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	57			
T2B	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura sp.	3			
T2B	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	13			
T2C	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthus lloydii	34			
T2C	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsia sp.	14			
T2C	NEMERTEA		Nemertea indet	9			
T2C	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	5			
T2C	POLYCHAETA	Nereidae	Platynereis dumerilii	2			
T2C	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys hombergii	1			
T2C	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	5			
T2C	POLYCHAETA	Goniadidae	Glycinde nordmanni	1			
T2C	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	3			
T2C	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris aniana/cingulata	8			
T2C	POLYCHAETA	Orbiniidae	Scoloplos (Scoloplos) armiger	10			
T2C	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	61			
T2C	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	30			
T2C	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	1			
T2C	POLYCHAETA	Spionidae	Spio filicornis	1			
T2C	POLYCHAETA	Spionidae	Spio sp.	2			
T2C	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona alleni	1			
T2C	POLYCHAETA	Magelonidae	Magelona minuta	1			
T2C	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	1			
T2C	POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta clavicornis	4			
T2C	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	1			
T2C	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	2			
T2C	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	14			
T2C	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	5			
T2C	POLYCHAETA	Pectinariidae	Amphictene auricoma	1			
T2C	POLYCHAETA	Sabellidae	Paradialychone filicaudata	1			
T2C	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Euspira nitida	2			
T2C	PROSOBRANCHIA	Eulimidae	Eulimidae indet	1			
T2C	OPISTHOBANCHIA	Philineidae	Philine sp.	1			
T2C	OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna cylindracea	6			

T2C	BIVALVIA		Tellinoidea indet	1			
T2C	BIVALVIA	Lucinidae	Lucinoma borealis	2			
T2C	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira cf. flexuosa	16			
T2C	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	2			
T2C	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella bidentata	2			
T2C	BIVALVIA	Tellinidae	Fabulina cf. fabula	5			
T2C	BIVALVIA	Psammobiidae	Gari fervensis	1			
T2C	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia sp.	1			
T2C	NEBALIACEA		Nebalia bipes	1			
T2C	AMPHIPODA	Ampeliscidae	Ampelisca sp.	2			
T2C	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Westwoodilla caecula	2			
T2C	MYSIDA		Mysida indet	1			
T2C	PHORONIDA		Phoronida indet	1			
T2C	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura filiformis	1			
T2C	ECHINOIDEA	Fibulariidae	Echinocyamus pusillus	1			
T2C	ASCIDIACEA	Molgulidae	Molgula sp.	4			

Vedlegg C.

Artsliste for rammeundersøkelser utført i juli 2016.

Stasjon TRE1-4 + REF1-2.

Tabellen viser dekningsgrad (%) eller antall individer (Ant) av arter/taxa beregnet/telt i 4 ruter (1-4) i to nivå (Ø=øvre og N=nedre).

Artene er markert med farge:

Brun = brunalger, Rød = rødalger, Grønn = grønnalger, Lys grå = lite/ikke mobile dyr, Grå = mobile dyr, Blå = annet

Arter	Dekningsgrad eller antall individ	TRE1				TRE2				TRE3				TRE4				REF1				REF2			
		05.07.2016				05.07.2016				05.07.2016				05.07.2016				06.07.2016				05.07.2016			
		Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4	Ø1	Ø2	Ø3	Ø4
Ascophyllum nodosum	%		1			<1																			
Catenella caespitosa	%	<1	1	<1	<1																2				
Fucus spiralis	%	30	20	25	30									15	2	15		7		10		15	30	5	2
Fucus vesiculosus	%		5		35	8	10	5	5											7					
Hildenbrandia rubra	%	25	30	60	40					2	40	3	8	20	10	2	10	30	25	25	25	10	5	10	30
Pelvetia canaliculata	%	10	5	4						30	40	75	30	30	10	20	50	70	65	30	55	40	25	40	50
Verrucaria maura	%									5	2		10	40	2	10	20	15	50	40	25	5	4	2	
Mose	%	2																							
Actinia equina	Ant													1											1
Semibalanus balanoides	%		<1	<1	<1	3	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	1	2	2	2
Carcinus maenas	Ant	1	<1	2	2	1								1	3	2	3			1	3	3	1	1	2
Gammarus spp	Ant	20	20	10	50							5		100	10	50	50	50	5	5	1	100	100	100	50
Jaera albifrons	Ant									1															
Littorina littorea	Ant	20	2	5	5					2	3	2		5	2	7		10	20	15	10	20	7	24	40
Littorina obtusata	Ant					1		1			1		1					3				1	1	1	1
Littorina sp juvenil	Ant		25	30	35	20	10	20	5	20	25	20	40	30	15	30	5					10	20	20	5
Mytilus edulis juvenil	Ant																	1							
Neris sp juvenil	Ant			1																					
Nucella lapillus	Ant					2				2															
Patella sp	Ant																						1		
Polychaeta indet	Ant															2						2			
Spirorbis borealis	%																					1			

Arter	Dekningsgrad eller antall individ	TRE1				TRE2				TRE3				TRE4				REF1				REF2				
		05.07.2016				05.07.2016				05.07.2016				05.07.2016				06.07.2016				05.07.2016				
		N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	N1	N2	N3	N4	
Ascophyllum nodosum	%	85	100	80	65	80	100	100	100	95	100	100	100	55	80	100	95	100	100	100	100	100	95	95	85	95
Asperococcus fistulosus	%																							1		
Ceramium virgatum	%									<1							15			<1		<1	1			
Chondrus crispus	%		1		1	<1	1		1	4	6	1	<1			20	30	2	3	2	1	10			3	
Chorda filum	%																						<1			
Cladophora albida	%						1			<1						<1	<1		<1		<1	1	<1		<1	
Cladophora rupestris	%		2		<1											1	1									
Cladostephus spongiosus	%									<1	1															
Corallinaceae	%			1		10	10	2	4	10	20	8	2	2	4	25	60	100	80	70	70	4	15		<1	
Corallina officinalis	%															1			1	<1		<1	5		<1	
Cystodinium purpureum	%									<1									30	1	<1					
Delesseria sanguinea	%															1										
Dumontia contorta	%					<1	<1					<1	<1													
Ectocarpus sp.	%														1									<1		2
Elachista fucicola	%																					<1				
Fucus serratus	%					<1	20	40	20	60	40	20	20			10	50	1	10	10	35	2	2	4	10	
Fucus vesiculosus	%	10			10	1	50					4			35	15						5	2	10	10	
Furcellaria lumbricalis	%									1	1										3		5			
Hildenbrandia rubra	%	50		60	40	2	1	4	4	1					<1								1		<1	
Laminaria sp. kimplante	%																<1	1								
Laminaria hyperborea	%																	20	40				40			
Litosiphon sp.	%									<1																
Membranoptera alata	%									<1	1					4	2	1	2	<1					<1	
Palmaria palmata	%																			<1	<1					
Phyllophora pseudoceranioides	%																4									
Phycordrys rubens	%																				<1					
Pilayella littoralis	%																							<1		
Rhodomela confervoides	%															2	2	<1		<1						
Sphacelaria cirrosa	%									<1											<1					
Sphacelaria plumosa	%										<1															
Ulva lactuca	%																	<1	<1	<1	2					
Vertebrata lanosa	%					10	10	2	4	20	10	15	15	20	8	30	20	20	30	8	20	<1	10	5		
Verrucaria maura	%				8										4	5										
Actinia equina	Ant													21	1											
Actinaria sp juvenil	Ant																		2							
Alcyonidium sp	%		<1																							
Alcyonidium cf hirsutum	%													<1					<1	<1	2	<1				
Alcyonidium parasiticum	%					<1	1	1	1	<1	1	<1	<1			1									<1	
Asterias rubens	Ant						1											1								
Semibalanus balanoides	%	1	2	2	2																			<1		
Bryozoa indet	%																			<1						
Carcinus maenas	Ant	1	1	2		1		3	1		1		1	2		1	1		1							
Clava multicornis	Ant														<1										2	
Nudibranchia	Ant																					1				
Dynamena pumila	%		<1	<1		<1	4	10	5		1	2	2	1		2	4			1	<1	<1		<1		
Electra pilosa	%					<1	<1							<1		1			<1	<1	5	1	<1		3	
Gammarus spp	Ant	40	10	10	10	30	5	10	10		+	5		10	1	5	20	+			20					
Halichondria panacea	%					2	2			3	3	1				1	2	<1	<1	1	4	4	3			
Laomedea sp	%				<1	<1	<1	<1			<1					<1										
Littorina littorea	Ant	40	50	30	30	20	30	15	16				2		25									1	3	16
Littorina mariae	Ant														1											
Littorina obtusata	Ant	1	7	3		6	4	5	2		4	4	4	5	5		5						7	3	3	
Littorina sp juvenil	Ant										1			5												
Mytilus edulis juvenil	Ant																	2								
Neris pelagica	Ant																			1	2					
Nucella lapillus	Ant		2	2	1	2	1								1									1	1	1
Nucella lapillus egg	%												1		<1											
Patella sp	Ant	5		2	6	6						2	2	15	6								1	1	5	
Polychaeta indet	Ant		1																							
Polyplocophora	Ant					1																				
Spirorbis borealis	%	<1				15	10	30	8	10	20	10	10	20	10	8	5	2	10	5	10	5	<1	<1	5	

Vedlegg D.

Endringer gjort i 2011 registreringer:

- Fucus juvenil er ikke regnet som eget taxa
- Enteromorpha og Ulva er slått sammen
- Grønt på fjell er ikke tatt med som eget taxa
- Spirorbis på fjell og Spirorbis på alger er slått sammen til ett taxa

Sammenslåinger av registreringer før likhetsanalyser:

- Alle registreringer av Alcyonidium arter er slått sammen til Alcyonidium spp
- Cladophora albida er slått sammen med Cladophora sp
- Littorina mariaae og Littorina obtusata er slått sammen
- Ceramium virgatum er slått sammen med Ceramium rubrum
- Patella sp er slått sammen med Patella vulgata

Tabellen under viser artsliste for rammeundersøkelser utført i juli 2016 og juni 2011
Stasjon TRE1-4 + REF1-2.

Tabellen viser gjennomsnitt av dekningsgrad (%) eller antall individer (Ant) av arter/taxa
beregnet/telt fra 4 ruter (1-4) i to nivå (Ø=øvre og N=nedre).

Artene er markert med farge:

Brun = brunalger, Rød = rødalger, Grønn = grønnalger, Lys grå = lite/ikke mobile dyr, Grå = mobile dyr, Blå = annet

	TRE1-1-Ø	TRE1-1-Ø	TRE2-1-Ø	TRE2-1-Ø	TRE3-1-Ø	TRE3-1-Ø	TRE4-1-Ø	TRE4-1-Ø	REF1-1-Ø	REF1-1-Ø	REF2-1-Ø	REF2-1-Ø	TRE1-1-N	TRE1-1-N	TRE2-1-N	TRE2-1-N	TRE3-1-N	TRE3-1-N	TRE4-1-N	TRE4-1-N	REF1-1-N	REF1-1-N	REF2-1-N	REF2-1-N
Ahnfeltia plicata				0,2																				
Audouinia sp.															0,1									
Callithamnion byssoides																0,1								
Catenella caespitosa		0,6							0,5															
Ceramium rubrum			0,1												1,1	0,3	0,1	0,1	3,8	6,1	0,1			0,4
Ceramium strictum															0,2		0,1				1			
Chondrus crispus													1,5	0,5	3	0,6	11	2,9	4	12,5	12	2,0		3,3
Corallina officinalis															0,1	0,3	0,1	0,4			1			1,5
Corallinaceae														0,3	4,2	6,5	14	10,0	20	22,8	16	80,0	13	4,9
Cystoclonium purpureum															1,1		4,5	0,1	1,5		0,8	7,9	1,1	
Delesseria sanguinea																			0,3	0,1				
Dumontia contorta															0,2	0,3		0,3						0,2
Furcellaria lumbricalis																		0,5			3,1	0,8		1,3
Gioiosiphonia capillaris															0,1									
Hildenbrandia rubra	8	38,8			0,5	13,3	6	10,5	11	26,3	4	13,8	39	37,5	6,1	2,8	2	0,3	6	0,1	2		2	0,4
Membranoptera alata																	0,2	0,4		1,0	0,7	1,4	0,1	0,1
Palmaria palmata																							0,3	
Phyllophora pseudoceranoides																					0,2	1,0		
Phycodryd rubens																						0,1		
Plumaria plumosa																						0,1		
Polysiphonia fucoidea															0,2					0,1				
Polysiphonia sp															1						0,1			
Polysiphonia stricta																	1,1							
Rhodomeia confervoides																			1,0	0,2	0,3			
Traillia intricata																		0,3			0,1		0,1	
Vertebrata lanosa															14	6,5	5,1	15,0	7	19,5	14	19,5	5,1	3,9
Ascophyllum nodosum		0,3		0,1									100	82,5	100	95,0	94	98,8	98	82,5	91	98,8	92	92,5
Asperococcus fistulosus																								0,3
Chorda filum																								0,1
Cladostephus spongiosus																	1,3	0,4			0,2			
Ectocarpus fasciculatus			0,1																	0,1				
Ectocarpus sp.											3,1				0,1				0,1	0,3			1,1	0,6
Elachista fucicola																					2,1	0,1		
Fucus sp. juvenil											0,5													
Fucus serratus																	1							
Fucus spiralis	7,1	26,3			6		8,0	0,1	4,3		13,0				18	20,1	21	35,0	13	15,0	0,5	14,0	19	4,5
Fucus vesiculosus		10,0	21	7,0					1,8	1,5			3	5,0	44	12,8	13	1,0	8	12,5	3,1		21	6,8
Giffordia cf. granulosa													2											
Laminaria sp. kimplante																				0,1		0,3		
Laminaria hyperborea																						15,0		10,0
Litosiphon sp.															1,2	0,3	0,1	0,1						
Pelvetia canaliculata	12	4,8			12	43,8	29	27,5	38	55,0	32	38,8												
Petalonia zosterifolia			0,1		0,3										0,1		0,1			0,1				
Pilayella littoralis			1		0,1										5	7			1,2		0,3			0,1
Ralfsia verrucosa																								0,5
Sphacelaria cirrosa															0,1			0,1				0,1		
Sphacelaria plumosa																		0,1						
Sphacelaria sp.																						0,1		0,1
Cladophora rupestris														0,6					0,5	0,5	0,1			
Cladophora sp.			0,1												1,1	0,3	2,1	0,1	0,6	0,3	0,1	0,3	0,1	0,5
Rhizoclonium sp.															0,1									
Spongomorpha sp.																						0,1		
Ulva sp																		0,9				1,3		
Ulva lactuca																							0,9	
Marebek	24		1		7	4,3	23	18,0	72	32,5	31	2,8		2,0						2,3				
Verrucaria mucosa		0,5																0,5		5				2
Actinia equina								0,3				0,3	1,3				0,3		19	5,5				
Actinaria sp juvenil																						0,5		
Alcyonidium spp			1										3	0,1	23	0,9	3	0,6	4	0,4	11	0,8	9	0,2
Asterias rubens																0,3					0,3	0,3		
Bryozoa indet																	1						0,1	
Clava multicornis																	1,2		1,1	0,1			3	0,5
Dynamena pumila													0,3	81	4,9	21	1,3	12	1,8	80	0,4	11	0,3	
Electra pilosa															5	0,3			0,1	0,4	6	1,5	3	1,1
Gibbula sp															0,3								0,5	
Halichondria panacea																1,0	6	1,8	10	0,8	4	1,5	3	1,8
Hydroidea indet																								1
Laomedea sp														0,1	10	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1	3			
Littorina littorea		8,0		0,5	0,3	2,5		4,8		16,3	0,5	20,3	17	37,5	0,5	20,3	0,5	0,5	0,5	6,3			3,8	5,0
Littorina obtusata				0,5	0,8	0,5		0,8			0,3	1,0	13	2,8	1	4,3	2,8	3,0	5,8	4,1	0,3		11	3,3
Littorina saxatilis	2,3		13		10		143		108		66		2						2,3					
Littorina sp juvenil		22,5		13,8		26,3		20,0				13,8						0,3		1,3				
Mytilus edulis								0,3								0,3			0,3			0,5		
Nucella lapillus				1,0									0,3	1,3	0,5	0,8			1,3	0,3			0,8	0,5
Patella vulgata												0,3	0,3	3,3	2	1,5	2,3	1,0	5,5	5,3	0,5		9,8	1,8
Polyplacophora															0,3	0,3								0,3
Semibalanus balanoides		0,4	15	1,5	10	0,5	0,6	0,9		0,5	10	1,8		1,8									1	0,1
Spirorbis sp			2									0,3		0,1	44	15,8	26	12,5	14	10,8	32	6,8	57	2,8
Carcinus maenas		1,4		0,3				2,3		1,0		1,8		1,0		1,3		0,5		1,0		0,3	0,5	
Nudibranchia																							0,3	
Gammarus spp	0,3	25,0			1,3	0,3	52,5	1,5	15,3	6	87,5		17,5		13,8			1,4		9,0		5,1		
Jaera albifrons					0,3																			
Neris sp juvenil		0,3																					0,8	
Polychaeta indet							0,5					0,5		0,3										

Vedlegg E.

Artsforekomster i Tresfjorden 2010 -11 og 2016-17. Tallene angir celler pr. liter.

Stasjon	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1
Dato	13.09.2010	18.11.2010	25.03.2011	08.07.2011	26.04.2016	07.06.2016	29.07.2016	16.09.2016	03.03.2017	12.05.2017
Dyp	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
<i>Cryptophyceae</i> (Svelgflagellater)										
<i>Hemiselmis</i> spp.			4 700				28 200			
<i>Plagioselmis</i> spp.	27 600		51 700		21 600		32 900	47 000	56 400	37 800
<i>Teleaulax acuta</i>	900		32 900	9 400	36 000		65 800	9 400	14 100	9 450
Ubestemte cryptophyceer 5-10 µm									18 800	
Sum - Svelgflagellater :	28 500	0	89 300	9 400	57 600	0	126 900	56 400	89 300	47 250
<i>Dinophyceae</i> (Fureflagellater)										
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>									80	
<i>Alexandrium tamarense</i>					280				40	
<i>Alexandrium</i> spp.										
cf. <i>Alexandrium</i> spp.			40							
<i>Amphidinium crassum</i>										
<i>Amphidinium sphenoides</i>			900							
<i>Azadinium spinosum</i>							4 700			
<i>Azadinium</i> spp.							4 700			
<i>Dinophysis acuminata</i>				440						
<i>Dinophysis rotundata</i>	40						40			
<i>Diplopetta bomba</i>							40			
<i>Entomosigma peridinioides</i>				4 700						
<i>Entomosigma peridinioides</i>					8 400		75 200		4 700	9 450
<i>Gonyaulax spinifera</i>										
<i>Gonyaulax</i> spp.					40				40	
<i>Gyrodinium</i> sp. 1							9 400			
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> <20 µm	1 800		4 700		2 400		14 100	9 400	4 700	28 350
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> 20-40 µm	600		300		80			80		18 800
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> 40-60 µm	40		600							
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> 60-80 µm	40								240	80
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> >80 µm			160						80	
<i>Heterocapsa rotundata</i>							32 900	56 400		4 700
<i>Heterocapsa triquetra</i>				80	80	600				
<i>Karlodinium veneficum</i>										
<i>Katodinium glaucum</i>	900							40		4 700
<i>Lesosardia elongata</i>							600			
<i>Nematopsis vigilans</i>			80		80				160	
<i>Oxytoxum variable</i>							600		300	
<i>Prorocentrum balticum</i>						2 350	9 400			
<i>Prorocentrum micans</i>						80				
<i>Prorocentrum cf. minimum</i>	40									
<i>Protoceratium reticulatum</i>					160					
<i>Protoperdinium bipes</i>			300		4 800	1 200				
<i>Protoperdinium brevipes</i>			120		120					80
<i>Protoperdinium curtipes</i>										
<i>Protoperdinium ovatum</i>									1 200	
<i>Protoperdinium pallidum</i>				80						
<i>Protoperdinium pellucidum</i>			40						300	
<i>Protoperdinium pentagonum</i>										160
<i>Protoperdinium steinii</i>			40		120					
<i>Protoperdinium</i> spp. 40-60 µm										
<i>Scrippsiella trochoidea</i>			80		360	320			300	10 800
<i>Torodinium robustum</i>								240		
<i>Torodinium cf. teredo</i>			80							
<i>Tripos furca</i>										
<i>Tripos fusus</i>	80			80	80		40			
<i>Tripos horridus</i>										
<i>Tripos lineatus</i>					360					
<i>Tripos longipes</i>	40			80			40			
<i>Tripos macroceros</i>							40			
<i>Tripos muelleri</i>	1 080			160			160			
Ubestemte atekate dinoflagellater <20 µm	600		14 100		16 800	4 700	61 100	18 800	4 700	28 350
Ubestemte atekate dinoflagellater 20-40 µm	240		1 500	80	160		2 100	40		300
Ubestemte atekate dinoflagellater 40-60 µm			600		80					
Ubestemte tekate dinoflagellater <20 µm			9 400		2 400		600	4 700	4 700	
Ubestemte tekate dinoflagellater 20-40 µm			300		400				300	300
Sum - Fureflagellater :	5 500	0	33 340	5 700	37 200	9 250	215 760	89 700	21 840	106 070

Stasjon	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1
Dato	13.09.2010	18.11.2010	25.03.2011	08.07.2011	26.04.2016	07.06.2016	29.07.2016	16.09.2016	03.03.2017	12.05.2017
Dyp	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
<i>Coccolithophyceae</i> (Kalk- og svepeflagellater)										
<i>Calciopappus</i> spp.										28 350
<i>Emiliania huxleyi</i>		4 700	9 400	85 050	9 308 250		65 800	98 700		727 650
<i>Phaeocystis</i> spp.			1 710 800							
<i>Prymnesiales</i> <5 µm	4 800								32 900	66 150
<i>Prymnesiales</i> 5-10 µm	2 400		4 700	9 450	2 400	14 100	4 700			28 350
Ubestemte coccolithophorider										9 450
Sum - Kalk- og svepeflagellater :	7 200	4 700	1 724 900	94 500	9 310 650	14 100	70 500	98 700	32 900	858 950
<i>Chrysophyceae</i> (Gullalger)										
<i>Dinobryon balticum</i>						4 200	600			
<i>Dinobryon</i> spp.										122 850
<i>Meringosphaera mediterranea</i>										28 350
<i>Ollicola vangoorii</i>							9 400			9 450
Sum - Gullalger :	0	0	0	0	0	4 200	10 000	0	0	160 650
<i>Dictyochophyceae</i> (Kiselalger & Pedineller)										
<i>Apedinella radians</i>										
<i>Dictyocha speculum</i>			80					40	300	
<i>Dictyocha speculum</i> flagellat					2 400	4 700	18 800	40		18 900
Sum - Kiselalger & Pedineller :	0	0	80	0	2 400	4 700	18 800	80	300	18 900
<i>Bacillariophyceae</i> (Kiselalger)										
<i>Arcocellulus comucervis</i>			179 550		1 200					
<i>Attheya septentrionalis</i>				4 700						
<i>Cerataulina pelagica</i>				5 750		120				160
<i>Chaetoceros affinis</i>	1 280	160	7 500	18 400		3 760				
<i>Chaetoceros ceratosporus</i>						11 400				
<i>Chaetoceros ceratosporus</i> var. <i>brachysetus</i>						600				
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>circinalis</i>						600				
<i>Chaetoceros contortus</i>				13 800		324 300				
<i>Chaetoceros convolutus</i>			1 760							360
<i>Chaetoceros curvisetus</i>			18 900	18 400		23 400			4 200	
<i>Chaetoceros danicus</i>		160		14 100		300				4 600
<i>Chaetoceros debilis</i>			84 900	41 400		10 500				5 700
<i>Chaetoceros decipiens</i>	1 560		3 900			1 160		200		
<i>Chaetoceros diadema</i>			19 200							18 000
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>diadema</i>										
<i>Chaetoceros furcellatus</i>			3 000							
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>furcellatus</i>			31 200							
<i>Chaetoceros laziniosus</i>				10 350						
<i>Chaetoceros minimus</i>		1 200								14 100
<i>Chaetoceros minimus</i> /thronsenii							9 400			
<i>Chaetoceros pseudobrevis</i>										41 400
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>pseudobrevis</i>			5 100							
<i>Chaetoceros similis</i>			300	4 700		2 700				3 450
<i>Chaetoceros socialis</i>			234 000			3 450				284 050
<i>Chaetoceros subtilis</i>				4 700						
<i>Chaetoceros tenuissimus</i>			4 700			14 100	14 100			9 400
<i>Chaetoceros teres</i>			160			520				
<i>Chaetoceros thronsenii</i>								9 400		
<i>Chaetoceros wighamii</i>				28 200						
<i>Chaetoceros</i> spp. <10 µm	240	120	38 400	1 020 600		17 250		240	42 550	
<i>Chaetoceros</i> spp. 10-20 µm	360		1 500	217 350		3 600				
<i>Coscinodiscus</i> spp. 100-200 µm										
<i>Coscinodiscus</i> spp. >200 µm										
<i>Cyclotella</i> spp.							28 200	9 400	9 400	
<i>Cylindrotheca closterium</i>	80	3 300	2 100	9 400		900	1 200			1 150
<i>Dactyloolen fragilis</i> similis		120	7 200	79 900		6 600	22 200		1 500	
<i>Ditylum brightwellii</i>			40							
<i>Eucampia groenlandica</i>						600				
<i>Guinardia delicatula</i>			300						600	15 600
<i>Guinardia flaccida</i>						320				
<i>Gyrodinium/Pleurosigma</i> spp.			40							
<i>Lauderia annulata</i>			2 280							
<i>Lennoxia faveolata</i>										
<i>Leptocylindrus danicus</i>			3 600	202 100		29 100			900	4 200
cf. <i>Leptocylindrus danicus</i>							1 200			

Stasjon	St. 1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1	St.1
Dato	13.09.2010	18.11.2010	25.03.2011	08.07.2011	26.04.2016	07.06.2016	29.07.2016	16.09.2016	03.03.2017	12.05.2017
Dyp	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
<i>Leptocylindrus minimus</i>						1 200				
<i>Licmophora</i> spp.			900							
<i>Porosira glacialis</i>			160							
<i>Proboscia alata</i>	80		160	960			10 200			
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>				560			40			
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> -gruppen		15 300	21 300	272 600	4 500	6 000	300		226 550	1 200
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> -gruppen										99 600
<i>Rhizosolenia imbricata</i>				400		1 160				
<i>Skeletonema</i> spp.		276 000	52 200	878 850		778 550			2 225 250	1 800
cf. <i>Skeletonema</i> spp.					9 600					
<i>Thalassionema nitzschioides</i>		2 160	6 300	93 150	160	22 200	3 300			
<i>Thalassiosira angulata</i>		160	2 400						1 200	
<i>Thalassiosira cf. angulata</i>										
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>			600							
<i>Thalassiosira antarctica/gravida/rotula</i>			27 300						8 400	
<i>Thalassiosira hyalina</i>			1 440							
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>			22 500						3 600	
<i>Thalassiosira</i> spp. <10 µm									61 100	
<i>Thalassiosira</i> spp. 10-20 µm		1 280							13 200	
<i>Thalassiosira</i> spp. 20-40 µm									1 800	
Ubestemte sentriske diatoméer <5 µm					10 800	9 400	9 450	61 100	14 100	9 450
Ubestemte sentriske diatoméer 5-10 µm		9 400		9 450	16 800				18 800	
Ubestemte sentriske diatoméer 10-20 µm			600							
Ubestemte sentriske diatoméer 20-40 µm		40	600						300	
Ubestemte sentriske diatoméer 40-60 µm										
Ubestemte pennate diatoméer 20-50 µm			1 800							
Ubestemte pennate diatoméer 50-100 µm			900					80		
Ubestemte pennate diatoméer 100-150 µm			300							
Sum - Kiselalger :	44 034	349 900	829 717	2 990 552	85 546	1 316 318	142 170	123 049	3 057 307	176 027
Raphidophyceae (Nålfagellater)										
<i>Heterosigma akashiwo</i>			9 400							
Sum - Nålfagellater :	0	0	9 400	0	0	0	0	0	0	0
Euglenophyceae (Øyعالger)										
<i>Eutreptiella gymnastica</i>						2 350				
<i>Eutreptiella</i> / <i>Eutreptiella</i> 30-60 µm			300							
Sum - Øyعالger :	0	0	300	0	0	2 350	0	0	0	0
Prasinophyceae (Olivengrønnalger)										
<i>Cymbomonas tetramitiformis</i>						2 350				
<i>Pyramimonas</i> spp. <5 µm							75 600	9 400		
<i>Pyramimonas</i> spp. 5-10 µm			14 100		4 800		18 800	18 800		9 450
Sum - Olivengrønnalger :	0	0	14 100	0	4 800	2 350	94 400	28 200	0	9 450
Ukllassifiserte										
Ubestemte flagellater <5 µm	15 600	4 700	1 304 100	66 150	56 400	56 400	595 350	37 600	131 600	557 550
Ubestemte flagellater 5-10 µm	19 200		103 950	47 250	23 500	84 600	179 550	47 000	56 400	264 600
Ubestemte flagellater 10-15 µm					1 200					9 450
Ubestemte monader <5 µm	10 800	65 800	75 600	47 250	89 300	32 900	1 304 100	37 600	75 200	245 700
Ubestemte monader 5-10 µm	3 600	14 100	9 450	37 800	4 700	4 700	737 100	14 100	18 800	28 350
Ubestemte monader 10-15 µm							42 300			
Sum - Ukllassifiserte :	49 200	84 600	1 493 100	198 450	175 100	178 600	2 858 400	136 300	282 000	1 105 650
Ebriidea (Skjetteflagellater)										
<i>Ebria tripartita</i>							900			
Sum - Skjetteflagellater :	0	0	0	0	0	0	900	0	0	0
Kinetoplastidea										
<i>Commatton cryoporinum</i>							300			9 400
<i>Leucocryptos marina</i>	900						56 400			4 700
<i>Telonema subtilis</i>					1 200				4 700	9 450
Sum - Kinetoplastidea :	900	0	0	0	1 200	0	56 700	0	4 700	23 550
Choanoflagellat (Krageflagellater)										
Ubestemte krageflagellater			37 800	18 900		28 200	9 450		178 600	103 950
Sum - Krageflagellater :	0	0	37 800	18 900	0	28 200	9 450	0	178 600	103 950
Rhizopoda										
<i>Paulinella ovalis</i>							4 700			
Sum - Rhizopoda :	0	0	0	0	0	0	4 700	0	0	0
Ciliophora										
<i>Myrionecta rubra</i>									600	
Sum - Ciliophora :	0	0	0	0	0	0	0	0	600	0
Sum totalt :	155 551	459 450	4 252 351	3 337 868	9 695 739	1 581 332	3 629 970	553 744	3 688 946	2 632 881

Stasjon	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3
Dato	05.08.2010	26.04.2016	05.08.2010	13.09.2010	18.11.2010	25.03.2011	08.07.2011	07.06.2016	29.07.2016	16.09.2016	03.03.2017	12.05.2017
Dyp	3 m	3 m	3 m	3,3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
Cryptophyceae (Sveigflagellater)												
<i>Hemiselmis</i> spp.	28 350		28 350					4 700	9 400			
<i>Plagioselmis</i> spp.	70 500	57 600	23 500	28 800		4 700	14 100		42 300	2 350	18 800	4 700
<i>Teleaulax acuta</i>	42 300	45 600	18 800	1 500		9 400	14 100	2 350	42 300			
Ubestemte cryptophyceer 5-10 µm											14 100	
Sum - Sveigflagellater :	141 150	103 200	70 650	30 300	0	14 100	28 200	7 050	94 000	2 350	32 900	4 700
Dinophyceae (Fureflagellater)												
<i>Alexandrium ostenfeldii</i>											80	
<i>Alexandrium tamarense</i>		160										
<i>Alexandrium</i> spp.						80						
cf. <i>Alexandrium</i> spp.												
<i>Amphidinium crassum</i>		80										
<i>Amphidinium sphenoides</i>						600						
<i>Azadinium spinosum</i>									14 100			
<i>Azadinium</i> spp.												
<i>Dinophysis acuminata</i>		120					23 400					
<i>Dinophysis rotundata</i>		40										
<i>Diplopetia bomba</i>		40										
<i>Entomo sigma peridinioides</i>	23 500											
<i>Entomo sigma peridinioides</i>		4 800						2 350	4 700			28 200
<i>Gonyaulax spinifera</i>		40										
<i>Gonyaulax</i> spp.											40	
<i>Gyrodinium</i> sp.1		9 400							9 400		9 400	
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> <20 µm		20 400		900		4 700		4 700	32 900	2 350		14 100
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> 20-40 µm		1 200		300	40				300	80		
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> 40-60 µm											80	
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> 60-80 µm												
<i>Gyrodinium/Gymnodinium</i> >80 µm						80						
<i>Heterocapsa rotundata</i>		2 400							56 400			23 500
<i>Heterocapsa triquetra</i>		160						160	40			
<i>Karlodinium veneficum</i>								2 350	4 700			
<i>Karlodinium glaucum</i>		40		1 200								
<i>Lesseria elongata</i>		120							1 200			
<i>Nematopsis vigilans</i>		80				80	3 000					
<i>Oxytoxum variable</i>											300	
<i>Prorocentrum balticum</i>		3 600						16 450	14 100			
<i>Prorocentrum micans</i>											160	
<i>Prorocentrum</i> cf. <i>minimum</i>				40								
<i>Protoceratium reticulatum</i>		240										
<i>Protopendinium bipes</i>		10 800						80				
<i>Protopendinium brevipes</i>		240										
<i>Protopendinium curtipes</i>											40	
<i>Protopendinium ovatum</i>												
<i>Protopendinium pallidum</i>											80	
<i>Protopendinium pellucidum</i>												
<i>Protopendinium pentagonum</i>												
<i>Protopendinium steinii</i>		400				80						
<i>Protopendinium</i> spp. 40-60 µm						80						
<i>Scrippsiella trochoidea</i>		800				600	600					160
<i>Torodinium robustum</i>											80	
<i>Torodinium</i> cf. <i>teredo</i>												
<i>Tripos furca</i>						40						
<i>Tripos fusus</i>		120		80			120					
<i>Tripos horridus</i>				40								
<i>Tripos lineatus</i>		240										
<i>Tripos longipes</i>	280		520				80					
<i>Tripos macroceros</i>	40		80				40		40			
<i>Tripos muellei</i>	440	40	200	520			40		160			
Ubestemte atekate dinoflagellater <20 µm	28 200	22 800		900		18 800	14 100	11 750	28 200	4 700	4 700	23 500
Ubestemte atekate dinoflagellater 20-40 µm		640	40			600	2 400	80	1 800	560	600	600
Ubestemte atekate dinoflagellater 40-60 µm						300					80	
Ubestemte tekate dinoflagellater <20 µm	4 700	7 200						2 350	900			9 400
Ubestemte tekate dinoflagellater 20-40 µm		2 100				1 200		40			300	300
Sum - Fureflagellater :	57 160	88 300	840	3 980	40	27 240	43 780	40 310	168 940	7 970	15 660	99 760

Stasjon	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3
Dato	05.08.2010	26.04.2016	05.08.2010	13.09.2010	18.11.2010	25.03.2011	08.07.2011	07.06.2016	29.07.2016	16.09.2016	03.03.2017	12.05.2017
Dyp	3 m	3 m	3 m	3,3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
Coccolithophyceae (Kalk- og svepeflagellater)												
<i>Calcioappus</i> spp.												9 450
<i>Emiliania huxleyi</i>	18 900	5 823 300					236 250		61 100	4 700		1 143 450
<i>Phaeocystis</i> spp.						1 720 200					9 400	
<i>Prymnesiales</i> <5 µm	75 600	14 100	75 600	14 100			9 450				23 500	66 150
<i>Prymnesiales</i> 5-10 µm		9 400	75 200	9 400		4 700	37 800	9 400	9 400			9 450
Ubestemte coccolithophorider												
Sum - Kalk- og svepeflagellater :	94 500	5 846 800	150 800	23 500	0	1 724 900	283 500	9 400	70 500	4 700	32 900	1 228 500
Chrysophyceae (Gullalger)												
<i>Dinobryon balticum</i>		31 200						3 900	1 200			
<i>Dinobryon</i> spp.	4 700											
<i>Meringosphaera mediterranea</i>												47 250
<i>Ollicola vangoorii</i>												18 900
Sum - Gullalger :	4 700	31 200	0	0	0	0	0	3 900	1 200	0	0	66 150
Dictyochophyceae (Kiseflagellater & Pedineller)												
<i>Apedinella radians</i>												4 700
<i>Dictyocha speculum</i>						240				160		
<i>Dictyocha speculum</i> flagellat			4 700					9 400	23 500			9 400
Sum - Kiseflagellater & Pedineller :	0	0	4 700	0	0	240	0	9 400	23 500	160	4 700	9 400
Bacillariophyceae (Kiselalger)												
<i>Arcocellulus comucervis</i>					2 350	66 150						56 700
<i>Attheya septentrionalis</i>						4 700						
<i>Cerataulina pelagica</i>							6 600	480				
<i>Chaetoceros affinis</i>				680		1 200	6 000	5 120			900	
<i>Chaetoceros ceratosporus</i>								9 600				
<i>Chaetoceros ceratosporus</i> var. <i>brachysetus</i>								1 500				
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>circinalis</i>								300				
<i>Chaetoceros contortus</i>						7 500	13 200	350 750			1 800	
<i>Chaetoceros convolutus</i>						4 400						
<i>Chaetoceros curvisetus</i>					2 040	46 200	31 200	13 800				1 360
<i>Chaetoceros danicus</i>					40		18 800	2 700				2 400
<i>Chaetoceros debilis</i>						166 200						1 760
<i>Chaetoceros decipiens</i>				240		3 600		160		1 000	720	
<i>Chaetoceros diadema</i>												3 900
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>diadema</i>						22 200						
<i>Chaetoceros furcellatus</i>						3 900						
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>furcellatus</i>						42 550						
<i>Chaetoceros laciniosus</i>												880
<i>Chaetoceros minimus</i>												4 700
<i>Chaetoceros minimus</i> /thronsenii									9 400			
<i>Chaetoceros pseudobrevis</i>												40 200
<i>Chaetoceros</i> cf. <i>pseudobrevis</i>												
<i>Chaetoceros similis</i>							9 400	3 600				12 650
<i>Chaetoceros socialis</i>						282 900						31 800
<i>Chaetoceros subtilis</i>							47 250	300				
<i>Chaetoceros tenuissimus</i>						9 450	9 450	9 400	4 700			14 100
<i>Chaetoceros teres</i>												
<i>Chaetoceros thronsenii</i>	89 300		65 800					4 700				
<i>Chaetoceros wighamii</i>							14 100					57 600
<i>Chaetoceros</i> spp. <10 µm		6 000		40	1 200	55 200	1 237 950	1 150		2 350	70 800	14 100
<i>Chaetoceros</i> spp. 10-20 µm				1 880	40		9 400					1 200
<i>Coccinodiscus</i> spp. 100-200 µm												80
<i>Coccinodiscus</i> spp. >200 µm												80
<i>Cyclotella</i> spp.							18 900		9 400	2 350		
<i>Cylindrotheca closterium</i>		300		1 800	900	3 450		900	300	80	3 600	
<i>Dactyliosolen fragilissimus</i>					40	11 100	51 700	10 200	43 700		4 200	
<i>Ditylum brightwellii</i>						120						
<i>Eucampia groenlandica</i>												
<i>Guinardia delicatula</i>						300						6 900
<i>Guinardia flaccida</i>								1 440				
<i>Gyrosigma</i> /Pleurosigma spp.												
<i>Lauderia annulata</i>						3 000					3 040	
<i>Lennoxia faveolata</i>												9 450
<i>Leptocylindrus danicus</i>						7 200	415 800	25 200				
cf. <i>Leptocylindrus danicus</i>									2 300			

Stasjon	St. 2	St. 2	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3	St. 3
Dato	05.08.2010	26.04.2016	05.08.2010	13.09.2010	18.11.2010	25.03.2011	08.07.2011	07.06.2016	29.07.2016	16.09.2016	03.03.2017	12.05.2017
Dyp	3 m	3 m	3 m	3,3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m	3 m
<i>Leptocylindrus minimus</i>							4 700					
<i>Licmophora</i> spp.												
<i>Porosira glacialis</i>												
<i>Proboscia alata</i>		160					1 800	880	10 800			
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i>						160					400	8 560
<i>Pseudo-nitzschia delicatissima</i> -gruppen		2 100			5 700	18 000	164 500	4 500		880	240 350	
<i>Pseudo-nitzschia seriata</i> -gruppen												
<i>Rhizosolenia imbricata</i>							800	680				
<i>Skeletonema</i> spp.					84 900	48 600	652 050	483 000		560	1 286 850	3 600
cf. <i>Skeletonema</i> spp.		19 200										
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	200	900	120		160	30 600	208 150	14 700	2 700		17 700	
<i>Thalassiosira angulata</i>											7 200	
<i>Thalassiosira</i> cf. <i>angulata</i>						1 800						
<i>Thalassiosira anguste-lineata</i>												
<i>Thalassiosira antarctica/gravida/rotula</i>						15 300					600	
<i>Thalassiosira hyalina</i>												
<i>Thalassiosira nordenskiöldii</i>						49 200					2 100	
<i>Thalassiosira</i> spp. <10 µm											79 900	
<i>Thalassiosira</i> spp. 10-20 µm					40						17 700	
<i>Thalassiosira</i> spp. 20-40 µm											5 100	
Ubestemte sentriske diatoméer <5 µm		23 500						4 700	18 900	2 350	18 800	28 350
Ubestemte sentriske diatoméer 5-10 µm	623 700	1 200	1 190 700								28 200	
Ubestemte sentriske diatoméer 10-20 µm	9 450		28 350								23 500	
Ubestemte sentriske diatoméer 20-40 µm		40			80	600					160	
Ubestemte sentriske diatoméer 40-60 µm											80	
Ubestemte pennate diatoméer 20-50 µm						3 000	1 200					
Ubestemte pennate diatoméer 50-100 µm						600						
Ubestemte pennate diatoméer 100-150 µm												
Sum - Kiselalger :	763 045	95 886	1 325 365	45 074	137 990	949 807	2 963 682	992 288	144 780	52 199	2 029 207	170 527
Raphidophyceae (Nåffagellater)												
<i>Heterosigma akashiwo</i>						300			300			
Sum - Nåffagellater :	0	0	0	0	0	300	0	0	300	0	0	0
Euglenophyceae (Øyrealger)												
<i>Eutreptiella gymnastica</i>												
<i>Eutreptia/ Eutreptiella</i> 30-60 µm												
Sum - Øyrealger :	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Prasinophyceae (Olivengrønnalger)												
<i>Cymbomonas tetramitiformis</i>							9 400	2 350				
<i>Pyramimonas</i> spp. <5 µm	85 050	4 700	9 450			4 700			37 800			28 350
<i>Pyramimonas</i> spp. 5-10 µm	18 800	9 600	4 700			4 700	9 400		32 900	4 700		
Sum - Olivengrønnalger :	103 850	14 300	14 150	0	0	9 400	18 800	2 350	70 700	4 700	0	28 350
Uklassifiserte												
Ubestemte flagellater <5 µm	604 800	112 800	387 450	47 000		774 900	151 200	56 400	236 250	7 050	155 100	869 400
Ubestemte flagellater 5-10 µm	283 500	47 000	122 850	39 950	2 350	47 250	85 050	28 200	66 150	2 350	9 400	189 000
Ubestemte flagellater 10-15 µm		28 200							23 500			9 450
Ubestemte monader <5 µm	236 250	84 600	217 350	30 550	42 300	56 700	406 350	51 700	548 100	44 650	206 800	340 200
Ubestemte monader 5-10 µm	28 350	28 200	18 900	11 750	16 450		264 600	14 100	207 900	63 450	9 400	94 500
Ubestemte monader 10-15 µm									4 700	2 350		
Sum - Uklassifiserte :	1 152 900	300 800	746 550	129 250	61 100	878 850	907 200	150 400	1 086 600	119 850	380 700	1 502 550
Ebriidea (Skjetteflagellater)												
<i>Ebria tripartita</i>							1 150		600			
Sum - Skjetteflagellater :	0	0	0	0	0	0	1 150	0	600	0	0	0
Kinetoplastidea												
<i>Commatton cryoporinum</i>								300	300			
<i>Leucocryptos marina</i>	9 400	6 000	4 700	1 200	1 200		28 200	9 400	18 800			4 700
<i>Telonema subtilis</i>												
Sum - Kinetoplastidea :	9 400	6 000	4 700	1 200	1 200	0	28 200	9 700	19 100	0	0	4 700
Choanoflagellat (Krageflagellater)												
Ubestemte krageflagellater	28 350	4 700	28 350			4 700	28 350	32 900	28 350		96 600	66 150
Sum - Krageflagellater :	28 350	4 700	28 350	0	0	4 700	28 350	32 900	28 350	0	96 600	66 150
Rhizopoda												
<i>Paulinella ovalis</i>			9 450						9 400			
Sum - Rhizopoda :	0	0	9 450	0	0	0	0	0	9 400	0	0	0
Ciliophora												
<i>Myionecta rubra</i>		300								320		
Sum - Ciliophora :	0	300	0	0	0	0	0	0	0	320	0	0
Sum totalt :	2 375 253	6 512 729	2 375 753	253 521	220 580	3 629 851	4 323 228	1 278 962	1 739 260	213 564	2 614 066	3 202 221

Vedlegg F.

Studying the current velocities in the selected intersection for Tresfjorden area: Extra plots for the vertical intersections (Figure 7.1 - Figure 7.22).

In order to study how the bridge construction affected the temperature, salinity or current speed in the water column in Tresfjord we did 2 various intersections (called here as slice1 and slice2). Slice 1 was located in the northern part from the bridge and Slice2 in the southern part from bridge. The location of slice1 and slice2 is also presented in the figure 5.55 and 5.56.

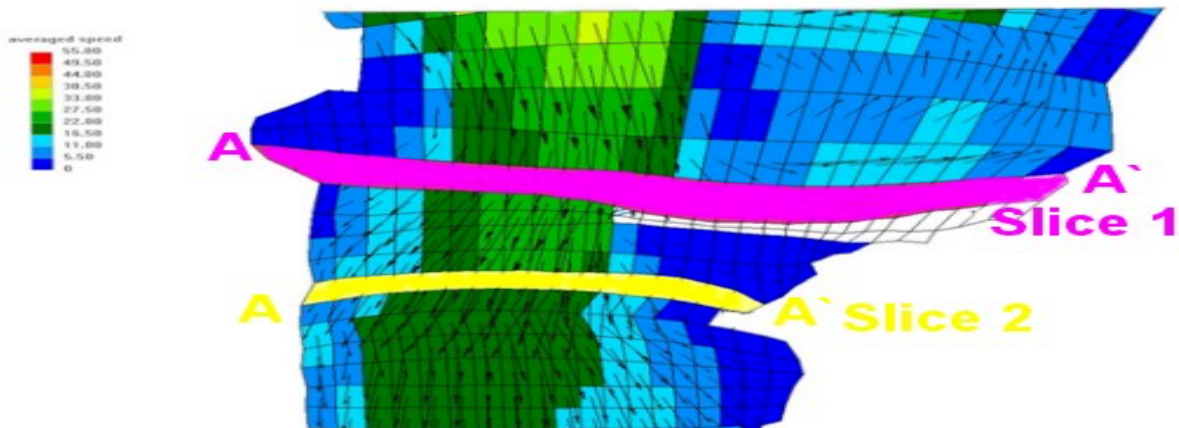


Figure 7.1 Vertical intersections (Slide1 and slide2) for version with newly constructed bridge.

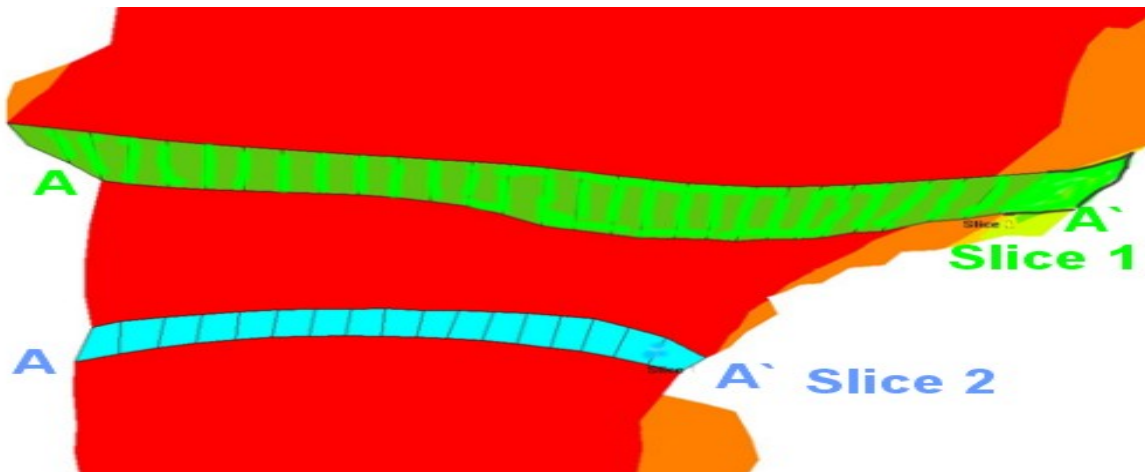


Figure 7.2 Vertical intersection (Slide1 and slide2) version without bridge.

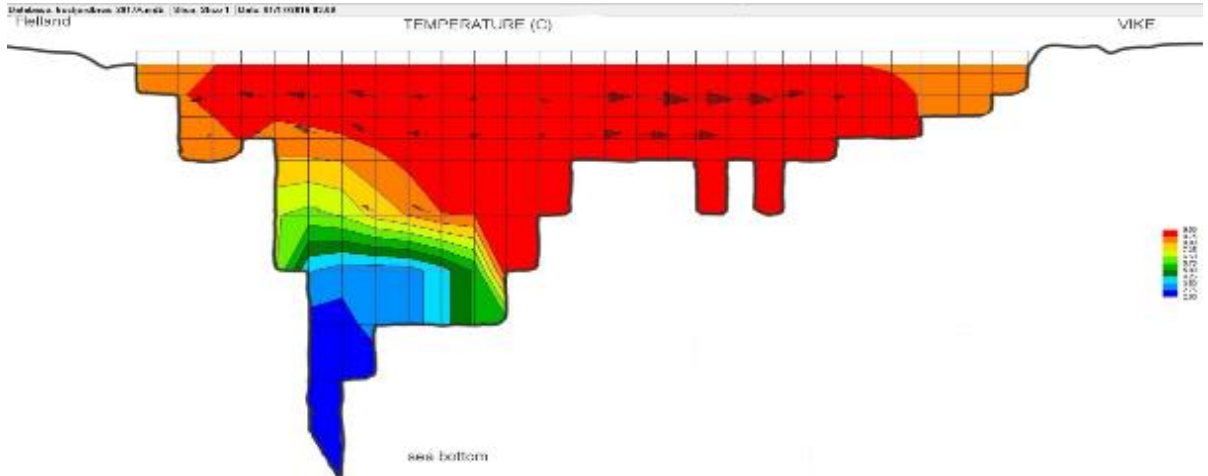


Figure 7.3 Vertical section (intersection Slide1) for temperature - version with bridge.

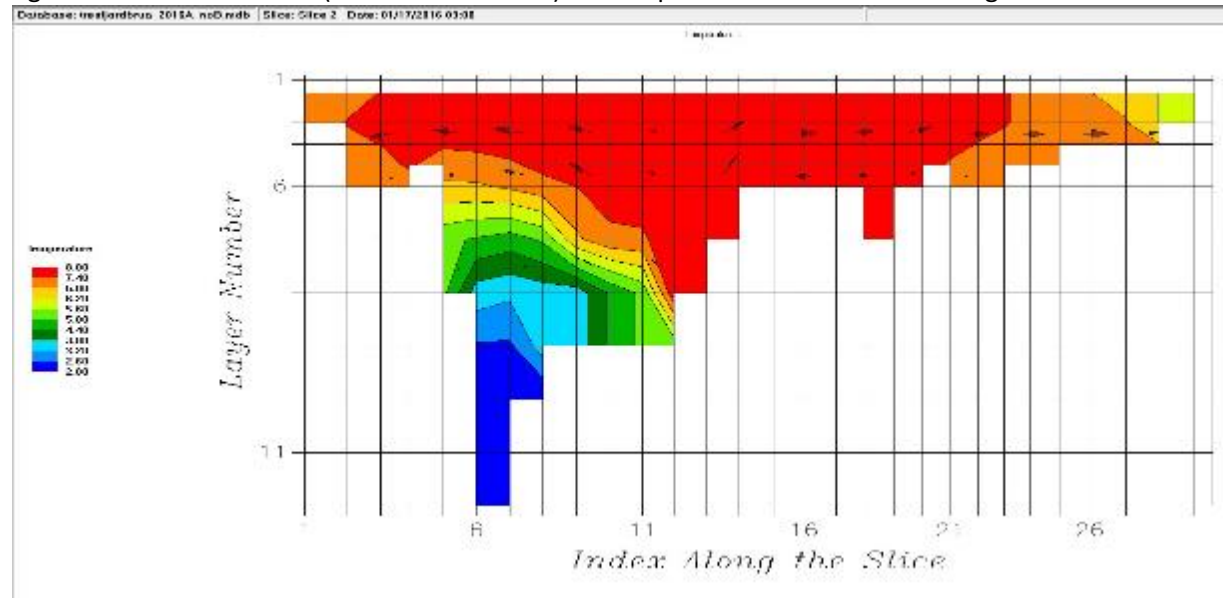


Figure 7.4 Vertical section for Slide1 for temperature (version without bridge).

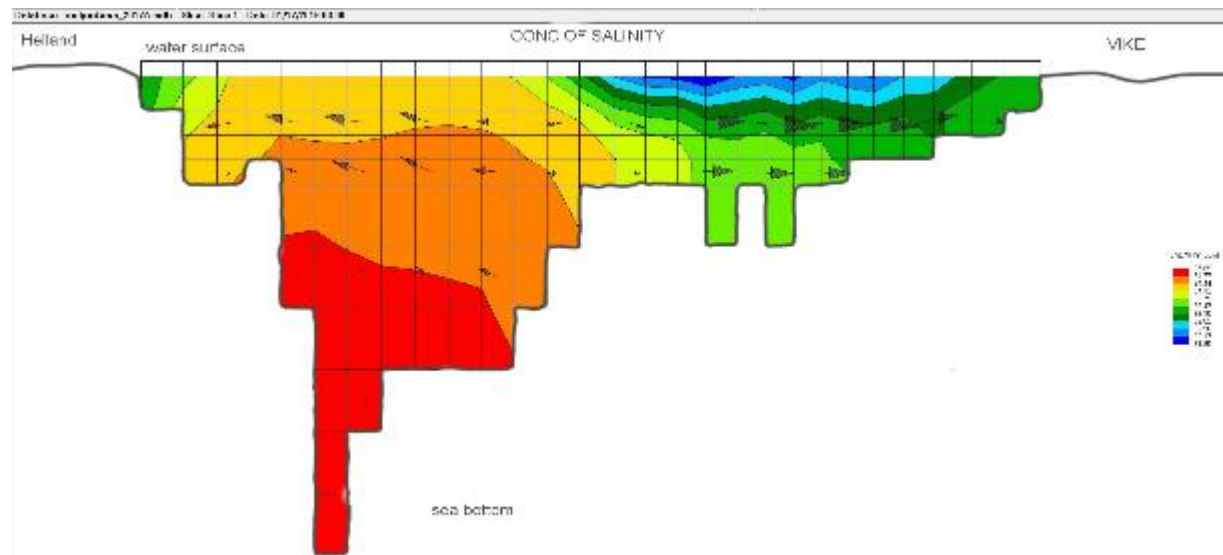


Figure 7.5 Vertical section for Slide1 for salinity (version with bridge).

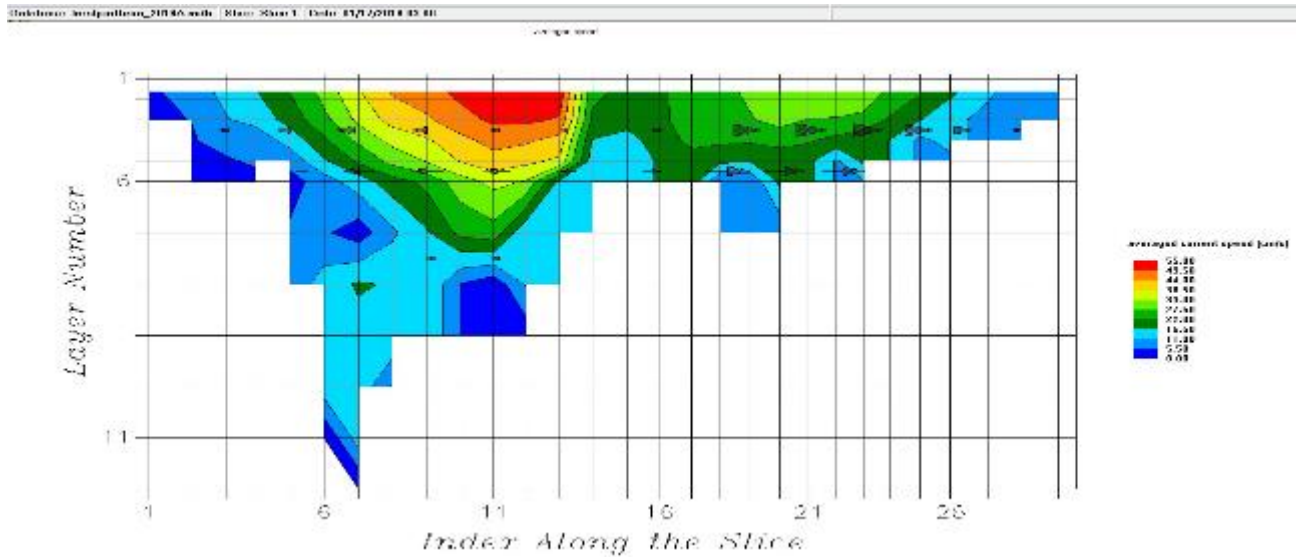


Figure 7.6 Vertical intersection (Slide1) for averaged current velocity - version with bridge.

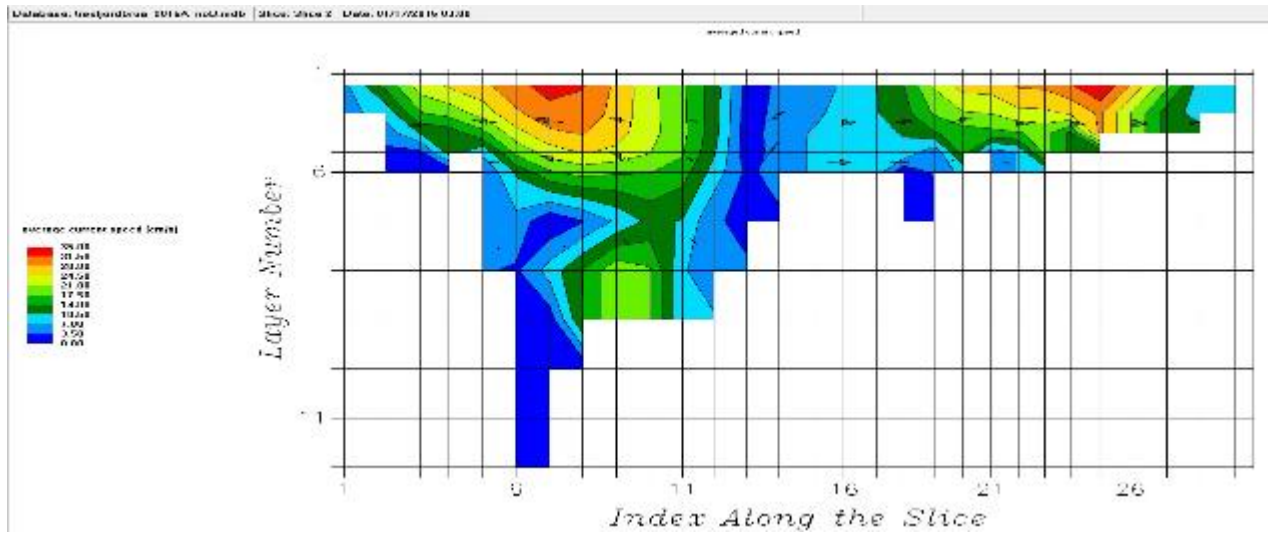


Figure 7.7 Vertical intersection (Slide1) for average current velocity - version without bridge.

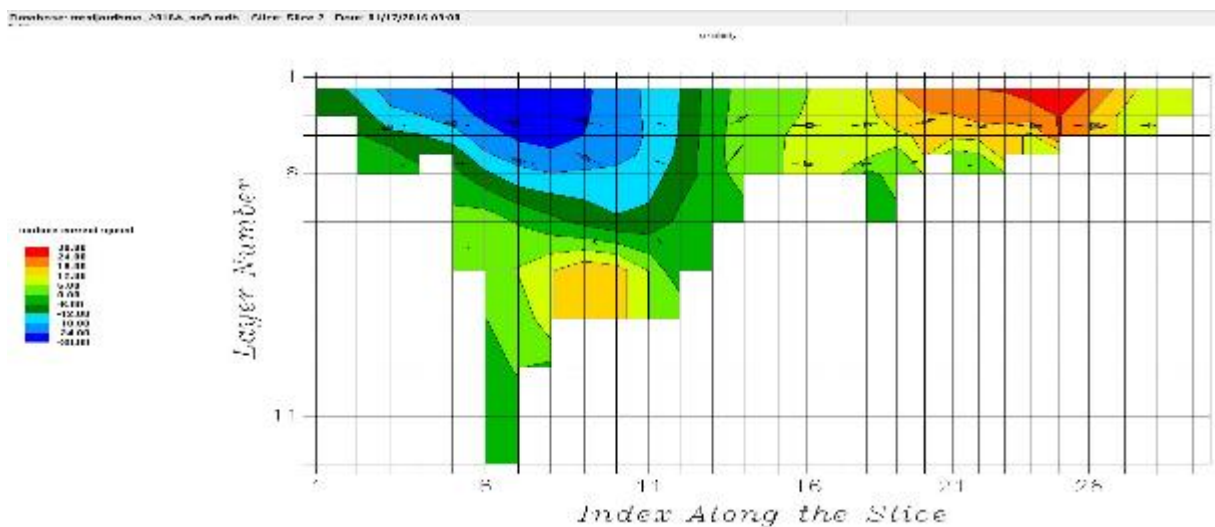


Figure 7.8 Vertical section for Slide1 for surface current velocity (version without bridge) .

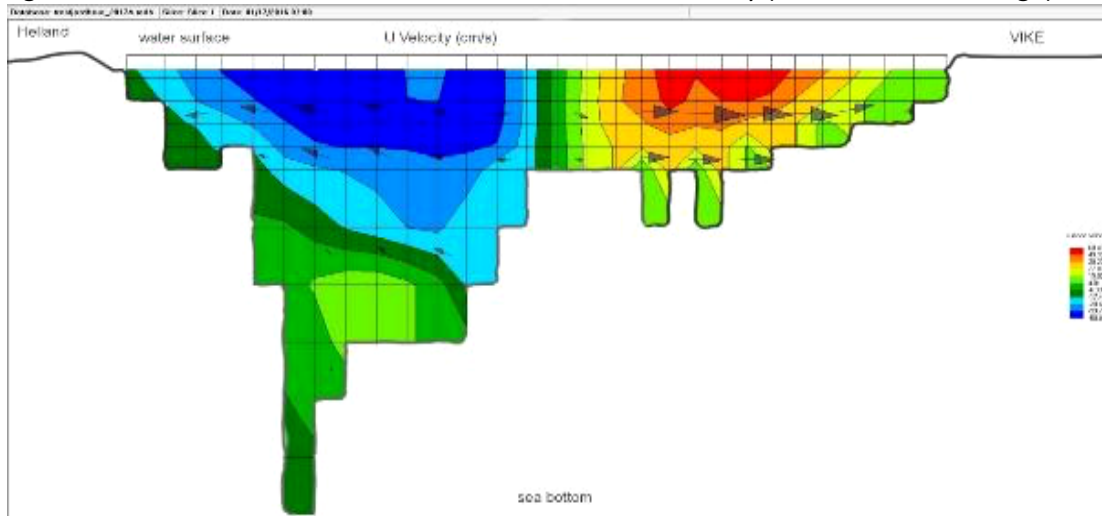


Figure 7.9 Vertical section for Slide1 for surface current velocity (version with bridge).

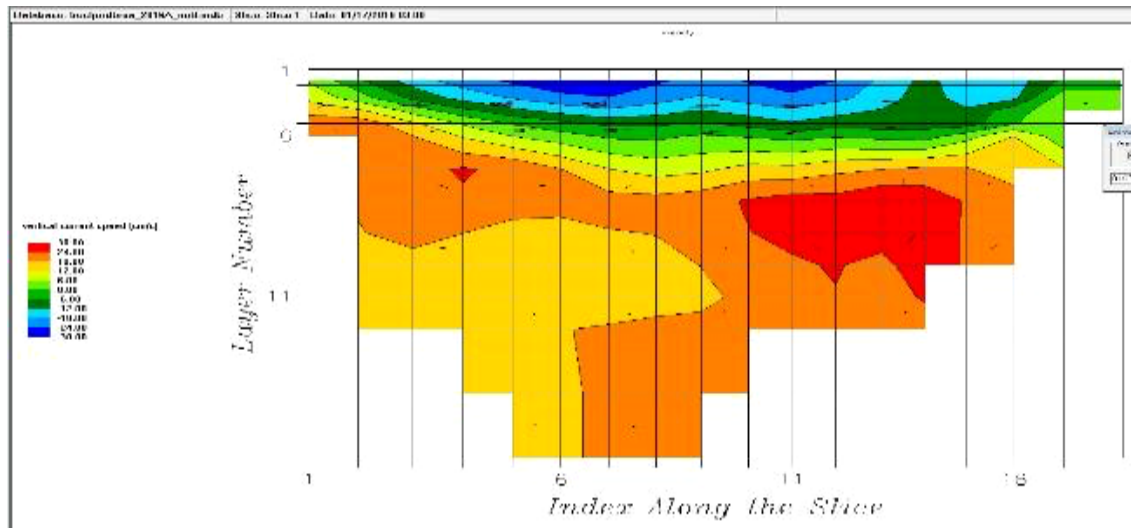


Figure 7.10 Vertical intersection (slice2) for vertical velocity (version with bridge) .

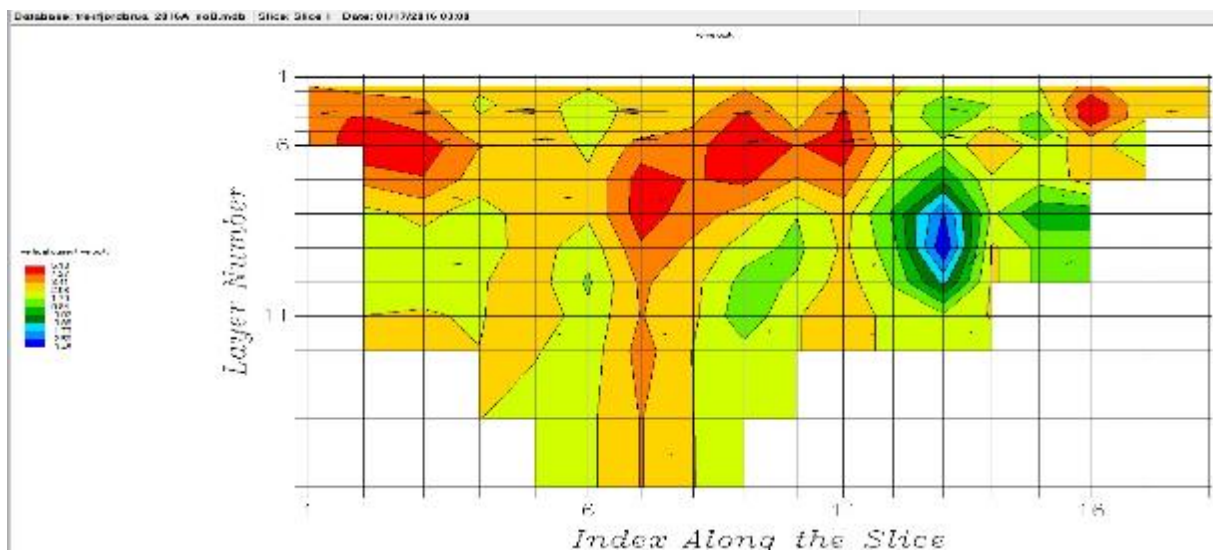


Figure 7.11 Vertical intersection (slice2) for vertical current velocity (version with bridge).

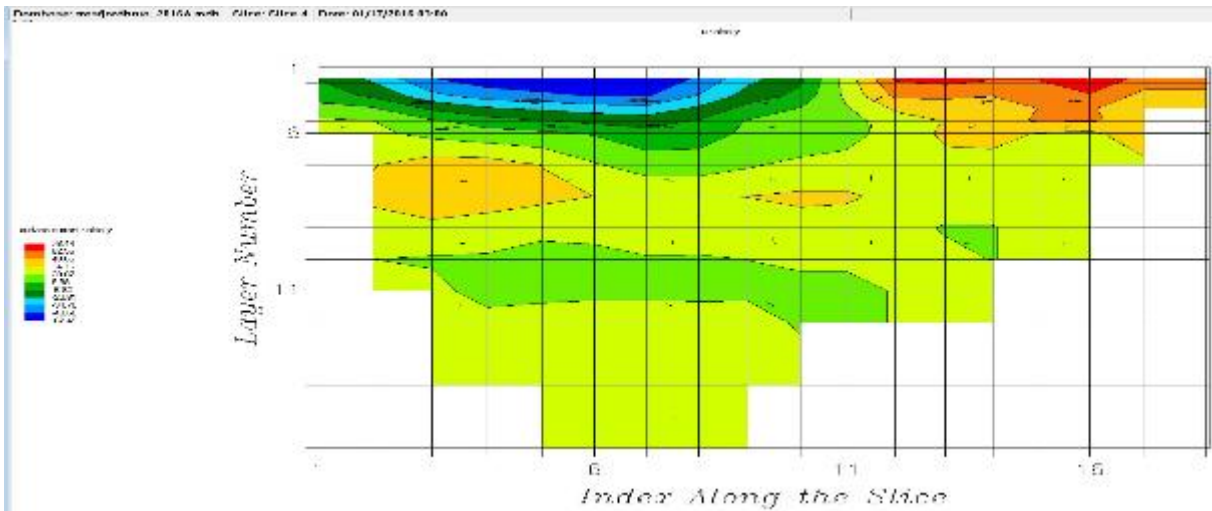


Figure 7.12 Vertical intersection for slice2 for surface velocity (version with bridge).

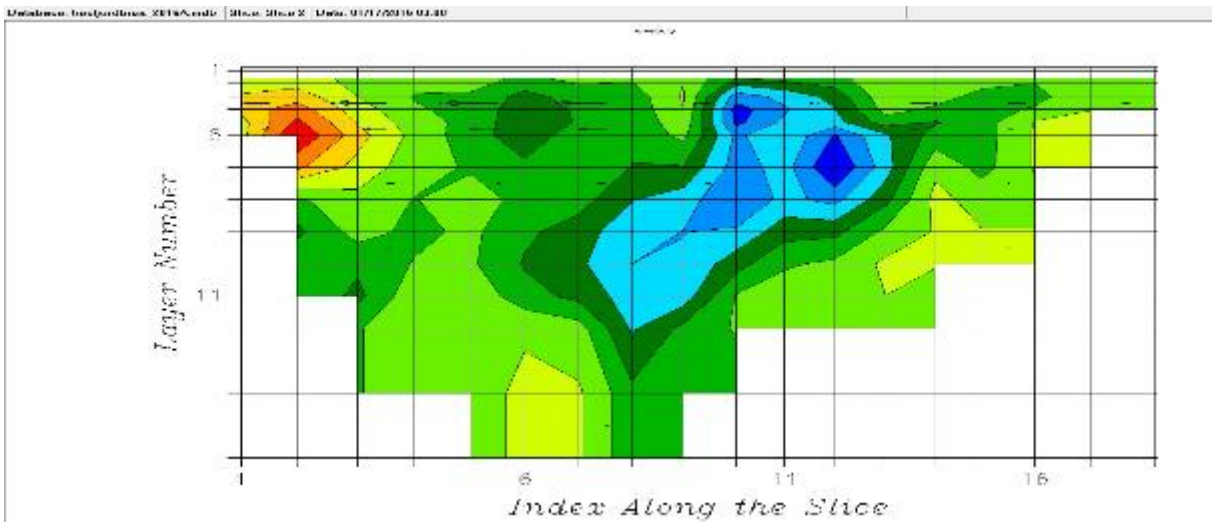


Figure 7.13 Vertical section for slice2 for surface velocity (version with bridge).

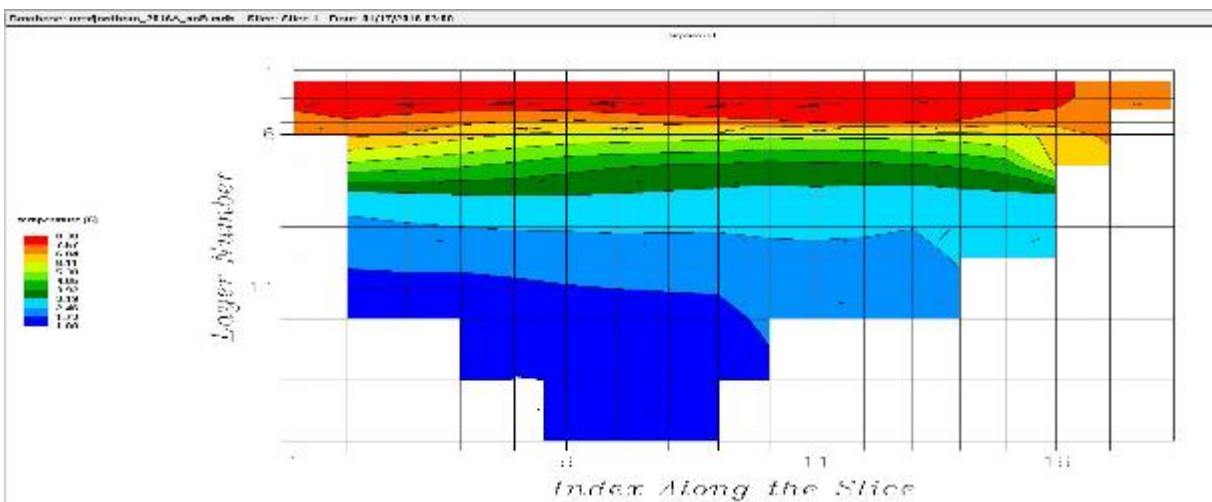


Figure 7.14 Vertical intersection (Slide2) for temperature - version without bridge.

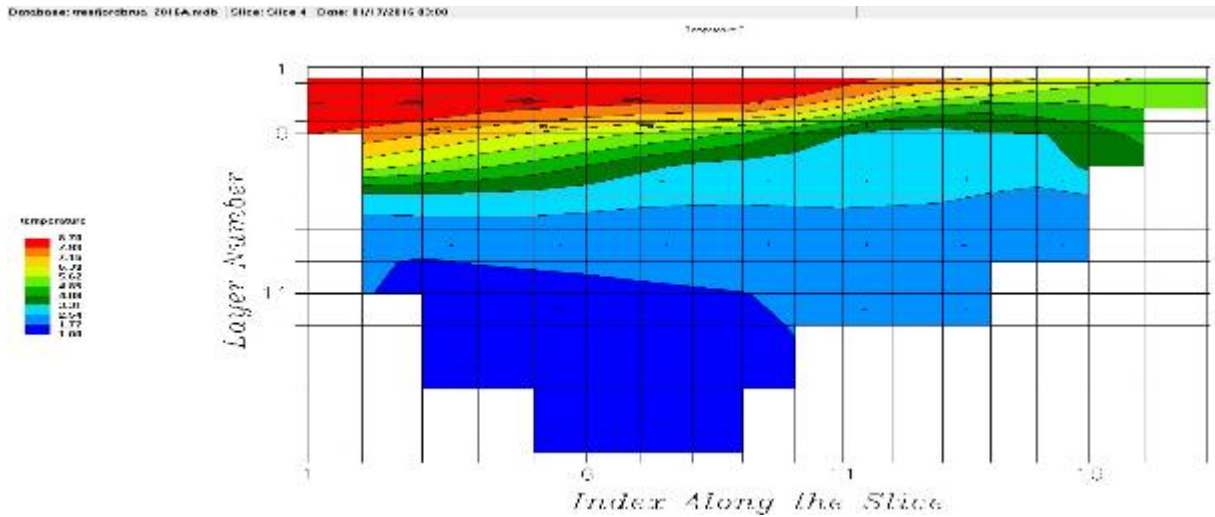


Figure 7.15 Vertical section for Slide2 for temperature (with bridge).

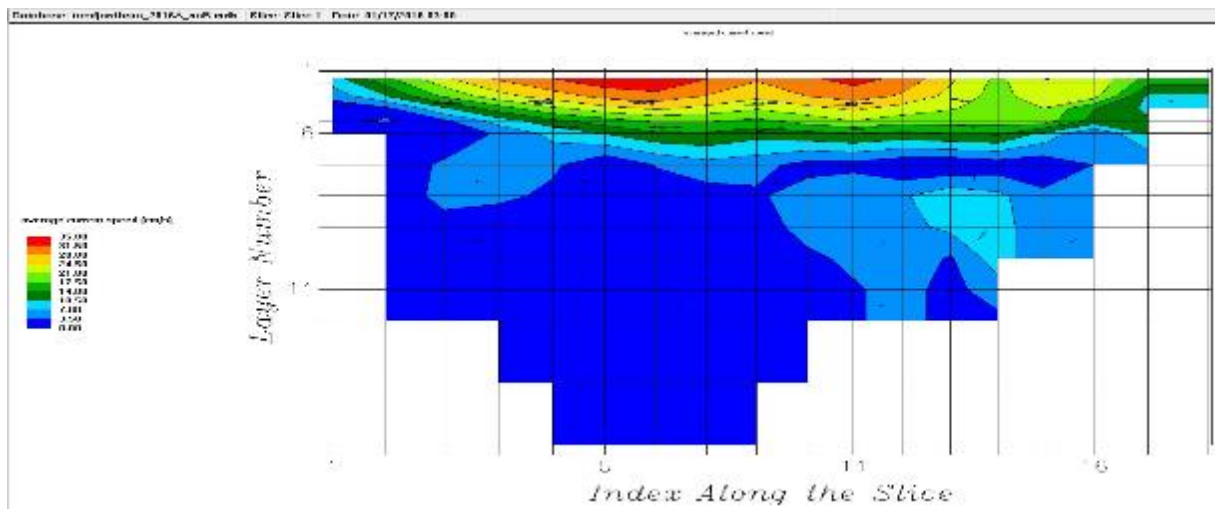


Figure 7.16 Vertical section for Slide2 for averaged current speed (without bridge).

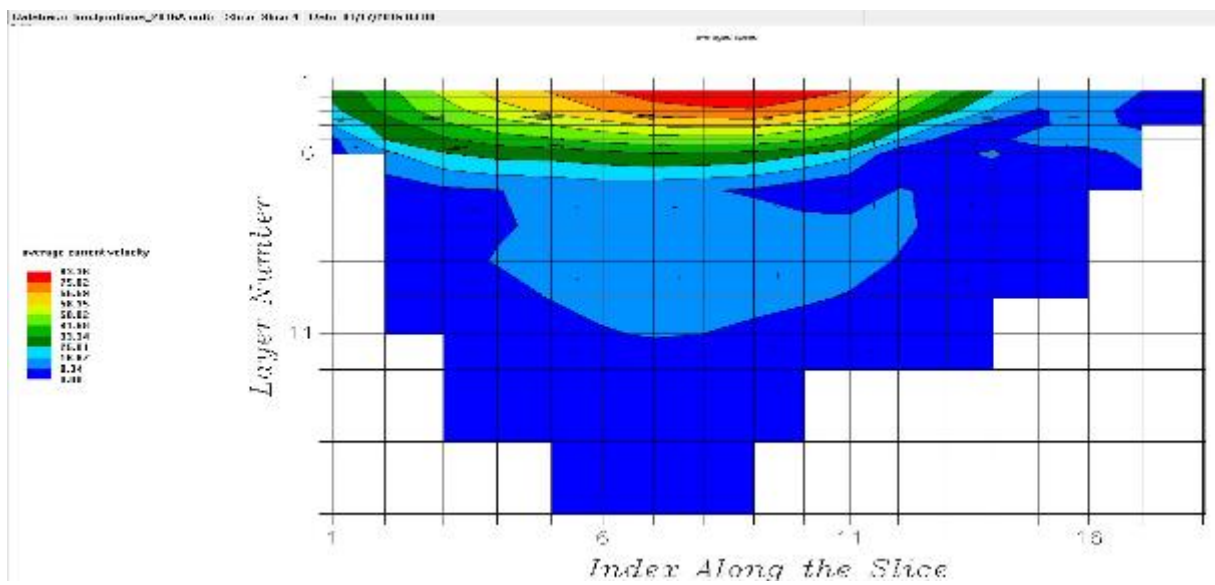


Figure 7.17 Vertical section for Slide2 for averaged current speed (with bridge).

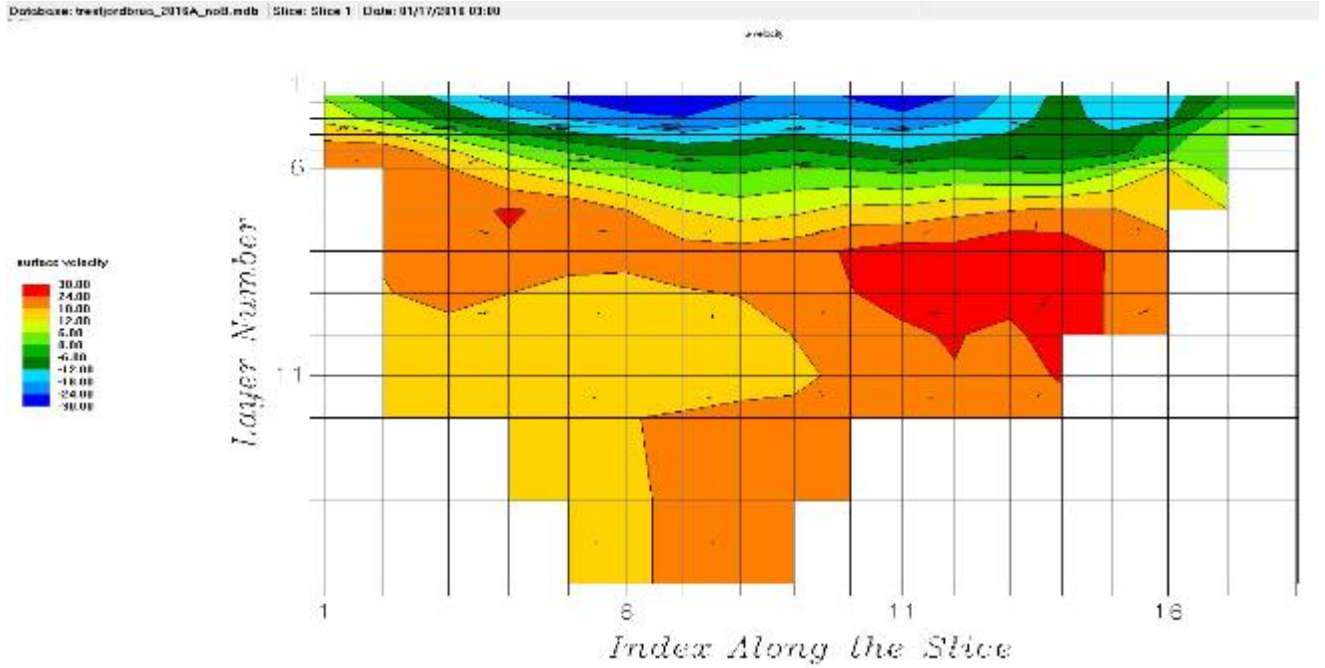


Figure 7.18 Vertical section for Slide2 for surface current speed (without bridge).

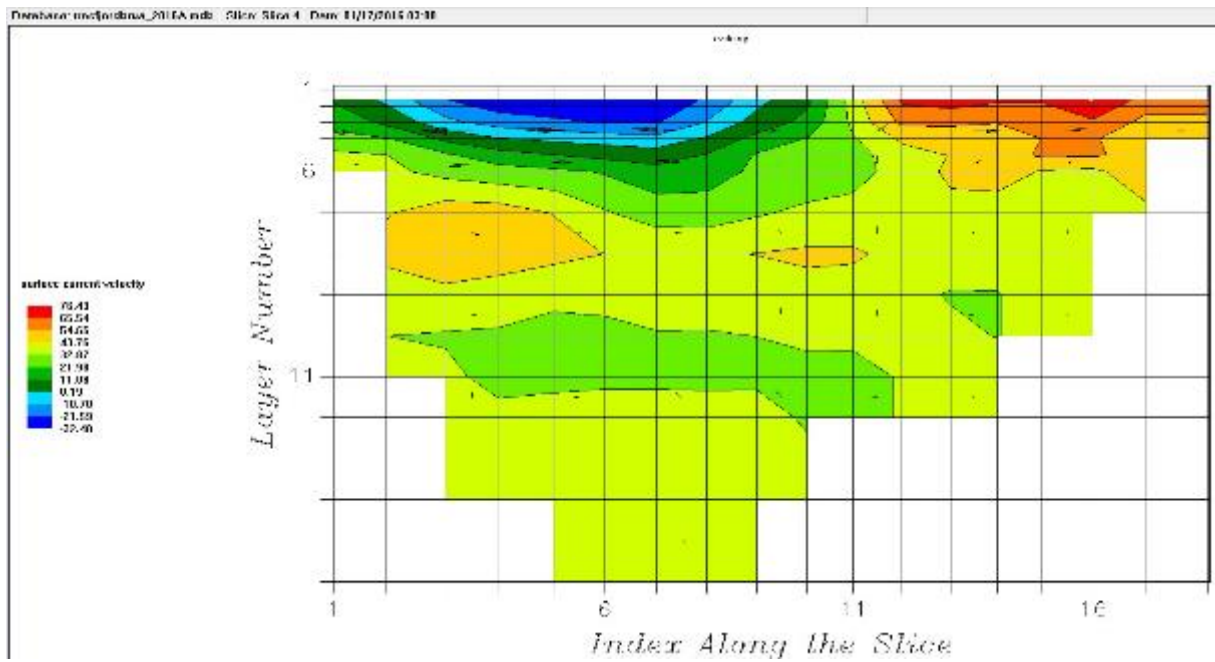


Figure 7.19 Vertical section for Slide2 for surface current speed (with bridge).

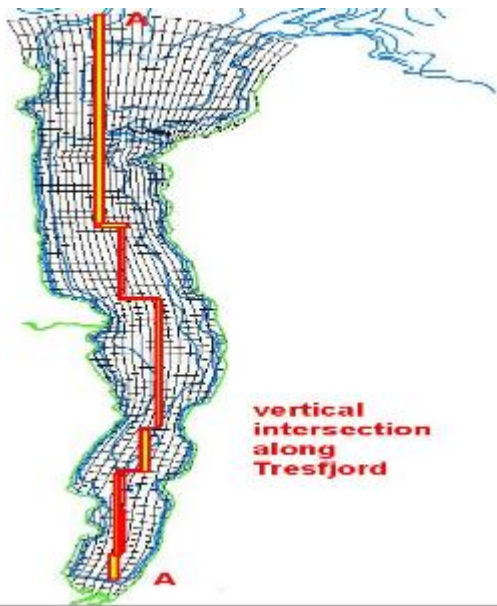


Figure 7.20 Vertical intersections (Slide1 and slide2) for version with newly constructed bridge.

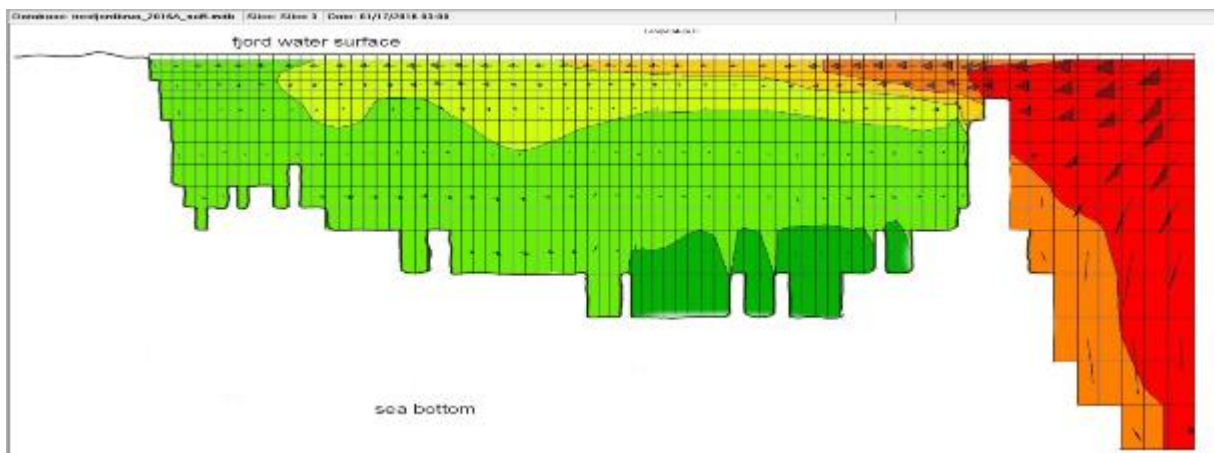


Figure 7.21 Vertical intersection for temperature (version without bridge).

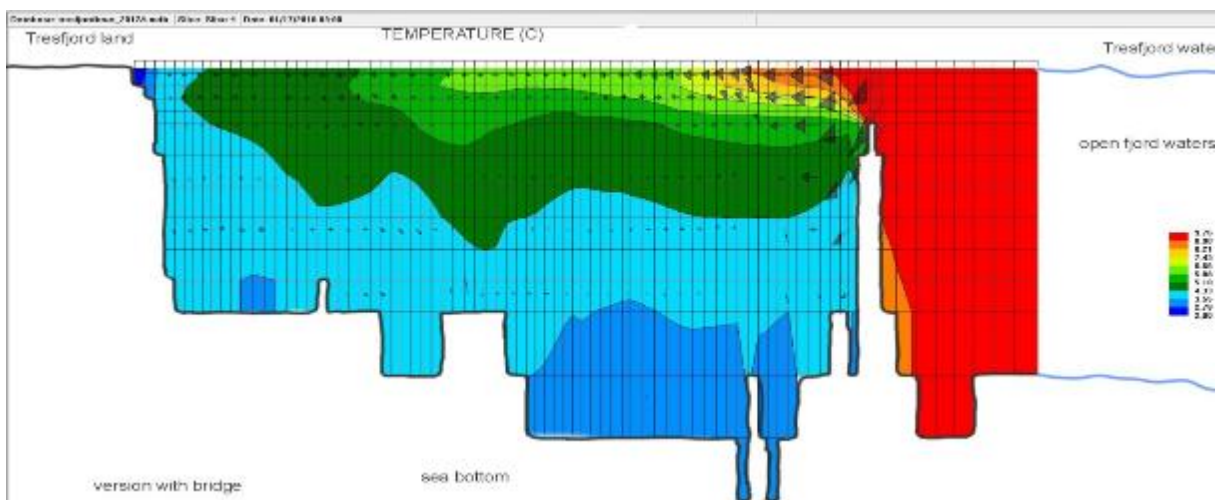


Figure 7.22 Vertical intersection for temperature (version with bridge).

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