

Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020



Årsrapport 2020, inkludert
rettelsesblad

Rådgivende Biologer AS 3540



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020. Årsrapport 2020, inkludert rettelsesblad

FORFATTERE:

Ingeborg Økland, Christiane Todt, Joar Tverberg & Mette Eilertsen

OPPDRAKSGIVER:

Bergen kommune

OPPDRAGET GITT:

Juni 2016

RAPPORT DATO:

5. januar 2022

RAPPORT NR:

3540

ANTALL SIDER:

171

ISBN NR:

978-82-8308-884-7

EMNEORD:

- Resipientundersøkelse
- Sedimentkvalitet
- Bløtbunnsfauna
- Fjæresone

- Vannkvalitet
- Hordaland
- Hydrografi
- Miljøgifter i sediment

KONTROLL:

Godkjenning/kontrollert av	Dato	Stilling	Signatur
Mette Eilertsen	13.02.21	Fagansvarlig Marin	

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Edvard Griegs vei 3, N-5059 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva
www.radgivende-biologer.no Telefon: 55 31 02 78 E-post: post@radgivende-biologer.no

Rapporten må ikke kopieres ufullstendig uten godkjenning fra Rådgivende Biologer AS.

Forside: Nordhordlandsbroen sett fra Salhusfjorden under prøvetaking i april 2020. Foto: C. Todt

KVALITETSOVERSIKT:

Element	Utført av	Akkreditering /Test nr
Prøvetaking botnsediment/hardbunn Marine bløtbunnsediment - Prøvetaking av sediment	Rådgivende Biologer AS C. Todt, H.O.T. Bergum, I. Økland	Test 288
Litoral og sublitoral hardbunn - Kartlegging og prøvetaking av flora og fauna	Rådgivende Biologer AS C. Todt	Test 288
Prøvetaking Vann - Prøvetaking av vann og vurdering og fortolkning av resultat	Rådgivende Biologer AS B. Rydland Olsen, I.E. Økland, I. Watne	Ikke akkreditert
Prøving CTD - Måling av hydrografiske forhold i vannsøylen og vurdering og fortolkning av resultat	Rådgivende Biologer AS B. Rydland Olsen I.E. Økland, I. Watne	Ikke akkreditert
Prøving pH/Eh i bunnsediment - Måling i sediment og vurdering og fortolkning av resultat	Rådgivende Biologer AS C. Todt, H.O.T. Bergum, I. Økland	Ikke akkreditert
Prøving bunnsediment Marine bløtbunnsediment - Kjemisk, fysisk og geologisk analyse* Prøving Vann - Kjemisk analyse og biologisk analyse	Eurofins Norsk Miljøanalyse AS*	Test 003*
Prøving Taksonomi Fauna i marine bløtbunnsediment - Sortering, artsbestemmelse og indeksberegning Litoral og sublitoral hardbotn - Artsbestemmelse og indeksberegning	Rådgivende Biologer AS L. Andreassen, H.O.T. Bergum, A.F. Boddington, S. Henriksen, B. Huseklepp, J. Johanson, E. Gerasimova, L. Ohnheiser, K. Stiller, S. Stueland, C. Todt C. Todt, H.E. Haugsøen	Test 288
Faglige vurderinger og fortolkninger Marine bløtbunnsediment - Vurdering og fortolkning av resultat for fauna Kjemi i marine bløtbunnsediment - Vurdering og fortolkning av resultat fra kjemiske, fysiske og geologiske analyser Litoral og sublitoral hardbunn - Vurdering og fortolkning av resultat for flora og fauna	Rådgivende Biologer AS C. Todt Rådgivende Biologer AS I.E. Økland Rådgivende Biologer AS C. Todt	Test 288 Test 288 Test 288

*Se RB tilleggssrapport 3111 for informasjon om adresse og utførende laboratorium, inkludert underleverandører.

Detaljer om akkrediteringsomfang for ulike Test nr finnes på <http://www.akkreditert.no> .

FORORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag fra Bergen kommune, Vann- og avløpsetaten, utført en resipientundersøkelse i utvalgte fjordsystemer rundt Bergen. Prøvetaking og analyser er gjennomført i henhold til et felles undersøkelsesprogram utarbeidet for kommunene Askøy, Bergen, Fjell, Sund og Os for perioden 2017-2020 av Bergen kommune og Driftsassistansen i Hordaland – Vann og Avløp IKS (DIHVA). Dette er fjerde årsrapport for perioden, som omfatter resultatene fra prøvetakingen i 2020 og som diskuterer utvikling av vann- og sedimentkvalitet, samt økologisk tilstand basert på bløtbunnsfauna og fjæresone siden 2011/2012. Bunnforhold ved utvalgte avløpsrenseanlegg i Bergen kommune ble i 2020 for første gang filmet med ROV for å undersøke synlig påvirkning på sjøbunnen.

Prøvetaking, taksonomi, kjemiske analyser og vurdering og fortolkning av resultater for marint sediment, bløtbunnsfauna og fjæresone er utført akkreditert (se kvalitetsoversikt på side 3).

Feltundersøkelser som omfatter prøvetaking av vann og sediment, samt kartlegging av fjæresamfunn, er utført i februar, april, mai og september 2020 av forskere fra Rådgivende Biologer AS (se kvalitetsoversikt på side 3). Kjemiske analyser er utført av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen. Sortering og artsbestemming av bløtbunnsfauna er utført på Rådgivende Biologer AS sitt taksonomilaboratorium. Rapporten er skrevet av Ingeborg E. Økland, som er PhD i geokjemi/geobiologi, og Christiane Todt, som er PhD i systematisk zoologi. Joar Tverberg, som er master i marinbiologi, har laget kart og bidratt til rapportering. Mette Eilertsen, som er master i marinbiologi, har kvalitetssikret rapporten og har bidratt til vurdering og fortolkning av resultater.

Det ble oppdaget at flere av de dype stasjonene hadde større andel sand i kornfordelingen enn ved tidligere undersøkelser. Prøvene ble derfor analysert på nytt, og det ble funnet at det hadde vært problemer med den tidligere analysen. I denne rapporten, med rettelsesblad, er de nye resultatene tatt inn. Et rettelsesblad i **vedlegg 9** angir endringer som er blitt gjort i forhold til den opprinnelige rapporten.

Rådgivende Biologer takker Bergen kommune ved Anne Cornell for oppdraget, og Leon Pedersen samt mannskapet om bord på MS Solvik for assistanse i forbindelse med feltarbeidet. Vi takker også Erling Heggøy fra DIHVA for verdifulle innspill og godt samarbeid.

Bergen, 5. januar 2022

INNHold

Forord.....	4
Sammendrag.....	6
Innledning	11
Områdeinndeling.....	13
Undersøkelsesprogram 2020	14
Metode og datagrunnlag.....	15
Vann.....	15
Sediment	16
Fjæresamfunn.....	18
ROV-undersøkelser.....	20
Resultater og diskusjon	21
Område 1 – Arnavågen og Sørfjorden.....	21
Område 3 – Raunefjorden	48
Område 4 – Byfjorden, Salhusfjorden og Herdlefjorden	62
Område 5 – Kviturdviks- og Vågsbøpollen, Fanafjorden, Korsfjorden og sørlige deler av Sund...	108
Område 6 – Os	112
Område 8 – Hjeltefjorden	116
Område 10 – Osterfjorden	122
Konklusjon.....	130
Avvik	135
Referanser	136
Vedlegg.....	138

SAMMENDRAG

Økland I.E., C. Todt, J. Tverberg & M. Eilertsen 2022. *Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020. Årsrapport 2020, inkludert rettelsesblad. Rådgivende Biologer AS, rapport 3540, 171 sider, ISBN 978-82-8308-884-7.*

I 2020 ble det undersøkt utvalgte stasjoner i seks områder i Bergen, Askøy, Osterøy, Øygarden (tidligere Fjell) og Bjørnafjorden (tidligere Os) kommuner for å overvåke den økologiske tilstanden i fjordsystemene rundt Bergen. Feltundersøkelsene er utført til ulike tider av året, hvor prøvetaking av vann ble utført i februar, mai og oktober, prøvetaking av sediment ble utført i april, og kartlegging av fjæresamfunn i september 2020. Alle feltundersøkelser ble utført av forskere fra Rådgivende Biologer.

OMRÅDE 1 – ARNAVÅGEN OG SØRFJORDEN

Stasjon St.1 og St.121 ligger i fjordbassenget utenfor utløpet av Arnavågen og Garnes, og gjenspeiler forhold i indre deler av Sørfjorden. Stasjon St.2 er en dypstasjon sentralt i ytterste del av Sørfjorden, mens St.130, Ste1 og Tel1 ligger relativt nært land ved utslippspunkt for avløp ytterst i Sørfjorden. Sedimentkvalitet ble undersøkt i april på tre stasjoner (St.1, St.121, St.2) og miljøgiftinginnhold i sediment på en stasjon (St.130). I tillegg ble fjæresamfunnet undersøkt i september på to stasjoner (BY8, BY15).

Vannkvaliteten var generelt bra i Sørfjorden, med unntak av lave oksygenverdier i bunnvannet på stasjon St.2. Februarmålingene for næringsstoffer lå innenfor "svært god" eller "god" tilstand. Innholdet av næringssalter for mai og oktober kan ikke vurderes etter tilstandsklasse etter veileder 02:2018, men gjennomsnittskonsentrasjoner av næringssalt var generelt lave. Gjennomsnittskonsentrasjonen av klorofyll- α viste "svært god" tilstand i februar og oktober, og "god" tilstand i mai. Siktedyptet var innenfor "svært god" tilstand i februar og oktober, og på grensen mellom "god" og "moderat" tilstand i mai. Oksygeninnholdet i bunnvannet på den dype stasjonen St.2 lå innenfor "moderat" tilstand i februar og mai, og "dårlig" tilstand i oktober. På de andre stasjonene viste oksygeninnholdet i bunnvannet "god" eller "svært god" tilstand.

Sedimentkvalitet basert på pH og E_h var god på alle stasjonene, og den økologiske tilstanden basert på bløtbunnsfauna i Sørfjorden lå innenfor tilstandsklasse "god" på stasjon St.1 og St.121, og "svært god" på stasjon St.2. Bløtbunnsfaunen var dermed ikke negativt påvirket av organisk forurensing, selv om innholdet av organisk stoff målt som normalisert TOC var høyt på St.2. Også på stasjon St.131 var det mye organisk stoff i sedimentet.

Miljøgifter i sediment fra stasjon St.131 var forhøyet og konsentrasjonen av flere forbindelser lå over grenseverdien for prioriterte stoffer eller vannregionspesifikke stoffer. Innholdet av tungmetallene kvikksølv og sink var noe høyt og lå innenfor tilstandsklasse "moderat", mens andre tungmetaller lå innenfor tilstandsklasse "bakgrunn" eller "god". Det var høyt innhold av flere PAH-forbindelser, tilsvarende "dårlig" eller "moderat" tilstand, og Σ PAH 16, tilsvarte "moderat" tilstand. Også Σ PCB 7-konsentrasjonen tilsvarte "moderat" tilstand og innholdet av TBT lå innenfor "dårlig" tilstand.

Fjæresamfunnet på stasjon BY15 ved Merkesneset i ytre Sørfjorden hadde normalt artsmangfold for en stasjon i en ferskvannspåvirket fjord, men hadde noe høy andel av opportunistiske alger. Stasjonen ble klassifisert innenfor tilstandsklasse "god". Ved Garnes (BY8) var andelen av opportunistiske alger også høy, men artsmangfoldet var noe lavere enn på stasjon BY15, og stasjonen ble klassifisert innenfor tilstandsklasse "moderat".

ROV-undersøkelser ble gjennomført under rørinspeksjon ved avløpsrenseanleggene Tellevik, Steinestø og Hylkje i januar 2020 og filmmaterialet ble gjennomgått for å vurdere bunnforhold ved utslippspunkt. Filmopptakene bekreftet at det er hardbunn rundt utslippspunktene og dokumenterte noe synlig påvirkning av sjøbunnen fra utslipp av avløpsvann.

OMRÅDE 3 – RAUNEFJORDEN

Stasjon St.25 og St.26, som ligger ca. 200 m nord og sør for utslippspunktet av renseanlegget Flesland/Sletten på østsiden av Raunefjorden, ble undersøkt for vann- og sedimentkvalitet. Stasjon St.8, i et dypere område midt i Raunefjorden, ble undersøkt for miljøgifter i sediment.

Vannkvaliteten var generelt god i Raunefjorden, med gjennomsnittlig lavt innhold av næringssalter i mai og oktober. I februar lå ammoniumkonsentrasjonen i "moderat" tilstand på St.25, mens de andre næringssalter lå innenfor "god" eller "svært god" tilstand. Det var imidlertid relativt stor variasjon mellom enkeltmålinger. I mai og oktober var næringssaltinnholdet generelt lavt. Konsentrasjonen av klorofyll, siktedyp og oksygenforhold viste "svært god" tilstand både i februar, april og oktober.

Sedimentkvalitet basert på pH og E_h var god på St.25 og St.26. Innholdet av organisk stoff på St.25 var noe høyere enn på stasjon St.26. Den økologiske tilstanden basert på bløtbunnsfauna lå innenfor "svært god" tilstand på stasjon St.25 og St.26, og fremstod som upåvirket av organiske tilførsler.

Miljøgifter i sediment fra stasjon St.8 var delvis forhøyet, og konsentrasjonen av flere forbindelser lå over grenseverdien for prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer. Konsentrasjonen av tungmetaller var lav, og totalinnholdet av PAH 16 var lavt, tilsvarende tilstandsklasse "god". Innholdet av enkelte PAH-forbindelser var imidlertid høyt, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig" eller "moderat", og $\sum$ PCB 7-konsentrasjonen lå innenfor tilstandsklasse "moderat".

OMRÅDE 4 – BYFJORDEN, SALHUSFJORDEN OG HERDLEFJORDEN

Det ble undersøkt fire stasjoner i dypområder i område 4, samt sju stasjoner som er tilknyttet de kommunale avløpsrenseanleggene Holen, Ytre Sandviken og Kverneviken.

Dypområder

Stasjon St.3 ligger i Salhusfjorden, sørvest for Nordhordlandsbroen, mens St.4 og St.5 ligger henholdsvis vest for Eidsvåg sentralt i Byfjorden og øst for Askøybrua sør i Byfjorden. Stasjon Herd1 ligger sentralt i Herdlefjorden. Vannkvalitet ble i 2020 undersøkt på St.4 og St.5, sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna på Herd1 og miljøgifter i sediment på stasjonene St.3-5 og Herd1.

Vannkvaliteten var generelt god i Byfjorden med gjennomsnittlig lavt innhold av næringssalter i februar, mai og oktober. Målinger av næringssalter og klorofyll i februar lå innenfor "svært god" eller "god" tilstand. Siktedypet varierte lite mellom stasjoner, og de laveste verdiene ble målt i mai og høyeste verdiene i februar. Oksygeninnholdet i bunnvannet i de dypeste delene av Byfjorden tilsvarte tilstandsklasse "svært god" for samtlige målepunkt for St.4 og St.5.

Sedimentkvalitet ble undersøkt på stasjon Herd1. Stasjonen hadde "god" tilstand basert på pH og E_h , og den økologiske tilstanden basert på bløtbunnsfauna lå innenfor tilstandsklasse "svært god". Det var imidlertid høyt innhold av normalisert TOC i overflatesedimentet.

Miljøgifter i sediment hadde på alle undersøkte stasjoner konsentrasjoner av stoffer som lå over grenseverdien for prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer. St.4 hadde det klart høyeste innholdet av miljøgifter, med høye konsentrasjoner av tungmetallene kobber, kvikksølv, bly og sink, og av de organiske miljøgiftene $\sum$ PAH16, $\sum$ PCB 7 og TBT. Konsentrasjonen av disse forbindelsene tilsvarte tilstandsklasse "dårlig" eller "moderat". De andre stasjonene hadde også høyt innhold av PAH-forbindelser, med $\sum$ PAH16-konsentrasjon innenfor tilstandsklasse "moderat". Konsentrasjonen av $\sum$ PCB 7 og TBT tilsvarte henholdsvis tilstandsklasse "moderat" og "dårlig" på St.3 og St.5, og tilstandsklasse "moderat" på Herd1.

Byfjorden kommunale renseanlegg

Stasjonene i nærområdet til renseanleggene i Byfjorden var stasjon Lyr2, Lyr3 og Lyr7 ved Holen, Fag3 og Fag4 ved Ytre Sandviken, og Kvr1 ved Kverneviken. Vannkvalitet ble undersøkt på Lyr3, Fag4 og

Kvr1, og i tillegg ble bakterieinnhold undersøkt på Lyr3 og Fag4. Sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna ble undersøkt på stasjon Lyr2, Lyr7, Fa3 og Kvr1.

Vannkvaliteten viste lite variasjon i næringssalter og klorofyll, med generelt lave verdier i februar, mai og oktober. I februar lå alle gjennomsnittsmålinger innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god", men med enkeltmålinger med høyere konsentrasjoner, spesielt på Kvr1 og Lyr3. Innholdet av koliforme bakterier (*E. coli*) ble undersøkt på stasjon Fag4 og Lyr3 og hadde store variasjoner mellom dyp i februar. Tilstanden varierte mellom tilstandsklasse "god" og "svært dårlig" på Lyr3, og "god" og "moderat" på stasjon Fag4. I mai og oktober var innholdet av *E. coli* lavt på begge stasjoner og måledyp, foruten på stasjon Fag4 som hadde "moderat" tilstand på 20 m dyp. Siktedypet var høyt i februar og oktober, og noe lavere i mai på begge stasjoner. Oksygeninnholdet i bunnvannet viste "svært god" tilstand på samtlige stasjoner.

Sedimentkvalitet basert på pH og E_h -verdier viste gode forhold på samtlige stasjoner. På stasjon Lyr2, som er overvåkingsstasjonen for avløpet i Nygårdsviken ved Holen avløpsrenseanlegg, lå bløtbunnsfaunaen i tilstandsklasse "dårlig" og var negativt påvirket av organiske tilførsler, mens faunaen på Lyr7, som ligger lengre ut i viken, lå innenfor "god" tilstand og viste ingen negativ påvirkning. Begge stasjonene hadde høyt innhold av organisk materiale basert på normalisert TOC. Sedimentet på Lyr2 inneholdt en del planterester, noe som tyder på at avrenning fra land har tilført organisk materiale til området og er minst delvis grunnen for den dårlige faunatilstanden på stasjon Lyr2. Prøver fra stasjon Fag3 ved Ytre Sandviken avløpsrenseanlegg hadde lavt innhold av organisk materiale, men sedimentet luktet litt av kloakk. Bløtbunnsfaunaen lå innenfor tilstandsklasse "svært dårlig", med få arter og svært mange individ. Det svært høye individantallet i alle grabbhugg indikerer at det har vært betydelige tilførsler av organisk materiale i en periode før prøvetaking. Stasjon Kvr1 ligger ved det tidligere utløpet fra avløpsrenseanlegget Kverneviken og har ikke vært i regelmessig bruk siden våren 2017. Det var høyt organisk innhold i sedimentet, men det ble observert planterester i prøven som tyder på at en nærliggende elv tilfører en del organisk materiale. Bløtbunnsfaunaen lå innenfor tilstandsklasse "god" og tilstanden var betydelig forbedret i forhold til tidligere år.

ROV-undersøkelser ble gjennomført rundt utslippspunkter og mellom utslippspunkter og overvåkingsstasjoner på sjøbunnen ved avløpsrenseanleggene Holen, Ytre Sandviken og Knappen. Rundt utslippspunkt fra alle anlegg var det noe søppel fra tiden før oppgradering med sekundærrensing. Det var lite partikler synlig i utslippsvannet. Vannet slippes ut fra enden av avløpsrørene på rundt 40-50 m dyp, samt fra diffusoråpninger som ligger langs det dypeste avsnittet av hvert rør. Ved utslippspunkter fra Holen RA og i hovedstrømretningen mot stasjon Lyr2 var det noe synlig påvirkning av sjøbunnen i form av flekkvis gråsvart sediment og hvitt bakteriebelegg i overgangen mellom sediment og stein. Rett ved utslippspunktene var sedimentet noe nedslammet. Organisk materiale som samler seg opp på overvåkingsstasjon Lyr2 inneholdt mye planterester som sannsynligvis ikke kom fra rensesanlegget. Også ved utslipp fra Ytre Sandviken RA ble det observert noe påvirkning ved gråsvarte flekker og hvitt bakteriebelegg rett ved utslippspunktene. Overvåkingsstasjon Fag3 ligger på blandingsbunn med skjellsand og stein, men rundt 10-15 m nord for stasjonen er det et lite område med lys og relativt finkornet sand. Prøvene ble i 2020 tatt i dette området og også i tidligere år kom prøver som inneholdt sand sannsynligvis herfra. Ved Knappen RA blir avløpsvannet slippet ut rundt 12 m over sjøbunn, og det ble observert lite synlig påvirkning av avløpsvannet.

OMRÅDE 5 – FANAFJORDEN-KORSFJORDEN

Miljøgifter i sediment ble undersøkt på stasjon St.500, som ligger i et dypområde sentralt i Korsfjorden. Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter på stasjonen og konsentrasjonen av flere stoffer lå over grenseverdien for prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer. Innholdet av sink i sedimentet tilsvarte tilstandsklasse "moderat", ellers var innholdet av tungmetaller lavt. Det var høyt innhold av organiske PAH-forbindelser og totalkonsentrasjonen av PAH16 tilsvarte tilstandsklasse "dårlig". Innholdet av Σ PCB7 lå innenfor tilstandsklasse "moderat".

OMRÅDE 6 – OS

Miljøgifter i sediment ble undersøkt på stasjon BT92, som ligger i et dypområde mellom Halhjem og Våge i Bjørnafjorden. Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter på stasjonen, og konsentrasjonen av flere stoffer lå over grenseverdien for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer. Innholdet av tungmetaller var lavt og totalinnholdet av PAH16 var også lavt, med "god" tilstand, men det var enkelte PAH-forbindelser som lå innenfor tilstandsklasse "dårlig" eller "moderat". Det var også noe høyt innhold av $\sum$ PCB7 og TBT, tilsvarende tilstandsklasse "moderat".

OMRÅDE 8 – HJELTEFJORDEN

To dype stasjoner ble undersøkt i område 8. Stasjon Hje11 ligger i Hjeltefjorden utenfor Ågotnes og stasjon Waa6 helt sørvest i Byfjorden, på grensen til Hjeltefjorden. Sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna ble undersøkt på stasjon Hje11, mens miljøgifter i sediment ble analysert i prøver fra både stasjon Hje11 og Waa6.

Sedimentkvalitet basert på pH og E_h var god og innholdet av organisk materiale (TOC) var lavt. Bløtbunnsfaunaen var upåvirket av organisk forurensing og lå innenfor tilstandsklasse "svært god" på stasjon Hje11.

Miljøgifter var delvis forhøyet både på stasjon Hje11 og Waa6, med flere stoffer over grenseverdien for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer. Det var et lavt innhold av tungmetaller på begge stasjoner. Totalkonsentrasjonen av PAH 16 tilsvarte tilstandsklasse "god" på Hje11 og tilstandsklasse "moderat" på Waa6. På begge stasjoner var innholdet av flere PAH-enkeltforbindelser imidlertid høyt, hvor konsentrasjonen av antracen på stasjon Waa6 var spesielt høy og lå innenfor tilstandsklasse "svært dårlig". Innholdet av $\sum$ PCB7 lå innenfor tilstandsklasse "moderat" på begge stasjoner, mens TBT lå innenfor tilstandsklasse "moderat" på stasjon Waa6 og innenfor tilstandsklasse "god" på stasjon Hje11.

OMRÅDE 10 – OSTERFJORDEN

I område 10 ble det undersøkt stasjon Lon1 og Lon2 i Lonevågen, og den dype stasjonen L2a i Osterfjorden utenfor Lonevågen. På alle stasjoner ble det undersøkt sedimentkvalitet og miljøgifter i sediment.

Sedimentkvalitet på stasjon Lon1 og Lon2 var påvirket av høyt innhold av organisk materiale. pH/ E_h -målingene viste noe redusert oksygeninnhold i overflatesedimentet og det var ingen bløtbunnsfauna i prøvene fra de to stasjonene. Sedimentet fra stasjon L2a hadde god kjemisk tilstand basert på pH/ E_h , men det var høyt innhold av organisk materiale. Bløtbunnsfaunaen lå innenfor tilstandsklasse "god" og faunaen var ikke negativt påvirket av organiske tilførsler.

Miljøgifter i sediment var forhøyet på samtlige stasjoner og flere stoffer lå over grenseverdien for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer. Lon2 hadde det høyeste innholdet av miljøgifter, med høyt innhold av flere tungmetaller, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig" eller "moderat". Totalkonsentrasjonen av PAH16 tilsvarte tilstandsklasse "moderat", med flere enkeltforbindelser innenfor tilstandsklasse "dårlig" eller "moderat". Innholdet av $\sum$ PCB7 og TBT tilsvarte henholdsvis tilstandsklasse "moderat" og "dårlig". Også på stasjon Lon1 og L2a var det forhøyet konsentrasjon av enkelte tungmetaller i sedimentet, som lå innenfor tilstandsklasse "moderat". Totalkonsentrasjonen av PAH16 viste "god" tilstand på begge stasjonene, men flere enkeltforbindelser lå innenfor tilstandsklasse "dårlig" eller "moderat". Innholdet av $\sum$ PCB7 lå innenfor tilstandsklasse "moderat" på begge stasjoner, mens TBT lå innenfor tilstandsklasse "dårlig" og "moderat" på henholdsvis stasjon Lon1 og L2a.

KONKLUSJON OG TRENDER I PERIODEN 2011-2020

Vannkvaliteten i de store resipientene og ved kommunale renseanlegg var gjennomgående god i 2020, med gjennomsnittskonsentrasjoner innenfor "god" eller "svært god" tilstand. Basert på resultatene fra 2011-2020 har innholdet av næringssalter vært relativt stabilt, og har variert mest i forhold til sesong og

i mindre grad mellom år. Heller ikke for klorofyll og siktedyp har det vært en tydelig utviklingstrend de siste 9 årene for de stasjonene som ble undersøkt i 2020. Oksygeninnholdet i bunnvannet har gjennomgående ligget innenfor beste tilstandsklasse i Raunefjorden, og Byfjorden har også hatt relativt høyt oksygennivå innenfor "god" eller "svært god" tilstand. I Sørfjorden har det vært mer varierende oksygenforhold i bunnvannet, hvor det på de grunnere stasjonene har variert mellom "god" og "svært god" tilstand, med enkelte målinger i "moderat" tilstand. Ved den dype stasjonen St.2, ytterst i Sørfjorden, har målinger i bunnvannet vist "moderat" tilstand i 2017 og i februar og mai 2020, mens den lå i "dårlig" tilstand ved siste måling i oktober 2020. Tidligere i perioden lå oksygeninnholdet i "svært god" tilstand, mens det for det meste lå i "god" tilstand mellom 2013 og 2015. Det ser ut til at oksygeninnholdet i dypområdet i Sørfjorden har hatt en gradvis negativ utvikling siden 2011. Våren/sommeren 2018 ble bunnvannet i flere av fjordbassengene i Bergensområdet utskiftet, og i Osterfjorden/Sørfjorden skjedde det en delvis utskifting. Det ble ikke gjort målinger på St.2 i 2018-2019, så det er ikke kjent om dette førte til en midlertidig forbedring i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet på stasjonen.

I de store resipientene Hjeltefjorden (sør), Sørfjorden og Osterfjorden var sedimentkvalitet og økologisk tilstand basert på bløtbunnsfauna "god" eller "svært god" i 2020. Den sørligste delen av Hjeltefjorden viste i 2020 ingen tegn på organisk belastning. Både det indre og det ytre bassenget i Sørfjorden gjennomgikk en periode med lavere arts mangfold og med høy individtetthet av forurensingstolerante arter i 2013 og 2014, hvor faunatilstanden havnet i "moderat" tilstand. Fra 2015 frem til 2020 kunne en imidlertid observere en tydelig forbedring i det indre bassenget ved Garnes/Indre Arna og en liten forbedring i det ytre bassenget. På terskelen som skiller bassenget ved Garnes fra ytre deler av Sørfjorden var faunatilstanden i perioden 2012-2020 gjennomgående "god" eller "svært god". Også på St.1, som ligger på terskelen, var arts mangfoldet høyere i 2020 enn ved tidligere undersøkelser. I Osterfjorden på stasjon L2a, var faunasamfunnet i det sørligste bassenget, rundt 8 km nordvest for munningen av Sørfjorden, preget av relativt lave arts- og individantall sammenlignet med stasjoner i Sørfjorden, men faunaindeksene viste "god" tilstand. Innholdet av organisk materiale i sedimentet var høy på stasjonen, men det var få individer av opportunistiske arter, som tyder at det var lite sedimentering av organiske partikler i forkant av prøvetakingen i april 2020. I Lonevågen, som er en oksygenfattig våg med grunn terskel, var sedimentkvaliteten dårlig, og det var ingen levende fauna i prøvene fra to stasjoner i 2020, selv om skjellrester i prøvene indikerer at det har vært fauna tidligere.

Ved det kommunale avløpsrenseanlegget Flesland/Sletten i Raunefjorden var det gode forhold, noe som bekrefter trenden med "god" eller "svært god" miljøtilstand i perioden 2012-2020. Ved Kverneviken RA har den tidligere svært belastete stasjonen ved det gamle utslippet gjennomgått en stor forbedring i faunatilstanden de siste årene, og bløtbunnsfaunaen framstod i 2020 som rehabilitert. Ved Holen RA var det i 2020 "dårlig" faunatilstand på overvåkingsstasjonen Lyr2, med noe høyere arts mangfold enn i tidligere år, men med svært mange individer av forurensingstolerante arter. Det er sannsynlig at andre organiske tilførsler bidrar til at miljøtilstanden ikke oppnår "god" tilstand på stasjon Lyr2. Ved Ytre Sandviken RA har miljøtilstanden vært dårligere i 2020 enn de siste årene, og faunasamfunnet indikerer organiske tilførsler i området rundt overvåkingsstasjonen.

Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter på alle de dype resipientstasjonene undersøkt i fjordene rundt Bergen i 2020, over grenseverdien for prioriterte - og vannregionspesifikke stoffer. Det var spesielt organiske PAH-forbindelser og PCB som hadde høye verdier, men det ble også funnet tributyltinn (TBT) og tungmetall på flere stasjoner. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i Byfjorden, men også i de andre fjordene var det til dels høye konsentrasjoner av miljøgifter.

INNLEDNING

Bergen kommune har siden 1973 satt fokus på miljøtilstanden i sjøvann i resipienter rundt byen ved overvåkingsprogrammet "Byfjordsundersøkelsen". Nabokommunene Fjell, Lindås, Meland, Os, og Sund gjennomførte egne lokale resipientundersøkelser i utvalgte områder. Senere ble undersøkelsene koordinert til et felles program "Resipientovervåking i fjordsystemene rundt Bergen". Hensikten med overvåkingsprogrammet er å fortløpende dokumentere og vurdere vann- og sedimentkvalitet i resipientene. På denne måten kan man vurdere utviklingen av miljøtilstanden basert på langtidsserier av data og kan bestemme graden av påvirkning av utslipp fra avløp og annen menneskelig aktivitet.

Befolkningstallene i Bergen og omegn har gradvis økt siden 70-tallet, og avløps- og rensesystemer har gjennomgått store forandringer, med blant annet markant forbedring av filtersystemer og plassering av avløp fra større renseanlegg i større resipienter med bedre vannutskifting. Likevel vil utslipp fra avløpsanlegg ha en lokal påvirkning ved utslippspunktet. Overvåkingen skal imidlertid sikre at påvirkningen ikke går ut over nærområdet til utslippspunktet og ikke påvirker vannkvaliteten i resipienten negativt.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelsene i fjordsystemer rundt Bergen gjennomført i 2020. Prøvetaking og analyser er gjennomført i henhold til et felles undersøkelsesprogram utarbeidet for kommunene Askøy, Bergen, Fjell, Sund og Os for perioden 2017-2020 av Bergen Kommune og Driftsassistansen i Hordaland – Vann og Avløp IKS (DIHVA). Undersøkelsen tar utgangspunkt i føringer fra vanddirektivet og avløpsdirektivet for vurdering av resipientenes tilstand og kapasitet i forhold til nåværende og fremtidig utslipp i fjordsystemene rundt Bergen.

VANNDIREKTIVET

EUs Rammedirektiv for Vann trådte i kraft 22.12.2000, og har som mål at forvaltning av vannforekomster skal skje etter samme prinsipper over hele Europa. Gjennomføringen av direktivet i Norge er basert på Forskrift om rammer for vannforvaltningen ("vannforskriften"), som ble vedtatt i 2006. Vannforskriften har som hovedformål å gi rammer for fastsettelse av miljømål som sikrer en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene, og miljømålet for naturlige vannforekomster er at de skal ha minst "god" økologisk og kjemisk tilstand (**figur 1**) innen 2021. For vurdering av tilstand har Miljødirektoratet utarbeidet klassifiseringssystemer for vannforekomster (Direktoratsgruppa for vanddirektivet: veileder 02:2018). Biologiske kvalitetselement vektlegges, mens fysiske og kjemiske kvalitetselementer er støtteparametere for vurdering av økologisk tilstand. Den økologiske tilstanden i en vannforekomst skal bestemmes ut fra det kvalitetselementet som angir den dårligste tilstanden («det verste styrer» -prinsippet). For miljøgiftene skilles det mellom vannregionspesifikke stoffer som bestemmes nasjonalt og prioriterte stoffer som fastsettes av EU. Økologisk tilstand bestemmes ut fra flere forskjellige kvalitetselementer, deriblant vannregionspesifikke stoffer. Kjemisk tilstand bestemmes ut fra nivået til EUs prioriterte stoffer.

Figur 1. Vanddirektivets tilstands-klassifisering for vannforekomster, samt grenser for når miljømål oppnås og når tiltak må iverksettes for å oppnå miljømål. Figur er hentet fra veileder 02:2018 (Direktoratsgruppa for vanddirektivet).

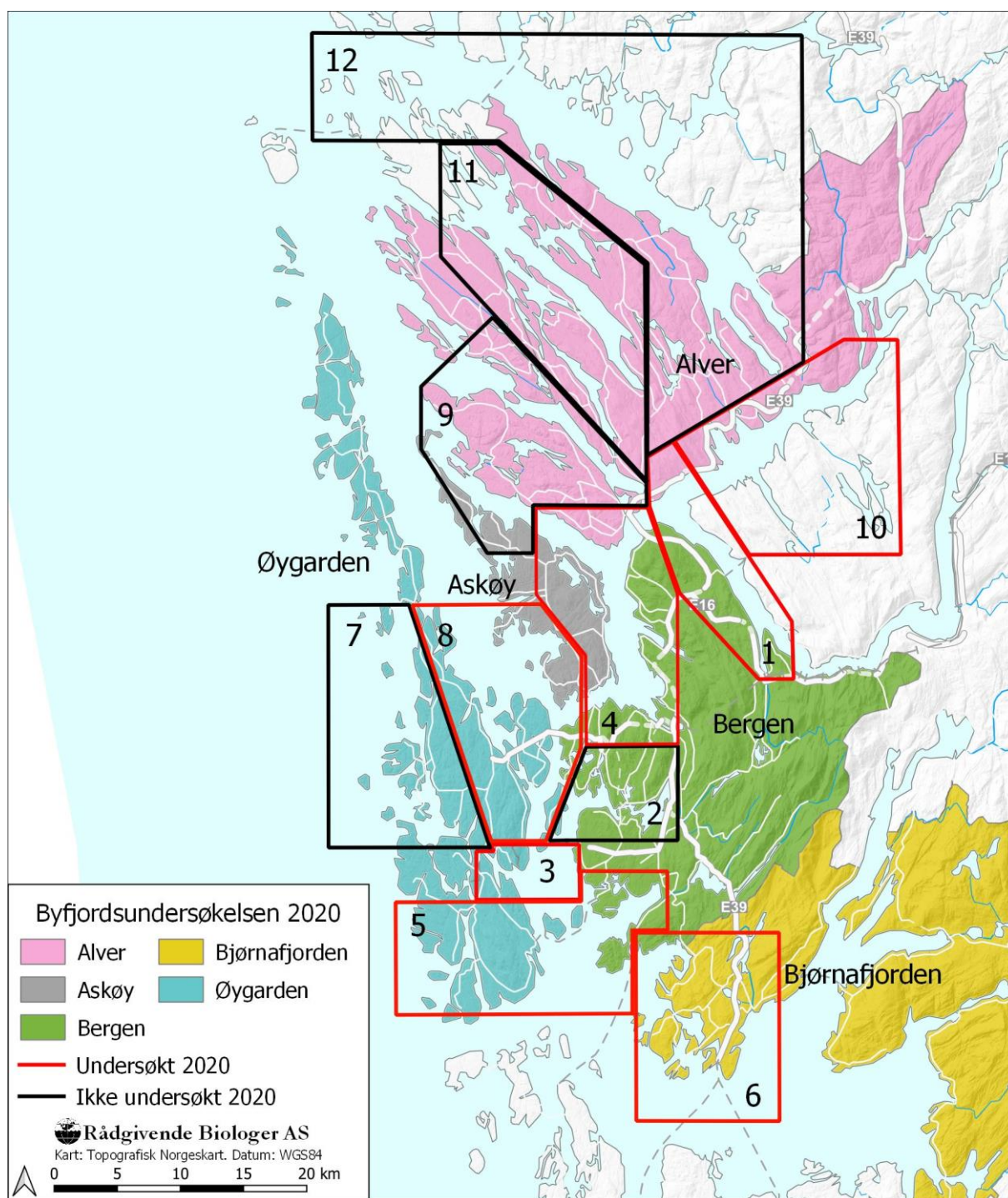


AVLØPSDIREKTIVET

EUs avløpsdirektiv 1991/271/EØF innebærer blant annet at krav om rensing av kommunale utslipp er knyttet opp mot forholdene i resipienten og utslippenes størrelse. Direktivet har siden 1996 vært innarbeidet i norsk lovgivning. Avløpsdirektivet setter rensekraft til utslipp fra tettsteder større enn 10000 personekvivalenter (*pe*). I henhold til forurensningsforskriften § 14-8 gjelder prinsippet om at det er krav om sekundærrensing dersom utslipp er mellom 10 000 *pe* og 150 000 *pe* og går til en mindre følsom sjøresipient. Det er åpnet for å få fritak fra sekundærrensing og kunne opprettholde kun primærrensing, dersom det kan dokumenteres gjennom resipientundersøkelser at utslippene ikke har skadevirkninger på miljøet (jf. § 14-8 & direktivets art. 6).

OMRÅDEINNDELING

Fjordsystemene rundt Bergen var frem til 2011 delt inn i fem områder (Område 1-5). I perioden fra 2011 til 2016 har overvåkingsprogrammet blitt utvidet med 7 områder (område 6-12) ved inkludering av flere av Bergens nabokommuner.. I 2020 ble stasjoner i område 1, 3, 4, 5, 6, 8 og 10 (**figur 2**).



Figur 2. Kart over kommuner og områdeinndeling i "Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen". I 2020 er det undersøkt stasjoner i område 1, 3, 4, 5, 6, 8 og 10 (rød markering).

UNDERSØKELSESPROGRAM 2020

I 2020 ble det satt fokus på de store kommunale renseanleggene i resipientene Sørfjorden, Byfjorden og Raunefjorden (område 1, 3, 4). I tillegg ble flere stasjoner i Osterfjorden (område 10) og en stasjon i Hjeltefjorden (8) undersøkt. Analyser av miljøgifter i sediment ble gjennomført i Sørfjorden (1), Byfjorden (3), Korsfjorden (5), Bjørnafjorden (6), Hjeltefjorden (8), Herdlefjorden (9) og Osterfjorden (10). **Tabell 1** gir en generell oversikt over hva som er undersøkt på de ulike stasjonene for hvert område. Detaljert informasjon vedrørende undersøkelsesprogrammet finnes i kapitler for hvert område.

Tabell 1. Oversikt over undersøkelsesprogrammet i 2020, med elementene som ble undersøkt på hver av stasjonene i område 1, 3, 4, 5, 6 og 10

Område	Stasjon	Hydrografi/ Vannprøver	Sediment/ fauna	Sediment/ miljøgifter	Fjæresone
1	St.1	x	x		
	St.2	x	x		
	St.121	x	x		
	St.130	x			
	St.131			x	
	Tel1	x	x*		
	Ste1	x	x*		
	By8				x
	By15				x
3	St.8			x	
	St.25	x	x		
	St.26	x	x		
4	St.3			x	
	St.4	x		x	
	St.5	x		x	
	Herd1		x	x	
	Lyr2		x		
	Lyr3	x			
	Lyr7		x		
	Fag3		x		
	Fag4	x			
	Kvr1	x	x		
5	St.500			x	
6	BT92			x	
8	Hje11		x	x	
	Waa6			x	
10	Lon1		x	x	
	Lon2		x	x	
	L2a		x	x	

* Stasjoner der en ikke fikk opp sediment.

METODE OG DATAGRUNNLAG

Resipientundersøkelsen er gjennomført i henhold til Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2013, NS-EN ISO 5667-19:2004 og vannforskriftens veileder 02:2018 "Klassifisering av miljøtilstand i vann" (heretter veileder 02:2018). Undersøkelsen består av en beskrivelse og vurdering av miljøtilstanden av ulike elementer på utvalgte stasjoner i de ulike resipientene.

Det er utført analyser av vannkvalitet og sedimentkvalitet, samt taksonomi og tilstandsvurdering av bløtbunnsfauna og fjæresamfunn. Kjemiske analyser av vann- og sedimentprøver ble utført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse AS avd. Bergen (TEST 003). Nedenfor følger detaljert beskrivelse av metodikk tilknyttet de ulike elementene av resipientundersøkelsen.

PRØVESTASJONER

Plassering av stasjoner for prøvetaking av sediment og vann, samt kartlegging av fjæresamfunn ble gjort i henhold til undersøkelsesprogrammet utarbeidet av Bergen kommune og DHIVA, tilsvarende tidligere undersøkelser. Informasjon om de enkelte prøvestasjonene er presentert i hvert områdekapittel. QGIS 2.18 ble brukt for å lage kart over områder og plassering av prøvestasjoner.

VANN

HYDROGRAFI

Det ble målt hydrografiske profiler i forbindelse med vannprøvetaking i februar, mai og oktober 2020 av Bernt Rydland Olsen og Ingrid Wathne. Temperatur, oksygen, saltinnhold og klorofyll- α (fluorescens) ble målt i hele vannsøylen ned til bunnen med en SAIV STD/CTD modell SD204 sonde.

VANNPRØVER

Det ble tatt siktedyp og vannprøver for analyse av næringssalt i februar, mai og oktober 2020 av Bernt Rydland Olsen og Ingrid Wathne. Det ble i tillegg tatt vannprøver for analyse av koliforme bakterier (*E. coli*) ved Holen og Ytre Sandviken avløpsrenseanlegg i Byfjorden (område 4). På to stasjoner ble det samlet inn vannprøver av bunnvann for analyse av oksygeninnhold ved hjelp av Winkler-metoden (Winkler 1888). Der det ikke foreligger oksygenmålinger ved hjelp av Winklers metode er det benyttet data fra CTD målinger

Prøvetaking av vann ble utført med en Ruttner vannhenter fra Fybicon. Prøver for analyse av næringssalt og *E. coli* ble tatt på 0, 2, 5, 10 og 20 m dyp. Prøvene for næringssalt ble fiksert med 4M svovelsyre, og analysert for total fosfor, total nitrogen, fosfat-P, nitritt+nitrat-N og ammonium.

Vurdering av næringssalter, siktedyp og oksygen er gjort etter veileder 02:2018, "Klassifisering av miljøtilstand i vann", vurdering av *E. coli* er vurdert etter SFT veileder 97:03, klassegrenser for termotolerante koliforme bakterier (TKB) (Molvær mfl. 1997, se **tabell 2** og **3**). Microsoft Excel 2016 er benyttet for behandling og framstilling av næringssaltdata. Kravene for vurdering av klorofyll- α ifølge veileder 02:2018 er ikke oppfylt i Byfjordsundersøkelsens prøveprogram, da det er krav om prøvetaking i hele vekstsesongen fra februar til oktober, med prøver hver 14. dag i de to første månedene. Vurdering skal etter veileder 02:2018 først gjøres etter 6 år (minimum 3 år) med innsamling av data. Årets data for sommeren gir likevel en indikasjon på forholdene i fjordene rundt Bergen. Klorofyll- α er først og fremst vurdert ut fra gjennomsnitt av dypene 0, 5 og 10 m ved bruk av CTD data. Deretter er klorofyll- α data vurdert etter 90 percentil og veileder 02:2018 for perioden 2011-2020.

Tabell 2. Klassifisering av tilstand for næringssalt og siktedyp i overflatelag for en sommersituasjon (juni – august) og vintersituasjon (desember-februar) ved saltholdighet over 18 ‰, samt for oksygen i dypvann og koliforme bakterier etter 90-persentiler.

Parameter		Enhet	Tilstandsklasse				
			Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Overflate Sommer	Total fosfor	µg/l	< 11,5	11,5 – 16	16 - 29	29 - 60	> 60
	Fosfat-fosfor	µg/l	< 3,5	3,5 – 7	7 - 16	16 - 50	> 50
	Total nitrogen	µg/l	< 250	250 – 330	330 - 500	500 - 800	> 800
	Nitrat-nitritt	µg/l	< 12	12 – 23	23 - 65	65 - 250	> 250
	Ammonium	µg/l	< 19	19 – 50	50 - 200	200 - 325	> 325
	Siktedyp	m	> 7,5	7,5 – 6	6 - 4,5	4,5 - 2,5	< 2,5
Overflate Vinter	Total fosfor	µg/l	< 20	20-25	25-42	42-60	>60
	Fosfat-fosfor	µg/l	<14,5	14,5-21	21-34	34-50	>50
	Total nitrogen	µg/l	<291	291-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitritt	µg/l	<97	97-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium	µg/l	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen	ml/l	> 4,5	4,5 - 3,5	3,5 - 2,5	2,5 - 1,5	< 1,5
	O ₂ -metning	%	> 65	65 – 50	50 - 35	35 - 20	< 20
TKB		n/100ml	< 10	10 – 100	100 - 300	300 - 1000	> 1000

Tabell 3. Klassifisering av tilstand for klorofyll-*a* for aktuelle vanntyper i økoregion Nordsjøen Nord og Nordsjøen Sør.

Vanntype	Enhet	Referanse-tilstand	Tilstandsklasse				
			Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Moderat eksponert	µg/L	1,7	> 2,5	2,5 - < 5	5 - < 8	8 - < 16	< 16
Beskyttet	µg/L	1,7	> 2,5	2,5 - < 5	5 - < 8	8 - < 16	< 16
Ferskvannspåvirket	µg/L	2,0	> 2,6	2,6 - < 4	4 - < 6	6 - < 12	< 12

SEDIMENT

Sedimentprøvetaking ble utført i april av Christiane Todt, Helge O.T. Bergum og Ingeborg Økland. Prøvetaking er utført i henhold til NS-EN ISO 5667-19:2004 "Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder", NS-EN ISO 16665 "Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna" og NS 9410:2016 "Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg" (kun pH/E_h). Det er benyttet en 0,1 m² stor van Veen-grabb til prøvetaking av sediment, som har et maksimalt volum på 15 l (= 18 cm sedimentdybde i midten av grabben). På hver stasjon er det tatt ett grabbhugg for analyse av kornfordeling, glødetap og TOC og fire parallelle prøver for analyse av fauna.

Godkjenning av akkrediterte prøver i henhold NS-EN ISO 16665:2013 innebærer at følgende krav er innfridd: Prøver fra myk bløtbunn (silt, leire, mudder) må omfatte minimum 10 l prøvolum (7 cm dybde) og 5 l (5 cm) for relativt kompakt sand- og grusholdig sediment. Grabben må ha vært helt lukket, grabbhugg der små stein eller skjell i grabbåpningen fører til at vann og deler av prøve renner ut, er ikke godkjent. Godkjenning av kjemiske prøver i henhold til NS-EN ISO 5667-19 innebærer at sedimentoverflaten er uforstyrret. Ved behov brukes det en modifisert grabb med justerbare føtter for å unngå å overfylle grabber.

KORNFORDELING OG KJEMI

Sedimentprøvene til kornfordeling og glødetap er tatt fra de øverste 5 cm, mens prøver til analyser av total organisk karbon (TOC) er tatt fra den øverste 1 cm. Kornfordelingsanalysen måler den relative andelen av leire, silt, sand og grus i sedimentet. Innholdet av organisk karbon (TOC) i sedimentet ble analysert direkte, men for å kunne benytte klassifiseringen i veileder 02:2018 skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiseres for teoretisk 100 % finstoff etter følgende formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

I henhold til vanndirektivets veileder 02:2018 skal TOC bare benyttes som en støtteparameter til vurdering av bløtbunnsfauna for å få informasjon om grad av organisk belastning. Klassifisering av TOC utfra gjeldende klassegrenser kan gi et uriktig bilde av miljøbelastningen, men inntil bedre metodikk er utarbeidet skal klassifiseringen etter veileder 02:2018 inkluderes, men ikke vektlegges.

Det ble også gjort sensoriske vurderinger av prøvematerialet og målt surhet (pH) og redokspotensial (E_h) i felt. Måling av pH i sedimentprøvene ble utført med en WTW Multi 3420/3620 med en SenTix 980 pH-elektrode til måling av pH og en SenTix ORP 900-T platinaelektrode med intern referanseelektrode til måling av E_h . pH-elektroden blir kalibrert med buffer pH 4 og 7 før feltøkten. E_h -referanseelektroden gir et halvcellepotensial på +207 mV ved 25 °C, +217 mV ved 10 °C og +224 mV ved 0 °C. Halvcellepotensial tilsvarende sedimenttemperaturen på feltdagen ble lagt til avlest verdi. Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturer ligger innenfor presisjonsnivået for denne type undersøkelse på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2016.

På stasjoner hvor det ble analysert for miljøgifter i sediment, ble det tatt tre parallelle prøver fra sedimentoverflaten (øverste 1 cm) som ble slått sammen til en blandprøve. I tillegg ble det analysert en blandprøve for kornfordeling (øverste 5 cm) og for TOC (øverste 1 cm). Innholdet av miljøgifter ble sammenlignet med grenseverdier for EUs liste over prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer og for vannregionspesifikke stoffer i henhold til veileder 02:2018 og klassifisert i henhold til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016, revidert 30.10 2020.

BLØTBUNNSFAUNA

Sedimentet i prøvene fra hver parallell er vasket gjennom en rist med hulldiameter på 1 mm, og gjenværende materiale er tilsatt 96 % etanol for preservering av fauna. Bokser med silt og preservert materiale ble merket med prøvested, stasjonsnavn, dato og prøve-id.

Vurdering etter veileder 02:2018

Bløtbunnsfauna klassifiseres etter veileder 02:2018, "Klassifisering av miljøtilstand i vann", og vurderingen består av et klassifiseringssystem basert på en kombinasjon av indekser som inkluderer mangfold og tetthet (antall arter og individ), samt forekomst av sensitive og forurensningstolerante arter. Det blir brukt fem ulike indekser for å sikre best mulig vurdering av tilstanden av bunnfauna. Indeksverdien for grabbgjennomsnittet for hver indeks blir videre omregnet til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og blir gitt en tallverdi fra 0-1. Middelverdiene av nEQR-verdiene blir brukt til å fastsette den økologiske tilstanden på stasjonen. Se veileder 02:2018 for detaljer angående de forskjellige indeksene.

Grenseverdiene for de enkelte indeksene etter veileder 02:2018 er avhengig av økoregion og vanntype for vannforekomsten. Informasjonen hentes fra vann-nett (<https://vann-nett.no/portal/>). Se **tabell 4** for tilordning av økoregion og vanntype og **tabell 5** for grenseverdier.

Tabell 4. Oversikt over vannforekomster, -regioner og -typer for hvert undersøkelsesområde i 2020. Informasjonen er hentet fra vann-nett.

Område	Stasjoner	Vannforekomst	Økoregion	Vanntype
1	alle	Sørfjorden	Nordsjøen Nord (M)	Ferskvannspåvirket beskyttet fjord (4)
3	alle	Raunefjorden		Beskyttet kyst/fjord (3)
4	alle	Byfjorden		
8	Sund3	Hjeltefjorden		
10	L2a	Osterfjorden		
10	Lon1, Lon2	Lonevågen		Sterkt ferskvannspåvirket fjord (5)

Tabell 5. Klassifiseringssystem for bløtbunnsfauna i økoregioner og vanntyper relevant for fjordene rundt Bergen basert på flere indekser (veileder 02:2018).

Grenseverdier M3-5						
Indeks	Type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
Kvalitetsklasser →		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	Sammensatt	0,9 - 0,72	0,72 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	Artsmangfold	5,9 - 3,9	3,9 - 3,1	3,1 - 2	2 - 0,9	0,9 - 0
ES ₁₀₀	Artsmangfold	52 - 26	26 - 18	18 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI ₂₀₁₂	Sensitivitet	13,1 - 8,5	8,5 - 7,6	7,6 - 6,3	6,3 - 4,5	4,5 - 0
NSI	Sensitivitet	29 - 24	24 - 19	19 - 14	14 - 10	10 - 0
nEQR tilstandsklasse		1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0

I tillegg er maksimalverdien for Shannon indeks $H_{max} = \log_2(\text{artstal})$, jevnhetsindeks etter Pielou ($J' = H'/H'_{max}$) og AMBI-verdi ført i resultattabellene. For beregning av indekser er det brukt følgende statistikkprogram: AMBI vers. 5.0 (oppdatert 2017) for AMBI indeksen som også inngår NQI1. Programmet Softfauna_calc (programmert for Rådgivende Biologer AS av Valentin Plotkin) for beregning av alle andre indekser, samt nEQR-verdier. Microsoft Excel 2016 er brukt for å lage tabeller.

Inkludering av arter for tilstandsberegning

I årene 2014-2016 ble det benyttet en noe redusert artsliste for beregning av bløtbunnsfauna-indekser (se Kvalø mfl. 2015, 2016 og 2017), en praksis som stemte overens med tidligere rapporter i serien, men ikke med Norsk Standard NS-EN ISO16665. Blant artene som ikke ble inkludert var: Nemertea, Phoronida, og nesten alle krepsdyr med unntak av rur-artene *Verruca stroemi* og *Balanus* sp., tangloppen *Eriopisa elongata*, og mudderrekene *Calocaris macandreae* og *Calocarides coronatus*. I rapporten fra 2014 var det imidlertid noen flere arter krepsdyr inkludert. Indeksene for 2012 og 2013 er beregnet på nytt, basert på de originale artslistene, og alle arter som kan defineres som en del av bløtbunnsfauna-samfunnet er inkludert i indeksberegningen. Samme praksis er brukt for 2017-2020.

FJÆRESAMFUNN

Kartlegging av fjæresoner ble utført den 17. september 2020 av Christiane Todt. Fjæresoneundersøkelser har i 2019-2020 blitt utført etter metoden for multimetrisk indeks RSLA (fjæresoneindeks) etter veileder 02:2018, "Klassifisering av miljøtilstand i vann", og ikke som kvantitative ruteanalyser slik det har vært gjort ved tidligere undersøkelser. Metoden ble byttet for å kunne klassifisere aktuelle vannforekomster etter gjeldende veileder og for å få data som er sammenlignbare med tilsvarende undersøkelser. Fjæresoneindeksen er basert på den fysiske beskrivelsen og artssammensetningen i fjæresonen. På prøvedagen var det vindstille og tilnærmet bølgefritt, det var lett overskyet til overskyet, og det var gode lysforhold. Sikten i sjøen var på ca. 8 m. Oversikt over posisjon, himmelretning og vannforekomst for fjærestasjonene er vist **tabell 6**.

Tabell 6. Stasjonsnavn, posisjoner (WGS 84/ UTM), himmelretning, vannforekomst og indekstype (se tabell 8) for fjærestasjonene.

Stasjon	Posisjon nord	Posisjon øst	Himmelretning	Vannforekomst	Indekstype
BY8	60° 15,769'/6707073	05° 10,273'/305574	SV	Sørfjorden	RSLA 3
BY15	60° 31,058'/6714663	05° 20,015'/305574	SV	Sørfjorden	RSLA 3

For hver stasjon ble det kartlagt et avgrenset område på ca. 10 m langs strandlinjen. Habitat og fysiske forhold ble beskrevet ved hjelp av stasjonsskjema fra veileder 02:2018 (se **vedlegg 7**). Deretter ble forekomster og dekningsgrad av makroalger og fauna estimert etter en semikvantitativ skala fra 1 til 6. Denne skalaen ble revidert i 2011, men er ikke innarbeidet i utregning av multimetrisk indeks. For selve utregningen regnes det om til en skala fra 1 til 4 (**tabell 7**).

Fastsittende makroalger og utvalgte arter av fastsittende og mobil fauna ble registrert fra øverste fjæresone og ned til omtrent laveste lavvann (øverste del av sublittoralen). Det lokale artssamfunnet ble brukt som markør for den nedre grensen for kartleggingen. Overgangen mellom sagtang-/fingertarebeltet til sukkertare/stortarebeltet gir en god indikasjon for laveste lavvann. På stasjoner hvor tare mangler, ser man også en mer eller mindre tydelig grense mellom artssamfunn rundt laveste lavvann. Kartleggingen inkluderer da typiske fjærearter, men også mange arter som er karakteristisk for øvre del av sjøsonen.

Tabell 7. Skala brukt i sammenheng med semikvantitativ kartlegging av dekningsgrad og forekomst av fastsittende makroalger er delt inn i seks klasser etter veileder 02:2018 og har et høyere detaljnivå enn skalaen som blir benyttet til utregning av fjæresoneindeks.

% dekningsgrad	Skala for kartlegging	Skala for indeksberegning
Enkeltpunkt	1	1
0-5	2	2
5-25	3	
25-50	4	3
50-75	5	
75-100	6	4

Til kartlegging i sjø ble det brukt fridykkerutstyr og det ble tatt bilder med undervannskamera langs hele stasjonen. Et oversiktsbilde av stasjonen ble tatt fra land eller fra båt, og typiske eksempler for øvre fjæresone ble fotografert fra land. Arter en ikke kunne identifisere i felt ble fiksert med formalin og merket med stasjonsnavn, dato og prøvested og tatt med til laboratoriet for nærmere identifisering.

Vurdering etter veileder 02:2018

Indekstype og grenseverdiene for de enkelte indeksene etter veileder 02:2018, "Klassifisering av miljøtilstand i vann", er avhengig av vannregion og vanntype. Se tilordning av indekstype i forhold til fjærestasjoner i **tabell 6**. Klassegrenser og artslistene er tilpasset indekstypen (**tabell 8**).

Tabell 8. Oversikt over kvalitetselement som inngår i multimetrisk indeks av makroalgесamfunn for RSLA 4 – beskyttet ferskvannspåvirket fjord.

Fjæresoneindeks	Økologiske statusklasser basert på observert verdi av indeks				
Parametere	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Normalisert artsantall	25-40	16-25	9-16	4-9	0-4
% andel grønnalgearter	<25	25-30	30-40	40-60	60-100
% andel rødalgearter	30-100	23-30	16-23	10-16	0-10
ESG1/ESG2	0,65-1	0,5-0,65	0,35-0,5	0,1-0,35	0-0,1
% andel opportunistarter	<16	16-23	23-36	36-41	41-100
nEQR-verdier	0,8-1,0	0,6-0,8	0,4-0,6	0,2-0,4	0-0,2

ROV-UNDERSØKELSER

Undersøkelsene ble gjennomført av IMC Diving AS i sammenheng med rørinspeksjon for Bergen kommune, Vann- og Avløpsetaten. ROV-pilot var Christopher Lilletvedt. Det ble benyttet en Argus Rover ROV (se datablad i **Vedlegg 8**). Christiane Todt (Rådgivende Biologer AS) var med under kartlegging av områder rundt utslippspunkt ved Holen RA, Ytre Sandviken RA og Knappen RA den 4. januar 2020. Det var gode værforhold, med lite vind og bølger.

Det ble filmet langs flere transekter ved Holen RA, Ytre Sandviken RA og Knappen RA (se **figur 53**, **figur 54** og **figur 55**). Posisjoner for utslippspunkt, observasjonspunkt, hvor bilder er presentert i resultatkapittelet, og kartlagte overvåkingsstasjoner for sedimentprøvetaking er gitt i **tabell 9**.

Tabell 9. Posisjoner for utslippspunkt (U), stasjoner tidligere brukt for sedimentprøvetaking og observasjonspunkt (OP) ved renseanleggene Ytre Sandviken, Holen og Knappen. Posisjonsformat EUREF 89, UTM 32V.

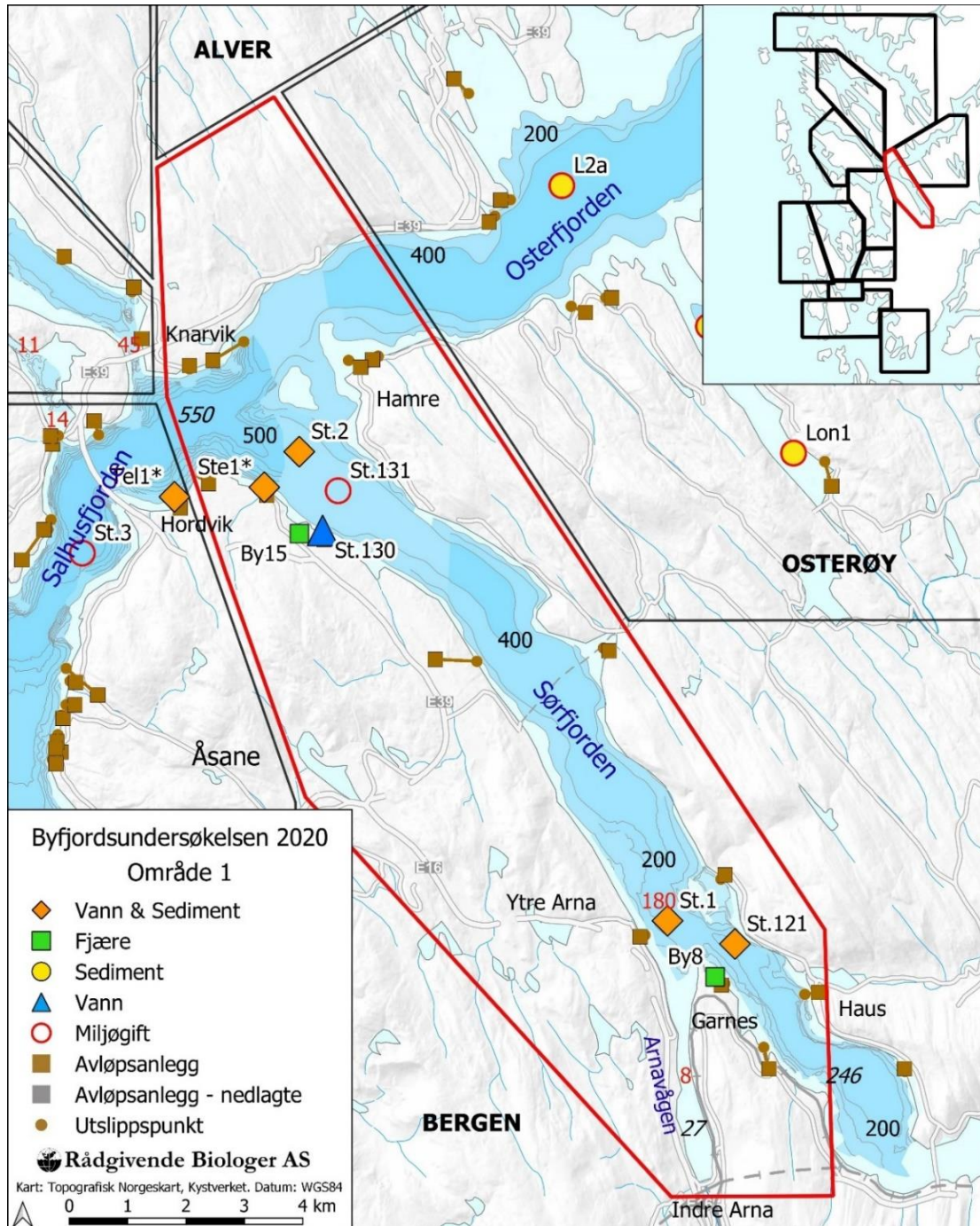
Renseanlegg	Stasjon	Posisjon N	Posisjon Ø
Holen	U1	294563	6701313
	U2	294610	6701324
	U3	294626	6701332
	U4	294583	6701258
	Lyr2	294521	6701206
	Lyr7	294398	6701323
	OP1	294553	6701327
	OP2	294614	6701336
	OP3	294630	6701337
	OP4	294556	6701289
	OP5	294548	6701273
	OP6	294590	6701297
Ytre Sandviken	U1	296141	6703962
	U2	296146	6703958
	U3	296192	6703976
	Fag3	296136	6703946
	OP1	296146	6703960
	OP2	296137	6703951
	OP3	296144	6703936
	OP4	296139	6703921
	OP5	296144	6703906
Knappen	U1	292879	6693914
	U2	292883	6693923
	U3+U4	292937	6694037
	St.24	292809	6693927
	St.24A	292712	6693926
	OP1	292879	6693922
	OP2	292876	6693905
	OP3	292861	6693898
	OP4	292860	6693912
	OP5	292889	6693901

RESULTATER OG DISKUSJON

OMRÅDE 1 – ARNAVÅGEN OG SØRFJORDEN

OMRÅDEBESKRIVELSE

Område 1 omfatter Arnavågen og Sørfjorden fra Haus og Garnes, og nordvestover til munningen ved Hordvik og Hamre, samt videre gjennom ytre deler av Osterfjorden over til Knarvik (**figur 3**).



Figur 3. Kart over område 1 med prøvestasjoner tatt i 2020 og alle registrerte avløpsanlegg inntegnet. Utvalgte dybdepunkt og terskler er markert med henholdsvis kursiv og rød skrift.

Sørfjorden deles mellom Bergen og Osterøy kommune, mens nordre deler av område 1 ligger i Lindås kommune. Litt nord for Garnes er det en dyp terskel på knappe 180 m. Fra denne blir det gradvis dypere innover i fjorden, til ca. 224 m ved st.121 og 246 m ved Haus (**figur 3, tabell 10**). Et stykke lenger inne i fjorden er største dyp 425 m ved Bruvik. Arnavågen har en terskel på ca. 8 m, et største dyp inne i vågen på ca. 27 m, og periodevis har oksygenfattig bunnvann (Haugstøl mfl. 2014). Fra terskelen nord for Garnes blir Sørfjorden gradvis en god del dypere utover til om lag 500 m ved utløpet litt forbi st. 2, og nærmere 550 m i Osterfjorden utenfor Knarvik. Hovedutskiftning av dypvann fra Sørfjorden og Osterfjorden går via Byfjorden og Hjeltefjorden, der terskeldypet er ca. 105 m mellom Askøy og Lillesotra.

Tabell 10. Oversikt over stasjoner samt posisjoner, dyp og dato for prøvetaking av hydrologi (Hyd.), siktedyp (Sikt.), næringssalter (Nær.), oksygen målt ved Winkler (Wink.), sediment (Sed.), miljøgifter (MG), bløtbunnsfauna (Fauna) og fjæresamfunn (Fjære) for område 1.

Stasjon	Posisjon EUREF 89, UTM 32V	Dyp (m)	Prøvetakingsprogram 2020								
			Dato	Hyd.	Sikt.	Nær.	Wink.	Sed.	MG	Fauna	Fjære
St.1	304758/6708033	186	10.02.20	x	x	x					
			01.04.20					x		x	
			04.05.20	x	x	x					
			19.10.20	x	x	x					
St.2	238449/6716067	500	10.02.20	x	x	x					
			01.04.20					x		x	
			04.05.20	x	x	x					
			19.10.20	x	x	x					
St.121	305913/6707636	224	10.02.20	x	x	x	x				
			01.04.20					x		x	
			04.05.20	x	x	x	x				
			19.10.20	x	x	x	x				
St.130	298849/6714718	108	10.02.20	x	x	x					
			04.05.20	x	x	x					
			19.10.20	x	x	x					
Tel1*	296311/6715294	150	10.02.20	x	x	x					
			04.05.20	x	x	x					
			19.10.20	x	x	x					
Ste1*	297850/6715457	100	10.02.20	x	x	x					
			04.05.20	x	x	x					
			19.10.20	x	x	x					
St.131	299115/6715397	490	06.04.20					x	x		
By8	305574/6707073	0	17.09.20								x
By15	298449/6714663	0	17.09.20								x

*Det ble gjort forsøk på prøvetaking i området rundt utslippspunktet, men en fikk ikke opp sediment.

UTSLIPP OG RENSEANLEGG

Arnavågen har tidligere vært benyttet som avløpsresipient, men i 1986 ble kloakknett i området sanert og omlagt til det mekaniske renseanlegget på Garnes. Anlegget renser i dag avløpsvann fra ca. 15 000 personekvivalenter (pe). Utslipet fra anlegget ledes ut på ca. 45 m dyp ca. 70 m fra land i Sørfjorden ved Garnes. I perioden 2017-2019 hadde anlegget et rapportert utslipp på henholdsvis 100,5, 129,6 og 132 tonn BOF5 og henholdsvis 4,9, 5,0 og 4,6 tonn total fosfor (www.norskeutslipp.no). Anlegget er planlagt oppgradert innen 2024 og prosjektering av oppgraderingen har startet i 2020. I tillegg er det noen utslipp langs Osterøy og fra avløpsanlegg ved Ytre Arna, Hylkje og Steinestø i Bergen. Det er også noen avløp ved Knarvik i Lindås kommune.

Innenfor område 1 er det tre oppdrettsanlegg for ørret, to av anleggene ligger på Osterøy-siden av Sørfjorden og disse har en samlet maksimalt tillatt biomasse (MTB) på 6 240 tonn. Det er også tre anlegg

lenger inne i fjorden forbi Osterøybrua, med en samlet MTB på 8580 tonn. En årlig produksjon på 1000 tonn tilsvarer et utslipp på omtrent 20 000 *pe*, dvs. at forsiktig beregnet tilsvarer maksimalt utslipp fra oppdrett i Sørfjorden rundt 296 600 *pe*, 125 000 *pe* i den ytre delen og 171 600 *pe* i den indre delen av fjorden

VANNKVALITET

Næringssalter

Gjennomsnittlig innhold av alle næringssalter var lavt i vannsøylen på alle stasjonene i februar, tilsvarende tilstandsklasse "svært god-god" (**figur 5-10**). Stasjon St.1 hadde noe forhøyet nitrat/nitritt-konsentrasjon i overflaten i februar, mens stasjon St.2 hadde forhøyet konsentrasjon av total nitrogen på 20 m dyp i februar, begge tilsvarende "moderat" tilstand (**vedlegg 2**).

Målingene som ble tatt i mai og oktober ligger utenfor perioden for vinter- (desember-februar) og sommerklassifisering (juni-august). Målingene i mai på St.121, St.130, St.1, Tel1 og Ste1, viste at for flere av næringssaltene var det på 20 m dyp "moderat" eller "dårlig" tilstand etter vinter- og sommerklassifiseringer.

I oktober var det generelt lave konsentrasjoner av næringssalt med konsentrasjoner innenfor "svært god" eller "god" tilstand på St.1, havnet i "svært god" tilstand etter vinterklassifiseringen. Etter sommerklassifiseringen lå flere enkeltmålinger på 10 og 20 i "moderat" tilstand.

Det var ikke forskjell på målingene mellom stasjonene St. 1 og St.121 nær Garnes og de resterende stasjonene som lå i ytre deler i Sørfjorden.

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 har innholdet av de fleste næringssalter i vannsøylen i snitt vært lavt, tilsvarende tilstandsklasse "svært god-god". Det har imidlertid vært enkelte perioder med forhøyede konsentrasjoner av total fosfor, fosfat og nitritt i juni 2012, og nitritt i januar 2015 og vinteren 2016-2017 (**figur 5-10**).

Klorofyll-a

I februar og oktober 2020 var innholdet av klorofyll-a (heretter omtalt som klorofyll) lavt og innenfor "svært god" tilstand på samtlige stasjoner. I mai lå innholdet av klorofyll innenfor "god" tilstand på de fleste stasjonene, unntaket var Ste1, hvor klorofyll lå innenfor "svært god" tilstand, og St.1 som lå på grensen mellom "god" og "moderat" tilstand.

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 var innholdet av klorofyll stort sett lavt, innenfor "svært god-god" tilstandsklasse (**figur 11**). De fleste år har likevel hatt enkelte målinger med høyere konsentrasjon av klorofyll, vår og sommer, som er naturlig med hensyn til vekstsesongen for alger. Høye enkeltmålinger påvirker persentilberegninger, slik at data presentert i **tabell 11** framstår mer negativ enn det som kommer fram i **figur 11**. I august og oktober 2014 var innholdet av klorofyll, målt med CTD, svært høye. Disse verdiene er ikke inkludert i presentasjonen av klorofylldata (**figur 11**). Årsaken til de høye målingene i 2014 skyldes feil på måleinstrumentet (Kvalø mfl. 2015).

Innholdet av klorofyll i vannsøylen **per år** i perioden 2011 til 2020 for St.121 viser at det har variert mellom beste tilstandsklasse i 2017 og 2019 og "dårlig" tilstand i 2014 (**tabell 11**). 90-persentilverdier for perioden 2011-2020 viser klorofyllinnhold for St.121 som lå innenfor "god" tilstand. Det er imidlertid verdt å merke seg at det var færre lave målinger fram til og med 2015, enn det har vært fra og med 2016 (**figur 11**). Prøvetidspunkt kan bidra til slike forskjeller, og ser man kun på april-målingene var det relativt like forhold i hele perioden fra 2011-2020. På de andre stasjonene er ikke datagrunnlaget like godt, og 90-persentilverdi for hele perioden er derfor ikke beregnet. I 2020 havnet 90-persentilen for alle stasjonene i "god" tilstand.

Tabell 11. Konsentrasjoner av klorofyll *a* presentert som 90-persentilverdier i perioden fra 2011 til 2020. Persentilverdier fra St.121, St.2 og 130 frem til 2016 er hentet fra SAM e-rapporter (Kvalø mfl. 2015; Kvalø mfl. 2016; Kvalø mfl. 2017). Persentilverdier fra 2017 og 2018 er beregninger ut fra rådata fra 5 m dyp fra alle stasjoner, mens 2019 og 2020 er fra gjennomsnittsverdier fra 0, 5 og 10 m. For hele perioden er på St.121 beregnet ut fra gjennomsnittsverdier fra 0, 5 og 10 m dyp.

År	St.1	St.2	St.121	St.130	Tel1	Ste1
2011	-	-	5,7	-	-	-
2012	1,8	5,8	2,8	-	-	-
2013	-	2,7	3,2	2,7	-	-
2014	4,7	2,3	6,6	-	-	-
2015	-	3,2	5,2	3,3	-	-
2016	-	-	3,7	-	-	-
2017	-	-	0,8	1,3	-	-
2018	-	-	4,3	-	-	-
2019	-	-	1,2	-	-	-
2020	3,8	3,2	3,0	2,9	2,8	2,0
2011-2020	-	-	3,6	-	-	-

Sesongvariasjoner av klorofyll er naturlig, og denne dynamikken er knyttet til algeoppblomstringer som oppstår og forsvinner gjennom vår, sommer og høst. For å fange opp start, topp og slutt på en slik oppblomstring må det måles tett i perioden den pågår, minst annen hver uke på våren. Tallene fra prøvetakingen må ses på som aktuelle for den dagen, siden oppblomstringer kan skje relativt raskt, og med en til to målinger per sesong er det tilfeldig om man fanger opp oppblomstringer eller ikke. Klorofylldata fra denne undersøkelsen må derfor benyttes med forsiktighet ved vurdering av generell tilstand i Sørfjorden.

Siktedyp

I februar 2020 var siktedypet relativt høyt med henholdsvis 9 og 8 m på Ste1 og Tel1, dette er som forventet for årstiden. For mai var siktedypet lavere med 4,5-5 m på stasjonene i Sørfjorden, som er forventet med hensyn til sesong, med både snøsmelting, algeoppblomstring og nedbør. I oktober var siktedypet igjen relativt høyt med 8-10 m, og Tel 1 skilte seg ut med et siktedyp på 13 m. Det var fint vær ved prøvetaking, og resultatene var derfor ikke påvirket av nedbør. Siktedyp for alle månedene er framstilt i **figur 11**, men det foreligger kun tilstandsvurdering for juni, juli og august etter veileder 02:2018, og for 2019 er det ingen siktedyp som er tatt innen den perioden.

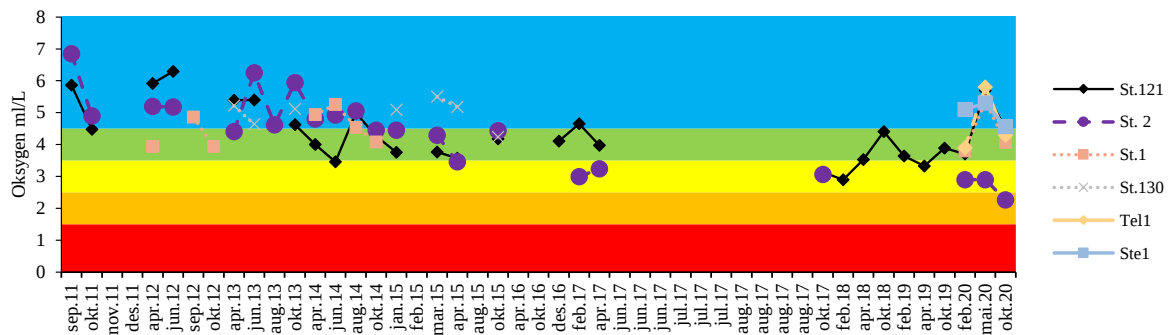
I perioden fra høsten 2011 til 2020 varierte siktedypet mellom "svært god" og "dårlig" tilstand. Tilstandsklassifisering av siktedyp er kun vurdert for årene 2012, 2013 og 2014 på grunn av prøvetidspunkt. Siktedypet i 2012 var bedre enn 2013 og 2014, men datagrunnlaget er for lite til å kunne si noe om trender over tid. Enkeltmålinger ned til "dårlig" tilstand kan forekomme i sommermånedene uten at det trenger å være et tegn på en negativ utvikling. Slike enkeltmålinger kan oppstå blant annet pga. algevekst og stratifisert vannsøyle (ferskvannstilrenning). Ulike værforhold og tid på dagen, og fravær eller tilstedeværelse av sprangsjikt, vil også være viktige parametere ved måling av siktedyp.

Oksygen

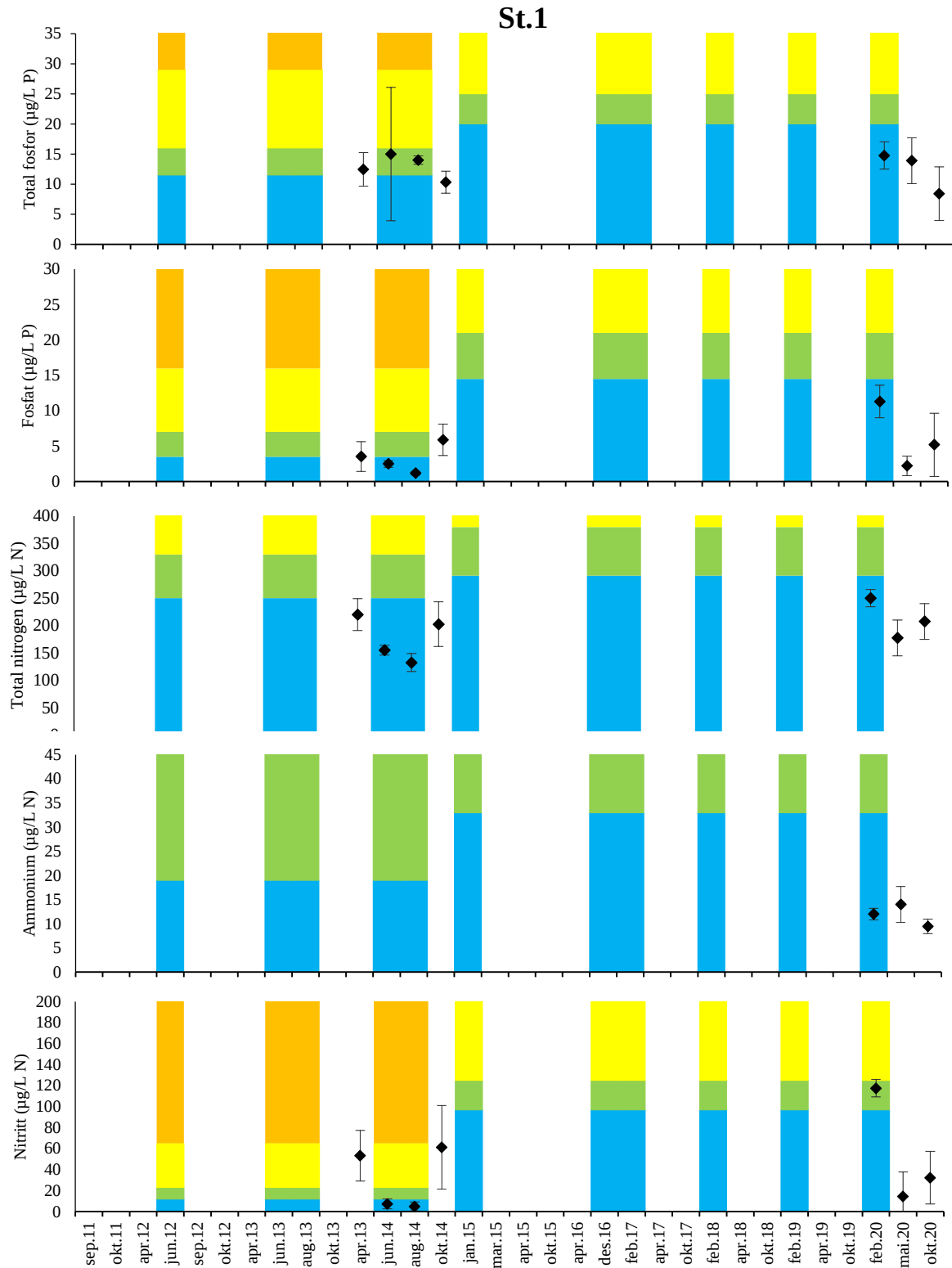
På stasjon St.1, St.121 og Tel1 var oksygeninnholdet i bunnvannet innenfor "god" tilstand i februar og "svært god" tilstand i mai (**figur 4**). I oktober var konsentrasjonen av oksygen i bunnvannet på grensen mellom tilstandsklasse "svært god" og "god". Oksygenmålinger på St.121 ved hjelp av Winklers metode (**vedlegg 1**), viste resultat innenfor tilsvarende tilstandsklasser som målt med CTD. De grunnere stasjonene St.130 og Ste1 lå innenfor "svært god" tilstand ved alle prøvetakinger, men også på disse stasjonene ble det observert et høyere oksygeninnhold i mai enn i februar og oktober. St.2 er den dypeste stasjonen i Sørfjorden med et dyp nær 500 m og hadde oksygeninnhold i bunnvannet innenfor "moderat"

tilstand i februar og mai, med en konsentrasjon på 2,9 ml/l og i "dårlig" tilstand i oktober med en konsentrasjon på 2,26 ml/l.

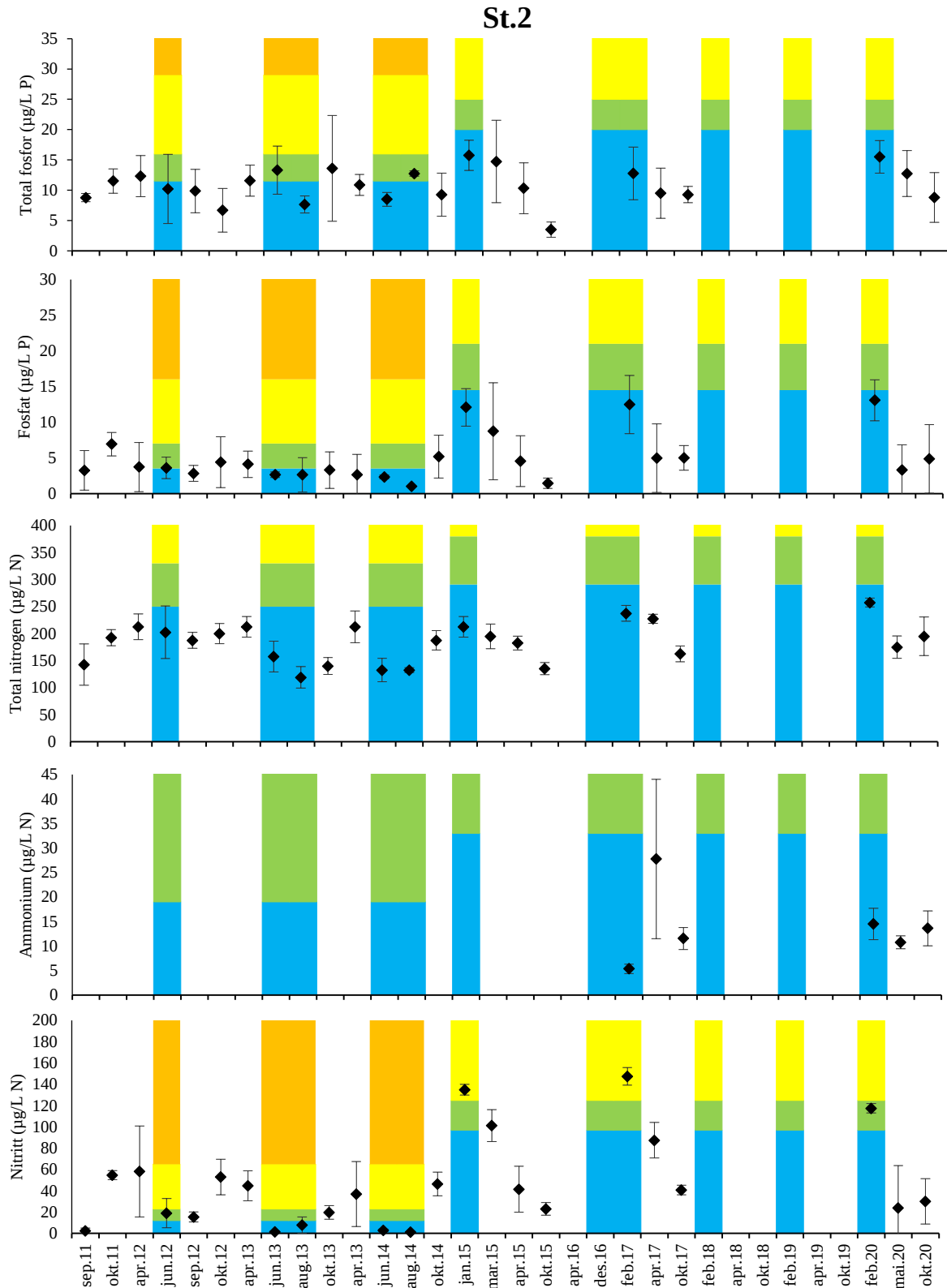
I perioden fra høsten 2011 til 2020 er det foretatt sporadiske målinger av bunnvannet ved St.1, St.2, St.121 og St.130. Det skjedde en utskifting av bunnvannet i fjordene langs kysten i 2010 (feks. Tverberg & Todt 2017 og Havforskningsinstituttet – Klimadata Nordsjøen 1981-2016, <http://www.imr.no/temasider/klima/klimastatus/nordsjoen.no>). St.2 er den dypeste stasjonen, og på denne ser det ut til å ha vært en nedadgående trend i oksygeninnhold i bunnvannet siden utskiftingen i 2010, og etter oktober 2015 har målingene vært i "moderat" tilstand, og i oktober 2020 var den i "dårlig" tilstand. Våren og sommeren 2018 skjedde det en utskifting av dypvannet flere steder, men den har trolig ikke vært like fullstendig som forrige utskifting i 2010 (**figur 4**). Det er rapportert om delvis utskifting i denne perioden i Osterfjorden/ Sørfjorden (Bye-Ingebrigtsen mfl. 2019), men dessverre har ikke oksygenkonsentrasjonen blitt undersøkt på St.2 i 2018 og 2019, så det er usikkert om denne utskiftingen førte til en endring i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet på stasjonen på det tidspunktet. På de andre grunnere stasjonene varierer konsentrasjonen mellom "moderat" og "svært god" tilstand, og små økninger i konsentrasjonen tyder på at bunnvannet får nytt påfyll av oksygenrikt vann med jevne mellomrom.



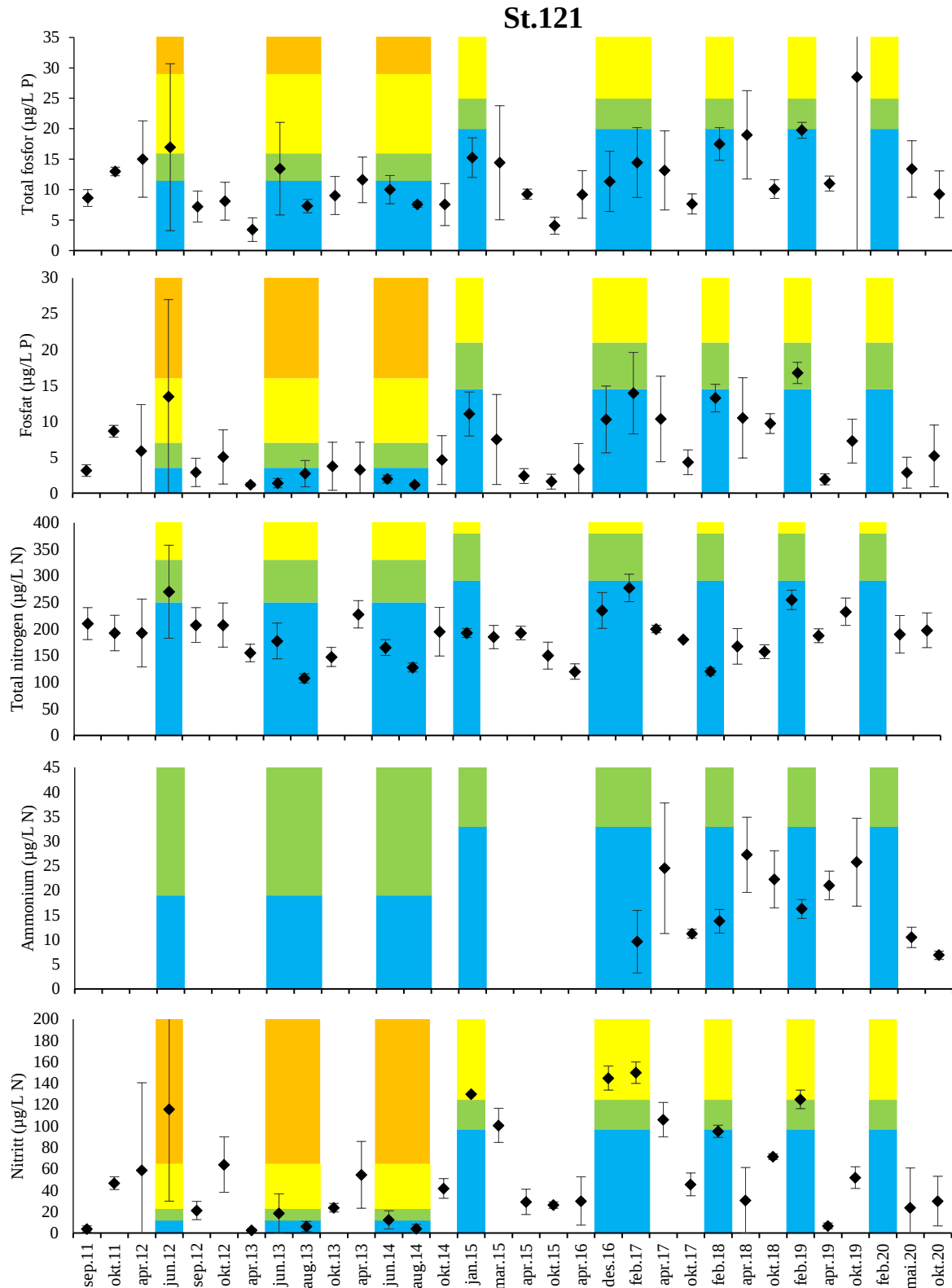
Figur 4. Konsentrasjon av oksygeninnhold gitt i ml/L på St.121 (221 m djup), St.1 (184 m djup), St.2 (496 m djup), St.130 (119 m djup), Tel1 (184 m djup) og Ste1 (81 m djup). X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon oksygen i ml/L. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser iht. veileder 02:2018.



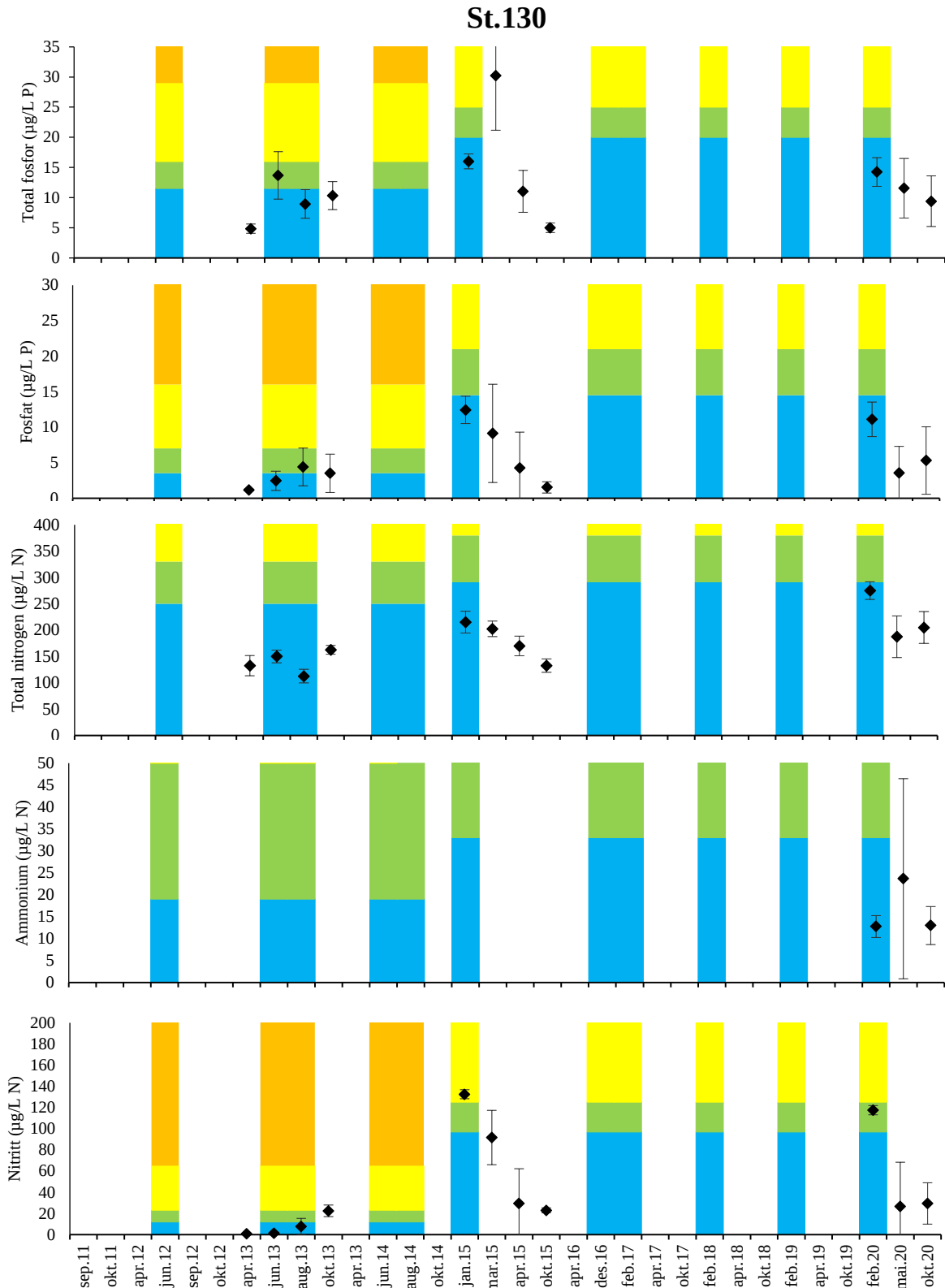
Figur 5. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp (n=4) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i vedlegg 2.



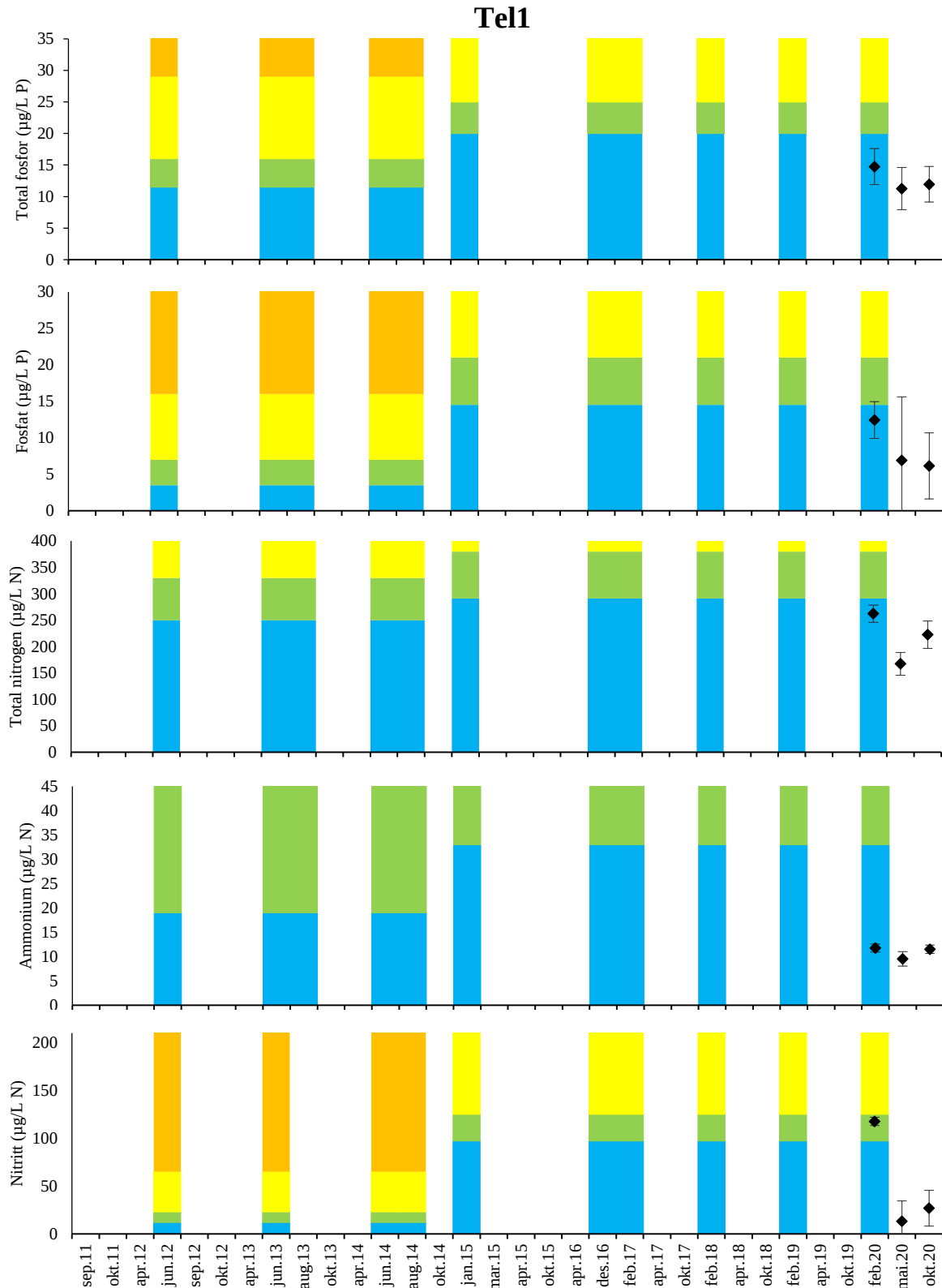
Figur 6. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



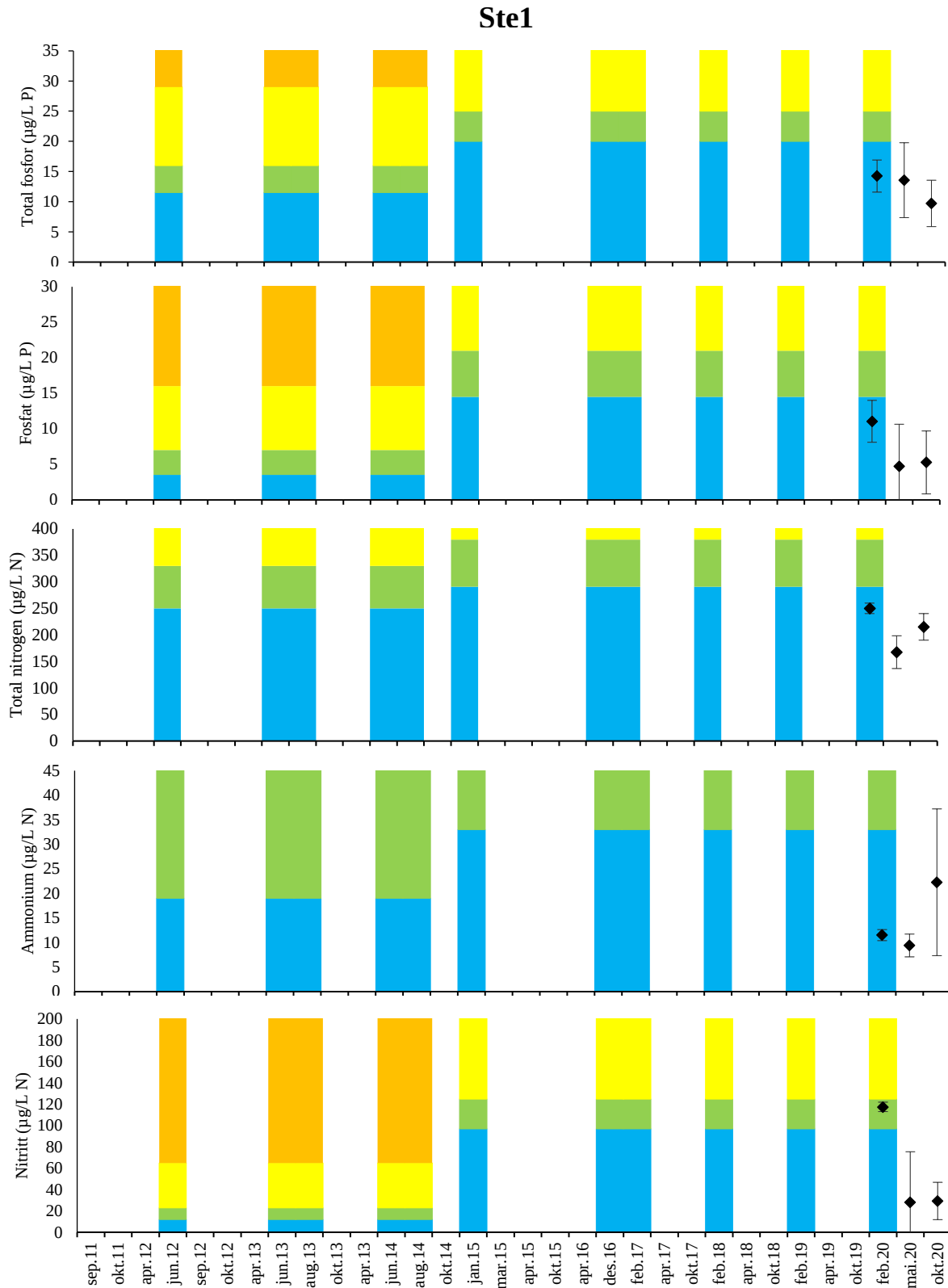
Figur 7. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



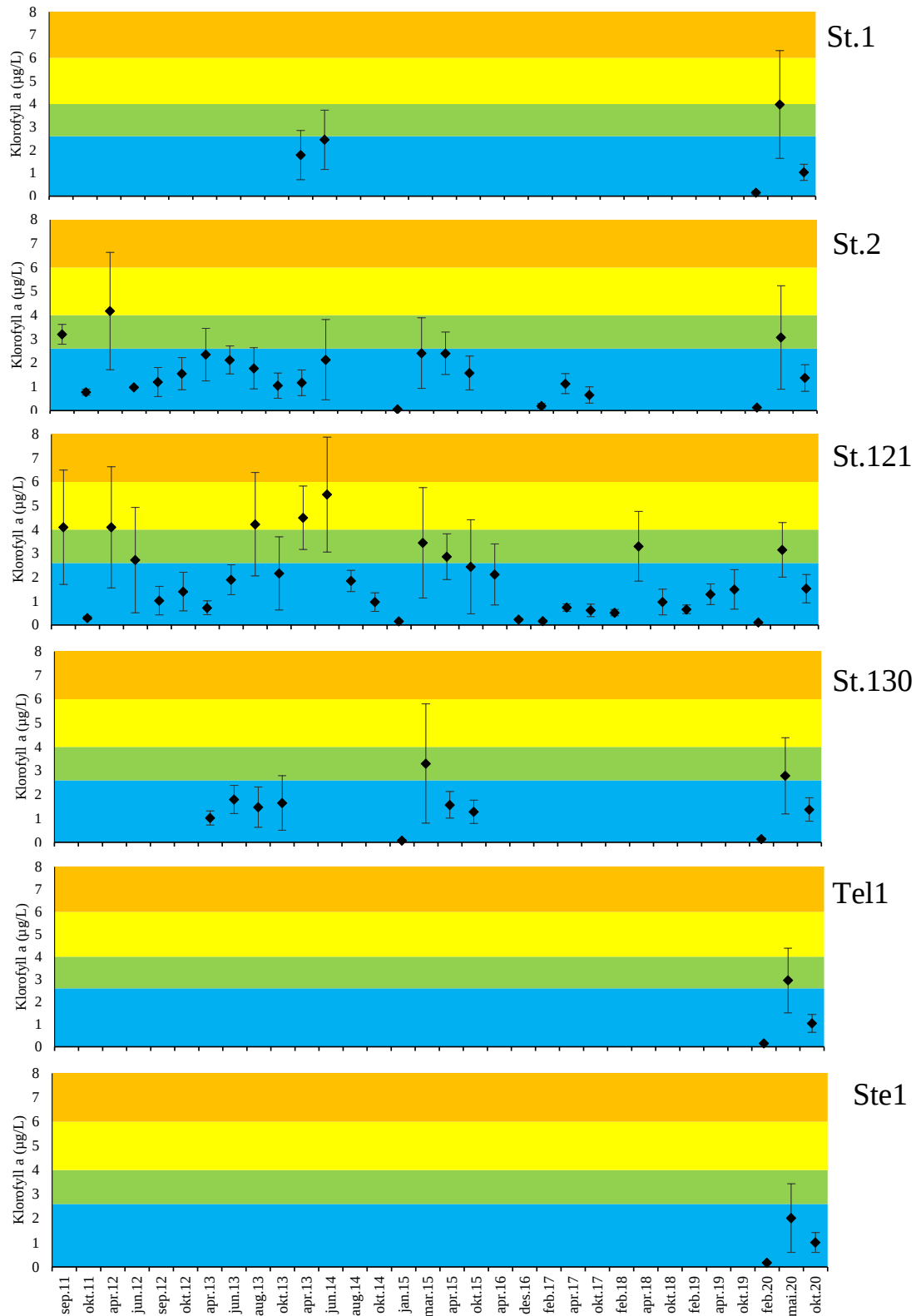
Figur 8. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



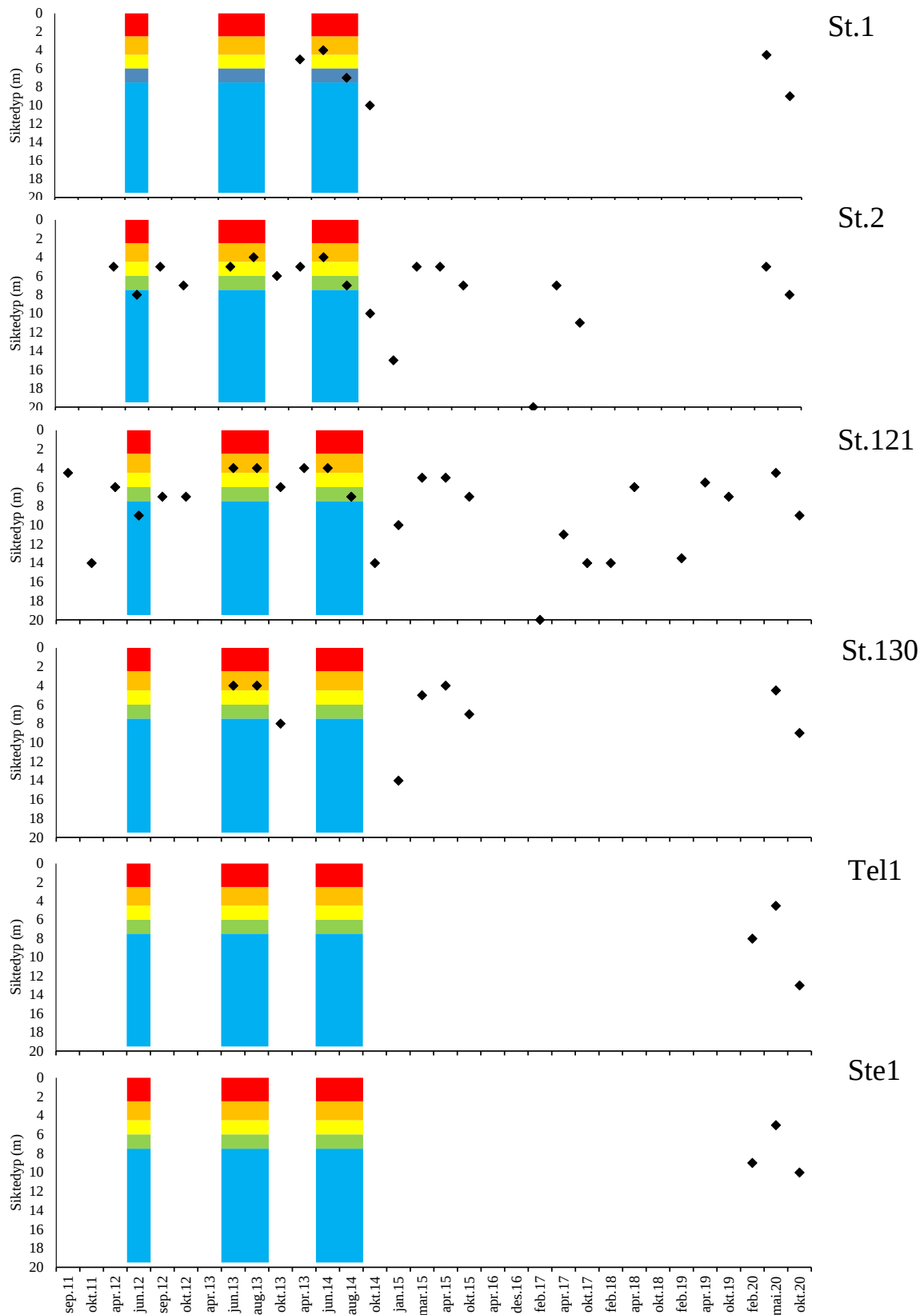
Figur 9. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



Figur 10. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



Figur 11. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll a fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt, Y-aksen viser verdien av den aktuelle parameteren. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for iht. veileder 02:2018. Tilstandsklasse for klorofyll er ikke begrenset av sesong. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



Figur 12. Siktedyp fra 2011-2020. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike parameterne og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (sommersesong). Fullstendig datasett er vist i vedlegg 2.

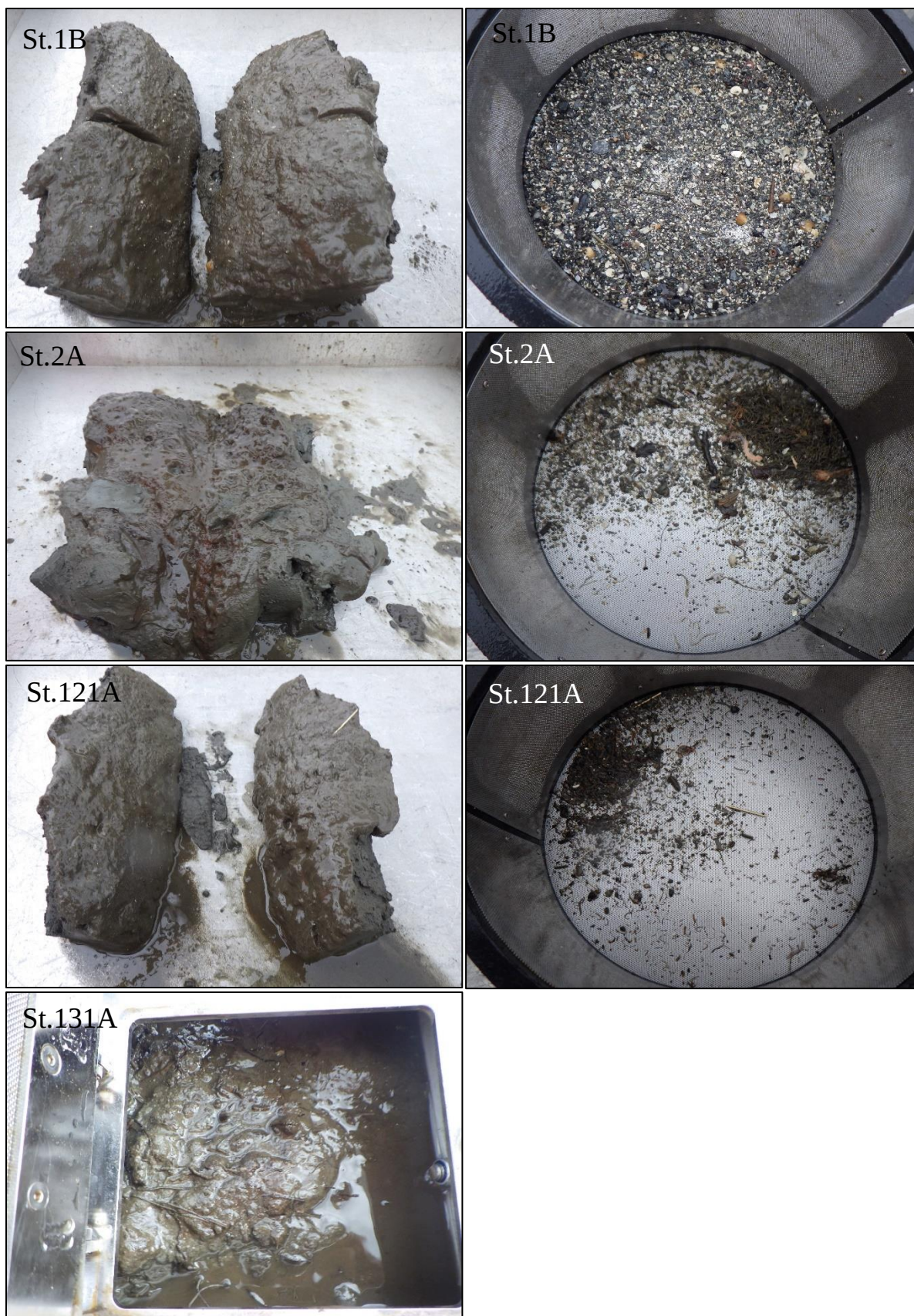
SEDIMENT**Sørfjorden***Sedimentkvalitet*

Sedimentet på stasjon St.1, St.2, St.121 og St.131 var mykt og finkornet, med noe varierende andel grovkornet sediment. De enkelte parallellene tatt på hver stasjon hadde lik konsistens og sedimentkvalitet. Feltbeskrivelse og vurdering av kjemisk tilstand basert på oksygeninnhold i sedimentet (Eh) og surhet av sedimentet (pH) er ført i **tabell 12**. Eksempler på representative sedimentprøver fra stasjonene er vist i **figur 13**.

Tabell 12. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på St.1, St.2 og St.121. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/Eh) etter NS 9410:2016.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)	Tykkelse (cm)	Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E _h (mV)	Tilstand
St.1	A	Ja	11	13,5	F	Mykt, brungrått og finkornet sediment uten lukt. Prøvene inneholdt litt grus, skjellsand og skjellrester.	7,1	267	1
	B	Ja	12	15,5	F		7,2	150	1
	C	Ja	11,5	14	F		7,5	272	1
	D	Ja	12	15	F		7,20	148	1
	E	Ja	12	15	S		-	-	-
St.2	A	Ja	15	18	F	Mykt, grått, luktfritt og finkornet sediment med brunlig overflate. Prøvene bestod av leire i dypere lag med silt over. Prøvene inneholdt litt skjellrester.	7,8	420	1
	B	Ja	13	16	F		7,6	45	1
	C	Ja	14	17	F		7,8	420	1
	D	Ja	14	17	F		7,8	292	1
	E	Ja	13	16,5	S		-	-	-
St.121	A	Ja	11	13,5	F	Mykt, brungrått og finkornet sediment uten lukt. Prøvene inneholdt litt skjellrester.	7,4	420	1
	B	Ja	12	15,5	F		7,2	397	1
	C	Ja	11,5	14	F		7,4	395	1
	D	Ja	12	15	F		6,9	324	3
	E	Ja	12	15	S		-	-	-
St.131	M1	Ja	12	15,5	S	Mykt, finkornet, luktfritt, grått sediment med brun overflate.	7,6	380	1
	M2	Ja	13	16	S		-	-	-
	M3	Ja	14	17	S		-	-	-

På stasjon St.121 ble det målt i parallell D en markant lavere pH-verdi enn i de andre parallellene, noe som førte til tilstand 3 for kjemisk tilstand etter NS9410. Også Eh-verdien var noe lavere. Det er sannsynlig at målingen ble foretatt litt for langt ned i sedimentet, ikke i den øverste centimeteren som vanligvis, og at verdiene derfor ikke er representative.



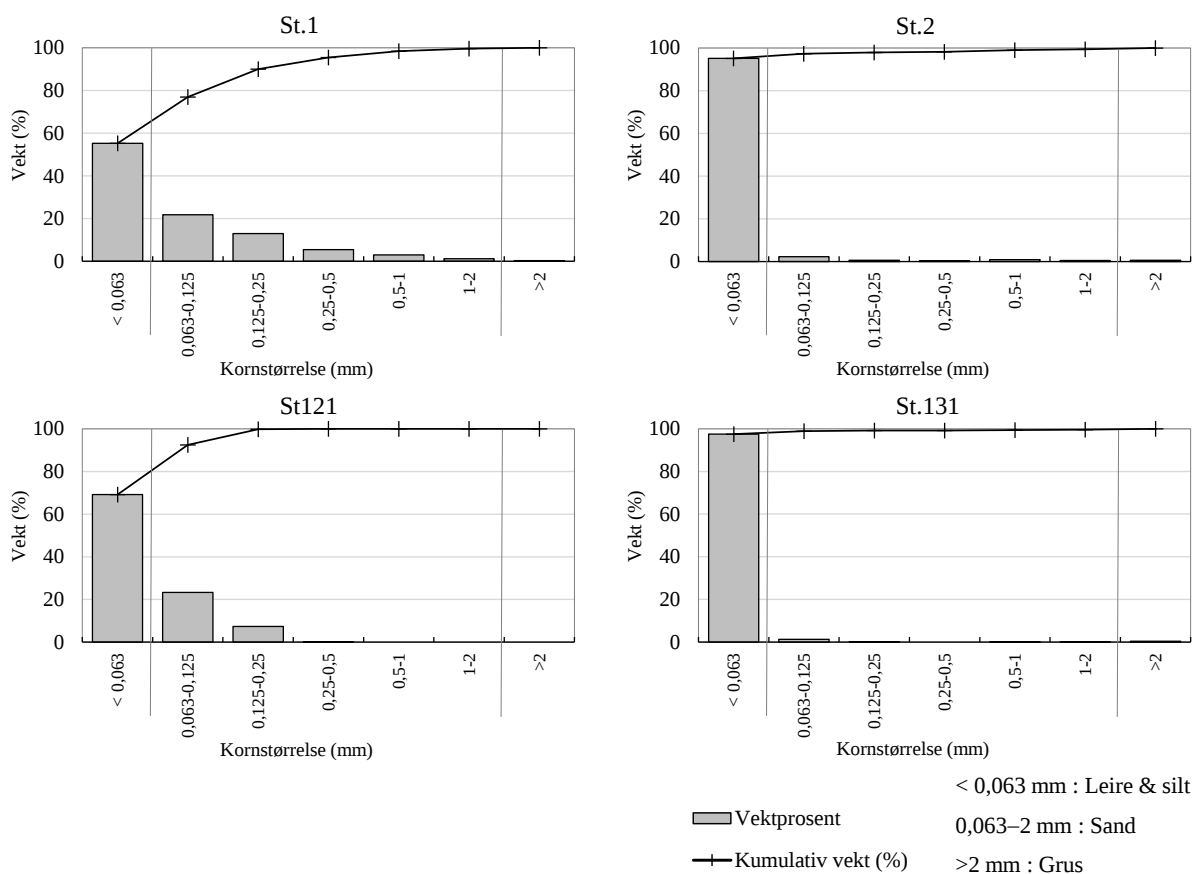
Figur 13. Sedimentprøver fra St.1, St.2, St.121 og St.131 i område 1. Bildene viser sedimentet før (**til venstre**) og etter sikting (**til høyre**). På stasjon St.131 ble sedimentet ikke siktet (kun miljøgiftprøver).

Kornfordeling og kjemi

Kornfordelingsanalysen viser at sedimentet på alle stasjonene var dominert av finstoff (silt og leire), men mens stasjon St.2 og St.131 nesten bare inneholdt finstoff, inneholdt sedimentet på stasjon St.1 og St.121 nokså mye sand (**figur 14, tabell 13**). Glødetapet var høyt på St.2, men relativt lavt på de andre stasjonene. Glødetapet er et indirekte mål på innhold av organisk materiale i sedimentet, mens innholdet av total organisk karbon (TOC) gir et mer direkte mål. Normalisert TOC, der TOC er normalisert for teoretisk mengde finstoff (leire og silt), var høyt på stasjon St.2 og St.131, tilsvarende "dårlig" tilstandsklasse, noe høyt på St.1, tilsvarende "moderat" tilstandsklasse, og lavt på stasjon St.121, tilsvarende "god" tilstandsklasse. Normalisert TOC (nTOC) blir benyttet som et supplement til vurdering av bløtbunnsfauna for å få informasjon om organisk belastning, men skal ikke vektlegges ved tilstandsvurdering etter veileder 02:2018. Dette er gjennomgående for rapporten.

Tabell 13. Kornfordeling, organisk innhold som % glødetap og normalisert TOC i sedimentet fra stasjonene i område 1 undersøkt i april 2020. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	Glødetap (%)	nTOC (mg/g)
St.1	55,2	44,5	0,3	6,3	29,2 (III)
St.2	95,1	4,3	0,6	13,9	35,6 (IV)
St.121	69,1	30,9	0,0	5,6	23,1 (II)
St.131	97,5	2,1	0,4	-	38,4 (IV)



Figur 14. Kornfordeling for stasjonene undersøkt i område 1, april 2020. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sedimentfraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

Bløtbunnsfauna

Fullstendige artslister og figurer som representerer de geometriske klassene for stasjon St.1, St.2 og St.121 finnes i **vedlegg 4 & 5**.

Tabell 14. Artsantall (S), individantall (N), AMBI-indeks, jevnhetsindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, Shannon-Wiener indeks (H'), Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} og NSI i prøvene fra St.1, St.2 og St.121 i april 2020. Middelerverdi for grabb A-D er angitt som $\bar{G}$, mens stasjonsverdien for arts- og individantall er angitt som $\bar{S}$. nEQR-verdi er angitt for grabbgjennomsnittet for indekser som inngår vurdering etter veileder 02:2018; nederst i nEQR-kolonnen står middelerverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt i henhold til **tabell 5**.

St.1 apr. 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	67	61	50	68	61,5	105	
N	846	727	393	1312	819,5	3278	
AMBI	3,5	3,5	3,1	3,8	3,5	3,6	
H'max	6,1	5,9	5,6	6,1	5,9	6,7	
J'	0,6	0,5	0,7	0,4	0,5	0,5	
NQI1	0,66 (II)	0,65 (II)	0,68 (II)	0,62 (III)	0,65 (II)	0,66 (II)	0,65 (II)
H'	3,34 (II)	3,09 (III)	3,94 (I)	2,49 (III)	3,22 (II)	3,15 (II)	0,63 (II)
ES_{100}	23,99 (II)	22,75 (II)	27,09 (I)	17,85 (III)	22,92 (II)	22,28 (II)	0,72 (II)
ISI_{2012}	10,14 (I)	10,64 (I)	9,26 (I)	9,99 (I)	10,01 (I)	10,70 (I)	0,87 (I)
NSI	20,39 (II)	20,59 (II)	21,71 (II)	19,49 (II)	20,55 (II)	20,23 (II)	0,66 (II)
Samlet							0,71 (II)
St.2 apr. 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	39	36	47	55	44	70	
N	177	196	251	279	226	903	
AMBI	2,5	3,0	3,0	2,5	2,8	2,8	
H'max	5,3	5,2	5,6	5,8	5,4	6,1	
J'	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8	0,7	
NQI1	0,73 (I)	0,67 (II)	0,69 (II)	0,74 (I)	0,71 (II)	0,71 (II)	0,77 (II)
H'	4,26 (I)	3,94 (I)	4,04 (I)	4,63 (I)	4,22 (I)	4,51 (I)	0,83 (I)
ES_{100}	30,49 (I)	27,68 (I)	30,55 (I)	34,72 (I)	30,86 (I)	32,62 (I)	0,84 (I)
ISI_{2012}	10,08 (I)	9,40 (I)	9,82 (I)	10,57 (I)	9,96 (I)	10,16 (I)	0,86 (I)
NSI	23,36 (II)	22,83 (II)	22,75 (II)	23,34 (II)	23,07 (II)	23,09 (II)	0,76 (II)
Samlet							0,81 (I)
St.121 apr. 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	52	56	58	55	55	94	
N	413	421	756	326	479	1916	
AMBI	3,43	3,24	3,48	3,01	3,29	3,34	
H'max	5,70	5,81	5,86	5,78	5,79	6,55	
J'	0,60	0,63	0,53	0,70	0,61	0,55	
NQI1	0,66 (II)	0,68 (II)	0,65 (II)	0,70 (II)	0,67 (II)	0,68 (II)	0,69 (II)
H'	3,42 (II)	3,64 (II)	3,09 (III)	4,07 (I)	3,56 (II)	3,61 (II)	0,71 (II)
ES_{100}	24,83 (II)	24,52 (II)	22,08 (II)	30,576 (I)	25,50 (II)	25,16 (II)	0,79 (II)
ISI_{2012}	9,71 (I)	9,82 (I)	10,05 (I)	9,94 (I)	9,88 (I)	10,26 (I)	0,86 (I)
NSI	20,79 (II)	21,34 (II)	20,37 (II)	22,038 (II)	21,14 (II)	20,96 (II)	0,69 (II)
Samlet							0,75 (II)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		

Basert på nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt ble stasjon St.1 og St.121 klassifisert med tilstandsklasse "god", og stasjon St.2 innenfor tilstandsklasse "svært god", men nær grensen til tilstandsklasse "god" etter veileder 02:2018 (**tabell 14**).

Faunasamfunnet på stasjon St.1 og St.121 var relativt likt, med et normalt høyt artsmangfold (50-68 arter per grabbhugg), men et høyt individantall i noen av prøvene. På stasjon St.1 var det gjennomsnittlig 818,5 individ i hver prøve, mens antallet var lavere på stasjon St.121, med gjennomsnittlig 470 individ per prøve. Begge stasjonene var dominert av den forurensingstolerante flerbørstemarken *Pseudopolydora paucibranchiata* (NSI-klasse IV), som utgjorde rundt 55 % av det totale individantallet på stasjon St.1 og rundt 46 % på stasjon St.121 (**tabell 15**). Det var imidlertid mange andre arter i prøvene som er sensitive eller noe sensitive for organisk forurensing. Sensitive arter (NSI-klasse I), som muslingen *Mendicula ferruginosa*, og flerbørstemarkene *Abyssoninoe hibernica* og *Aricidea catherinae*, var blant de ti mest vanlige artene på begge stasjonene. Men også moderat tolerante arter (NSI-klasse III) var vanlige på stasjonene, som muslingen *Parathyasira equalis* og flerbørstemarkene *Paramphinome jeffreysii* og *Spiochaetopterus bergensis*.

På St.2 lå artsmangfoldet på gjennomsnittlig 44 arter per prøve, noe som er innenfor normalen etter veileder 02:2018. Også individantallet lå innenfor normalen, og var på 226 per prøve. Dominerende art på stasjonen var flerbørstemarken *Spiochaetopterus bergensis*, en art som ikke er tilvist noen sensitivitetsverdi for indeksene NSI, ISI₂₀₁₂ og NQI1. Arten er imidlertid karakteristisk for dyp fjordbunn med gode miljøforhold (se diskusjon). Ellers var det blant de ti mest vanlige artene forekomst av arter som er moderat forurensingstolerante, som flerbørstemarken *Parheteromastes* sp. og muslingen *Parathyasira equalis*, eller som er noe sensitive mot organisk forurensing, som to arter i børstemark-slekten *Aphelocheata* og slangestjernen *Amphilepis norvegica* (NSI-klasse II). Det var i tillegg mange forurensingssensitive arter, men med relativt få individer.

Tabell 15. De ti mest dominerende artene av bløtbunnsfauna tatt på St.1, St.2 og St.121 i område 1, april 2020. *P. aff. paucibranchiata* står for *Pseudopolydora aff. paucibranchiata*. Andelen (%) av totalen for hver art er gitt i kolonnen ved siden av artsnavnet. Kumulativ andel (kum %) summerer opp andelene.

Arter St.1- april 2020			%	kum %
<i>P. aff. paucibranchiata</i>			55,40	55,40
<i>Paramphinome jeffreysii</i>			8,51	63,91
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>			4,73	68,64
<i>Mendicula ferruginosa</i>			4,55	73,18
<i>Parathyasira equalis</i>			2,62	75,81
Cirratulidae			2,38	78,19
<i>Exogone verugera</i>			1,65	79,84
<i>Aricidea catherinae</i>			1,43	81,27
Nemertea			1,40	82,67
<i>Abyssoninoe hibernica</i>			1,37	84,05

Arter St.2 – april 2020	%	kum %	Arter St.121 – april 2020	%	kum %
<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	29,57	29,57	<i>P. aff. paucibranchiata</i>	45,77	45,77
<i>Parheteromastides</i> sp.	8,42	37,98	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	10,39	56,16
<i>Aphelocheata</i> sp.A	5,54	43,52	<i>Parathyasira equalis</i>	7,31	63,47
<i>Parathyasira equalis</i>	4,87	48,39	<i>Tharyx killariensis</i>	3,34	66,81
<i>Heteromastus filiformis</i>	4,32	52,71	<i>Spiochaetopterus bergensis</i>	2,92	69,73
<i>Amphilepis norvegica</i>	2,88	55,59	<i>Mendicula ferruginosa</i>	2,66	72,39
<i>Augeneria</i> sp.	2,66	58,25	Nemertea	2,30	74,69
<i>Paradiopatra fiordica</i>	2,66	60,91	<i>Aricidea catherinae</i>	2,24	76,93
<i>Aphelocheata</i> sp.C	2,21	63,12	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	1,67	78,60
<i>Ceratocephale loveni</i>	2,21	65,34	<i>Prionospio dubia</i>	1,67	80,27

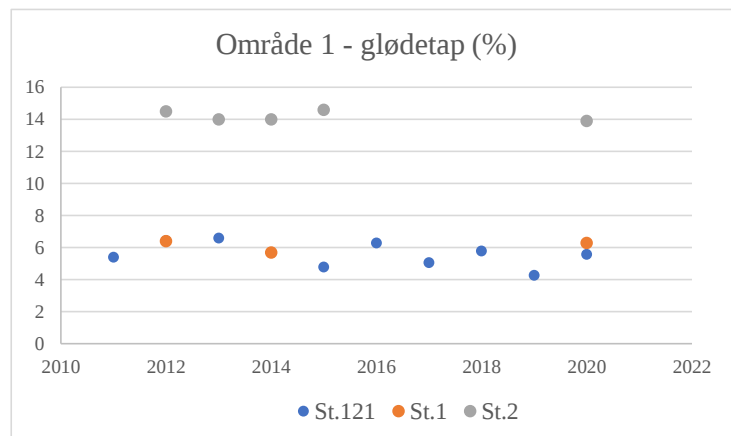
Børstemark	Bløtdyr	Pigghuder	Krepsdyr	Andre
------------	---------	-----------	----------	-------

Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser

Innholdet av organisk materiale (nTOC) var betydelig høyere på stasjon St.2 og St.131 enn på stasjon St.1. Høyere andel grovkornet sediment og lavere innhold av nTOC viser til mindre sedimenterende forhold på stasjon St.1 enn på de andre stasjonene, dvs. at organisk og uorganisk finstoff i mindre grad hoper seg opp på sedimentoverflaten og er som forventet i et terskelområde. På stasjon St.121, som ligger på 224 m dyp i bassenget rett innenfor terskelen ved Garnes, var sedimentet igjen svært finkornet, men innholdet av nTOC var relativt lavt sammenlignet med de andre stasjonene. Forskjell i sedimentkvaliteten på stasjonene gjenspeiles også i resultatene for bløtbunnfaunaanalyser, hvor faunasamfunnet på stasjon St.1 var karakteristisk for sjøbunn med relativt lite akkumulering av organisk materiale, mens faunaen på stasjon St.2 og St.121 var tydelig dominert av en partikkelspisende, opportunistisk art som er karakteristisk for sjøbunn med periodevis akkumulering av organiske partikler. Denne arten, flerbørstemarken *Pseudopolydora* aff. *paucibranchiata*, utgjorde rundt 50 % av den totale faunaen på stasjonene. Arten formerer seg raskt hvis det er mye næring på sedimentoverflaten, men individantallet minker også raskt når det organiske materialet er nedbrutt. I tillegg til denne opportunistiske arten var det imidlertid mange arter som er sensitive mot organisk forurensing på alle stasjoner. Indeksverdiene for både mangfolds- og sensitivitetsindekser viser god til svært god faunatilstand i Sørfjorden i 2020.

Ved sammenligning av de ulike årene i perioden 2012-2020 har prøver fra stasjon St.1 og St.2 hatt relativt lik kornfordeling. På stasjon St.121 var det i 2017 og 2018 en høyere andel av grus i sedimentet enn ved tidligere granskinger. Dette var ikke tilfellet i 2019 og 2020, og det er mest sannsynlig at en metodisk feil i 2017 og 2018 førte til at andelen av grovfraksjonen i sedimentet ble overestimert. For å undersøke endringer i sedimentkvalitet over tid er det imidlertid spesielt innhold av organisk stoff i overflatesedimentet som er av interesse, og som i større grad er utslagsgivende enn ulikheter eller endringer i kornfordelinger. Når det kommer til historiske data er det kun glødetapet som foreligger som et mål på organisk innhold. Verdiene har vært relativt stabile siden 2011 på de tre stasjonene, med verdier mellom 4 % og 7 % på St.121, rundt 6 % på St.1 og 14 % på St.2 (**figur 15**).

Figur 15. Organisk innhold målt som glødetap i perioden 2011-2020 på St.121, St.1 og St.2. X-aksen viser årstall, y-aksen viser % glødetap i sedimentet.

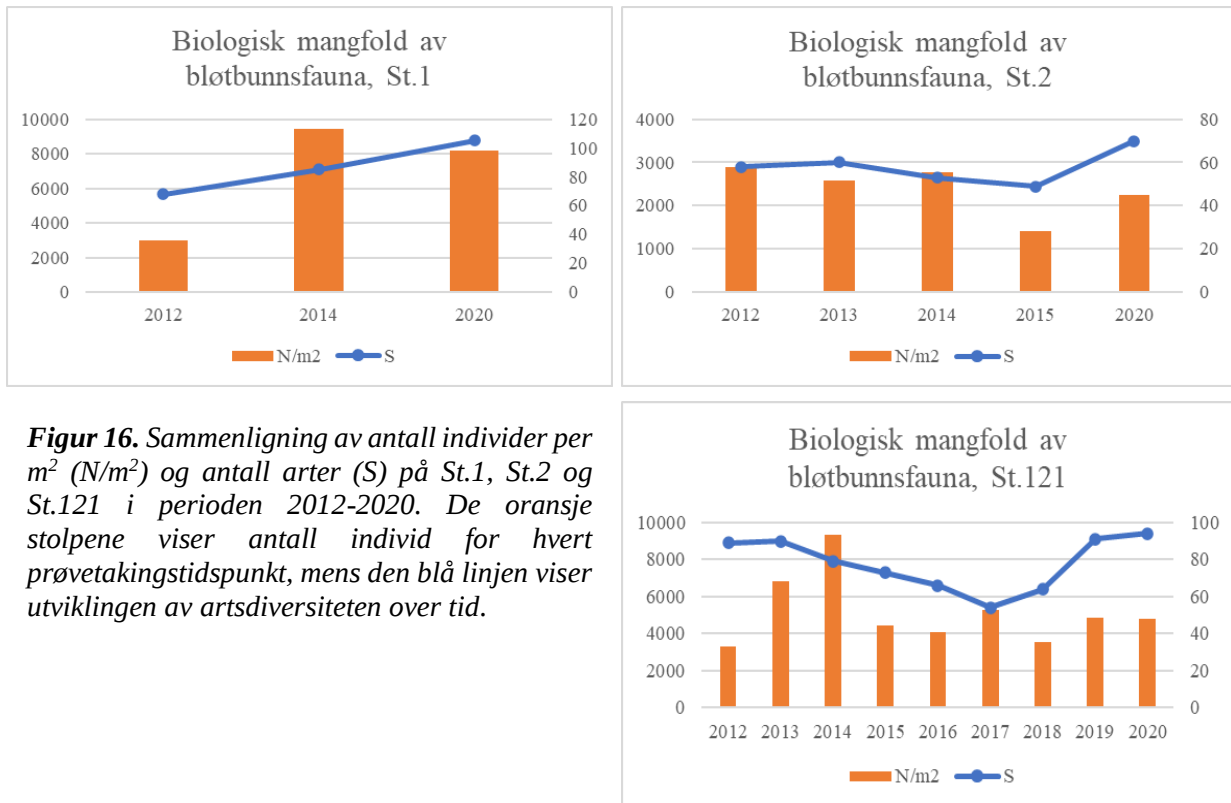


Stasjon St.121 ved Garnes har med årlige fauna-analyser vært den best undersøkte stasjonen i område 1 i perioden 2012-2020. Stasjonen har gjennomgått en periode med svært høye individtall i årene 2013 og 2014 sammenlignet med tidligere og senere år (**tabell 16, figur 16**), noe som førte til klassifisering innenfor tilstandsklasse "moderat" etter veileder 02:2018. Høy individtetthet på stasjonen kan settes i sammenheng med oppblomstringer av flerbørstemarken *P. aff. paucibranchiata*. Også på stasjon St.1 var individantallet høyest ved undersøkelsen i 2014, men nesten like høyt i 2020. På stasjon St.2 var imidlertid individantallet høyest i 2012 og lavest i 2015, med en liten økning i 2020. Det er dermed sannsynlig at det var lokale tilførsler som førte til den ekstremt høye individtettheten i fjordbassenget og på terskelen ved Garnes. Driften på to oppdrettslokaliteter med utslipp henholdsvis innenfor og utenfor terskelen ved Garnes har trolig påvirket prøvetakingsstasjonene i mange år og nedlegging av anleggene høsten 2014/vår 2015 medvirket trolig til forbedring av faunatilstanden både på St.121 og St.1 (se også Todt m.fl.2019). I perioden 2012-2020 har artsmangfoldet økt på alle tre stasjonene undersøkt i Sørfjorden. Mest påfallende er økningen på stasjon St.1, hvor det samlet var 68 arter i 2012

og 105 arter i 2020. På St.121 var artsantallet lavest i 2015 og 2016, etter perioden med spesielt høy individtetthet, og her kan man konkludere at faunaen har rekonstituert seg til omtrent samme tilstand som i 2012.

Tabell 16. Sammenligning av antall av arter (*S*), individer (*N*), individer per m² og nEQR-verdier for grabbgjennomsnitt (nEQR $\bar{G}$) og stasjonen (nEQR $\bar{S}$) på St.1, St.2 og St.121 i perioden 2012-2020. Antall arter og individer er gitt samlet for stasjonen.

Stasjon	År	Areal (m²)	S	N	N/m²	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
St.1	2012	0,5	68	1184	2960	0,74 (II)	0,75 (II)
	2014	0,5	85	3767	9418	0,57 (III)	0,55 (III)
	2020	0,4	105	3278	8195	0,71 (II)	0,71 (II)
St.2	2012	0,5	58	1158	2895	0,71 (II)	0,73 (II)
	2013	0,5	60	1034	2585	0,72 (II)	0,74 (II)
	2014	0,5	53	1106	2765	0,80 (I)	0,82 (I)
	2015	0,5	49	567	1418	0,69 (II)	0,71 (II)
	2020	0,4	70	903	2258	0,81 (I)	0,83 (I)
St.121	2012	0,5	89	1647	3294	0,69 (II)	0,70 (II)
	2013	0,5	90	3403	6806	0,60 (III)	0,59 (III)
	2014	0,5	79	4661	9322	0,58 (III)	0,56 (III)
	2015	0,5	73	2210	4420	0,63 (II)	0,64 (II)
	2016	0,5	66	2040	4080	0,65 (II)	0,66 (II)
	2017	0,4	54	2118	5295	0,62 (II)	0,63 (II)
	2018	0,4	64	1411	3528	0,66 (II)	0,67 (II)
	2019	0,4	91	1944	4860	0,78 (II)	0,79 (II)
	2020	0,4	94	1916	4790	0,75 (II)	0,75 (II)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		



Figur 16. Sammenligning av antall individer per m^2 (N/m^2) og antall arter (S) på St.1, St.2 og St.121 i perioden 2012-2020. De oransje stolpene viser antall individ for hvert prøvetakingstidspunkt, mens den blå linjen viser utviklingen av artsdiversiteten over tid.

Miljøgifter

Miljøgifter ble undersøkt i sediment fra stasjon St.131. Innholdet av tungmetallene sink og kvikksølv var noe høyt, tilsvarende "moderat" tilstandsklasse, mens innholdet av de andre tungmetallene var lavt, tilsvarende tilstandsklasse "bakgrunn" eller "god" (tabell 17).

Det var høyt eller noe høyt innhold av flere PAH-forbindelser, og konsentrasjonen av $\sum$ PAH 16 lå i "moderat" tilstand. Innholdet av $\sum$ PCB7 og TBT var også forhøyet, og lå henholdsvis i "moderat" og "dårlig" tilstand. Konsentrasjonen av kvikksølv, sink, flere PAH-forbindelser og $\sum$ PCB7 lå over grenseverdien for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer.

I følge vannmiljø.no er det ikke tidligere undersøkt innhold av miljøgifter på St.131. Stasjonen ligger i dypområdet i ytre del av Sørfjorden, og organiske miljøgifter, som PAH-forbindelser, er ofte bundet til organisk materiale og andre finpartikler som avsettes i dypområder med mindre strøm. Det er tidligere funnet forhøyede verdier av enkelte PAH-forbindelser miljøgifter i indre deler av Sørfjorden, hvor kilden er ukjent (Todt m fl. 2017). Kildene til det forhøyede innholdet av kvikksølv, sink, PAH-forbindelser, $\sum$ PCB 7 og TBT på stasjon St.131 er heller ikke kjent, men mulige kilder er utslipp fra avløpsanlegg ved Steinestø og Fiskaneset og lokal industri på Hylkje, samt i mindre grad veitrafikk og småbåthavn.

Tabell 17. Innhold av miljøgifter på stasjon St.131. Farge og romertall henviser til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016. Blå: I = "bakgrunn", grønn: II= "god", gul: III= "moderat", oransje: IV= "dårlig" og rød: V= "svært dårlig". Grenseverdi henviser til grenseverdi for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer eller grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Verdier som er høyere enn grenseverdien er markert med uthevet skrift.

Stoff	Enhet	St.131	Grenseverdi
Bly (Pb)	mg/kg	98 (II)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,1 (I)	2,5
Kobber (Cu)	mg/kg	44 (II)	84
Krom (Cr)	mg/kg	57 (I)	620
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,54 (III)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	35 (II)	42
Sink (Zn)	mg/kg	170 (III)	139
Naftalen	µg/kg	31,2 (III)	27
Acenaftyle	µg/kg	25,7 (II)	33
Acenaften	µg/kg	7,17 (II)	100
Fluoren	µg/kg	23,7 (II)	150
Fenantren	µg/kg	109 (II)	780
Antracen	µg/kg	39,3 (IV)	4,6
Fluoranten	µg/kg	287 (II)	400
Pyren	µg/kg	255 (III)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	177 (III)	60
Krysen	µg/kg	131 (II)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	280 (IV)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	142 (IV)	140
Benzo[a]pyren	µg/kg	250 (IV)	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	329 (IV)	63
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	63,3 (III)	27
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	423 (IV)	84
Σ PAH 16 EPA	µg/kg	2570 (III)	
PCB # 28	µg/kg	0,84	
PCB # 52	µg/kg	1,02	
PCB # 101	µg/kg	2,2	
PCB # 118	µg/kg	1,19	
PCB # 138	µg/kg	3,27	
PCB # 153	µg/kg	3,39	
PCB # 180	µg/kg	1,64	
Σ PCB 7	µg/kg	13,6 (III)	4,1
Tributyltinn (TBT)	µg/kg	20 (IV)*	35

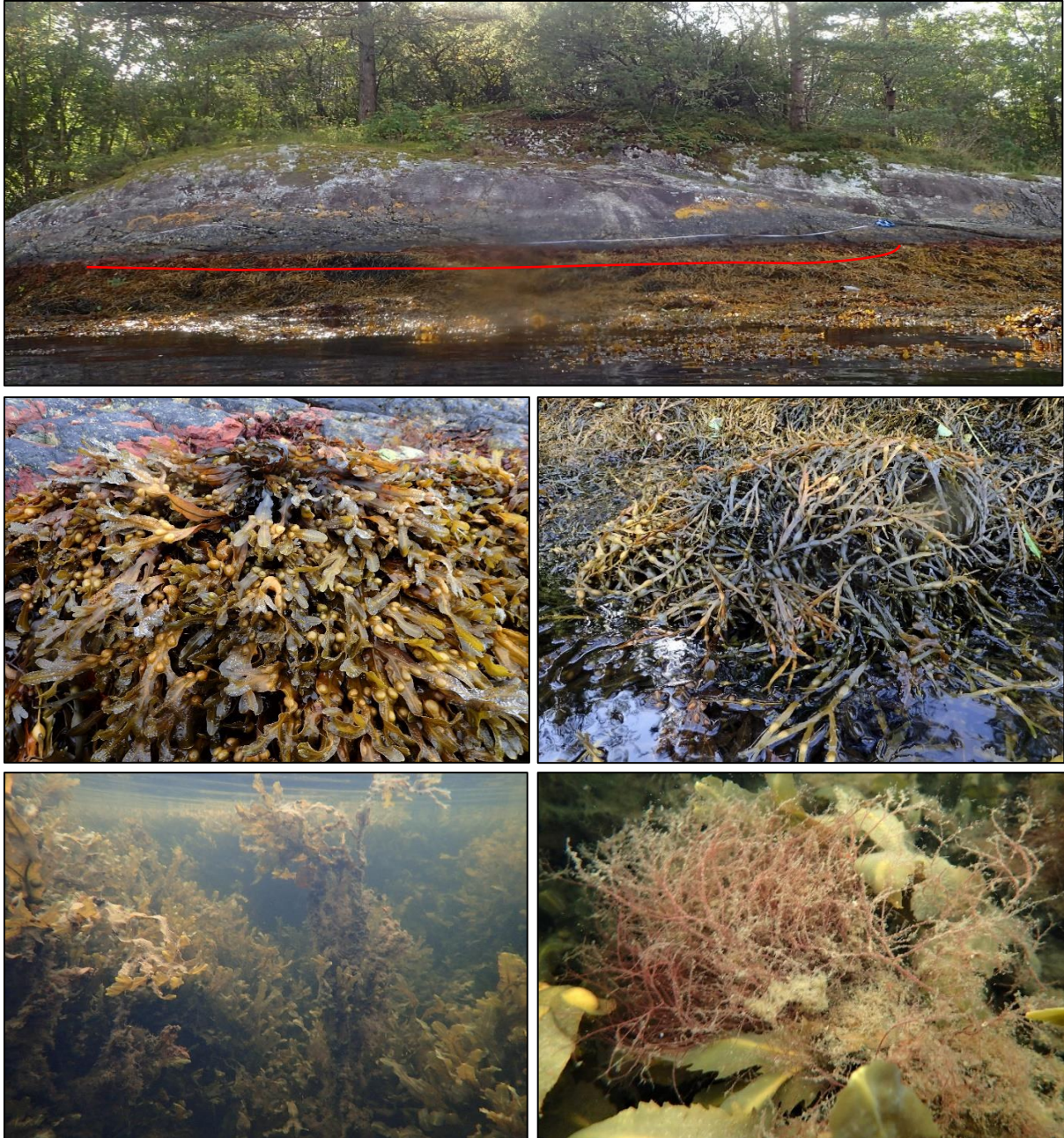
* Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

FJÆRESAMFUNN

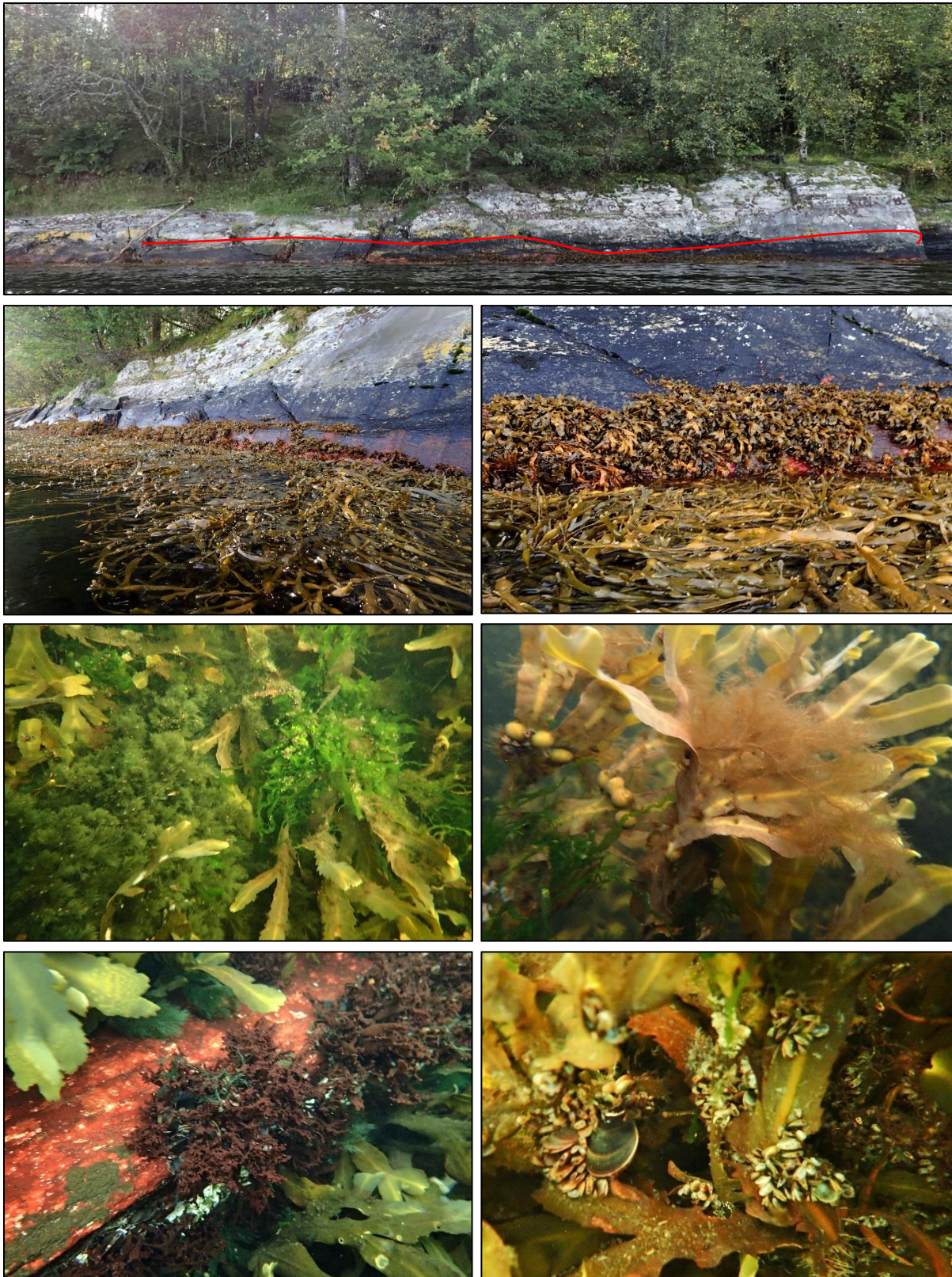
Beskrivelse av fjæresonen

BY8 - Garnes

Fjærestasjonen er nordøstvendt og ble avgrenset langs et stort svaberg i en liten bukt (**figur 17**). Øvre delen av fjæresonen er bratt og består av glatt fjell med lite strukturering, men i nedre del av fjæresonen og i øvre sjøsone flater sjøbunnen ut og er rikt strukturert med fjell, store og små stein og litt grusbunn. Stasjonen omfatter et relativt stort areal fordi bunnhelningen i nedre fjæresonen er liten.



Figur 17. Fjærestasjon By8. **Øverst:** Oversikt over stasjon for kartlegging av fastsittende makroalger og hardbunnsfauna. Rød strek viser horisontal avgrensing av stasjonen. **Midten:** Blæretang og fjæreblood i øverste fjæresone (**t.v.**), grisetang i nedre fjæresone (**t.h.**). **Nederst:** Blæretang med påvekst av trådformete alger i øvre sjøsone (**t.v.**), dokke som påvekst på sagtang (**t.h.**).



Figur 18. Fjærestasjon By15. **Øverst:** Oversikt over stasjon for kartlegging av fastsittende makroalger og hardbunnsfauna (rød strek). **Råd 2:** Fjæresone med blære- og spiraltang, fjæreblod og grisettang. **Råd 3:** Sagtangbelte med undervekst av vanlig grøndusk og påvekst av grønske (t.v.), og sagtang med tvinnesli og grønske (t.h.). **Nederst:** Vorteflik og fjæreblod i øvre sjøsone (t.v.), og unge blåskjell på sagtang (t.h.).

Stasjon BY8 var sterkt dominert av blæretang (*Fucus vesiculosus*), som vokste i et smalt belte (30-40 cm) i øvre fjæresone og i et bredt belte (2-4 m) i nedre fjæresonen og øvre sjøsonen, og av grisetang (*Ascophyllum nodosum*), som vokste i et 1,5-2 m bredt belte mellom de to blæretangbeltene. Sagtang (*Fucus serratus*) forekom spredt mellom grisetang- og nedre blæretangbelte. Fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*) og vanlig grønndusk var svært vanlige undervekstalger i fjæresonen. Her ble det også observert noen spredte individer av fjærerur (*Semibalanus balanoides*) og blåskjell (*Mytilus edulis*). Det ble registrert noen små individer av vorteflik (*Mastocarpus stellatus*) under grisetangen. Som påvekstalger på tang ble det observert tvinnesli (*Spongonema tomentosum*), grønske (*Ulva* sp.), grønndusk (*Cladophora* sp.) og litt stilkdokka (*Polysiphonia elongata*).

BY15 - Merkesneset

Fjærestasjonen er nordøstvendt og bestod av relativt glatt fjell med noen store sprekker og bratt helning i øvre fjæresone og med delvis noe slakere helning lengre nede (**figur 17**). I nedre fjæresonen flater sjøbunnen noe ut og det er flere store steinblokker og mindre områder med grusbunn, som gjør at sjøbunnen er mer strukturert enn i øvre fjæresonen. Øverst i fjæresonen var det et smalt og noe oppstykket belte med spiral- og blæretang. Grisetang dannet et smalt belte (20 cm) i nedre fjæresone, mens blæretang og sagtang var dominerende mot grensen til sjøsone, hvor de vokste blandet i et omtrent 3 m bredt belte. Vanlig grønndusk var svært vanlig som undervekst i nedre fjæresone, mens det var bare små flekker med vorteflik og krusflik (*Chondrus crispus*). Fjæreblod var vanlig på berg i øvre fjæresonen, mens sleipfleck (*Cruoria* sp.) forekom i nedre fjæresonen. Som påvekstalger på tang ble det blant annet registrert grønske, grønndusk, tvinnesli, perlesli (*Pylaiella* sp.) og stilkdokka. Fjærerur forekom spredt i øvre fjæresonen, mens det var små klynger av unge blåskjell i nedre fjæresonen mot overgangen til sjøsonen.

Miljøtilstand

Ved stasjon BY8 viste fjæresoneindeksen "moderat" økologisk tilstand med nEQR på 0,58, som ligger på grensen til tilstandsklasse "god" (**tabell 18**). Artsmangfoldet av makroalger på stasjonen var relativt lavt og blant artene som ble registrert var det relativt sett mange opportunistarter, noe som er vanlig for sterkt ferskvannspåvirkete lokaliteter. Normalisert artsantall og andel opportunistarter havnet derfor innenfor "moderat" tilstand. De andre delindeksene for BY8 havnet innenfor tilstandsklasse "god" eller "svært god" tilstand.

Tabell 18. Økologisk tilstand for fjærestasjonen By8 og By15 i Sørfjorden etter RSLA 4 – Ferskvannspåvirket beskyttet fjord. Fargekoding tilsvarende klassifisering etter **tabell 8**. Artsliste for indeksberegning finnes **vedlegg 6**.

Stasjon	By8-Garnes	By15-Merkesneset
Sum antall arter	11	16
Normalisert artsantall	12,54	17,12
Andel grønngalgearter (%)	27,27	18,75
Andel brunalgarter (%)	45,45	50,00
Andel rødalgarter (%)	27,27	31,25
Forhold ESG1/ESG2	0,83	1,00
Andel opportunistarter (%)	27,27	25,00
Fjærepotensial	1,14	1,07
nEQR	0,58	0,77
Status vannkvalitet	Moderat	God

Ved stasjon By15 ytterst i Sørfjorden viste fjæresoneindeksen "god" økologisk tilstand med nEQR på 0,72 (**tabell 18**). Artsmangfoldet av makroalger var normalt, men også på stasjon BY15 var det mange opportunistiske arter. Andelen opportunistarter havnet innenfor "moderat" tilstand, men ellers viste delindeksene "god" eller "svært god" tilstand.

Sørfjorden er en ferskvannspåvirket beskyttet fjord og ferskvannspåvirkningen er høyere i indre deler av fjorden enn i ytre deler. Det er derfor ikke uvanlig at en finner færre arter på stasjon BY8 ved Garnes enn på stasjon BY15 ved Merkesneset. Mange opportunistiske, trådformete alger er relativt tolerante overfor ferskvannspåvirkning og kan da dekke til makroalger, noe som ble observert ved begge stasjonene i Sørfjorden. Den relativt lave andelen grønnalger viser imidlertid at stasjonene ikke var negativt påvirket av høye konsentrasjoner av næringssalter i overflatevannet.

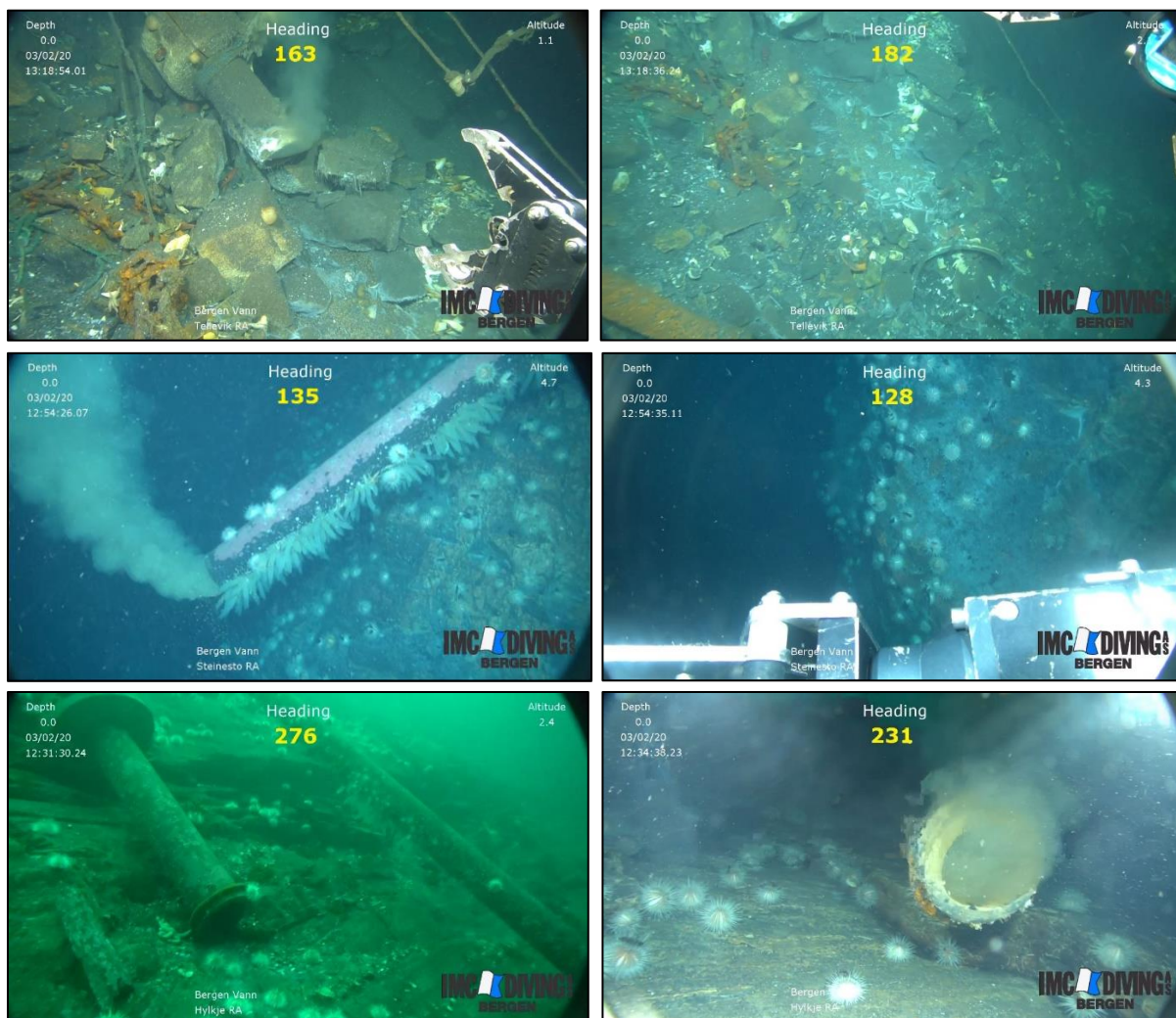
KARTLEGGING AV BUNNFORHOLD MED ROV

Det var i 2020 planlagt å ta grabbprøver for å overvåke miljøtilstanden i influensområdet for utslipp fra avløpsrenseanleggene med primærrensing i overgangen Salhusfjorden-Sørfjorden. Det er imidlertid hardbunn i området rundt utslippene og nedover skråningen fra utslippene. Det ble ikke gjennomført en målrettet ROV-kartlegging av sjøbunnen ved utslippene, men videoopptak fra rørinspeksjon i februar 2020 ble brukt for å beskrive bunnforhold rundt utslippet og ev. andre interessante forhold som ble observert (**figur 19**).

Ved **Tellevik** RA ble det grabbet på tolv forskjellige prøvepunkt fra 100 m dyp innover mot utslippspunktet. De to grunneste stasjonene var på 28 og 32 m dyp innerst i viken. Det ble gjort flere forsøk på rundt 40-50 m dyp. På syv av de tolv prøvepunktene var det litt sand i grabben, som tyder på blandingsbunn. ROV-opptak viser at det er hardbunn langs avløpsrøret, som går nedover en bratt fjellskråning til 24 m dyp rett utenfor avløpsrenseanlegget. Utslippspunktet ligger rundt 30 m vestsørvest for kaien. Det er blandingsbunn med mye stein ved utslippspunktet og det ble registrert mye søppel. Sjøbunnen viste lokalt tydelig påvirkning av avløpsvannet, med svart sediment og hvite flekker av bakteriebelegg på stein og sediment.

Ved **Steinestø** RA er helningen av sjøbunnen svært bratt fra fjæresonen og ned til rundt 350 m dyp. Det ble ikke forsøkt å få opp grabbprøver, fordi bunnforhold tilsier at en ikke ville få opp prøve som er representativ for avløpsanlegget. Nærmeste overvåkingsstasjon er stasjon St.2, som ligger rundt 1 km fra Steinestø. ROV-opptak viser at den øvre delen av avløpsledningen ligger i en moderat bratt renne med mye organisk materiale, som bestod mest av løv, og så går røret nedover en bratt fjellskråning. Røret ender på rundt 35 m dyp og under utslippspunktet fortsetter fjellskråningen. Det var tydelige tegn til påvirkning på fjellet rundt utslippspunktet, hvor overflaten var dekket med et tykt brunt eller svart sjikt med hvite flekker, som sannsynligvis var svovelbakterier. Det var svært mange kråkeboller av arten langpigget sjøpinnsvin på fjellveggen. På avløpsrøret var det på oversiden påvekst av skorpedannende kalkrødalger og på undersiden av tarmsjøpunger.

Bunntopografien vest for Merkesneset, hvor **Hylkje** RA ligger, er slik at det er en svært grunn hylle langs land, som så skråner bratt nedover til rundt 300 m dyp. Vi prøvde å få opp sedimentprøve rundt posisjonen for vannprøvestasjon St.130 og innover mot land. Det er en liten sedimenthylle på rundt 70-80 m dyp utenfor utslippspunktet, men det var ikke mulig å få opp tilstrekkelig med sediment. ROV-opptak viser at det er to rørledninger som går ut fra renseanlegget og nedover den bratte fjellskråningen. En av rørledningene slutter på rundt 15 m dyp. Her var den ingen utslipp under filmingen og det var ingen synlig påvirkning av sjøbunnen ved utslippspunktet. Det var mange kråkeboller på fjellveggen. Den andre rørledningen fører lengre nedover, til rundt 30 m dyp. Her var det synlig utslipp av avløpsvann med partikulært materiale. Under utslippspunktet var det litt synlig påvirkning ved at fjellet var dekket med et grå-svart lag. En kunne ikke avgrense hvor stort dette påvirkete område var. Det var svært mange kråkeboller, både på det påvirkete området og ellers på fjellveggen. Overvåking av Hylkje avløpsanlegg ble gjennomført i 2020 ved vannprøvetaking på stasjon St.130 og fjæresoneundersøkelse på stasjon BY15.

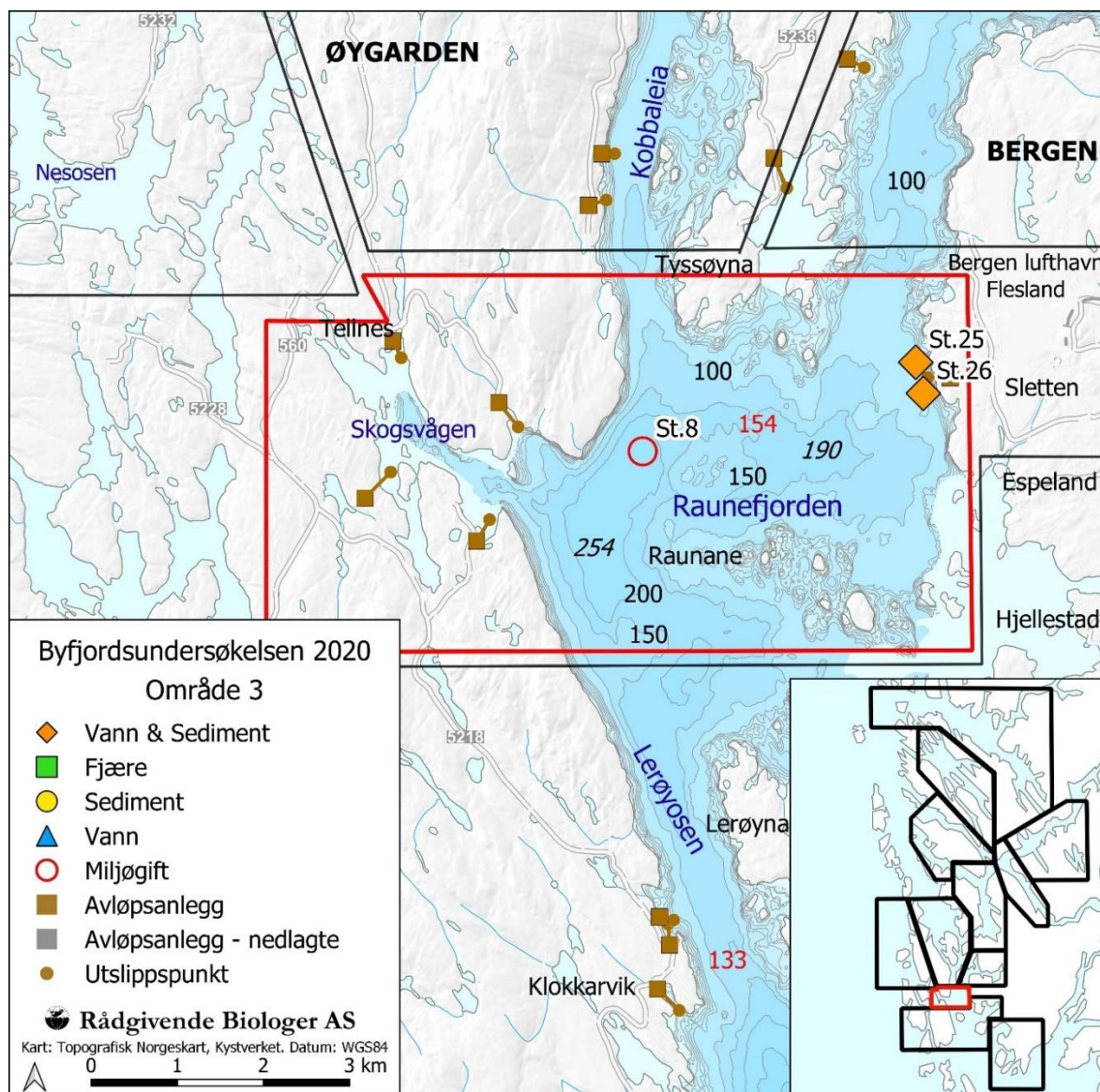


Figur 19. Sjøbunnen ved avløpsledning fra Tellevik avløpsrenseanlegg (øverst), Steinestø avløpsrenseanlegg (midten) og Hylkje avløpsrenseanlegg (nederst).

OMRÅDE 3 – RAUNEFJORDEN

OMRÅDEBESKRIVELSE

Område 3 omfatter Raunefjorden, som er et større fjordavsnitt mellom Fanafjorden/Korsfjorden i sør og Kobbaleia og Grimstadfjorden i nord (**figur 20**). Raunefjorden ligger i Bergen og Øygarden kommune (tidligere Fjell og Sund kommune).



Figur 20. Kart over område 3 med prøvestasjoner og alle registrerte avløpsanlegg inntegnet. Utvalgte dybdepunkt og terskler er markert med henholdsvis kursiv og rød skrift.

Raunefjorden har flere dypområder, der det dypeste vest for Raunane er 254 m. Stasjon 8 ligger tilknyttet dette dypbassenget, men i et eget lokalt dypområde på 244 m dyp. Stasjon St.25 og St.26 ligger i et område der bunnen skråner bratt ned fra land, og noe ujevnt videre ned til et lokalt dypområde ca. 1,5 km mot vest (**figur 20, tabell 19**). Fra dette dypområdet går bunnen opp til 154 m før dybden igjen øker ned mot stasjon 8. Dypeste hovedterskel for Raunefjorden ligger i Lerøyosen mot sør og er 133 m dyp, noe som sikrer god utveksling av bunnvann mot Korsfjorden, som er 5-600 meter dyp helt ut mot Nordsjøen i vest. Nordover fra Raunefjorden er terskeldypet 33 m nord i Kobbaleia og 38 m ved Vatløstraumen.

Tabell 19. Oversikt over stasjoner, samt posisjoner, dyp og dato for prøvetaking av hydrologi (Hyd.), siktedyp (Sikt.), næringssalter (Nær.), oksygen målt ved Winkler (Wink.), sediment (Sed.), miljøgifter (MG) og bløtbunnsfauna (Fauna) for område 3.

Stasjon	Posisjon EUREF 89, UTM 32V	Dyp (m)	Prøvetakingsprogram 2020							
			Dato	Hyd.	Sikt.	Nær.	Wink.	Sed.	MG	Fauna
St.8	286827/6688143	244	08.04.2020					x	x	
St.25	289998/6689178	73	10.02.2020	x	x	x				
			08.04.2020					x		x
			04.05.2020	x	x	x				
			19.10.2020	x	x	x				
St.26	290086/6688816	83	10.02.2020	x	x	x				
			08.04.2020					x		x
			04.05.2020	x	x	x				
			19.10.2020	x	x	x				

UTSLIPP OG RENSEANLEGG

Ved Flesland/Sletten i Bergen kommune ble et mekanisk renseanlegg med grovsil satt i drift i 1980/81. Fra 1985 ble rister med spalteåpning på 1 mm satt inn. Renseanlegget mottar kloakk fra bebyggelsen i området Sædalen-Nesttun-Rådal-Sandsli-Kokstad-Flesland, med en kapasitet på totalt tilsvarende nærmere 65 000 personequivallenter (pe). I tillegg kommer sigevann fra Rådalen avfallsplass som pumpes over til avløpsnettet som leder ut til renseanlegget på Flesland. Renseanlegget har siden 2012 vært under oppgradering fra mekanisk til biologisk anlegg for å tilfredsstille nasjonale og internasjonale krav til rensing av avløpsvann, og for å håndtere større mengder kloakk forbundet med fremtidig befolkningsvekst. Kravet for renseanleggene i Bergen er sekundærrensing, og anlegget skal tilfredsstille sekundærrensekravet, som er 75% fjerning av organisk stoff (dvs. 75% fjerning av KOF - kjemisk oksygenforbruk og 70% fjerning av BOF - biokjemisk oksygenforbruk). Renseanlegget, som ble åpnet i januar 2017, har en kapasitet for rensing av avløpsvann tilsvarende ca. 152 000 pe. Under oppgraderingen har renseanlegget i perioder hatt redusert drift og redusert rensegrad. Det er to utslippsledninger, og avstanden mellom de to utslippspunktene er på rundt 25 m. I perioden 2017-2019 hadde Flesland RA et utslipp av BOF5 på henholdsvis 182, 318 og 163 tonn og et utslipp av fosfor på henholdsvis 26,4, 19,3 og 14,0 tonn (www.norskeutslipp.no). I område 3 er det i tillegg noen mindre avløp rundt Skogsvågen i Øygarden kommune.

Innenfor område 3 er det ett oppdrettsanlegg for laks med en maksimalt tillatt biomasse (MTB) på 3120 tonn (tilsvarer maksimalt ca. 63 000 pe, eller et teoretisk maksimalt utslipp på 35,4 tonn fosfor på et år med maksimal produksjon), lokalisert helt sør i Raunefjorden. I tillegg er det et anlegg med MTB på 600 tonn i Skogsvågen nordvest i området.

VANNKVALITET

Næringssalter

I 2020 var det på St.25 og St.26 i Raunefjorden generelt lave gjennomsnittsverdier av næringssalt i februar, mai og oktober (**figur 22** og **23**). I februar lå alle næringssaltene utenom ammonium i tilstandsklasse "svært god" eller "god". Ammonium lå i "moderat" tilstand på St.25 og på grensa mellom "god" og "moderat" tilstand på St.26, og det var stor variasjon i ammoniumkonsentrasjonen ved de ulike dypene (**vedlegg 2**).

På St.25 var det også stor variasjon i total fosfor og total nitrogen. Det er spesielt overflateprøven på St.25 som skiller seg ut med en ammonium-konsentrasjon på 300 µg/l og total nitrogen på 600 µg/l, dette tilsvarer "dårlig" tilstand. Fosfat og total fosfor i prøven lå innenfor "moderat" tilstand. Siden det er overflatekonsentrasjonene som er høye, er det mulig at prøven har blitt forurensset av avføring fra fugler som holder seg i området, eller annen forurensing ved overflaten. Ellers var innholdet av næringssalt

lavt, og med unntak av total fosfor i "god" tilstand ved 2 m dyp, havnet alle februarprøvene på St.25 i "svært god" tilstand. På St.26 lå ammoniumkonsentrasjonen i overflaten og på 2 m dyp i "moderat" tilstand, ellers var innholdet av næringssalt lavt og lå innenfor "svært god" eller "god" tilstand.

April/mai og oktober ligger utenfor periodene for både vinterklassifisering (desember-februar) og sommerklassifisering (juni-august), men det er likevel gjort sammenligning med tilstandsklassene. Total fosfor på 20 m dyp på St.25, og 10 m dyp på St.26 lå i "moderat" tilstand etter vinterklassifisering, mens alle andre målinger lå innenfor "svært god" eller "god" tilstand. I oktober lå alle målinger innenfor "svært god" tilstand. Etter sommerklassifisering, som har litt lavere grenseverdier, havnet flere av de maimålingene for de dypere prøvene i "dårlig" eller "moderat" tilstand for fosfat, total fosfor, nitrat/nitritt og ammonium.

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 har innholdet av de fleste næringssalter i vannsøylen vært lave, tilsvarende tilstandsklasse "svært god"- "god" for St.25 og St.26. Det var imidlertid forhøyede gjennomsnittskonsentrasjoner av nitritt i juni 2014, tilsvarende "moderat" tilstand. Tilsvarende var det for total fosfor i februar 2017 på stasjon St.26, ammonium i februar 2019 og 2020 på begge stasjoner og fosfat og total fosfor i 2019 som alle lå i "moderat" tilstand.

Klorofyll-a

Det var lavt innhold av klorofyll på både St.25 og St.26 i februar, mai og oktober 2020, og både enkeltmålinger og gjennomsnittsmålinger lå innenfor tilstandsklasse "svært god".

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 har innholdet av klorofyll vært lavt, innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god" (**figur 24**). I august 2014 var innholdet av klorofyll, målt med CTD, svært høyt og langt over grensen for "svært dårlig" tilstand. Disse verdiene er ikke inkludert i presentasjonen av klorofylldata (**figur 24**) fordi årsaken til de høye målingene i 2014 var feil på måleinstrumentet (Kvalø mfl. 2015).

En samlet persentilverdi for perioden 2011-2019 viser lavt innhold av klorofyll på St.25 og St.26, tilsvarende "svært god" tilstand.

Tabell 20. Konsentrasjoner av klorofyll a presentert som 90 persentilverdier i perioden fra 2011 - 2020. Persentilverdier fra 2011-2015 for St.25 og St.26 er beregnet fra eldre datasett. 2011-2020 persentiler er beregninger ut fra rådata fra 5 m dyp, mens persentil verdier fra 2019 og 2020, samt hele perioden er gjort ut fra gjennomsnittsverdier fra rådata fra 0,5 og 10 m dyp.

År	St.25	St.26
2011	-	-
2012	3,9	3,9
2013	-	-
2014	0,8	0,7
2015	2,1	2,2
2016	-	-
2017	1,6	1,6
2018	2,0	2,2
2019	1,2	1,7
2020	1,5	1,4
2011-2020	2,3	2,0

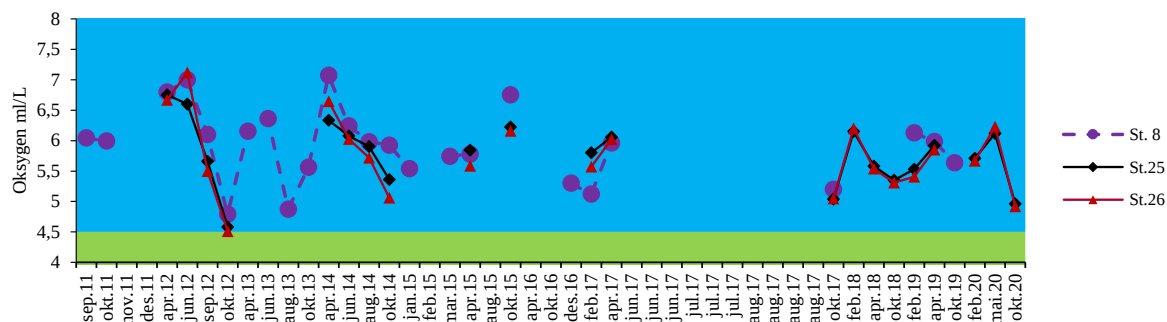
Siktedyp

Siktedypet var høyt på både St.25 og St.26 i februar, mai og oktober med sikt mellom 8 og 11 m. Siktedyp for alle månedene er framstilt i **figur 25**, men det foreligger kun tilstandsvurdering for juni,

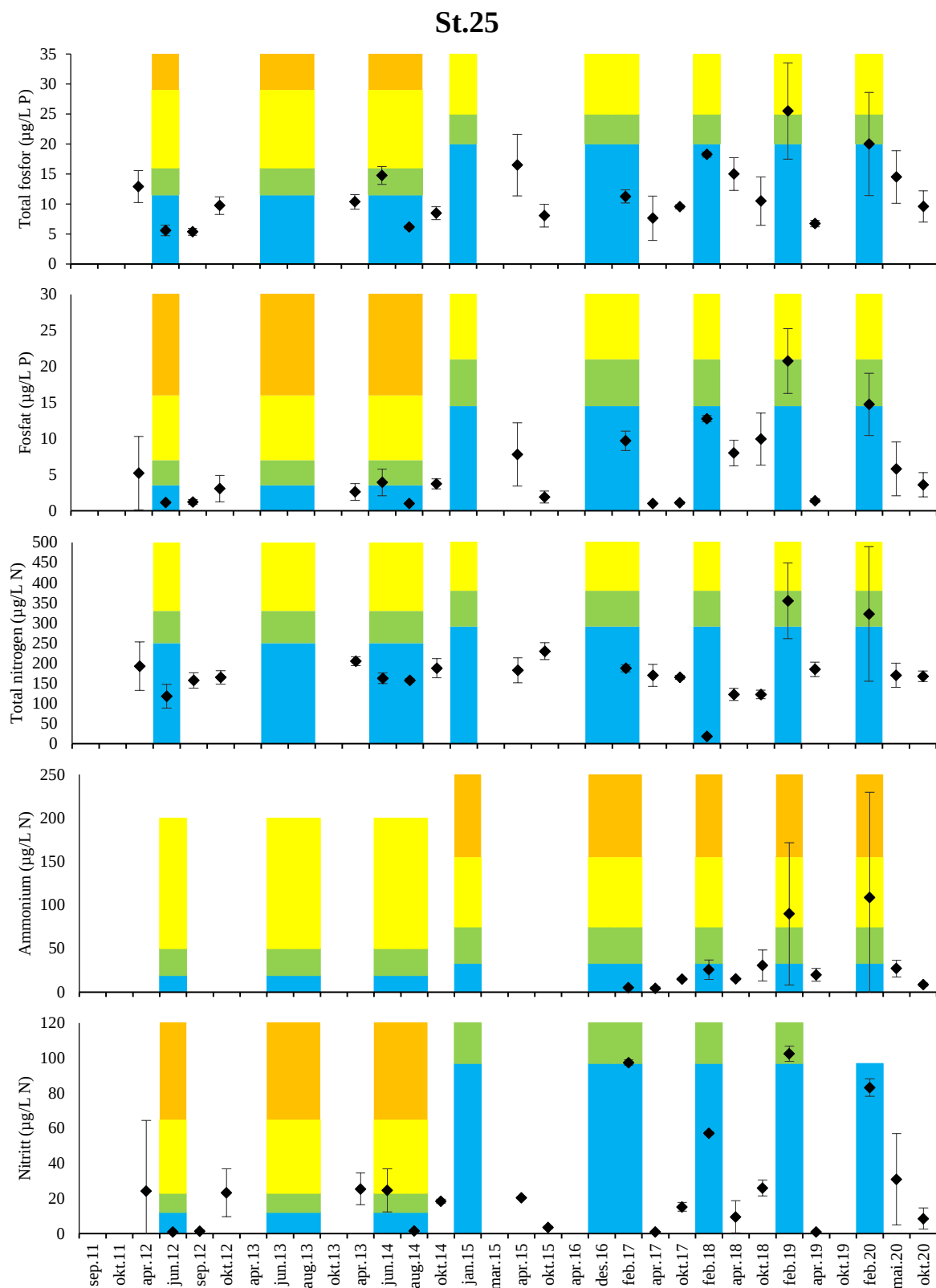
juli og august, og det var derfor ingen målinger som ble vurdert etter veileder 02:2018 i 2020. I perioden fra høsten 2011 til 2020 har siktedypet vært høyt, innenfor "svært god" tilstand, foruten en av målingene i august 2014 på St.25 og St.26 som havnet i "god" tilstand, med 7 meters siktedyp.

Oksygen

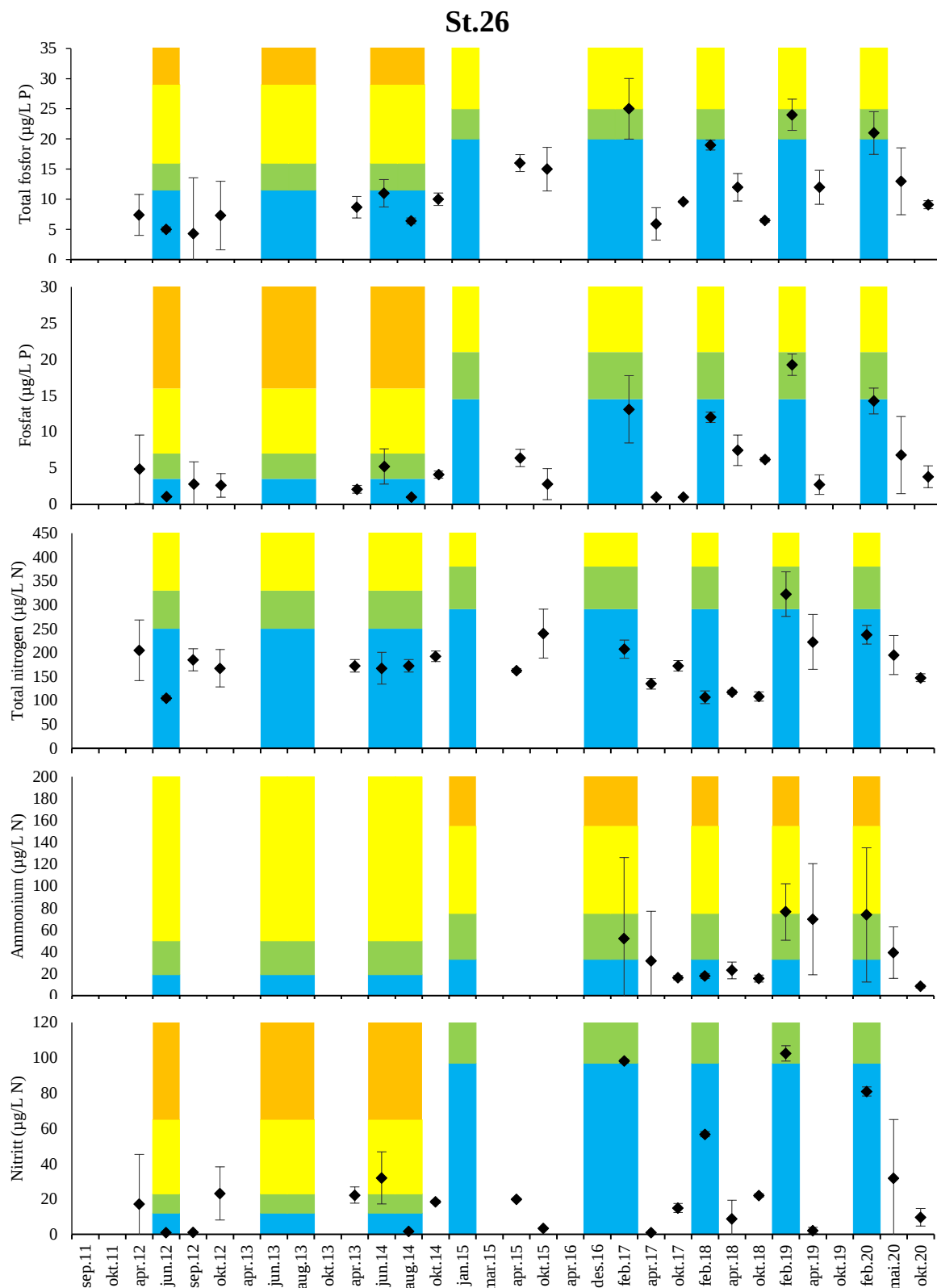
Oksygeninnholdet i bunnvannet på St.25 og St.26 var høyt, innenfor "svært god" tilstand i februar, mai og oktober i 2020. I perioden fra høsten 2011 til 2020 har oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet på St. 25 og St.26 ligget i "svært god" tilstand. I oktober 2012 lå oksygenet på grensa mellom "svært god" og "god" tilstand. St.8 er ikke prøvetatt i 2020, men er tatt med fordi den er en av stasjonene som er hyppigst prøvetatt i område 3 og er dypere enn St.25 og St.26. Også på denne stasjonen har oksygenet i bunnvannet vært i "svært god" tilstand gjennom perioden. Raunefjorden ligger åpent til, med dype terskler og liten risiko for reduserte oksygenforhold i dypvannet. **figur 21** viser at oksygeninnholdet varierer over tid, men i all hovedsak innenfor beste tilstandsklasse. Variasjonene i oksygeninnhold tilknyttes forhold som utskiftning og tilførsler av vannmasser til fjorden.



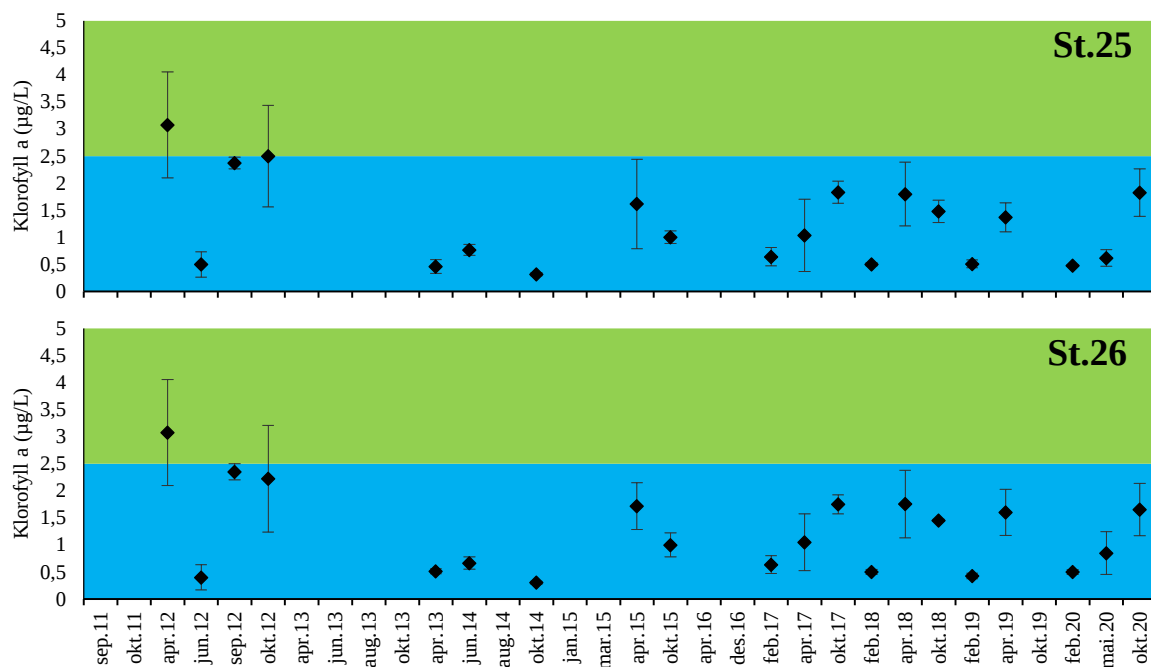
Figur 21. Konsentrasjon av oksygeninnhold gitt i ml/L, 2011-2020. Vannprøver er tatt på St.8 (244 m), St.25 (73 m) og St. 26 (83 m). St.8 er ikke prøvetatt i 2020, men er inkludert siden det er stasjonen som er oftest prøvetatt i område 3. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av oksygen i ml/L. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser iht. veileder 02:2018.



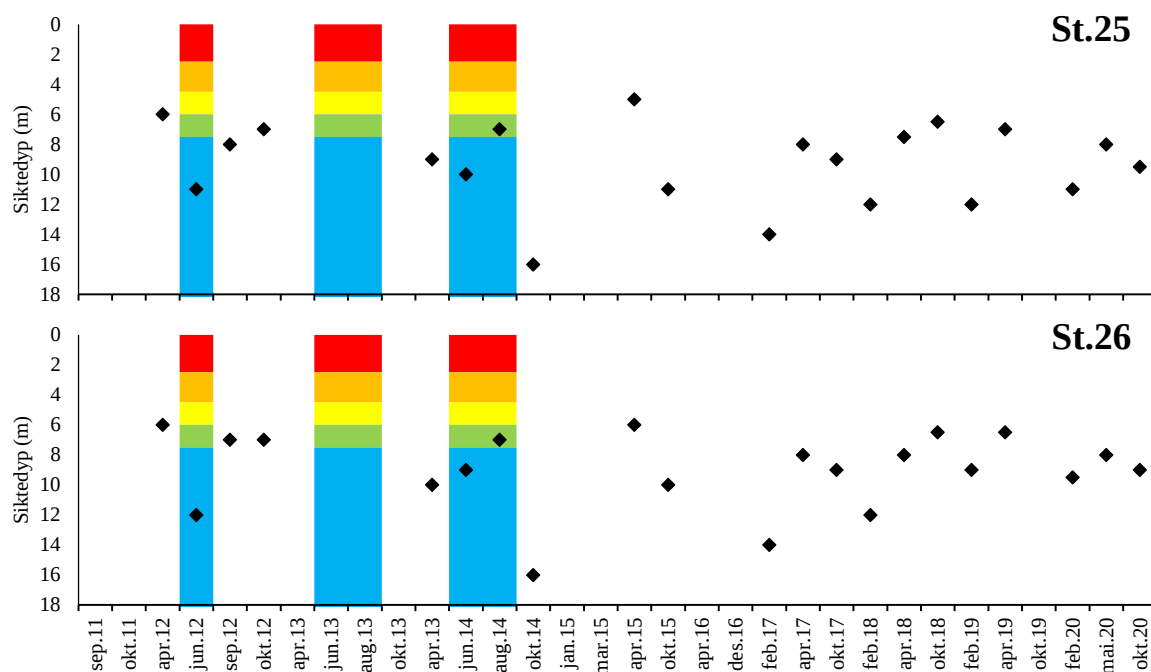
Figur 22. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



Figur 23. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



Figur 24. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll a fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser verdien av den aktuelle parameteren. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser iht. veileder 02:2018. Tilstandsklasse for klorofyll er ikke begrenset av sesong. Stiplet linje representerer 90-persentil for perioden. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



Figur 25. Siktedyp fra 2011-2020. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser dybden av siktedypet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser og er kun markert i tidsrommet juni-august iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.

SEDIMENT

Raunefjorden

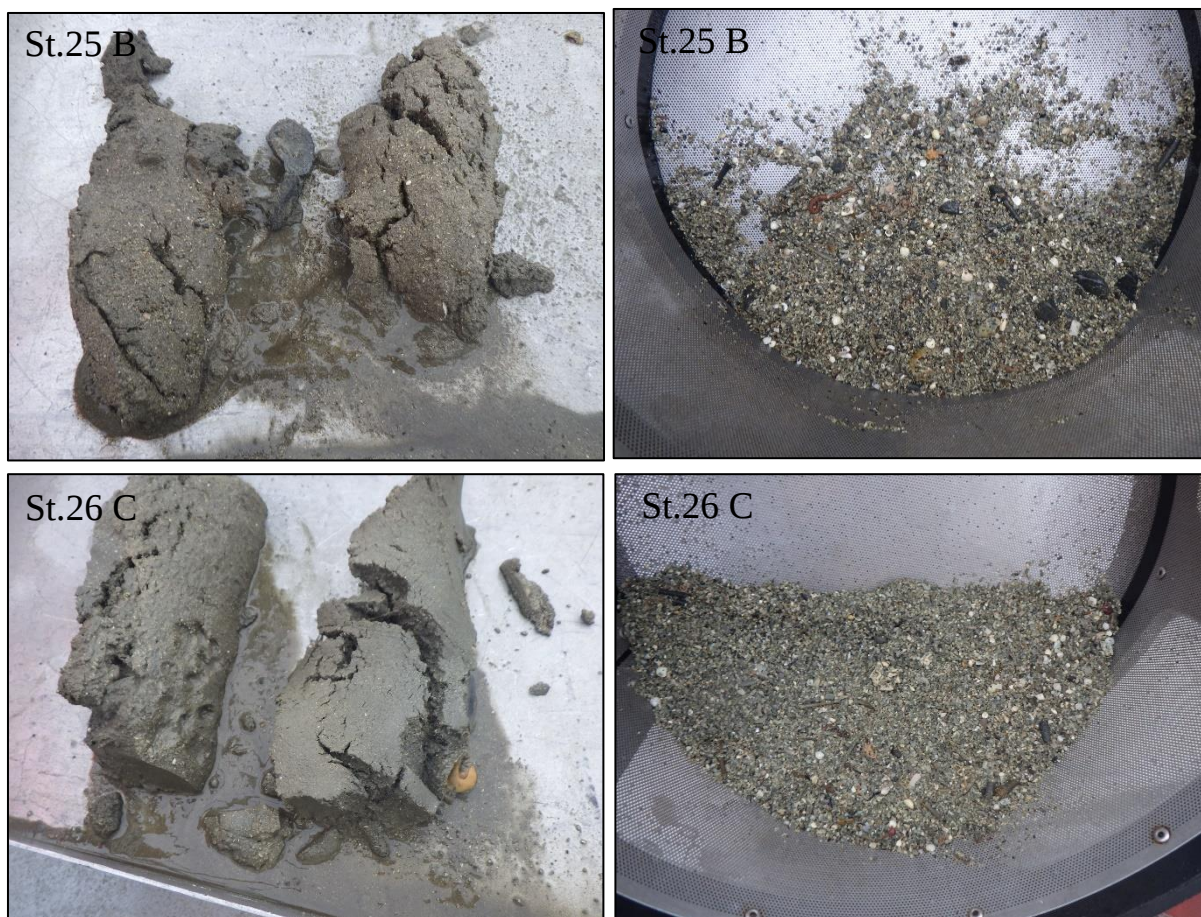
Sedimentkvalitet

Sedimentet på St.8 på dyp fjordbunn i Raunefjorden var rikt på finstoff, mens sedimentet på St.25 og St.26 hadde en høyere andel grovkornet sediment, småstein og skjell. På St.25 var det på grunn av stein i grabbåpningen vanskelig å få opp sediment. De fem parallellene på hver stasjon hadde lik konsistens og sedimentkvalitet. For feltbeskrivelse og vurdering av kjemisk tilstand basert på oksygeninnhold (Eh) og surhet i sedimentet (pH), se **tabell 21**. Bilder av representative prøver før og etter sikting er vist i **figur 26**.

Tabell 21. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på St.8, St.25 og St.26. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/Eh) etter NS 9410:2016.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)		Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E _h (mV)	Tilstand
St.8 april 2020	M1	Ja	11,5	14	S	Grått, luktfritt og mykt sediment som hovedsakelig bestod av silt. Prøvene hadde et tynt mudderlag på overflaten.	7,4	387	1
	M2	Ja	10	12	S		-	-	-
	M3	Ja	11	13	S		-	-	-
St.25 april 2020	A	Ja	4	6	F	Fast, grått sediment som bestod av ca. like mengder skjellsand og sand, noe silt og litt grus. En prøve inneholdt mye grus.	7,4	349	1
	B	Ja	4	6	F		7,5	417	1
	C	Ja	4	6	F		7,7	422	1
	D	Ja	7	9	F		7,6	450	1
	E	Ja	7	9	S		-	-	-
St.26 april 2020	A	Ja	7	9	F	Mykt til fast, grått og luktfritt sediment. Sedimentet bestod av ca. like mye silt sand, og skjellsand.	7,6	380	1
	B	Ja	7	9	F		8,03	385	1
	C	Ja	7	9	F		7,5	409	1
	D	Ja	7	9	F		7,6	392	1
	E	Ja	7	9	S		-	-	-





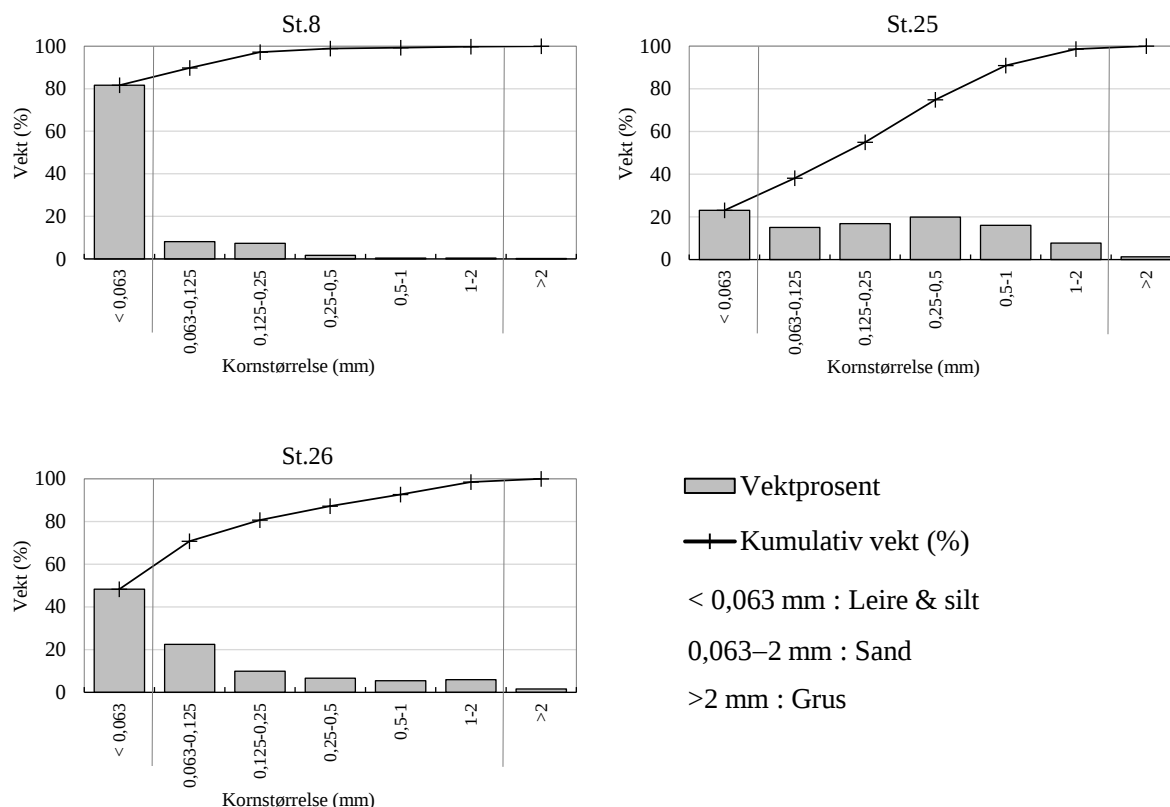
Figur 26. Sedimentprøver fra St.8, St.25 og St.26 i område 3. Bildene viser sedimentet før (til venstre) og etter sikting.

Kornfordeling og kjemi

På St.8 inneholdt prøven nesten bare finstoff (leire, silt og mudder) og kun mindre mengder av sand (**tabell 22, figur 27**). Sedimentet hadde høyt glødetap og verdien for normalisert TOC lå innenfor tilstandsklasse "dårlig". Sedimentet på St.25 var dominert av sand, med noe finstoff (silt og leire), mens sedimentet på St. 26 inneholdt ca. like mye sand og finstoff. Prøven fra St.25 hadde noe forhøyet innhold av organisk materiale, med normalisert TOC tilsvarende "moderat" tilstand, mens det på St.26 var lavt innhold av organisk materiale, tilsvarende "god" tilstand.

Tabell 22. Kornfordeling, organisk innhold som % glødetap og normalisert TOC i sediment fra St.8, St.25 og St.26 i område 3 i april 2020. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	Glødetap (%)	nTOC (mg/g)
St.8	81,7	18,1	0,3	-	35,7 (IV)
St.25	23,1	75,6	1,4	3,6	29,6 (III)
St.26	48,3	50,2	1,5	3,8	21,4 (II)



Figur 27. Kornfordeling for St.8, St.25 og St.26 i område 3. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sedimentfraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

Bløtbunnsfauna

Fullstendige artslistene og figurer som representerer de geometriske klassene for stasjonene finnes i **vedlegg 4 & 5**.

Bløtbunnsfaunaen på de to stasjonene knyttet til avløpsrenseanlegget ved Flesland/Sletten indikerte at stasjonene ikke er forurensede av organiske tilførsler. Basert på stasjonene sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt ble både stasjon St.25 og St.26 klassifisert med tilstandsklasse "svært god", med nEQR-verdi rett ved grensen til tilstandsklasse "god" etter veileder 02:2018 (**tabell 23**).

På stasjon St.25 lå artsantallet mellom 48 og 65 arter per grabbhugg, og det totale antallet var 108, som er relativt høyt. Det var mellom 259 og 459 individer i hver prøve. Alle indeksverdier lå innenfor tilstandsklasse "svært god", med unntak av NSI, som viste "god" tilstand. Ingen arter var markant dominante på stasjonen. Mest tallrik var muslingene *Thyasira flexuosa* (NSI-klasse III) og *Thyasira sarsii* (NSI-klasse IV), som trives med høyt innhold av organisk finstoff i sedimentet og som utgjorde rundt 11 % hver av det totale individantallet på stasjonen. Fire moderat tolerante eller noe forurensingssensitive arter av slangestjerne, sjøpølse og flerbørstemark utgjorde mellom 7 og 8 % av den totale faunaen. Det var mange forurensingssensitive arter i prøvene, men med lave individantall.

På stasjon St.26 lå artsantallet mellom 54 og 67 arter per prøve, og det samlede antallet var 119, som er høyt. Det var mellom 406 og 563 individer i grabbhuggene. Alle indeksverdiene lå innenfor tilstandsklasse "god" eller "svært god". Faunaen på stasjonen var dominert av den moderat forurensingstolerante slangestjernen *Amphiura filiformis* (NSI-klasse III) som utgjorde rundt 19 % av individantallet på stasjonen (**tabell 24**). Muslingen *Thyasira sarsii* (NSI-klasse IV) utgjorde ca. 15 % av faunaen, mens muslingen *Thyasira flexuosa* (NSI-klasse III) utgjorde rundt 8 %. I prøvene fra St.26 var det også mange forurensingssensitive arter, men med få individer.

Tabell 23. Artsantall (S), individantall (N), AMBI-indeks, jevnhetsindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, Shannon-Wiener indeks (H'), Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} og NSI i prøvene fra St.25 og St.26 i april 2020. Middelverdi for grabb A-D er angitt som $\bar{G}$, mens stasjonsverdien for arts- og individantall er angitt som $\bar{S}$. nEQR-verdi er angitt for grabbgjennomsnittet for indekser som inngår vurdering etter veileder 02:2018; nederst i nEQR-kolonnen står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt i henhold til **tabell 5**.

St.25 – apr. 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	55	56	48	65	56	108	
N	313	375	259	409	339	1356	
AMBI	2,3	2,2	1,8	2,0	2,1	2,1	
H'_{max}	5,8	5,8	5,6	6,0	5,8	6,8	
J'	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	
NQI1	0,75 (I)	0,75 (I)	0,78 (I)	0,78 (I)	0,77 (I)	0,79 (I)	0,85 (I)
H'	4,57 (I)	4,51 (I)	4,49 (I)	4,60 (I)	4,54 (I)	4,81 (I)	0,86 (I)
ES_{100}	30,99 (I)	30,21 (I)	30,06 (I)	31,15 (I)	30,60 (I)	31,73 (I)	0,84 (I)
ISI_{2012}	8,71 (I)	9,38 (I)	8,64 (I)	8,68 (I)	8,85 (I)	9,48 (I)	0,82 (I)
NSI	21,95 (II)	22,59 (II)	23,02 (II)	22,37 (II)	22,48 (II)	22,46 (II)	0,74 (II)
Samlet							0,82 (I)

St.26 – apr. 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	63	54	71	67	64	119	
N	563	406	483	560	503	2012	
AMBI	2,2	2,0	2,1	2,0	2,1	2,1	
H'_{max}	6,0	5,8	6,1	6,1	6,0	6,9	
J'	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	
NQI1	0,76 (I)	0,77 (I)	0,78 (I)	0,78 (I)	0,77 (I)	0,79 (I)	0,86 (I)
H'	4,49 (I)	4,45 (I)	4,68 (I)	4,56 (I)	4,54 (I)	4,73 (I)	0,87 (I)
ES_{100}	30,15 (I)	30,67 (I)	33,90 (I)	30,89 (I)	31,40 (I)	32,14 (I)	0,84 (I)
ISI_{2012}	8,43 (II)	8,03 (II)	8,90 (I)	9,26 (I)	8,66 (I)	9,34 (I)	0,81 (I)
NSI	21,92 (II)	22,49 (II)	21,93 (II)	22,32 (II)	22,16 (II)	22,15 (II)	0,73 (II)
Samlet							0,82 (I)

nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0
--------------------	----------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Tabell 24. De ti mest dominerende artene av bløtbunnsfauna tatt på St.25 og St.26 i Raunefjorden i april 2020. Andelen (%) av totalen for hver art er gitt i kolonnen ved siden av artsnavnet. Kumulativ andel (kum %) summerer opp andelene.

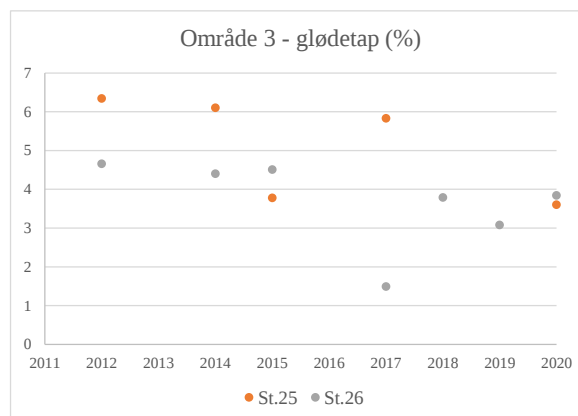
Arter St.25 – april 2020	%	kum %	Arter St.26 – april 2020	%	kum %
<i>Thyasira flexuosa</i>	11,80	11,80	<i>Amphiura filiformis</i>	18,59	18,59
<i>Thyasira sarsii</i>	11,73	23,53	<i>Thyasira sarsii</i>	15,21	33,80
<i>Amphiura filiformis</i>	8,85	32,37	<i>Thyasira flexuosa</i>	7,55	41,35
<i>Pholoe baltica</i>	8,33	40,71	<i>Prionospio fallax</i>	6,31	47,66
<i>Prionospio fallax</i>	8,33	49,04	<i>Diplocirrus glaucus</i>	5,27	52,93
<i>Labidoplax buskii</i>	6,93	55,97	<i>Labidoplax buskii</i>	4,17	57,11
<i>Galathowenia oculata</i>	5,46	61,43	<i>Galathowenia oculata</i>	4,03	61,13
<i>Owenia borealis</i>	4,79	66,22	<i>Pholoe baltica</i>	3,83	64,96
<i>Pectinaria auricoma</i>	3,17	69,40	<i>Ennucula tenuis</i>	2,44	67,40
<i>Prionospio cirrifera</i>	2,29	71,68	<i>Prionospio cirrifera</i>	1,79	69,18

Børstemark	Bløtdyr	Pigghuder	Krepsdyr	Andre
------------	---------	-----------	----------	-------

Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser

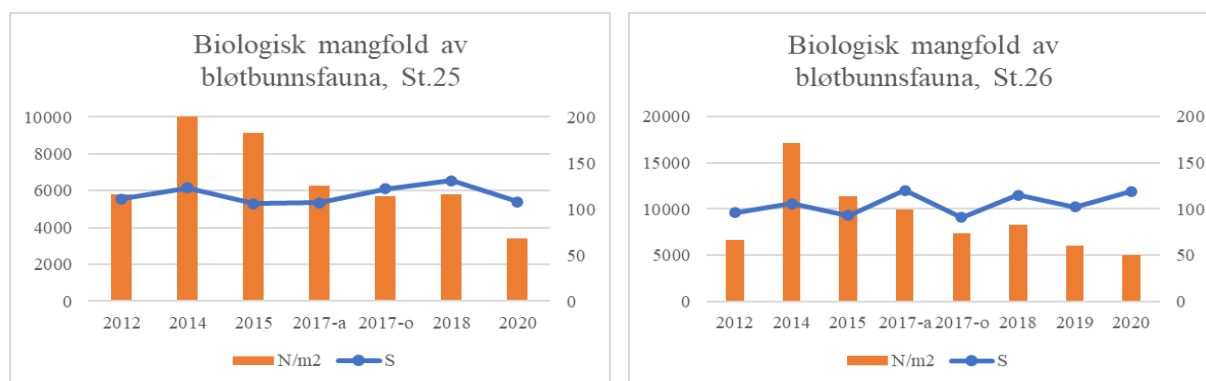
I 2020 var andelen av finstoff i sedimentet høyest i prøven fra stasjon St.8, som ligger i det dype bassenget i Raunefjorden, mens andelen sand og grus var høyere på stasjon St.25 og St.26, som ligger på mindre dyp i skråningen oppover mot land ved Flesland. Dette tilsvarer tidligere resultater for stasjonene. En kan forvente mer sedimenterende forhold dypt i fjordbassenget, og derfor er det heller ikke uvanlig at innholdet av organisk stoff (total organisk karbon, TOC) var høyest på stasjon St.8.

Figur 28. Organisk innhold målt som glødetap i perioden 2012-2020 på St.25 og St.26. X-aksen viser årstall, y-aksen viser % glødetap i sedimentet.



Glødetapet på St.26 lå i perioden 2012-2020 mellom 3,1 og 4,7 %, med unntak av en måling på 1,5 % i 2017 (**figur 28**). Det kan se ut som om det er en svak nedgang i glødetap over tid. Glødetapet på stasjon St.25 har variert mellom 3,6 og 6,3 %. Organisk stoff ved TOC har bare blitt undersøkt siden 2017. Innholdet av normalisert TOC (nTOC) på stasjon St.8 har variert mellom tilstandsklasse "moderat" og "dårlig", uten at en kan se en tydelig utviklingstrend. St.25 ble sist undersøkt i 2017, og da tilsvarte nTOC "dårlig" tilstand, mens den i 2020 tilsvarte "moderat" tilstand. På St.26 lå nTOC i 2017, 2019 og 2020 i tilstandsklasse "god", mens den i 2018 havnet i tilstandsklasse "svært god". Resultatene for TOC og glødetap fra stasjonene ved Flesland/Sletten indikerer at sjøbunnen i området er variert, og at det er ingen klare utviklingstrender med hensyn til organiske tilførsler til sjøbunnen.

Bløtbunnsfaunaen på begge stasjonene nær utslippspunkter til renseanlegget Flesland/Sletten fremstod i 2020 som upåvirket av organiske tilførsler. I perioden 2012-2020 har bløtbunnsfaunaen på stasjon St.25 og St.26 gjennomgått relativt små endringer, med jevnt høyt artsantall, men med noen variasjoner i individantallet (**figur 29, tabell 25**).



Figur 29. Sammenligning av antall individer per m² (N/m²) og antall arter (S) på stasjon St.25 og St.26 i perioden 2012-2010. De oransje stolpene viser antall individ for hvert prøvetakingstidspunkt, mens den blå linjen symboliserer utviklingen av artsdiversiteten over tid.

I 2020 lå for første gang begge stasjonene innenfor tilstandsklasse "svært god" etter veileder 02:2018. Årsaken til denne forbedringen var at individantallet var noe lavere enn tidligere, mens artsantallet var omtrent på samme nivå som før. Individtettheten på begge stasjonene var høyest ved undersøkelsen i

2014, og siden har en kunnet dokumentert en tydelig nedgående trend. Det høye tallet i 2014 kan forklares ved uregelmessigheter i driften av renseanlegget under oppgradering, som førte til god næringstilgang for opportunistiske arter. Siden oktober 2017 har artssamfunnet vært relativt stabilt, med partikkelspisende arter som effektivt opparbeider organisk materiale på sedimentoverflaten, slik at også forurensingssensitive arter trives.

Tabell 25. Sammenligning av antall av arter (S), individer (N), individer per m² og nEQR-verdier for grabbgjennomsnitt (nEQR $\bar{G}$) og stasjonen (nEQR $\bar{S}$) på stasjon St.25 og St.26 i perioden 2012-2020. Antall arter og individer er gitt samlet for stasjonen.

Stasjon	År	Areal (m ²)	S	N	N/m ²	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
St.25	2012	0,5	111	2893	5786	0,78 (II)	0,80 (II)
	2014	0,5	123	5852	11704	0,71 (II)	0,72 (II)
	2015	0,5	106	4574	9148	0,70 (II)	0,72 (II)
	2017-a	0,4	107	2516	6290	0,71 (II)	0,73 (II)
	2017-o	0,4	122	2277	5693	0,75 (II)	0,78 (II)
	2018-a	0,4	131	2326	5815	0,74 (II)	0,76 (II)
	2020	0,4	108	1356	3390	0,82 (I)	0,84 (I)
St.26	2012	0,5	96	3330	6660	0,73 (II)	0,74 (II)
	2014	0,5	106	8554	17108	0,70 (II)	0,71 (II)
	2015	0,5	93	5674	11348	0,68 (II)	0,69 (II)
	2017-a	0,4	120	3974	9935	0,71 (II)	0,73 (II)
	2017-o	0,4	91	2940	7350	0,72 (II)	0,73 (II)
	2018	0,4	115	3301	8253	0,73 (II)	0,75 (II)
	2019	0,4	102	2433	6083	0,79 (II)	0,80 (II)
	2020	0,4	119	2012	5030	0,82 (I)	0,83 (I)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		

Miljøgifter

Miljøgifter ble undersøkt i sediment fra stasjon St.8. Innholdet av tungmetaller var lavt, tilsvarende tilstandsklasse "bakgrunn" eller "god" (**tabell 26**). Det var høyt innhold av flere PAH-forbindelser, tilsvarende "dårlig" eller "moderat" tilstand. Innholdet av $\sum$ PCB 7 var også noe høyt, tilsvarende "moderat" tilstand. Verdiene av flere PAH-forbindelser og $\sum$ PCB 7 var over grenseverdien for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer.

Det er tidligere målt innhold av enkelte tungmetall i sedimentet på stasjonen i 1981 og 1990 (vannmiljo.no), og stort sett har konsentrasjonene vært relativt like ved de tre undersøkelsene. Unntakene var noe høyere innhold av krom og kadmium i sedimentet i 1981 og noe høyere innhold av bly i 1990. Kvikksølvkonsentrasjonen ser ut til å ha økt noe over perioden, og nærmer seg ved granskingen i 2020 grensen for "moderat" tilstand, men siden det bare er snakk om 3 prøvetakinger er det mulig at dette er tilfeldig og ikke en endring i konsentrasjon over tid. Organiske miljøgifter har ikke vært undersøkt tidligere, men i 2020 ble det funnet høye verdier av PAH-forbindelser og $\sum$ PCB 7. St.8 ligger i et dypområde og organiske miljøgifter er ofte bundet til organiske finpartikler, som typisk sedimenterer i dypområder med mindre strøm. Kildene til det forhøyede innholdet av organiske miljøgifter er ikke kjent. Dette er stoffer som finnes mange steder i det marine miljø, men i området rundt Raunefjorden har en utslipp fra kommunale avløp, renseanlegg, flyplass, og diffuse kilder fra industriområder, byggeaktivitet, samt vei- og båttrafikk, som over tid kan bidra til akkumulering av forbindelsene i dypområder.

Tabell 26. Innhold av miljøgifter i tre parallelle prøver på St.8. Farge og romertall henviser til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016. Blå: I = "bakgrunn", grønn: II = "god", gul: III = "moderat", oransje: IV = "dårlig" og rød: V = "svært dårlig". Grenseverdi henviser til grenseverdi for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer eller grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Verdier som er høyere enn grenseverdien er markert med fet skrift.

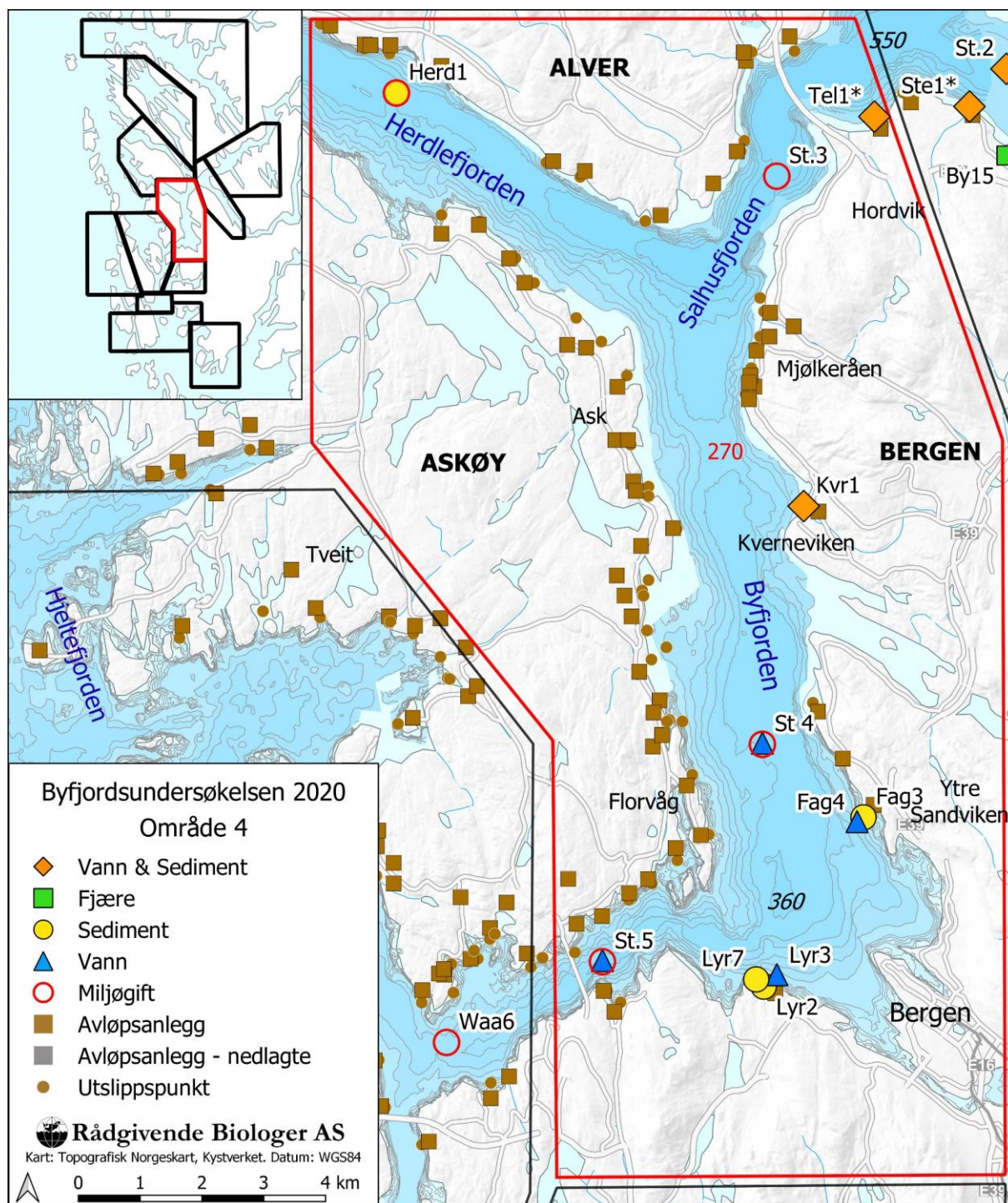
Stoff	Enhet	St.8	Grenseverdi
Bly (Pb)	mg/kg	59 (II)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,072 (I)	2,5
Kobber (Cu)	mg/kg	38 (II)	84
Krom (Cr)	mg/kg	39 (I)	620
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,488 (II)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	28 (I)	42
Sink (Zn)	mg/kg	110 (II)	139
Naftalen	µg/kg	11,8 (II)	27
Acenaftylen	µg/kg	10,2 (II)	33
Acenaften	µg/kg	4,0 (II)	100
Fluoren	µg/kg	11,1 (II)	150
Fenantren	µg/kg	49,7 (II)	780
Antracen	µg/kg	15,8 (III)	4,6
Fluoranten	µg/kg	145 (II)	400
Pyren	µg/kg	125 (III)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	82,9 (III)	60
Krysen	µg/kg	76,4 (II)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	183 (IV)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	80,3 (I)	140
Benzo[a]pyren	µg/kg	107 (II)	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	238 (IV)	63
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	38,8 (III)	27
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	263 (IV)	84
Σ PAH 16 EPA	µg/kg	1440 (II)	
PCB # 28	µg/kg	1,14	
PCB # 52	µg/kg	1,55	
PCB # 101	µg/kg	1,74	
PCB # 118	µg/kg	1,25	
PCB # 138	µg/kg	1,52	
PCB # 153	µg/kg	2,48	
PCB # 180	µg/kg	0,56	
Σ PCB 7	µg/kg	10,2 (III)	4,1
Tributyltinn (TBT)*	µg/kg	3,9 (II)*	35

*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

OMRÅDE 4 – BYFJORDEN, SALHUSFJORDEN OG HERDLEFJORDEN

OMRÅDEBESKRIVELSE

Område 4 omfatter Byfjorden, fra Askøybroen i vest og nordover, samt Salhusfjorden og deler av Herdlefjorden (**figur 30**). Området ligger i Bergen, Askøy og Meland kommuner. Største dyp i Byfjorden er ca. 360 m, mellom Nordnes og Florvåg på Askøy.



Figur 30. Kart over område 4 (rød markering) med prøvestasjoner og alle registrerte avløpsanlegg inntegnet. Utvalgte dybdepunkt og terskler er markert med henholdsvis kursiv og rød skrift. På stasjoner merket med * ble det forsøkt å samle inn sediment.

Nordover i Byfjorden blir det gradvis grunnere, til 270 m mellom Morvik og Mjølkeråen, og så dypere igjen til ca. 485 m ved samtløp med Salhusfjorden og Herdlefjorden. Videre innover Salhusfjorden mot nordøst blir det gradvis dypere og ved Hordvik er det nærmere 550 m dypt. Herdlefjorden blir gradvis grunnere mot nordvest, og terskeldypet nord for Herdla er ca. 10 m. Nordover i Radfjorden er terskeldypet ca. 42 m, mens hovedutskiftingen av dypvann i Byfjorden skjer i sørvest via Hjeltefjorden, der terskeldypet er ca. 105 m vest for Færøy, mellom Askøy og Litlesotra. Alle dypstasjonene i område 4 er plassert på noenlunde samme dyp (**figur 30, tabell 27**), mellom ca. 315 og 332 m, men i litt ulike bassenger i Byfjorden (St.4, St.5), Herdlefjorden (Herd1) og Salhusfjorden (St.3). De grunne stasjonene ved avløpene ligger i skrånende områder, der bunnen gradvis og terskelfritt blir dypere ned mot dypålen i fjorden.

Tabell 27. Oversikt over stasjoner, samt posisjoner, dyp og dato for prøvetaking av hydrologi (Hyd.), oksygen målt ved Winkler (Wink.), siktedyp (Sikt.), næringssalter (Nær.), klorofyll-*a* (Kl-a), koliforme bakterier (Bakt.), sediment (Sed.), miljøgift (MG) og bløtbunnsfauna (Fauna) for område 4.

Stasjon	Posisjon EUREF 89, UTM 32V	Dyp (m)	Prøvetakingsprogram 2020							
			Dato	Hyd.	Wink.	Sikt.	Nær.	Bakt.	Sed.	MG Fauna
St.3	294732/6714328	545	16.04.20						x	x
St.4	294498/6705128	333	10.02.20	x	x	x	x			
			17.04.20	x	x	x	x			
			04.05.20						x	x
			19.10.20	x	x	x	x			
St.5	291909/6701608	322	10.02.20	x	x	x	x			
			17.04.20						x	x
			04.05.20	x	x	x	x			
			19.10.20	x	x	x	x			
Herd1	288575/6715676	325	17.04.20						x	x x
Lyr2	294520/6701205	34	28.04.20						x	x
Lyr3	294732/6701378	50	10.02.20	x		x	x	x		
			04.05.20	x		x	x	x		
			19.10.20	x		x	x	x		
Lyr7	294398/6701322	70	28.04.20						x	x
Fag3	296135/6703946	40	21..04.20						x	x
Fag4	296030/6703857	154	10.02.20	x		x	x	x		
			04.05.20	x		x	x	x		
			19.10.20	x		x	x	x		
Kvr1	295167/6708986	34	10.02.20	x		x	x			
			04.05.20	x		x	x			
			19.10.20	x		x	x		x	x

UTSLIPP OG RENSEANLEGG

Størsteparten av utslippene i område 4 kommer fra Bergen kommune, med tilførsler som tilsvarer ca. 165 000 personekvivalenter (*pe*). Det meste av dette ble tidligere sluppet urensset ut i resipienten, men etter omfattende sanering i avløpsnett i Bergen på slutten av 1990-tallet ble avløpsvannet renset i mekaniske renseanlegg med spalteåpning på 1 mm i Kverneviken (ca. 30 000 *pe*), Ytre Sandviken (Sentrum nord, ca. 35 000 *pe*) og i Holen (Sentrum syd, ca. 100 000 *pe*). Avløpsvannet ledes ut på ca. 40-50 m dyp i Kverneviken og ved Fagernes (Ytre Sandviken), og på ca. 35-40 m dyp ved Lyreneset (Holen).

De tre hovedrenseanleggene i område 4 ble i perioden 2012-2015 kraftig oppgradert, fra mekaniske til kjemiske/biologiske anlegg, for å oppfylle nasjonale og internasjonale krav til rensing av avløpsvann, og for å håndtere fremtidig befolkningsvekst. Kravet for renseanleggene i Bergen er sekundærrensing. På grunn av oppgraderingen har renseanleggene vært i redusert drift eller ute av drift i perioder under prøvetakningen i 2011-2015. Anlegget i Kverneviken var ferdig oppgradert i løpet av sommeren 2016, og skal etter oppgraderingen kunne rense avløpsvann fra ca. 56 000 *pe*. Ytre Sandviken renseanlegg ble

åpnet for prøvedrift oktober 2014, og satt i full drift 2. mars 2015, og skal kunne rense avløpsvann fra 44 000 *pe*. Holen renseanlegg skal etter oppgradering kunne rense avløpsvann fra ca. 134 000 *pe*, og prøvedrift ble startet i desember 2015. Anlegget var i drift fra sommeren 2016.

Det er også mange avløpsanlegg på Askøy og Meland, men de fleste av disse er små og spredte. I Meland er det innenfor område 4 registrert utslipp på ca. 4 800 *pe*, hvorav ca. 3 800 *pe* er tilknyttet offentlige anlegg (per 2014). Største kapasitet har Frekhaug-Langeland-Dalemarka, med ca. 3 100 *pe*, avløp fra disse blir ført til to kommunale anlegg med silfilter. Frekhaugmarka hadde i 2017 og 2018 et utslipp av 26 tonn BOF5 og 0,8 tonn fosfor (www.norskeutslipp.no). Data fra 2019 er ikke tilgjengelig. På Askøy har de tre største avløpsanleggene kapasitet mellom 3 000 og 7 000 *pe* og disse anleggene hadde et samlede fosforutslipp og BOF5 (biologisk oksygen forbruk) på henholdsvis 4,9 tonn og 43,9 tonn i 2019 www.norskeutslipp.no. I tillegg er det minst 16 mindre avløpsanlegg (kapasitet på 75-450 *pe*) med utslipp til område 4.

I følge www.norskeutslipp.no hadde Kvernevik RA i 2019 et utslipp av BOF5 på 65,1 tonn og et total fosfor utslipp 7,9 tonn, mens Ytre Sandviken RA et utslipp av BOF5 og fosfor på henholdsvis 115 og 5,8 tonn. Holen RA hadde utslipp av 400 tonn BOF5 og 22,3 tonn fosfor i 2019.

Innenfor område 4 er det et settefiskanlegg for laksefisk med utslipp til sjø på Askøy, med en MTB på 212,2 tonn (tilsvarende ca. 4 300 *pe* før rensing).

VANNKVALITET

Næringssalter

Dypområder i Byfjorden (St.4 og St.5)

Det gjennomsnittlige innholdet av næringssaltene total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt på stasjon St.4 og St.5 var lavt i mai og oktober (**figur 33 og 34**). I februar ble bare St.5 prøvetatt, men også da var innholdet av næringssalter lavt og lå innenfor "svært god" tilstand,

Alle enkeltmålingene av næringssalt i februar lå innenfor "svært god" eller "god" tilstand (**vedlegg 2**). Målingene gjort i mai og oktober ligger utenfor både perioden for vinterklassifisering (desember-februar) og sommerklassifisering (juni-august). I henhold til begge klassifiseringer viste de dypeste prøvene i mai forhøyet innhold av total fosfor, fosfat og nitrat/nitritt. I oktober var det forhøyede konsentrasjoner av fosfat og nitrat/nitritt i de dypeste prøvene i henhold til sommerklassifisering.

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 var det gjennomsnittlige innholdet av de fleste næringssalter lave, tilsvarende tilstandsklasse "svært god" eller "god" (**figur 33 og 34**). Det var imidlertid forhøyede konsentrasjoner av nitritt i desember 2016 og februar 2017 på St.4 og St.5 på alle dyp.

Byfjorden kommunale renseanlegg (Lyr3, Fag4 og Kvr1)

Gjennomsnittsinholdet av næringssalt i februar, mai og oktober 2020 var generelt lavt, og i februar havnet gjennomsnittskonsentrasjonene for alle næringssalter på alle stasjonene i tilstandsklasse "svært god" eller "god" (**figur 35-37**).

I februar viste alle enkeltmålinger på Lyr3, Fag4 og Kvr1, med unntak av "moderat" konsentrasjon av nitrat/nitritt ved overflaten på Kvr1, "svært god" eller "god" tilstand (**vedlegg 2**). I mai var det større variasjon i næringssaltinnholdet på ulike dyp på Kvr1 og Lyr 3 enn Fag4, og på 20 m dyp var det forhøyede konsentrasjoner av flere næringssalter i henhold til både vinter- og sommerklassifisering. Innholdet av næringssalt i oktober var lavt på alle dyp på tre stasjonene etter vinterklassifisering, mens det var litt forhøyede konsentrasjoner av fosfat- og nitrat/nitritt på enkeltdyp etter sommerklassifisering.

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 har det gjennomsnittlige innholdet av de fleste næringssalter i vannsøylen vært lave, tilsvarende tilstandsklasse "svært god" eller "god", med noen få spredte målinger i tilstandsklasse "moderat" (**figur 35-37**). Ved et tilfelle i januar 2015 hadde Lyr3 gjennomsnittsverdier

av total fosfor og fosfat tilsvarende "dårlig" tilstandsklasse. Alle stasjonene ligger nær utslippspunkt, men også langs land og ved eller i viker. Det er forventet større variasjon langs land enn ute i sentrale deler i fjorden, og forhøyede konsentrasjoner på enkeltstasjoner vil derfor ikke være uventet.

Klorofyll-*a*

Byfjorden dypområde

I februar, mai og oktober 2020 var gjennomsnittsinholdet av klorofyll lavt, tilsvarende tilstandsklasse "svært god-god" på St.4 og St.5 (**figur 38, vedlegg 2**). Persentilverdiene (90%) for St.4 og St.5 havnet i tilstandsklasse "god" (**tabell 28**).

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 har innholdet av klorofyll i vannsøylen vært generelt lavt på St.4 og St. 5, innenfor "svært god" eller "god" tilstand, med unntak av noen enkeltmålinger i "moderat" eller "dårlig" tilstand (**figur 38**). Forhøyede enkeltverdier er trolig knyttet til algeoppblomstringer vanlig for vår, sommer og høst (**tabell 28**). 90-persentilen for klorofyll har vært innenfor "svært god" eller "god" tilstand gjennom hele perioden, bortsett fra St.4 i 2012, da det var "moderat" tilstand.

Byfjorden kommunale renseanlegg

I februar, mai og oktober 2020 var gjennomsnittsinholdet av klorofyll lavt, tilsvarende tilstandsklasse "svært god" eller "god" på Lyr3, Fag4 og Kvr1, de fleste målinger var innenfor svært god (**figur 40**). Klorofyllinnholdet for enkeltmålingene var lave, med unntak av konsentrasjoner tilsvarende "moderat" tilstand på 5 m dyp på Lyr3 og "dårlig" tilstand på 10 m på Kvr1 dyp i mai. Høyere konsentrasjoner av klorofyll i mai enn i februar og oktober er naturlig med tanke på sesong for algeoppblomstring. Persentilverdiene for Lyr3 lå i tilstandsklasse "svært god", mens Fag4 og Kvr1 lå i tilstandsklasse "god" (**tabell 28**).

Tabell 28. Konsentrasjoner av klorofyll *a* presentert som 90 persentil-verdier i perioden fra 2011 til 2020. Verdier fra 2011-2019 er hentet fra Totd m.fl. 2020. Persentilverdier er beregnet ut fra rådata fra 5 m på alle stasjoner i 2011-2018, mens 2019, 2020 og perioden er basert på 90persentil fra gjennomsnittsverdier fra 0,5 og 10 m dyp.

År	St.4	St.5	Lyr3	Fag4	Kvr1
2011	3,0	4,4	-	-	-
2012	5,6	4,6	4,1	-	-
2013	1,9	2,3	5,5	3,0	-
2014	1,5	1,7	-	5,6	6,1
2015	3,6	3,2	3,1	3,3	4,3
2016	1,3	1,4	2,0	2	1,8
2017	3,8	3,9	6,0	4,3	2,1
2018	2,0	2,0	1,26	2,4	4,0
2019	1,7	1,6	1,8	1,7	1,6
2020	2,5	1,6	2,8	2,0	3,1
2011-2020	3,0	2,8	3,5	2,3	2,7

I perioden fra høsten 2011 til og med 2020 var innholdet av klorofyll for det meste lavt innenfor tilstandsklasse "svært god-god" (**figur 40**). I april 2013 var det noe høyere gjennomsnittsmålinger, tilsvarende "moderat" tilstand på alle stasjonene, hvor det på noen enkeltdyp ble målt "dårlig" tilstand. 90-persentilen for klorofyll i perioden 2011 til 2020 for Lyr3, Fag4 og Kvr1 har for det meste ligget innenfor "svært god" og "god" tilstand. Unntakene er Lyr3 i 2013 og 2017 og Fag4 og Kvr1 i 2014 som lå innenfor "moderat" tilstand.

Siktedyp

Byfjorden dypområde

Siktedypet ble undersøkt i februar, mai og oktober på St.5 og i mai og oktober på St.4. Siktedypet var lavest på St.4 i mai med 4,5 m, ellers lå siktedypet mellom 8 og 11 m (**figur 39**). Lavere siktedyp i mai er forventet med hensyn til sesong, med både snøsmelting, algeoppblomstring og nedbør.

I perioden fra høsten 2011 til 2020 har siktedypet variert mellom 3 og 11 m, hvor det i tidsrommet juni-august har vært flest målinger innenfor tilstandsklasse "god-moderat" (**figur 39**). Målinger for 2018-2020 bidrar ikke til tilstandsvurderingen, da det ikke ble tatt prøver om sommeren. Enkeltmålinger innen "dårlig" tilstand kan forekomme i sommermånedene på grunn av algevekst og stratifisert vannsøyle (ferskvannstilrenning fra land). Ulike værforhold og tid på dagen, og fravær eller tilstedeværelse av sprangsjikt kan være viktige parametere for å forstå dårlige enkeltmålinger av siktedyp, siden siktedyp først og fremst er viktig over tid gjennom lange og hyppige tidsserier.

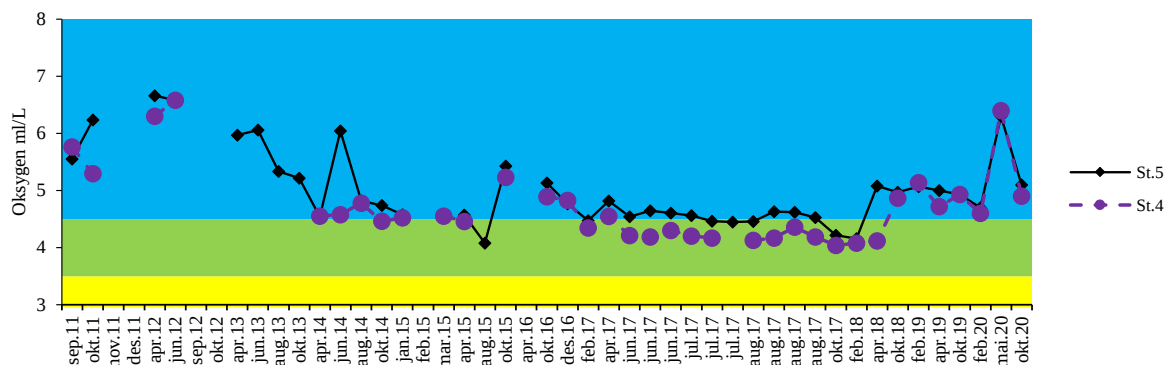
Byfjorden kommunale renseanlegg

Siktedypet for Lyr3, Fag4 og Kvr1 var høyest i februar, med sikt mellom 11-13 m og lavest i mai med siktedyp på 4,5 m på alle stasjoner (**figur 41, vedlegg 2**). I oktober var sikten mellom 8 og 10 m. Det lavere siktedypet i mai sammenfaller med noe høyere konsentrasjoner av klorofyll.

Oksygen

Oksygeninnholdet i bunnvannet på St.4 og St.5 lå innenfor tilstandsklasse "svært god" i februar, mai og oktober 2020 (**figur 31**). Det høyeste oksygeninnholdet ble observert i mai, og ut ifra målingene ser det ut til at det har komnt tilførsler av mer oksygenrikt vann i perioden mellom februar og mai, siden februarmålingene var nær grensen til "god" tilstand. I oktober var oksygeninnholdet redusert fra nivået i mai, men fremdeles godt innenfor beste tilstandsklasse. Oksygeninnholdet for St.4 og St.5 i 2020 er beregnet ut fra Winklers metode, men oksygeninnhold ble også målt ved hjelp av CTD. Oksygen målt med CTD data kan erfaringsvis være noe lavere enn ved bruk av Winklers metode og dette er også tilfelle her. I følge CTD dataene lå St.4 i "god" tilstand gjennom perioden, mens St.5 lå i "svært god" tilstand i februar og mars, og "god" tilstand i oktober. Som ved Winklermålingene var oksygeninnholdet høyest i mai, men forskjellene er ikke like store.

Oksygeninnholdet for Lyr3, Fag4 og Kvr1 er ikke framstilt i figur, da de er grunne stasjoner der oksygenkonsentrasjonen ved bunn var høyere enn 4,5 ml/L O₂, tilsvarende tilstandsklasse "svært god". I perioden fra høsten 2011 til 2020 har det blitt foretatt relativt hyppige målinger ved stasjonene som ble undersøkt i 2020. Stasjonsdypene varierer fra ca. 330 til 30 meter, og dypet påvirker resultatene, siden de dypeste vannlagene i fjorden nesten alltid vil ha lavere oksygeninnhold, og vil være den delen av vannsøylen med sjeldnere utskiftning. Likevel har alle målingene vært innenfor tilstandsklasse "svært god-god".



Figur 31. Konsentrasjon av oksygeninnhold (ml/L) på 333 (St.4), 322 (St.5) meters dyp fra 2011-2020. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser oksygenkonsentrasjon. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser iht. veileder 02:2018. Verdier for 2020 kan finnes i vedlegg 1.

Koliforme bakterier

Byfjorden kommunale renseanlegg

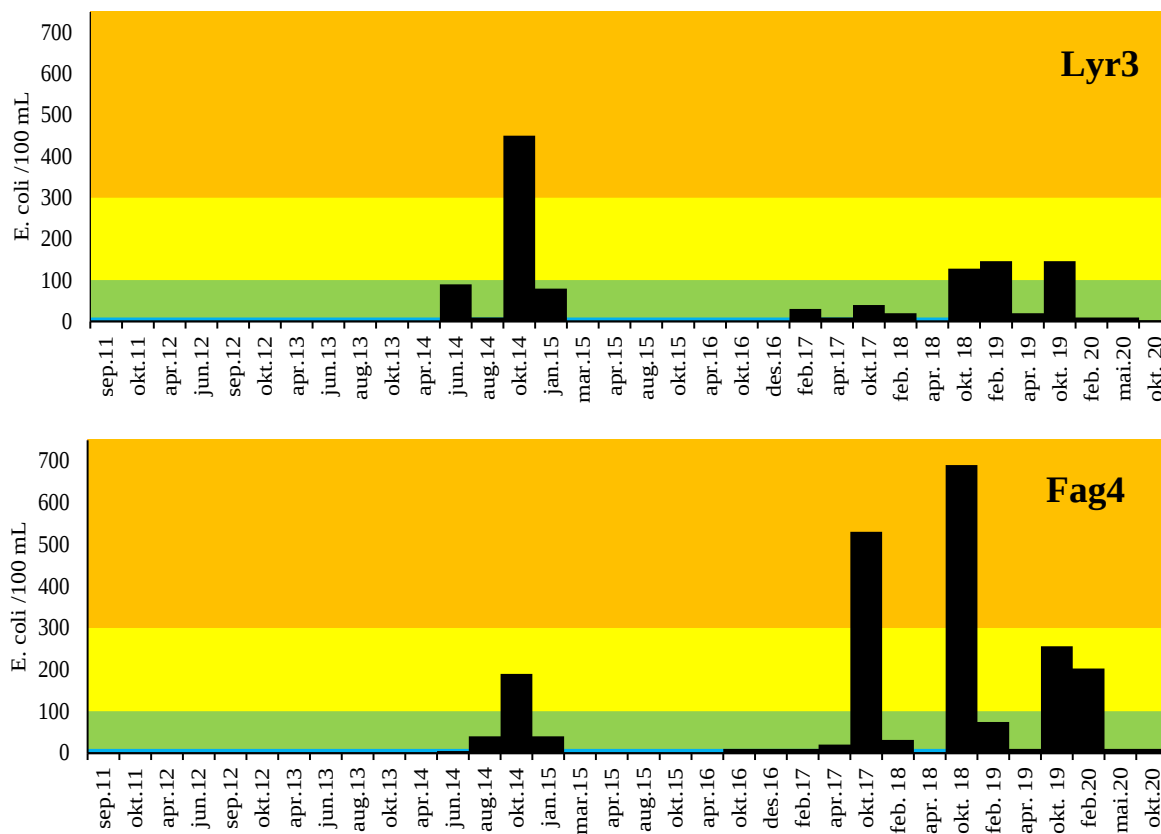
I februar, mai og oktober 2020 varierte konsentrasjonen av koliforme bakterier (*E. coli*) i overflaten ved Lyr3 (Holen renseanlegg) mellom "svært god" og "god" tilstandsklasse (**figur 32 & tabell 29**). I februar var det til dels svært høyt innhold av *E. coli*, tilsvarende "svært dårlig" og "dårlig" tilstand på 5 og 20 m dyp. Ved de andre dypene lå konsentrasjonen innenfor "god" tilstand. I mai var det forhøyet nivå av *E. coli* på 20 m dyp, tilsvarende "moderat" tilstand, og innenfor "god" eller "svært god" tilstand på øvrige dyp. I oktober lå alle målinger innen "svært god" eller "god" tilstand.

Ved Fag4 (Ytre Sandviken renseanlegg) varierte konsentrasjonen av *E. coli* mellom "god" og "moderat" tilstand i februar, mai og oktober (**figur 32 & tabell 29**). I februar var det forhøyede *E. coli*-konsentrasjoner ved overflaten, 10 og 20 m dyp ved Fag4, tilsvarende "moderat" tilstand, mens det i mai var lavere innhold av *E. coli* tilsvarende "svært god" eller "god" tilstand. Unntaket var prøven på 20 m dyp, som hadde et forhøyet innhold, innenfor "moderat" tilstand. I oktober var nivået lavt på alle dyp, innenfor "svært god" eller "god" tilstand.

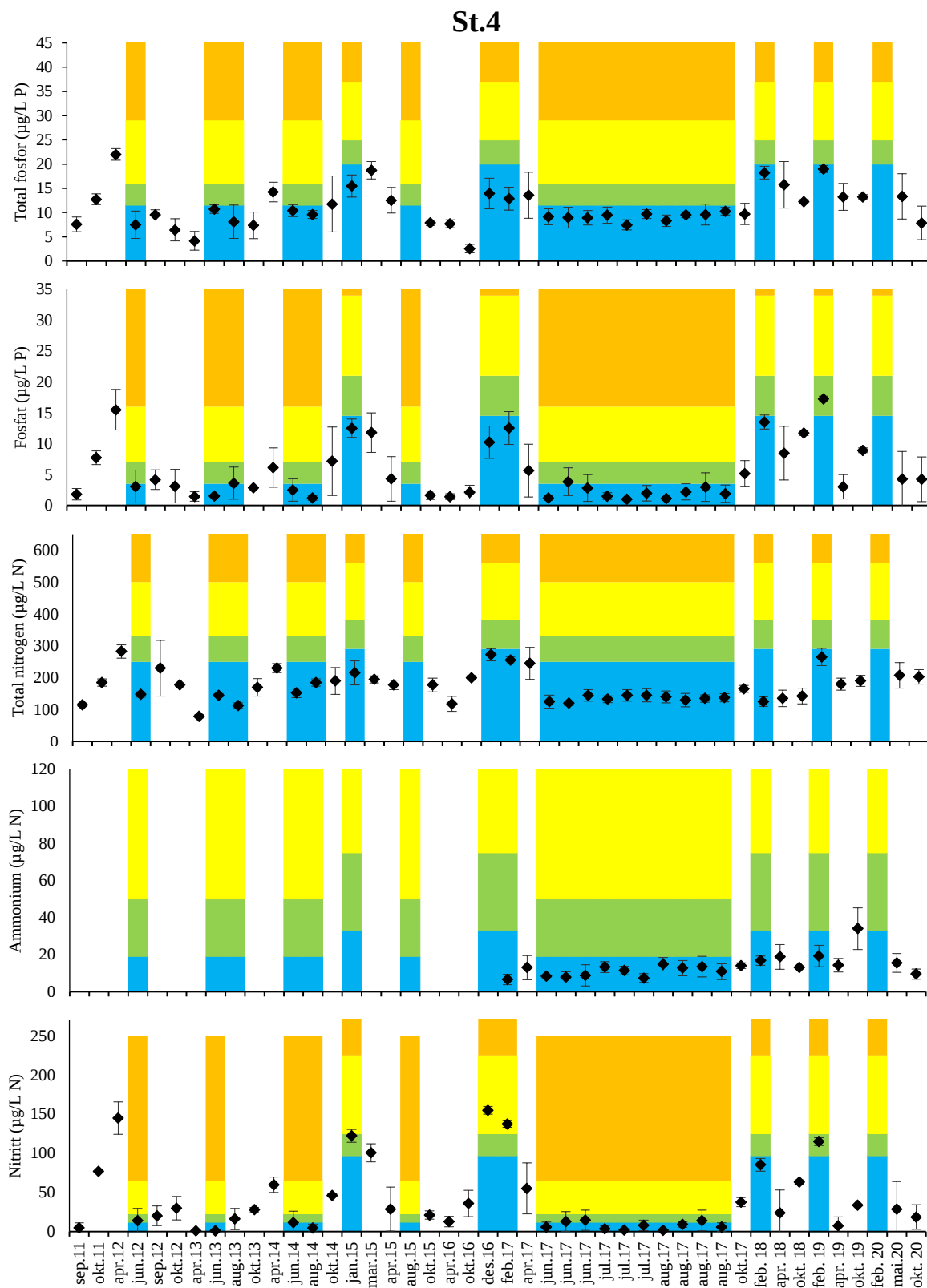
Konsentrasjoner av *E. coli* på Lyr3 og Fag4 har blitt undersøkt i 2014-2020. I oktober 2019 ble det funnet svært høye verdier ved 10-20 m dyp på både Fag4 og Lyr3, disse konsentrasjonene var langt høyere enn det som har vært målt tidligere, og tilsvarte tilstandsklasse "svært dårlig". Det er naturlig at man finner høyere konsentrasjoner dypere, da det er nærmere avløpet, men svært høyt innhold av *E. coli* ble også funnet på Lyr3 i februar 2020, denne gangen på 5 m dyp, men det var også høye konsentrasjoner på 20 m dyp. På Fag4 ble det funnet forhøyede *E. coli*-konsentrasjoner i februar 2020, men med konsentrasjoner i "moderat" tilstandsklasse, var *E. coli*-konsentrasjonen mye lavere enn det som ble observert i oktober 2019. Det foreligger ingen informasjon om at renseanleggene har vært ute av drift rundt tidspunktene for prøvetaking. Det har også tidligere vært forhøyede konsentrasjoner av *E. coli*. I 2014 var dette på grunn av at flere rensetrinn var ute av drift på grunn av oppgradering av renseanleggene, men i 2017 og 2018 var det ingen slik forklaring.

Tabell 29. Konsentrasjon av *E. coli* kolonier per 100 ml både ved avløpene Fag4 og Lyr3 i 2020. Tilstandsklasser etter (Molvær 2003)

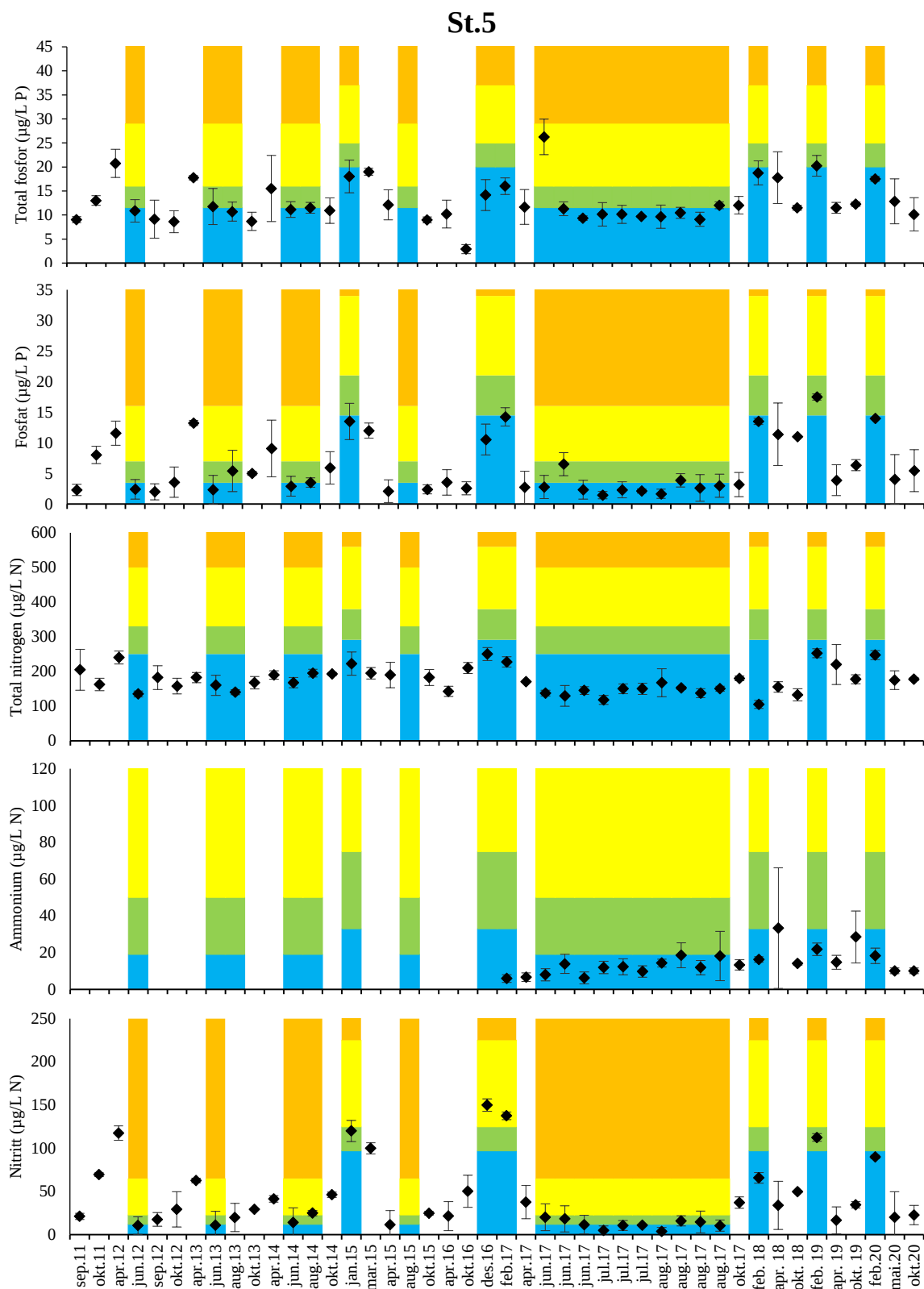
Stasjon	Dyp (m)	12. feb.	4. mai.	19. okt.
Fag4	0,5	203	10	10
	2	41	10	10
	5	74	10	2
	10	173	1	8
	20	201	216	13
Lyr3	0,5	10	10	3
	2	52	10	2
	5	1200	2	1
	10	74	98	3
	20	909	183	12



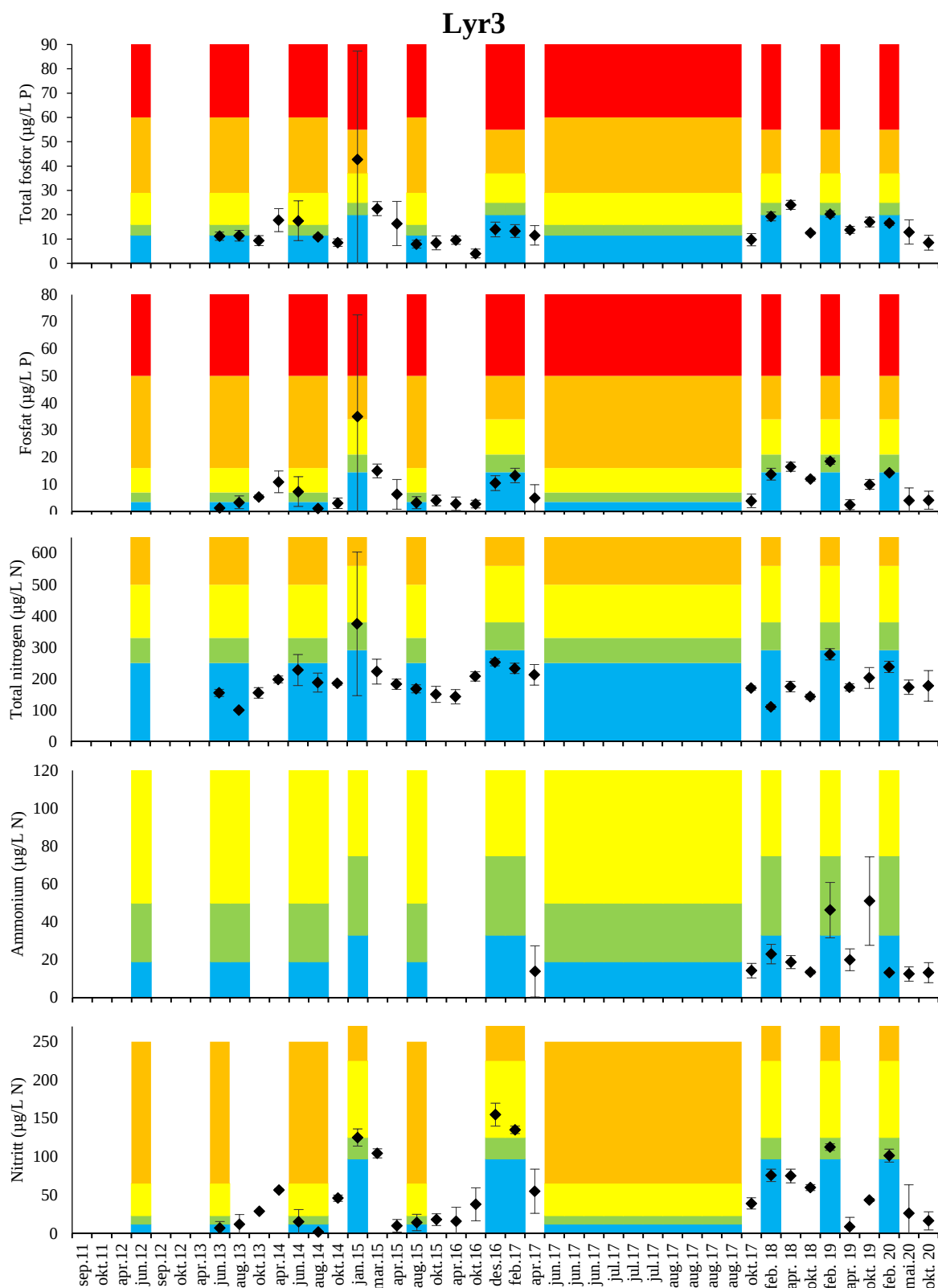
Figur 32. Konsentrasjon av *E. coli* celler per 100 ml målt ved 0,5 meters dyp i 2014, 2016 - 2020. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



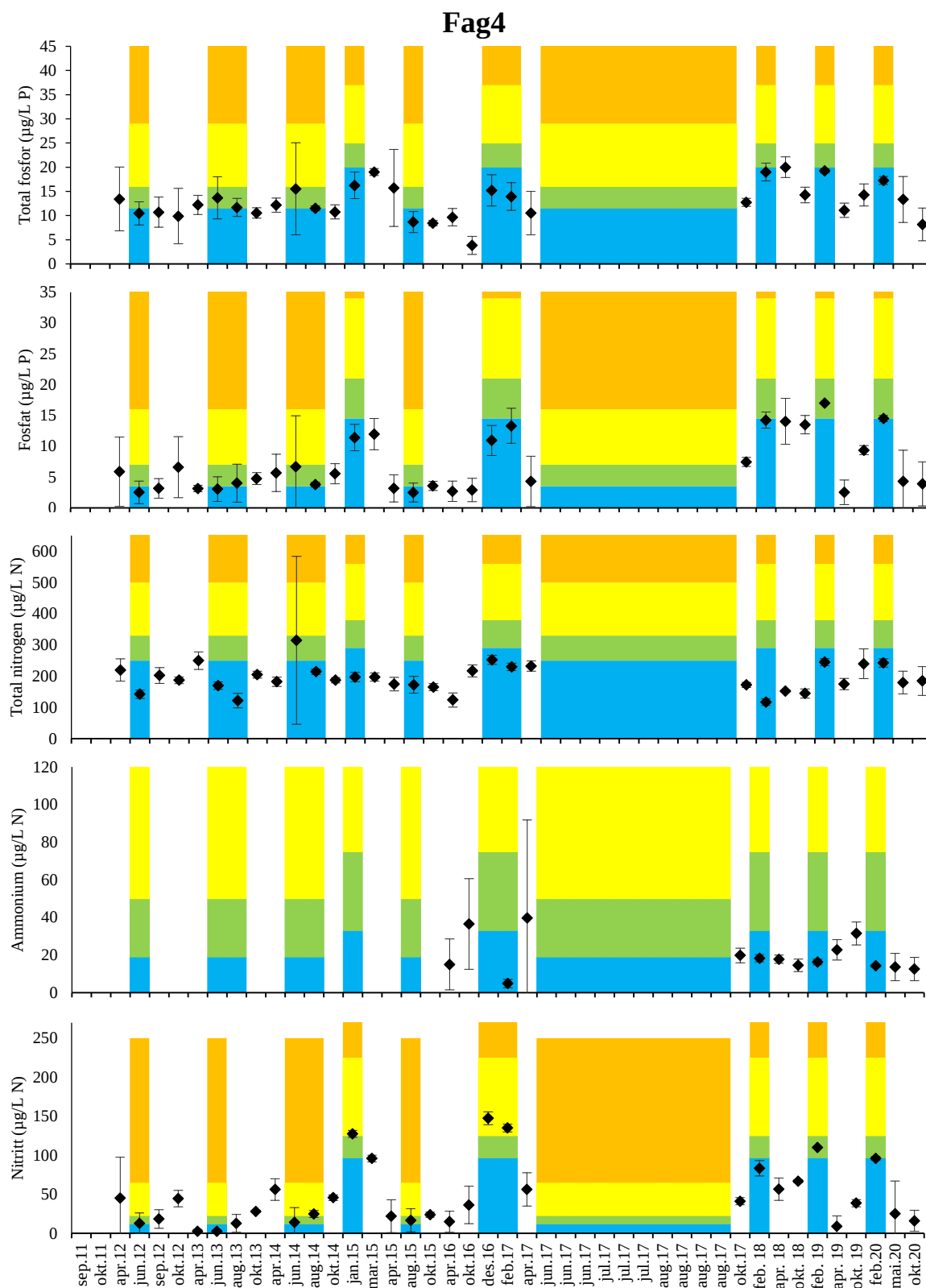
Figur 33. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



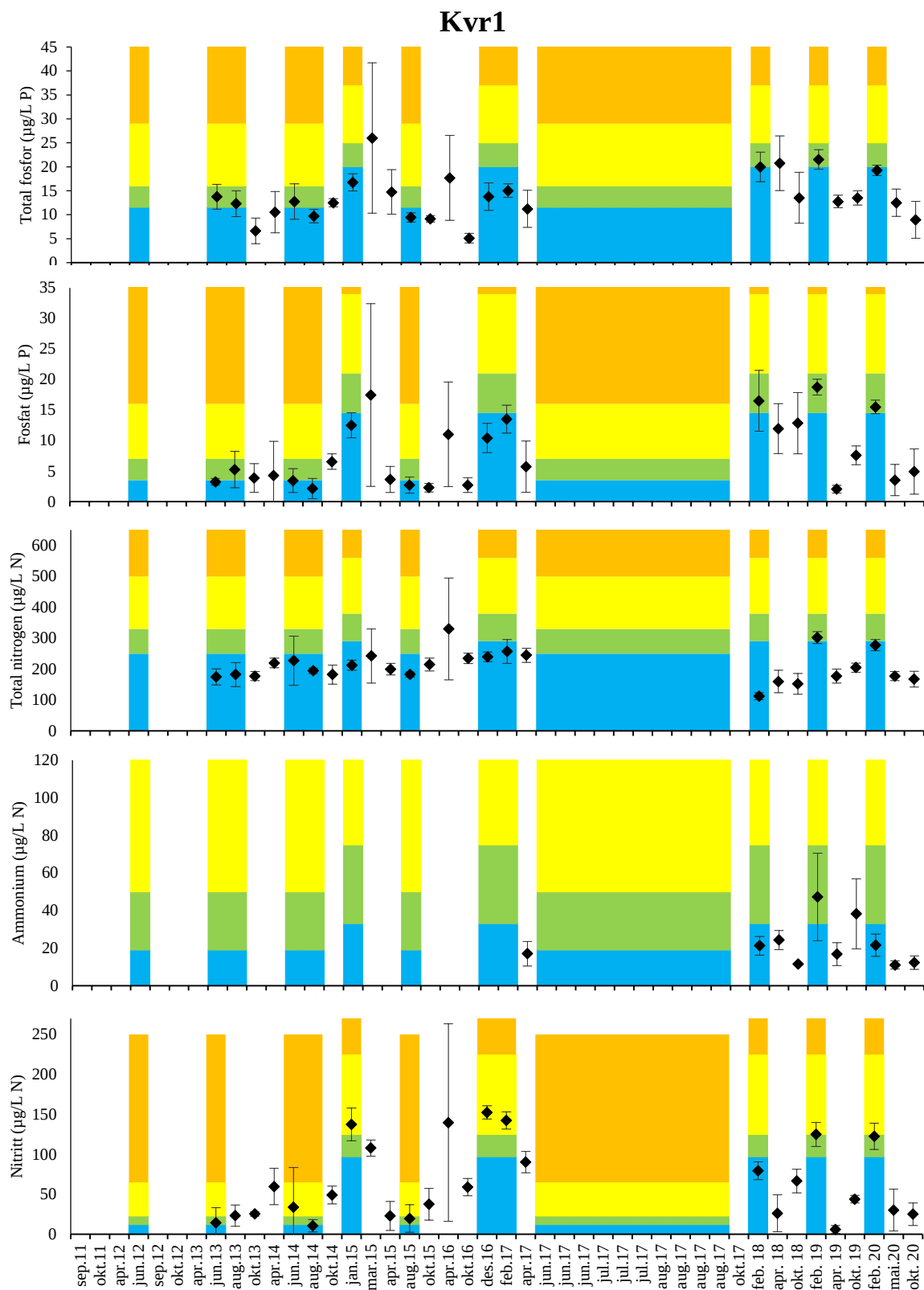
Figur 34. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



Figur 35. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.

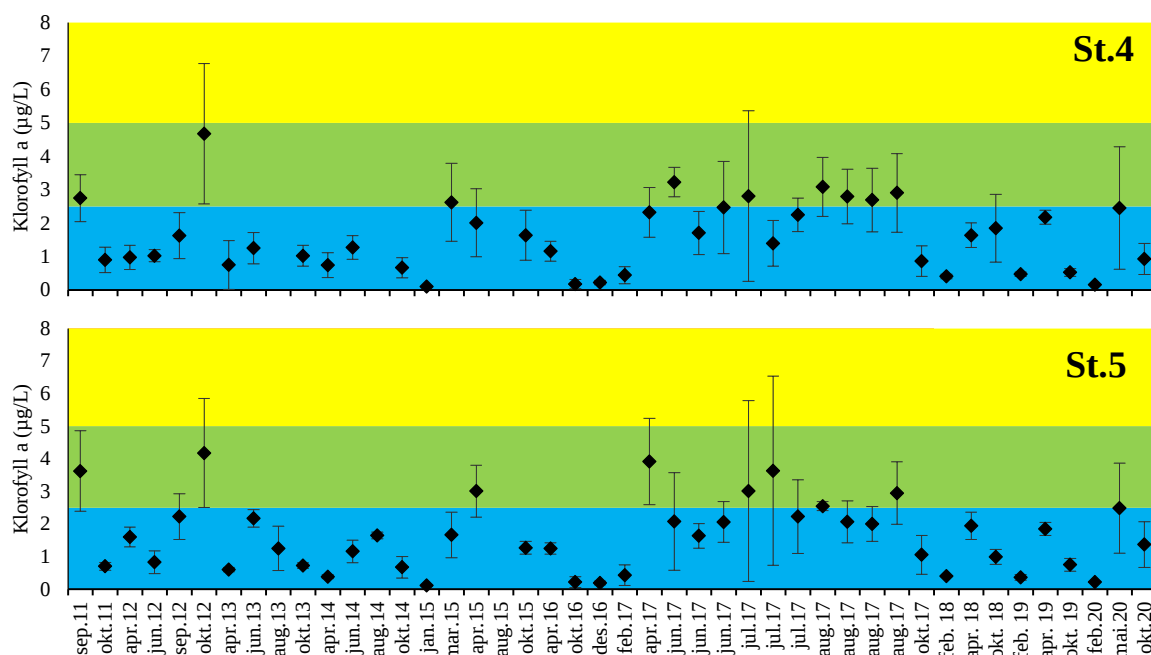


Figur 36. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.



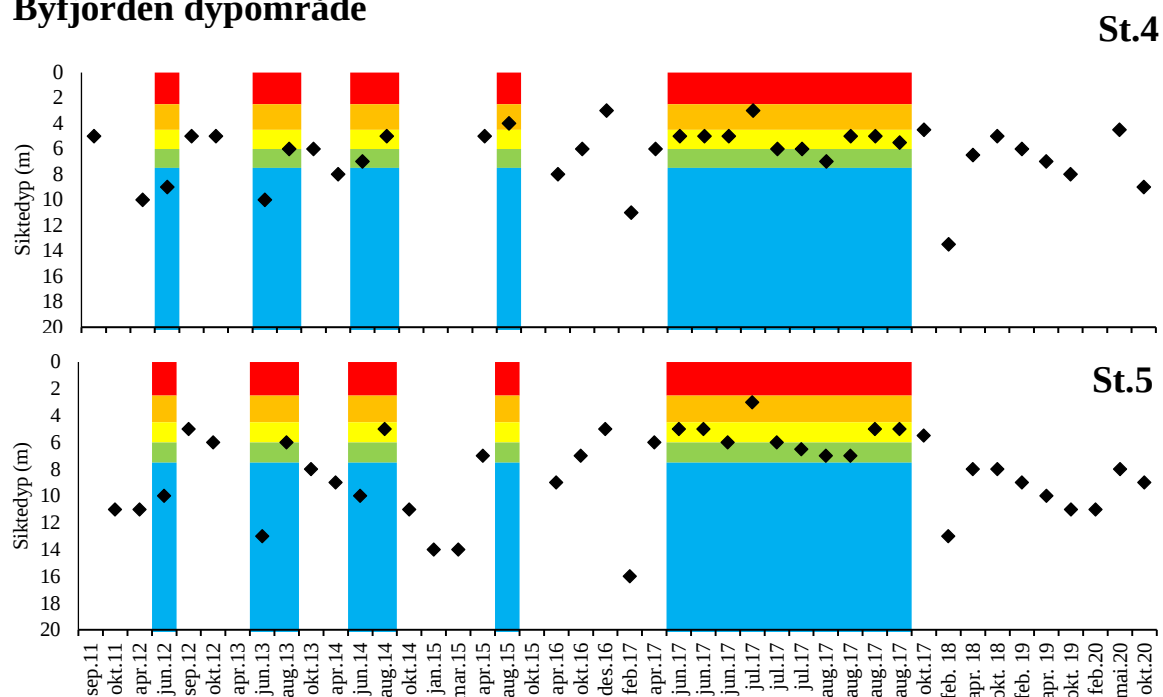
Figur 37. Gjennomsnittlig konsentrasjon av total fosfor, fosfat, total nitrogen, ammonium og nitritt fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp (n=4) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser konsentrasjon av det aktuelle næringssaltet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser for de ulike næringssaltene og er kun markert i tidsrommet de er gjeldende (vinter og sommersesong) iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.

Byfjorden dypområde

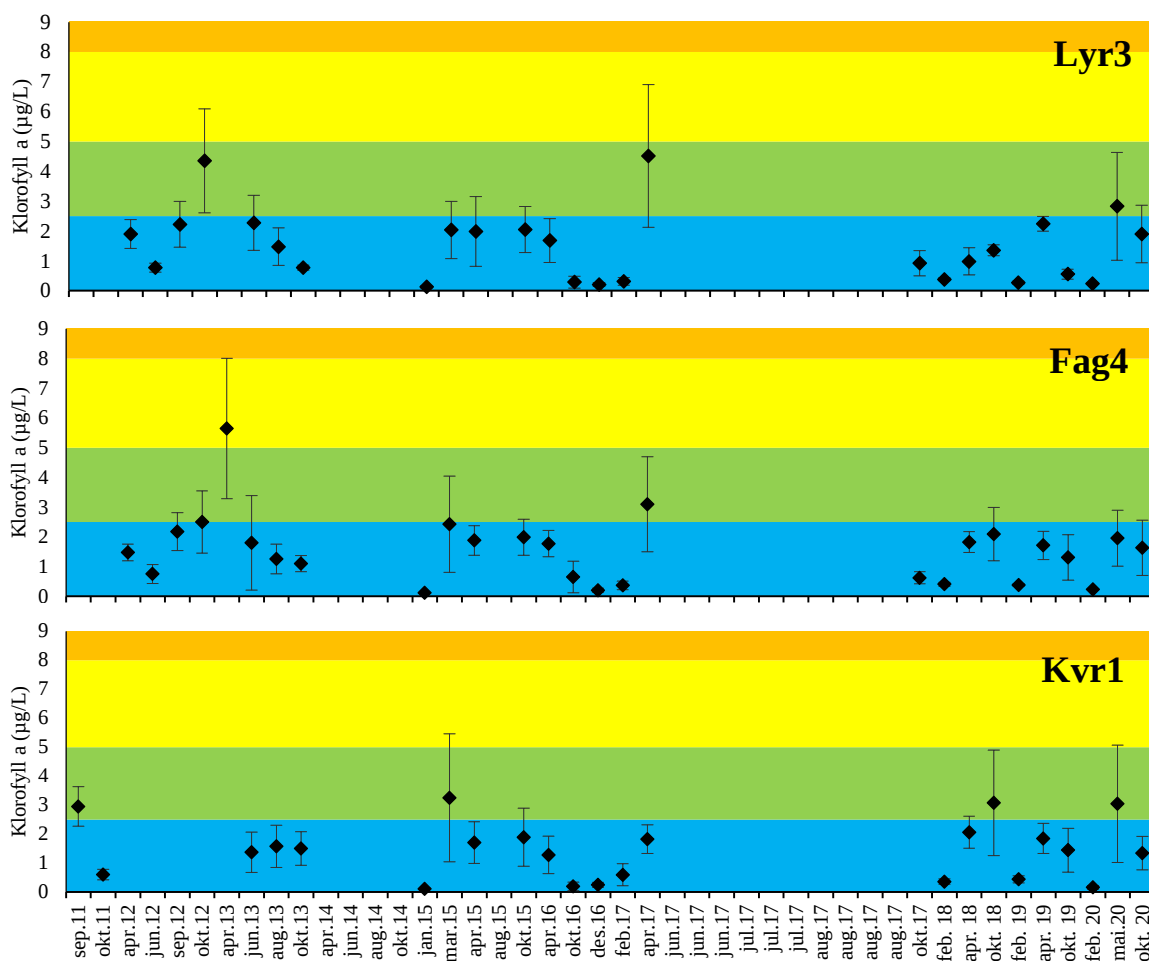


Figur 38. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll a fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser verdien av den aktuelle parameteren. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser iht. veileder 02:2018. Tilstandsklasse for klorofyll er ikke begrenset av sesong. Fullstendig datasett vist i **vedlegg 2**.

Byfjorden dypområde

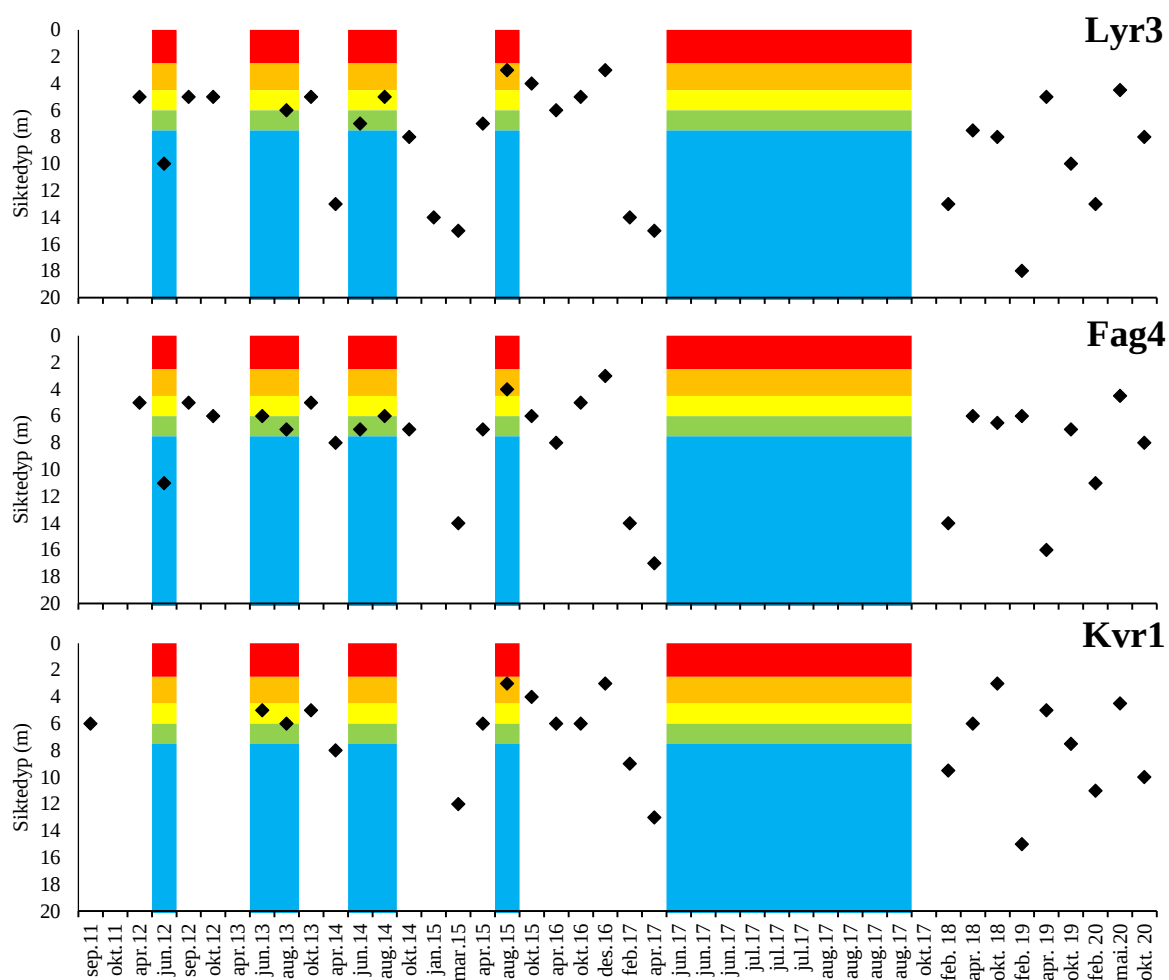


Figur 39. Sikredyp fra 2011-2020. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser dybden av sikredypet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser og er kun markert i tidsrommet juni-august iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i **vedlegg 2**.

Byfjorden kommunale renseanlegg

Figur 40. Gjennomsnittlig konsentrasjon av klorofyll a fra 0, 2, 5, og 10 meters dyp ($n=4$) fra 2011-2020. Varians er markert med $\pm$ ett standardavvik. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser verdien av den aktuelle parameteren. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser iht. veileder 02:2018. Tilstandsklasse for klorofyll er ikke begrenset av sesong. Fullstendig datasett vist i **vedlegg 2**.

Byfjorden kommunale renseanlegg



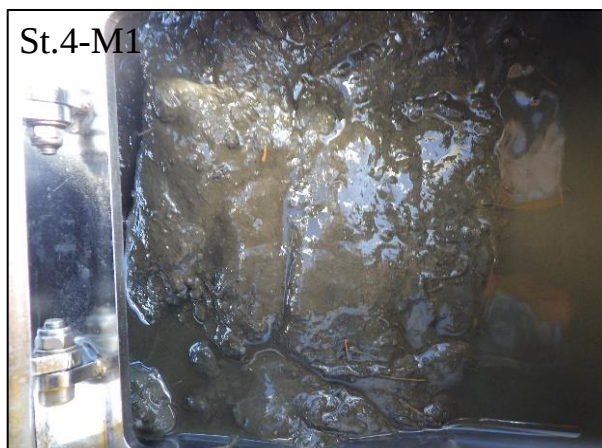
Figur 41. Siktedyp fra 2011-2020. X-aksen viser prøvetakingstidspunkt og Y-aksen viser dybden av siktedypet. Fargekodene er basert på tilstandsklassegrenser og er kun markert i tidsrommet juni-august iht. veileder 02:2018. Fullstendig datasett er vist i vedlegg 2.

SEDIMENT**Byfjorden og Herdlefjorden dypområder***Sedimentkvalitet*

Sedimentet var mykt og finkornet på stasjon St.3, St.4, og Herd1, og bestod av silt med spor av sand og mudder. Sedimentet var litt mer grovkornet på St.5, bestående av en blanding av silt, sand og skjellsand. For feltbeskrivelse og vurdering av kjemisk tilstand basert på oksygeninnhold (Eh) og surhet av sedimentet (pH) se **tabell 30** og **figur 42**.

Tabell 30. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på St.1, St.2 og St.121. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/Eh) etter NS 9410:2016.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)		Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E _h (mV)	Tilstand
St.3	M1	Ja	14	17	S	Grått, mykt og luktfritt sediment som bestod hovedsakelig av silt og leire. Det var et tynt brunlig lag på overflaten.	7,80	384	1
	M2	Ja	14	17	S		-	-	-
	M3	Ja	14	17	S		-	-	-
St.4	M1	Ja	12	15	S	Grått, mykt og luktfritt sediment som bestod av silt med spor av sand. Det var et tynt brunlig lag på overflaten.	7,48	337	1
	M2	Ja	12	15	S		-	-	-
	M3	Ja	11,5	14	S		-	-	-
St.5	M1	Ja	10	11	S	Grått, mykt og luktfritt sediment som bestod av silt og sand med litt skjellsand.	7,63	476	1
	M2	Ja	9	12	S		-	-	-
	M3	Ja	10	11	S		-	-	-
Herd1	A	Ja	13	16	F	Mykt grått og luktfritt sediment med tynt brunt lag på overflaten, som bestod av silt med spor av sand og mudder.	7,48	385	1
	B	Ja	12	15	F		7,57	406	1
	C	Ja	12	15	F		7,48	391	1
	D	Ja	11,5	14	F		7,57	396	1
	M1	Ja	13	16	S		-	-	-
	M2	Ja	11,5	14	S		-	-	-
	M3	Ja	13	16	S		-	-	-





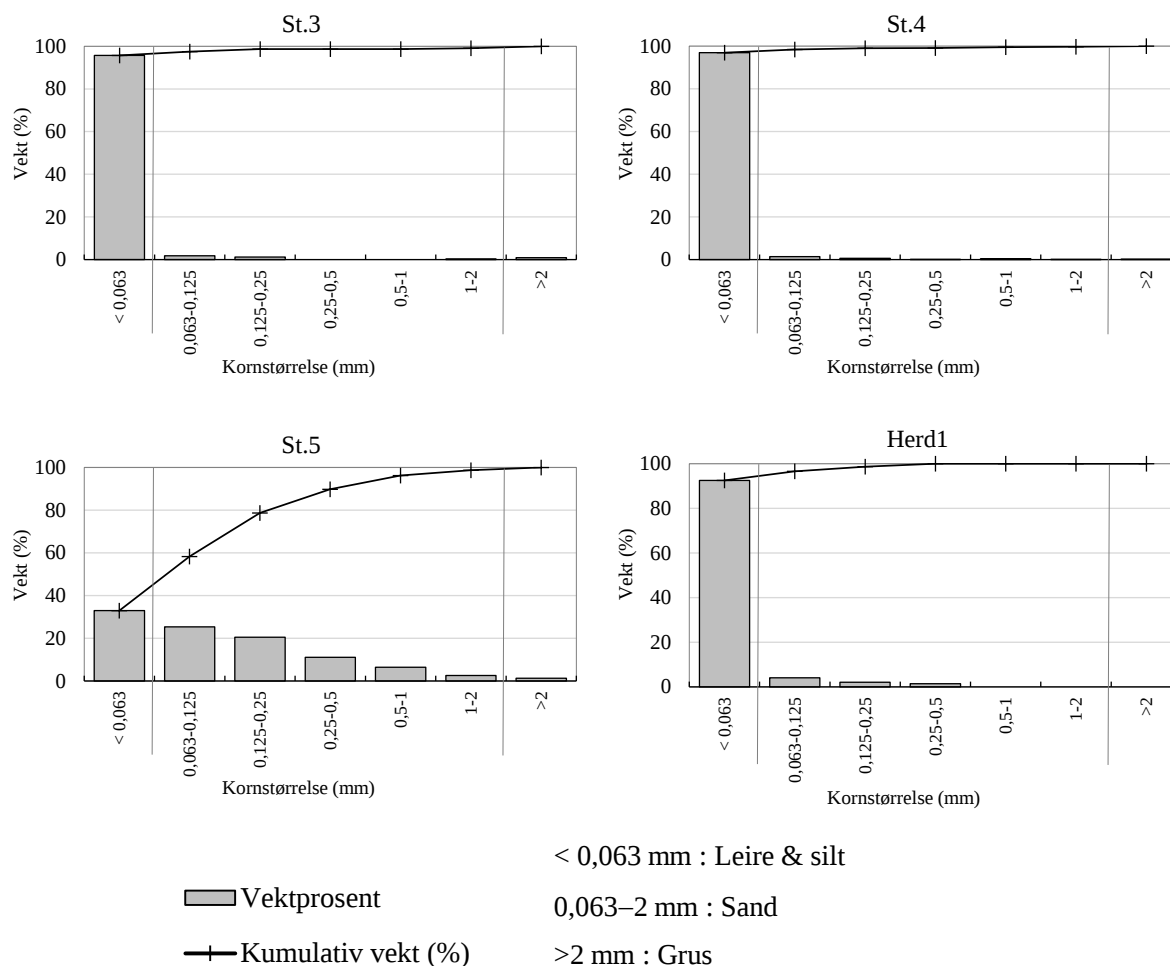
Figur 42. Sedimentprøver fra St.3, St.4, St.5 og Herd1 i område 4. Bildene for Herd1 viser sedimentet før (til venstre) og etter siling (til høyre). Stasjon og parallell er angitt på bildene.

Kornfordeling og kjemi

Analyser av kornfordeling viste at sedimentet på St.3 og St.4 hovedsakelig bestod av finstoff (silt og leire), med noe sand, mens sedimentet på St.5 hovedsakelig inneholdt finkornet sand, med noe finstoff (**tabell 31, figur 43**). Innholdet av organisk materiale var høyt på St.3 og St.4, tilsvarende "svært dårlig" tilstand, mens St.5 hadde noe høyt innhold av organisk materiale, tilsvarende "moderat" tilstand. Sedimentet fra stasjon Herd1 bestod nesten bare av finstoff, og kun en liten andel sand. Sedimentet hadde moderat høyt glødetap, og høyt innhold av normalisert TOC, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig".

Tabell 31. Kornfordeling og normalisert TOC St.3, St.4, St.5 og Herd1 i område 4. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	Glødetap (%)	nTOC (mg/g)
St.3	95,7	3,4	0,9	-	78,2 (V)
St.4	97,0	2,7	0,2	-	42,1 (V)
St.5	32,9	65,8	1,3	-	28,6 (III)
Herd1	92,5	7,5	0	12,1	35,1 (IV)



Figur 43. Kornfordeling for St.3, St.4, St.5 og Herd1 i område 4, april 2020. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sedimentfraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

Bløtbunnsfauna

I 2020 ble bløtbunnsfaunaen bare undersøkt på stasjon Herd1 i de dype fjordbassengene i område 4. En fullstendig artsliste og figur som representerer de geometriske klassene finnes i **vedlegg 4 & 5**.

Bløtbunnsfaunaen på stasjon Herd1 ble, basert på nEQR-verdien for grabbgjennomsnitt klassifisert i tilstandsklasse "svært god" etter veileder 02:2018 (**tabell 32**). Indeksverdiene for de enkelte grabbhuggene lå innenfor tilstandsklasse "god" eller "svært god". Det var totalt sett 85 arter i de fire parallelle prøvene og det gjennomsnittlige artsantallet lå på 52. Individantallet lå på et gjennomsnitt av 405,5 per prøve. Faunasamfunnet var dominert av flerbørstemarkene *Spiochaetopterus bergensis* (ikke klassifisert i NSI-systemet) og *Aphelocheata* sp. (NSI-klasse II), som henholdsvis utgjorde rundt 20 og 10 % av det totale individantallet på stasjonen. Det er noe usikkerhet knyttet til identifisering av arten *S. bergensis*, fordi arten vanligvis forekommer på dyp fjordbunn, dypere enn 400 m. Arten er svært vanlig i nordlige deler av Byfjorden (se også område 1) og derfor er det sannsynlig at det er denne og ikke unge individ av *Spiochaetopterus typicus*, som blir større enn *S. bergensis* og som er tolerant overfor høyt innhold av organisk materiale og lave oksygenkonsentrasjoner (NSI-klasse IV). Det var ellers en blanding av arter som er noe tolerante for organiske tilførsler, men også mange arter som er mer sensitive.

Tabell 32. Artsantall (S), individantall (N), AMBI-indeks, jevnhetsindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, Shannon-Wiener indeks (H'), Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} og NSI i prøvene fra stasjon Herd1 i april 2020. Middelverdi for grabb A-D er angitt som $\bar{G}$, mens stasjonsverdien for arts- og individantall er angitt som $\bar{S}$. nEQR-verdi er angitt for grabbgjennomsnittet for indekser som inngår vurdering etter veileder 02:2018; nederst i nEQR-kolonnen står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt i henhold til **tabell 5**.

Herd1 – april 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	55	49	50	54	52	85	
N	477	409	375	361	405,5	1622	
AMBI	2,7	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	
H'_{max}	5,8	5,6	5,6	5,8	5,7	6,4	
J'	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	
NQI1	0,71 (II)	0,72 (II)	0,73 (I)	0,73 (I)	0,72 (I)	0,73 (I)	0,80 (I)
H'	4,55 (I)	4,43 (I)	4,56 (I)	4,65 (I)	4,55 (I)	4,73 (I)	0,87 (I)
ES_{100}	32,37 (I)	29,81 (I)	30,39 (I)	31,56 (I)	31,03 (I)	32,13 (I)	0,84 (I)
ISI_{2012}	10,19 (I)	10,23 (I)	9,89 (I)	9,84 (I)	10,04 (I)	9,70 (I)	0,87 (I)
NSI	23,45 (II)	23,84 (II)	23,53 (II)	23,55 (II)	23,59 (II)	23,59 (II)	0,78 (II)
Samlet							0,83 (I)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		

Tabell 33. De ti mest dominerende artene av bløtbunnsfauna tatt på stasjon Herd1 i april 2020. Andelen (%) av totalen for hver art er gitt i kolonnen ved siden av artsnavnet. Kumulativ andel (kum %) summerer opp andelen.

Arter Herd1 – april 2020	%	kum %
<i>Spiochaetopterus</i> c.f. <i>bergensis</i> *	19,55	19,55
<i>Aphelochaeta</i> sp.	10,06	29,61
Nemertea	7,88	37,49
<i>Parheteromastides</i> sp.	7,32	44,82
<i>Augeneria</i> sp.	6,39	51,21
<i>Levinsenia flava</i>	3,85	55,06
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	3,48	58,54
<i>Amphilepis norvegica</i>	2,79	61,33
Golfingiidae	2,48	63,81
<i>Heteromastus filiformis</i>	2,23	66,05

*Noe usikkerhet knyttet til identifisering.

Børstemark	Bløtdyr	Pigghuder	Krepsdyr	Andre
------------	---------	-----------	----------	-------

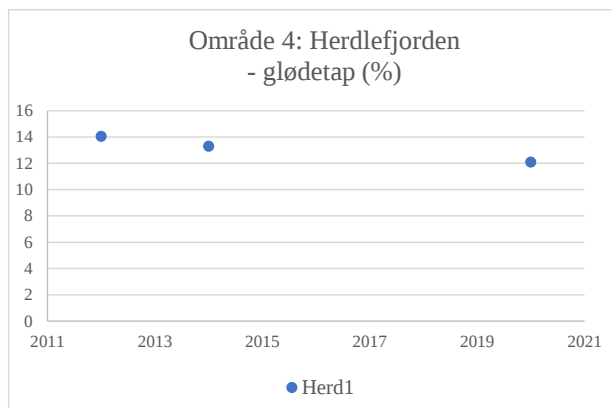
Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser

I 2020 ble det undersøkt fire stasjoner representative for de dype fjordbassengene i område 4: Stasjon St. 3 i Salhusfjorden, St.4 og St.5, som ligger henholdsvis sentralt i Byfjorden og sør i Byfjorden under Askøybruen, samt stasjon Herd1 i Herdlefjorden. Sedimentet på alle fire stasjonene var relativt finkornet, men med høyest andel skjellsand og sand på stasjon St.5, noe som samsvarer med tidligere undersøkelser. Total organisk karbon (TOC) har blitt analysert i 2017, 2019 og 2020 på St.4 og St.5, mens TOC har ikke vært undersøkt på St.3 tidligere. Basert på normalisert TOC havnet St.4 i "svært dårlig" tilstand ved alle undersøkelsene, mens St.5 havnet i "god" tilstandsklasse i 2017 og 2019, og i "moderat" tilstand i 2020.

Sedimentet på stasjon Herd1 bestod så å si bare av finstoff, både ved denne og tidligere undersøkelser. I 2020 var det høyt innhold av normalisert TOC, tilsvarende "dårlig" tilstandsklasse, men siden stasjonen tidligere kun har blitt undersøkt i 2012 og 2014, og da kun for glødetap, kan ikke normalisert TOC

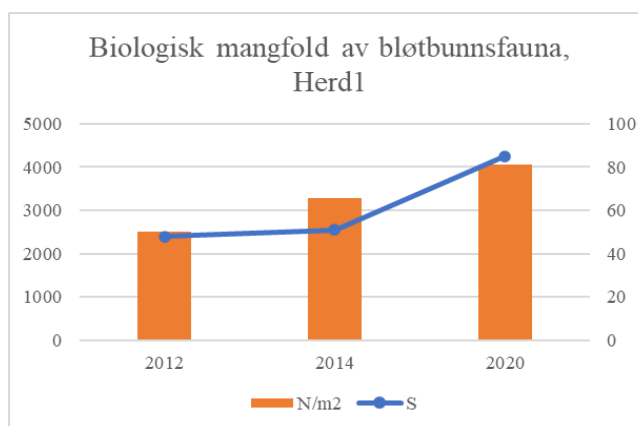
vurderes over tid. Glødetapet har gått fra ca 14% i 2012 til 12% i 2020 (**figur 43**), men siden stasjonen bare er undersøkt tre ganger i perioden 2012-2020 er det vanskelig å si om dette er en reell nedgang, eller et resultat av naturlig variasjon.

Figur 44. Innhold av organisk materiale målt som glødetap i perioden 2012-2020 i dypstasjonen i Herdlefjorden X-aksen viser årstall, y-aksen viser % glødetap i sedimentet.



Den økologiske tilstanden basert på bløtbunnsfauna på stasjon Herd1 i Herdlefjorden ble i april 2020 vurdert som "svært god", med en artssammensetning som tyder på upåvirkede forhold. Ved tidligere undersøkelser i 2012 og 2014 (Kvalø m.fl. 2013, 2015) var artsmangfoldet betydelig lavere, med henholdsvis 48 og 51 arter mot 85 arter i 2020 (**figur 45, tabell 34**). Individantallet har også økt og var nesten dobbelt så høyt i 2020 som i 2012, noe som indikerer at det var mer næring i form av organiske partikler på sjøbunnen. Her er det viktig å nevne at det gjennomsnittlige individantallet i 2012 var relativt lavt og lå på 245 individ per prøve. Artssammensetningen av de mest vanlige artene var imidlertid relativt likt ved alle tre undersøkelsene.

Figur 45. Sammenligning av antall individer per m² (N/m²) og antall arter (S) på stasjon Herd1 i perioden 2012-2020. De oransje stolpene viser antall individ for hvert prøvetakingstidspunkt, mens den blå linjen viser utviklingen av artsdiversiteten over tid.



Tabell 34. Sammenligning av antall av arter (S), individer (N), individer per m² og nEQR-verdier for grabbgjennomsnitt (nEQR $\bar{G}$) og stasjonen (nEQR $\bar{S}$) på stasjon Herd1 i perioden 2012-2020. Antall arter og individer er gitt samlet for stasjonen. Bunnarealet har variert mellom 0,4 og 0,5 m².

Stasjon	År	Areal (m²)	S	N	N/m²	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$			
Herd1	2012	0,5	48	1254	2508	0,75 (II)	0,75 (II)			
	2014	0,5	51	1640	3280	0,67 (II)	0,68 (II)			
	2020	0,4	85	1622	4055	0,83 (I)	0,84 (I)			
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8		II – god 0,8 – 0,6		III – moderat 0,6 – 0,4		IV – dårlig 0,4 – 0,2		V – svært dårlig 0,2 – 0,0	

Miljøgifter

Innholdet av miljøgifter ble undersøkt i sedimenter fra St.3, St.4, St.5 og Herd1, og konsentrasjonene av flere stoffer lå over grenseverdien for prioriterte og vannregionspesifikke stoffer på alle stasjoner. Det var noe høyt innhold av tungmetallene kvikksølv og sink, tilsvarende "moderat" tilstand på St.3, mens St.4 hadde høyt innhold av kobber og kvikksølv, med verdier innenfor "dårlig" tilstand, samt noe høyt innhold av bly og sink, tilsvarende "moderat" tilstand (**tabell 35**). Innholdet av de resterende tungmetallene var lavt på St.3 og St.4, og lå innenfor tilstandsklasse "bakgrunn" eller "god". St.5 hadde generelt lavt innhold av tungmetaller, med konsentrasjoner innenfor "bakgrunn" eller "god" tilstand. Det var også relativt lavt innhold av tungmetaller på stasjon Herd1 og med unntak av et noe høyt sinkinnhold, tilsvarende tilstandsklasse "moderat", lå konsentrasjonen av tungmetallene innenfor "bakgrunn" eller "god" tilstand.

Alle fire stasjonene hadde høyt eller noe høyt innhold av flere PAH-forbindelser, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig eller "moderat" (**tabell 35**). St.4 hadde det høyeste innholdet av PAH-forbindelser og Σ PAH 16 lå innenfor tilstandsklasse "dårlig", mens St.3 og St.5 hadde noe høyt innhold av Σ PAH 16, tilsvarende "moderat" tilstand. Alle stasjonene hadde noe høyt innhold av Σ PCB7, med konsentrasjoner i "moderat" tilstand, mens tributyltinn-innholdet lå innenfor "dårlig" tilstand. På stasjon Herd1 var det høyt eller noe høyt innhold av flere PAH-forbindelser, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig" eller "moderat", og Σ PAH16 viste "moderat" tilstand. Innholdet av Σ PCB7 og TBT lå innenfor "moderat" tilstand.

Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser

St.3 ligger i dypområdet i Salhusfjorden, mens St.4 og St.5 ligger i dypområdet i Byfjorden, St.4 mellom Lønborg og Florvåg, og St.5 nokså nær Askøybrua. Miljøgifter fra omkringliggende befolkede områder, med industri, veitrafikk og havner, samles ofte med finfraksjonen av sediment i dypområder. Alle tre stasjonene i byfjorden ligger i områder der det har vært bebyggelse og industri i lang tid, og dette reflekteres i til dels høye konsentrasjoner av tungmetaller og organiske miljøgifter. Herd1 ligger i et dypområde i indre del av Herdlefjorden og har også til dels høye konsentrasjoner av en del PAH-forbindelser, Σ PCB7, TBT og sink. Sedimentet har et noe lavere innhold av miljøgifter enn det som ble funnet i sentrale deler av Byfjorden, men er med unntak av lavere TBT-innhold nokså lik det som ble funnet på St.3. Det er ingen kjente kilder til miljøgiftene i sedimentet, men det er flere avløp, bebyggelse og havner/kaier i området, som alle kan ha bidratt til miljøgiftinnholdet.

På St.4 har innholdet av tungmetall blitt undersøkt i 1981, 1990 og 1992, mens det ikke tidligere er gjort undersøkelser av miljøgifter på St.3, St.5 og Herd1 (www.vannmiljo.no). På St.4 var blyinnholdet i sedimentet på samme nivå i 1982 og 2020, mens det var høyere nivå i 1990 og 1992, og spesielt i 1992 var det høyt, med nivåer 10 ganger høyere enn i 2020. Kadmiumnivået har blitt lavere gjennom perioden, og i 2020 var konsentrasjonen under kvantifiseringsgrensen. Kobberinnholdet var klart høyest i 1992, da var det 1889 mg/kg i sedimentet, mens det var relativt likt i 1990 og 2020. Krominnholdet var høyest i 1982, og har ellers vært relativt stabilt. Kvikksølvinnholdet har variert mellom 0,99 og 1,84 mg/kg, det høyeste nivået var målt i 1992. I 2020 var det 1,25 mg/kg. Sinkinnholdet var svært høyt i 1992, med 11100 mg/kg, men det er mulig dette er en feilregistrering. I 2020 lå det mellom konsentrasjonene i 1982 og 1990.

Tabell 35. Innhold av miljøgifter i sediment. Farge og romertall henviser til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016. Blå: I = "bakgrunn", grønn: II= "god", gul: III= "moderat", oransje: IV= "dårlig" og rød: V= "svært dårlig". Grenseverdi henviser til grenseverdi for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer eller grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Verdier som er høyere enn grenseverdien er markert med fet skrift.

Stoff	Enhet	St.3	St.4	St.5	Herd1	Grense-verdi
Bly (Pb)	mg/kg	100 (II)	180 (III)	42 (II)	92 (II)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,1 (I)	<0,1(I)	0,047 (I)	0,055 (I)	2,5
Kobber (Cu)	mg/kg	55 (II)	120 (IV)	26 (II)	38 (II)	84
Krom (Cr)	mg/kg	66 (II)	76 (II)	27 (I)	57 (I)	620
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,655 (III)	1,25 (IV)	0,313 (II)	0,507 (II)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	39 (II)	37 (II)	14 (I)	37 (II)	42
Sink (Zn)	mg/kg	220 (III)	410 (III)	82 (I)	170 (III)	139
Naftalen	µg/kg	17 (II)	38,1 (III)	31,2 (III)	15,3 (II)	27
Acenaftylen	µg/kg	29,9 (II)	65,9 (III)	23,4 (II)	25,2 (II)	33
Acenaften	µg/kg	7,16 (II)	19,6 (II)	23,6 (II)	5,92 (II)	100
Fluoren	µg/kg	15,6 (II)	39,8 (II)	38,7 (II)	15,5 (II)	150
Fenantren	µg/kg	100 (II)	274 (II)	249 (II)	93,6 (II)	780
Antracen	µg/kg	41,6 (IV)	119 (IV)	73,6 (IV)	30,6 (IV)	4,6
Fluoranten	µg/kg	289 (II)	766 (IV)	386 (II)	234 (II)	400
Pyren	µg/kg	246 (III)	672 (III)	277 (III)	193 (III)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	174 (III)	465 (III)	185 (III)	139 (III)	60
Krysen	µg/kg	140 (II)	377 (IV)	142 (II)	108 (II)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	278 (IV)	619 (IV)	207 (IV)	234 (IV)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	127 (II)	316 (IV)	97,4 (II)	106 (II)	140
Benzo[a]pyren	µg/kg	256 (IV)	678 (IV)	213 (III)	192 (III)	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	306 (IV)	666 (IV)	182 (IV)	280 (IV)	63
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	54,1 (III)	135 (III)	34,7 (III)	47 (III)	27
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	346 (IV)	806 (IV)	186 (IV)	326 (IV)	84
Σ PAH 16 EPA	µg/kg	2430 (III)	6060 (IV)	2350 (III)	2050 (III)	
PCB # 28	µg/kg	1,08	0,99	0,85	0,9	
PCB # 52	µg/kg	1,8	2,37	1,94	1,34	
PCB # 101	µg/kg	2,5	4,99	2,14	1,99	
PCB # 118	µg/kg	1,92	3,35	1,79	1,27	
PCB # 138	µg/kg	4,28	8,78	2,66	2,91	
PCB # 153	µg/kg	4,13	7,96	2,52	2,98	
PCB # 180	µg/kg	2,32	4,56	1,21	1,51	
Σ PCB 7	µg/kg	18 (III)	33 (III)	13,1 (III)	12,9 (III)	4,1
Tributyltinn (TBT)	µg/kg	28 (IV)*	37 (IV)*	24 (IV)*	15 (III)*	35*

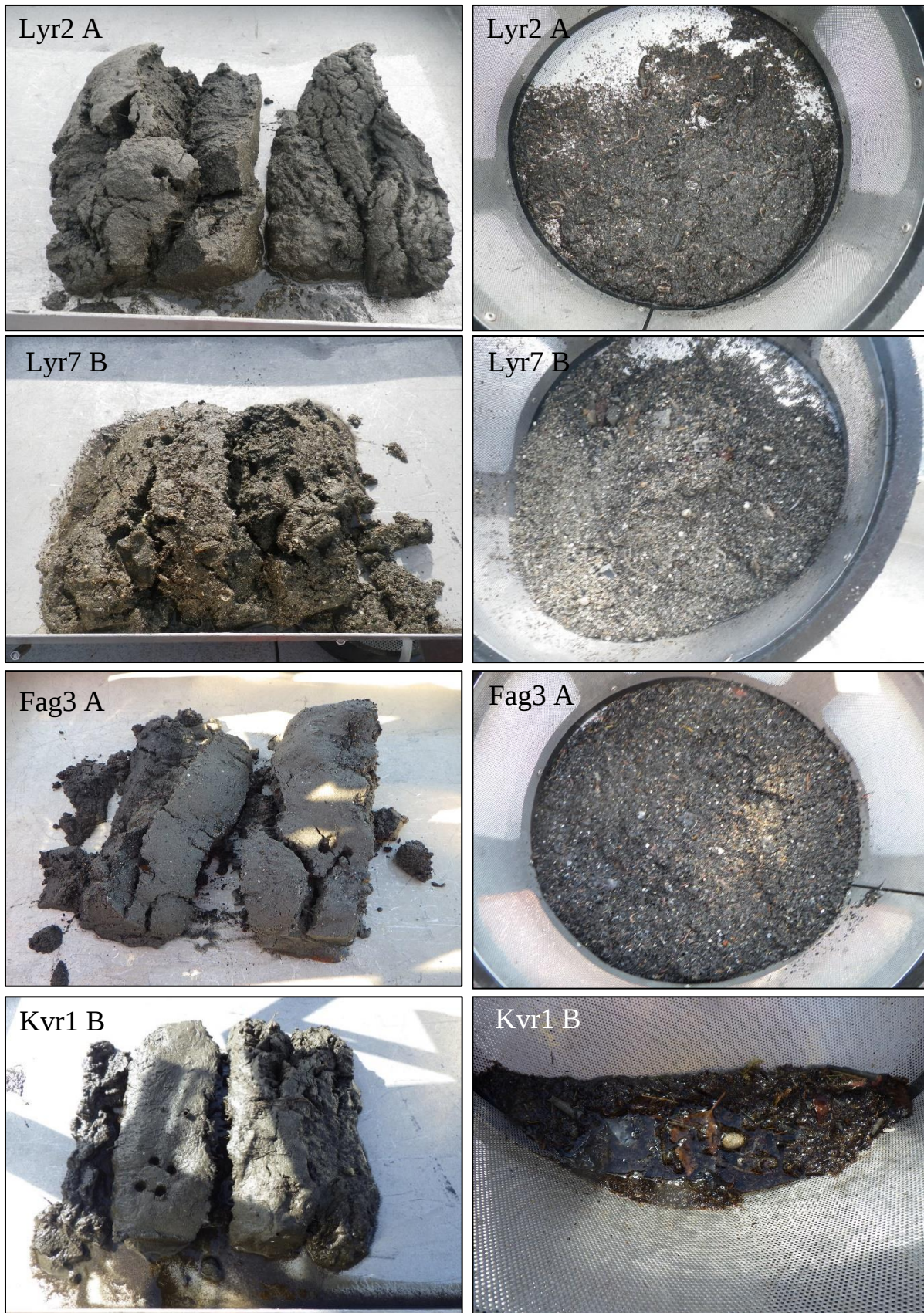
*Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

Byfjorden kommunale renseanlegg*Sedimentkvalitet*

Sedimentet fra stasjonene Lyr2 og Kvr1 var finkornet og inneholdt mye organisk materiale (**tabell 36**). På stasjon Lyr7 var sedimentet noe mer grovkornet og inneholdt en del sand og noe skjellsand, men lite synlig organisk materiale. Sedimentet fra stasjon Fag3 var hovedsakelig svært finkornet sand, som luktet avløp. De enkelte prøvene var relativt like i konsistens. Sedimentet gav inntrykk av at det delvis bestod av filtersand fra renseanlegget. Representative bilder fra de ulike stasjonene er vist i **figur 46**. Det var vanskelig å få opp prøve på stasjon Lyr7 og Fag3.

Tabell 36. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på stasjon Lyr2, Lyr7, Fag3 og Kvr1. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/Eh) etter NS 9410:2016.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)	Tykkelse (cm)	Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E _h (mV)	Tilstand
Lyr2	A	Ja	9	11	F	Grått, mykt og luktfritt sediment med brunlig overflate bestående av silt og sand, spor av mudder, skjellsand og grus.	7,45	197	1
	B	Ja	6	8	F		7,46	181	1
	C	Ja	9	11	F		7,53	83	1
	D	Ja	10	12	F		7,50	69	1
	E	Ja	9	11	S		-	-	-
Lyr7	A	Ja	3	5	F	Grått, luktfritt sediment med fast konsistens som bestod av skjellsand og sand med litt silt. Det ble gjort mange bomhugg.	7,63	337	1
	B	Ja	9	11	F		7,59	480	1
	C	Ja	7	9	F		7,62	283	1
	D	Ja	6	8	F		7,58	304	1
	E	Ja	11,5	14	S		-	-	-
Fag3	A	Ja	9	11	F	Grått sediment med fast konsistens og noe lukt av avløp som hovedsakelig bestod av sand, med litt silt og organisk materiale. Enkelte prøver inneholdt søppel	7,60	142	1
	B	Ja	8	10	F		7,50	234	1
	C	Ja	11	13	F		7,70	-21	1
	D	Ja	6	8	F		7,60	-123	1
	E	Ja	11	13,5	S		-	-	-
Kvr1	A	Ja	7	9	F	Grått mykt og luktfritt sediment, som hovedsakelig bestod av silt, med litt sand og mudder og spor av skjellsand.	7,39	366	1
	B	Ja	6	8	F		7,43	253	1
	C	Ja	9	11	F		7,47	399	1
	D	Ja	8	10	F		4,46	360	1
	E	Ja	7	9	S		-	-	-



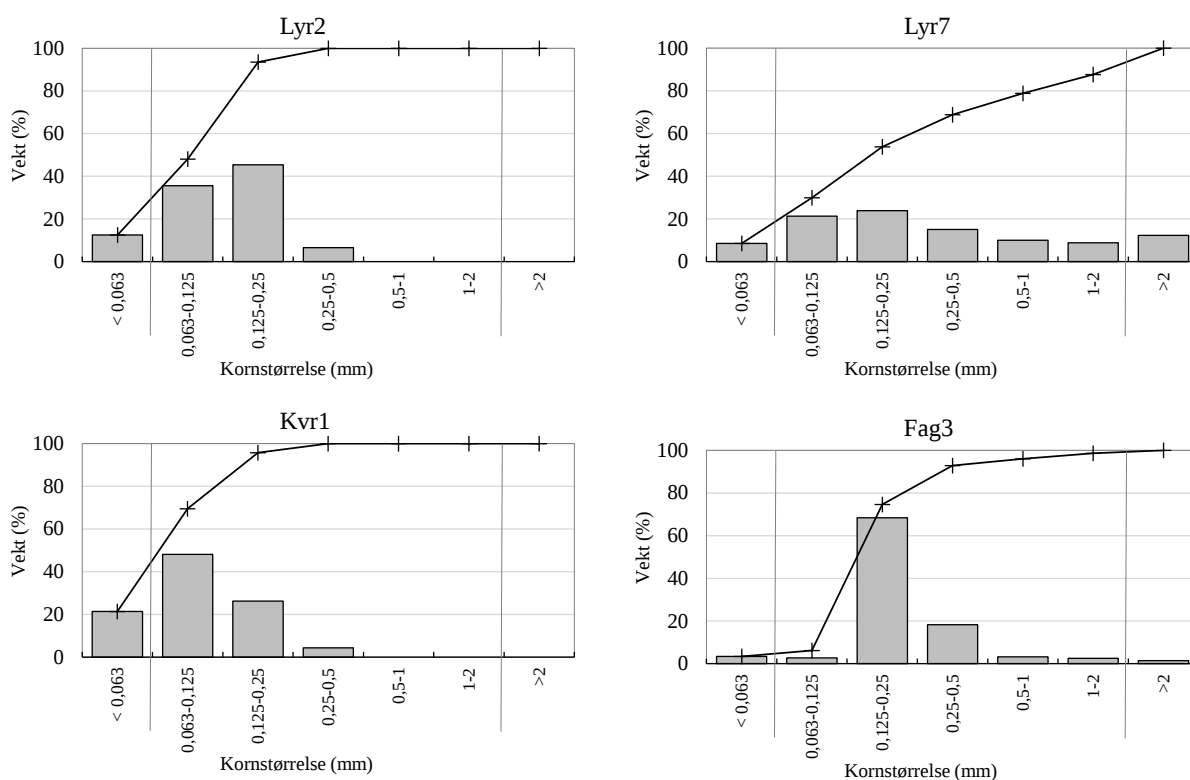
Figur 46. Sedimentprøver fra Lyr2, Lyr7, Fag3 og Kvr3 ved renseanlegg i område 4; prøvene er tatt i april 2020. Bildene viser sedimentet før (til venstre) og etter sikting (til høyre). Stasjon og parallell er angitt på bildene.

Kornfordeling og kjemi

Kornfordelingsanalyser fra de øverste 5 cm på sedimentoverflaten viste at stasjon Lyr2 og Kvr1 hovedsakelig inneholdt sand og finstoff (silt, leire og mudder), og sedimentet inneholdt nesten bare fin sand på Fag3 (**tabell 37, figur 46**). På stasjon Lyr7 var andelen av grov sand og grus/skjellsand høyere enn på de andre stasjonene. Glødetapet var lavt på alle stasjonene, unntatt på Kvr1, der det var noe høyt. Innholdet av nTOC var høyt, tilsvarende tilstandsklasse "svært dårlig" på Lyr2, Lyr7 og Kvr1, mens det var lavt og lå innenfor tilstandsklasse "god" på Fag3.

Tabell 37. Kornfordeling, organisk innhold som % glødetap og normalisert TOC fra Lyr2, Lyr7, Fag3 og Kvr3 i område 4. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	Glødetap (%)	nTOC (mg/g)
Lyr2	12,5	87,5	-	6,9	41,8 (V)
Lyr7	8,6	79,1	12,3	6,6	51,3 (V)
Kvr1	21,4	78,6	-	12,1	47,3 (V)
Fag3	3,4	95,1	1,4	4,4	21,4 (II)



Figur 47. Kornfordeling for stasjoner ved Lyr2, Lyr7, Fag3 og Kvr3 i område 4, 2020. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sedimentfraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

< 0,063 mm : Leire & silt
 0,063–2 mm : Sand
 > 2 mm : Grus
 ■ Vektprosent
 —+— Kumulativ vekt (%)

Bløtbunnsfauna

Fullstendige artslister og figurer som representerer de geometriske klassene for Lyr2, Lyr7, Fag3 og Kvr3 finnes i **vedlegg 4 & 5**.

Faunasamfunnet på stasjon Lyr2 ved Holen renseanlegg var tydelig påvirket av organiske tilførsler, mens faunaen på stasjon Lyr7 hadde høyt arts mangfold og viste ingen tegn til negativ påvirkning fra organiske tilførsler. Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt ble stasjon Lyr2 totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "dårlig" etter veileder 02:2018 (**tabell 38**). Mangfoldsindeksene H' og ES_{100} og sensitivitetsindeksen NSI viste "svært dårlig" tilstand, NQI1-indeksen "dårlig" tilstand, og ISI_{2012} , som ikke tar hensyn til individtall i vurderingen, "moderat" tilstand.

Tabell 38. Artsantall (S), individantall (N), AMBI-indeks, jevnhetsindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, Shannon-Wiener indeks (H'), Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} og NSI i prøvene fra stasjon Lyr2 og Lyr7 i april 2020. Middelverdi for grabb A-D er angitt som $\bar{G}$, mens stasjonsverdien for arts- og individantall er angitt som $\hat{S}$. nEQR-verdi er angitt for grabbgjennomsnittet for indekser som inngår vurdering etter veileder 02:2018; nederst i nEQR-kolonnen står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt i henhold til **tabell 5**.

Lyr2 – april 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\hat{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	20	16	22	15	18,25	32	
N	2358	2155	3075	2266	2463,5	9854	
AMBI	5,7	5,7	5,8	5,9	5,8	5,8	
H'_{max}	4,3	4,0	4,5	3,9	4,2	5,0	
J'	0,3	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	
NQI1	0,37 (IV)	0,34 (IV)	0,36 (IV)	0,32 (IV)	0,35 (IV)	0,38 (IV)	0,24 (IV)
H'	1,15 (IV)	0,84 (V)	0,90 (IV)	0,48 (V)	0,84 (V)	0,91 (V)	0,19 (V)
ES_{100}	4,51 (V)	3,74 (V)	5,18 (IV)	3,65 (V)	4,27 (V)	4,54 (V)	0,17 (V)
ISI_{2012}	6,85 (III)	6,77 (III)	5,87 (IV)	8,11 (II)	6,90 (III)	7,26 (III)	0,49 (III)
NSI	8,38 (V)	8,20 (V)	7,66 (V)	7,08 (V)	7,83 (V)	7,82 (V)	0,16 (V)
Samlet							0,25 (IV)
Lyr7 – april 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\hat{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	74	78	64	108	81	143	
N	500	844	415	1384	785,75	3143	
AMBI	2,7	2,8	2,8	2,7	2,8	2,8	
H'_{max}	6,2	6,3	6,0	6,8	6,3	7,2	
J'	0,8	0,7	0,8	0,7	0,8	0,7	
NQI1	0,74 (I)	0,72 (II)	0,72 (I)	0,74 (I)	0,73 (I)	0,74 (I)	0,81 (I)
H'	4,93 (I)	4,45 (I)	4,71 (I)	4,88 (I)	4,74 (I)	4,95 (I)	0,88 (I)
ES_{100}	34,99 (I)	30,28 (I)	33,16 (I)	33,93 (I)	33,09 (I)	34,52 (I)	0,86 (I)
ISI_{2012}	8,21 (II)	8,40 (II)	7,60 (III)	8,62 (I)	8,21 (II)	8,85 (II)	0,74 (II)
NSI	20,72 (II)	20,49 (II)	20,28 (II)	20,85 (II)	20,58 (II)	20,65 (II)	0,66 (II)
Samlet							0,79 (II)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 – 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		

Tabell 39. De ti mest dominerende artene av bløtbunnsfauna tatt på stasjon Lyr2 og Lyr7 i april 2020. Andelen (%) av totalen for hver art er gitt i kolonnen ved siden av artsnavnet. Kumulativ andel (kum %) summerer opp andelene.

Arter Lyr2 – april 2020	%	kum %	Arter Lyr7 – april 2020	%	kum %
<i>Capitella capitata</i> kompl.	83,70	83,70	<i>Thyasira sarsii</i>	18,72	18,72
<i>Ophryotrocha</i> sp.	10,50	94,21	<i>Prionospio cirrifera</i>	11,15	29,87
<i>Malacoceros vulgaris</i>	4,11	98,32	<i>Thyasira flexuosa</i>	7,99	37,86
<i>Microdeutopus anomalus</i>	0,37	98,68	<i>Paramphinome jeffreysii</i>	5,81	43,67
<i>Prionospio plumosa</i>	0,31	99,00	<i>Mediomastus fragilis</i>	4,95	48,63
<i>Glycera alba</i>	0,18	99,18	<i>Ampharete octocirrata</i>	4,38	53,00
<i>Phthisica marina</i>	0,09	99,27	<i>Parexogone hebes</i>	3,13	56,13
<i>Cirratulus cirratus</i>	0,07	99,34	Cirratulidae	3,10	59,23
<i>Naineris quadricuspida</i>	0,07	99,41	<i>Paradoneis lyra</i>	3,10	62,33
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	0,06	99,47	<i>Syllis cornuta</i>	2,56	64,89

Børstemark	Bløtdyr	Pigghuder	Krepsdyr	Andre
------------	---------	-----------	----------	-------

Artsmangfoldet på stasjon Lyr2 varierte mellom 15 og 22 arter per enkeltprøve og samlet ble det registrert 32 arter. Individtallet var svært høyt, med gjennomsnittlig 2464 individer per prøve. Mest tallrik på stasjonen var svært forurensingstolerante flerbørstemark i *Capitella capitata*-artskomplekset (NSI-klasse V), som utgjorde rundt 84 % av individantallet (**tabell 39**). Relativt tallrik var også flerbørstemark i slekten *Ophryotrocha* (NSI-klasse IV), som er tolerante for lavt oksygeninnhold og høyt innhold av organisk materiale i sedimentet, og utgjorde rundt 11 % av den totale faunaen. Den svært forurensingstolerante flerbørstemarken *Malacoceros vulgaris* (tidligere betegnet som *M. fuliginosus*; NSI-klasse V) utgjorde rundt 4 % av det totale individtallet. Ellers var det registrert moderat tolerante arter flerbørstemark, samt flere arter av tanglopper.

Stasjon Lyr7 ble, basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt, klassifisert med tilstandsklasse "god", på grensen til "svært god", etter veileder 02:2018 (**tabell 38**). Alle indeksverdier lå innenfor "svært god" eller "god" tilstand, med unntak av ISI₂₀₁₂ for en prøve, som havnet innenfor "moderat" tilstand. Artsmangfoldet varierte mellom 64 og 108 arter per enkeltprøve og samlet ble det registrert 143 arter. Individtallet var høyt, med gjennomsnittlig 786 individer per prøve. Faunaen på stasjonen var middels dominert av muslingen *Thyasira sarsii* (NSI-klasse IV), som utgjorde rundt 19 % av individantallet på stasjonen. Vanlige arter var også flerbørstemarkene *Prionospio cirrifera* og *Paramphinome jeffreysii* (NSI-klasse III), og muslingen *Thyasira flexuosa* (NSI-klasse III), som henholdsvis utgjorde mellom rundt 11 og 6 % av den totale faunaen. Selv om artene på listen over de ti mest vanlige artene på stasjonen hovedsakelig inneholdt moderat forurensingstolerante arter, var det i tillegg mange sensitive arter på stasjonen.

Bløtbunnsfaunaen på stasjon Fag3, som ligger mellom de to utslippspunktene fra Ytre Sandviken renseanlegg, var markant påvirket av organiske tilførsler. Artsmangfoldet på stasjonen var lavt, mens individtettheten var ekstremt høy i parallell A-C og svært høy i parallell D. Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt ble stasjon Fag3 totalt sett klassifisert med tilstandsklasse "svært dårlig" etter veileder 02:2018 (**tabell 40**). Indeksene viste "svært dårlig" tilstand, med unntak av ISI₂₀₁₂, som lå innenfor "moderat" tilstand. Individantallet varierte mellom 2640 og 8324, med en gjennomsnittlig verdi på 6077. Mest vanlig på stasjonen var svært forurensingstolerante flerbørstemark i *Capitella capitata* artskomplekset (NSI-klasse V), som utgjorde rundt 98 % av det totale individantallet (**tabell 41**). Den svært forurensingstolerante flerbørstemarken *Malacoceros vulgaris* (NSI-klasse V) var nest hyppigst, men utgjorde bare knapt 1 % av den totale faunaen. Det var flere andre forurensingstolerante arter på stasjonen, samt noen arter av tanglopper, som er relativt mobile.

Stasjon Kvr1, som ligger nært det gamle utslippspunktet for renseanlegget Kverneviken, ble klassifisert innenfor tilstandsklasse "god" etter veileder 02:2018 (**tabell 40**). Indeksverdiene for diversitetsindeksene H' og ES₁₀₀ viste "svært god" og "god" tilstand, men indeksverdiene for NQI₁,

ISI₂₀₁₂ og NSI lå innenfor "moderat eller "god" tilstand for enkeltprøvene. Artsmangfoldet varierte mellom 40 og 58 arter per enkeltprøve, og samlet artsantall var på 81 arter. Individantallet per grabbhugg varierte stort, mellom 192 og 781 individ per prøve, og gjennomsnittsverdien var noe høy, med 508 individ. Dominerende på stasjonen var moderat forurensingstolerante flerbørstemark i slekten *Ophryotrocha* (NSI-klasse IV), med rundt 22 % av det totale individtallet (**tabell 41**). Vanlig var også flerbørstemark i artskomplekset *Capitella capitata* (NSI-klasse V) og den moderat forurensingstolerante flerbørstemarken *Prionospio fallax* (NSI-klasse III), som henholdsvis utgjorde rundt 14 og 13 % av det totale individtallet. Ellers var det i prøvene en blanding av moderat tolerante flerbørstemark og muslinger, samt noen få forurensingssensitive arter.

Tabell 40. Artsantall (S), individantall (N), AMBI-indeks, jevnhetsindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, Shannon-Wiener indeks (H'), Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI₂₀₁₂ og NSI i prøvene fra stasjon Fag3 og Kvr1 i april 2020. Middelverdi for grabb A-D er angitt som $\bar{G}$, mens stasjonsverdien for arts- og individantall er angitt som $\bar{S}$. nEQR-verdi er angitt for grabbgjennomsnittet for indekser som inngår vurdering etter veileder 02:2018; nederst i nEQR-kolonnen står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt i henhold til **tabell 5**.

Fag3 – april 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	5	9	11	12	9,25	18	
N	6274	8324	7069	2640	6076,75	24307	
AMBI	6,0	6,0	6,0	5,9	6,0	6,0	
H'max	2,3	3,2	3,5	3,6	3,1	4,2	
J'	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	
NQI1	0,21 (V)	0,26 (V)	0,28 (V)	0,30 (V)	0,26 (V)	0,31 (V)	0,17 (V)
H'	0,20 (V)	0,14 (V)	0,10 (V)	0,23 (V)	0,17 (V)	0,17 (V)	0,04 (V)
ES ₁₀₀	2,15 (V)	2,19 (V)	1,87 (V)	2,96 (V)	2,29 (V)	2,41 (V)	0,09 (V)
ISI ₂₀₁₂	8,08 (II)	4,44 (V)	7,38 (III)	7,25 (III)	6,79 (III)	7,52 (III)	0,48 (III)
NSI	6,93 (V)	6,98 (V)	7,01 (V)	7,26 (V)	7,05 (V)	7,01 (V)	0,14 (V)
Samlet							0,13 (V)
Kvr1 – april 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	41	45	58	40	46	81	
N	781	402	656	192	507,75	2031	
AMBI	4,5	3,9	3,6	3,4	3,8	4,0	
H'max	5,4	5,5	5,9	5,3	5,5	6,3	
J'	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,7	
NQI1	0,54 (III)	0,61 (III)	0,64 (II)	0,66 (II)	0,61 (III)	0,62 (III)	0,58 (III)
H'	3,11 (II)	4,08 (I)	4,43 (I)	4,39 (I)	4,00 (I)	4,19 (I)	0,81 (I)
ES ₁₀₀	17,96 (III)	25,31 (II)	28,10 (I)	30,38 (I)	25,44 (II)	25,63 (II)	0,79 (II)
ISI ₂₀₁₂	8,04 (II)	7,21 (III)	7,97 (II)	7,13 (III)	7,59 (III)	8,24 (III)	0,60 (III)
NSI	14,76 (III)	19,20 (II)	20,39 (II)	19,74 (II)	18,52 (III)	17,91 (III)	0,58 (III)
Samlet							0,67 (II)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		

Tabell 41. De ti mest dominerende artene av bløtbunnsfauna tatt på stasjon Fag3 og Kvr1, april 2020. *P. aff. paucibranchiata* står for *Pseudopolydora aff. paucibranchiata*. Andelen (%) av totalen for hver art er gitt i kolonnen ved siden av artsnavnet. Kumulativ andel (kum %) summerer opp andelene.

Arter Fag3 – april 2020	%	kum %	Arter Kvr1 – april 2020	%	kum %
<i>Capitella capitata</i> kompl.	98,22	98,22	<i>Ophryotrocha</i> sp.	22,30	22,30
<i>Malacoceros vulgaris</i>	0,88	99,11	<i>Capitella capitata</i> kompl.	13,98	36,29
<i>Nebalia</i> sp.	0,33	99,44	<i>Prionospio fallax</i>	12,75	49,04
<i>Ceratia proxima</i>	0,16	99,59	<i>P. aff. Paucibranchiata</i>	7,29	56,33
Actiniaria på grus	0,15	99,74	<i>Prionospio cirrifera</i>	6,79	63,12
<i>Gammarus inaequicauda</i>	0,06	99,80	<i>Prionospio plumosa</i>	3,94	67,06
<i>Tubificoides benedii</i>	0,04	99,84	<i>Glycera alba</i>	2,81	69,87
<i>Ophryotrocha</i> sp.	0,04	99,88	<i>Thyasira flexuosa</i>	2,81	72,67
<i>Idotea neglecta</i>	0,03	99,91	Cirratulidae	2,46	75,14
<i>Naineris quadricuspida</i>	0,03	99,93	<i>Mediomastus fragilis</i>	2,07	77,20

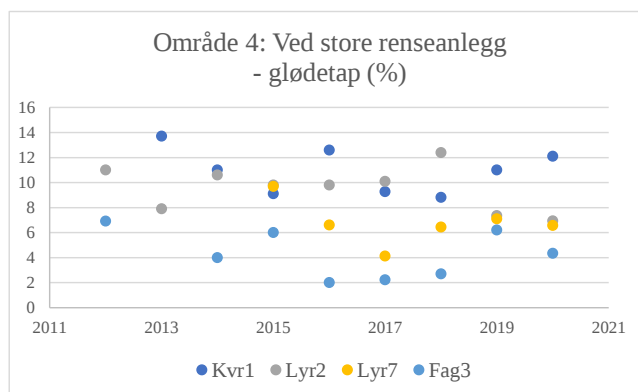
Børstemark	Bløtdyr	Pigghuder	Krepsdyr	Andre
------------	---------	-----------	----------	-------

Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser – Byfjorden hovedrenseanlegg

Holen

Stasjon Lyr2 og Lyr7 er overvåkingsstasjoner for avløpsrenseanlegget Holen på Lyreneset. Lyr7 ligger på større dyp og lenger utenfor neset enn Lyr2, som er plassert i området som før oppgradering av anlegget med sekundærrensing var antatt å fange opp hovedmengden av det partikulære utslippet (se også avsnitt om ROV-undersøkelser lengre nede). På begge stasjonene er det varierende bunnforhold, noe som blir reflektert i varierende resultater for kornfordelingen over tid. TOC-innholdet har blitt undersøkt i perioden 2017-2020. Basert på normalisert TOC har stasjon Lyr2 ligget i "svært dårlig" tilstandsklasse ved alle undersøkelsene, og stasjon Lyr7 har vært i "svært dårlig" tilstandsklasse ved alle undersøkelser unntatt i oktober 2019, da den havnet i "moderat" tilstandsklasse. Denne lavere verdien er trolig grunnet lokale variasjoner heller enn endring over tid. I perioden 2011-2020 har glødetapet på Lyr2 har variert mellom 6,9 % og 12,4 %, mens Lyr7 har variert mellom 4,1 % og 9,7 % (**figur 48**). Glødetapet indikerer lavt til moderat innhold av organisk materiale gjennom perioden, men det er ingen klar utvikling i glødetap over tid på de to stasjonene. Normalisert TOC har, med ett unntak, ligget i "svært dårlig" tilstandsklasse. Innholdet av TOC blir normalisert i forhold til innholdet av finstoff, siden organisk materiale er assosiert med denne sedimentfraksjonen. Høy normalisert TOC viser at sedimentet inneholder mye organisk materiale i forhold til at sedimentet for det meste består av sand på Lyr2 og sand og grus på Lyr7. Dette blir ikke reflektert i glødetapet, siden denne verdien ikke blir sett i forhold til kornfordeling. På Lyr 2 var det noe grovkornet organisk materiale som trolig stammer fra avrenning fra land, som tyder på flere kilder til organisk materiale i sedimentet i området.

Figur 48. Innhold av organisk materiale målt som glødetap i perioden 2012-2020 ved utslipp fra hovedrenseanleggene i område 4, X-aksen viser årstall, y-aksen viser % glødetap i sedimentet. Der det er foretatt målinger både i april og oktober (2016 og 2017) er det benyttet verdiene fra prøvetaking i april.



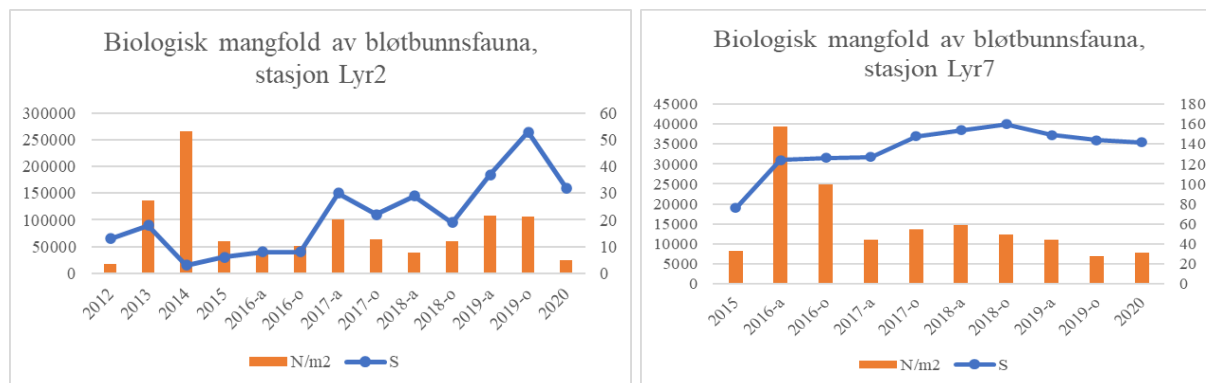
Bunnfauna på stasjonene Lyr2 og Lyr7 er godt undersøkt og har blitt undersøkt en til to ganger i året siden henholdsvis 2012 og 2015 (**tabell 42**). På stasjon Lyr2 lå miljøtilstanden basert på bløtbunnsfauna innenfor tilstandsklasse "dårlig" i april 2020 og stasjonen var dominert av svært forurensingstolerante arter, men det var i tillegg noen få individer av mer sensitive arter i prøvene, noe som ga utslag i ISI₂₀₁₂-verdiene, som viste "moderat" tilstand. Stasjonen, som ligger rundt 120 m i hovedstrømretningen fra utslippspunkt, gjennomgikk i 2014-2016 en periode med svært høyt individantall og lavt biologisk mangfold, hvor den økologiske tilstanden lå innenfor tilstandsklasse "svært dårlig". Denne perioden kan korreleres med periodevis driftsstans av enkelte systemer, når renseanlegget var under oppgradering.

Tabell 42. Sammenligning av antall av arter (S), individer (N), individer per m² og nEQR-verdier for grabbgjennomsnitt (nEQR $\bar{G}$) og stasjonen (nEQR $\bar{S}$) på stasjon Lyr2 og Lyr7 i perioden fra 2012-2020. Antall arter og individer er gitt samlet for stasjonen.

Stasjon	År	Areal (m²)	S	N	N/m²	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
Lyr2	2012	0,5	13	8839	17678	0,28 (IV)	0,27 (IV)
	2013	0,5	18	68128	136256	0,24 (IV)	0,27 (IV)
	2014	0,2	3	26628	266280	0,13 (V)	0,13 (V)
	2015	0,5	6	30215	60430	0,13 (V)	0,15 (V)
	2016-a	0,5	8	18141	36282	0,13 (V)	0,17 (V)
	2016-o	0,5	8	25752	51504	0,12 (V)	0,14 (V)
	2017-a	0,4	30	40338	100845	0,27 (IV)	0,30 (IV)
	2017-o	0,4	22	25503	63758	0,22 (IV)	0,24 (IV)
	2018-a	0,4	29	15239	38098	0,27 (IV)	0,27 (IV)
	2018-o	0,4	19	23702	59255	0,22 (IV)	0,24 (IV)
	2019-a	0,4	37	43352	108380	0,21 (IV)	0,24 (IV)
	2019-o	0,4	53	42141	105353	0,24 (IV)	0,26 (IV)
	2020	0,4	32	9854	24635	0,25 (IV)	0,27 (IV)
Lyr7	2015	0,5	76	4118	8236	0,65 (II)	0,66 (II)
	2016-a	0,5	124	19706	39412	0,65 (II)	0,66 (II)
	2016-o	0,5	126	12451	24902	0,67 (II)	0,68 (II)
	2017-a	0,4	127	4456	11140	0,70 (II)	0,72 (II)
	2017-o	0,4	148	5469	13673	0,70 (II)	0,72 (II)
	2018-a	0,4	154	5919	14798	0,72 (II)	0,71 (II)
	2018-o	0,4	160	4959	12398	0,71 (II)	0,73 (II)
	2019-a	0,4	149	4372	10930	0,80 (I)	0,82 (I)
	2019-o	0,4	144	2805	7013	0,81 (I)	0,82 (I)
	2020	0,4	142	3143	7858	0,79 (II)	0,82 (I)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		

Også i 2019 var individantallet ekstremt høyt, men artsmangfoldet var høyere enn i tidligere år. Mye av det ferske organiske materialet på stasjonen bestod av plantedeler og kom sannsynligvis fra avrenning fra land og ikke fra renseanlegget, og er godt næringsgrunnlag for arter i slekten *Capitella*, som har vært svært tallrike på stasjonen i 2020 og ved tidligere undersøkelser. I 2020 var det totale individantallet lavere enn i 2014-2016 og var på omtrent samme nivå som i 2012 (**figur 49**). Artsmangfoldet var noe lavere i 2020 enn i 2019, men var mer enn dobbelt så høyt enn i 2012. Det nye renseanlegget på Holen vil ved normal drift ikke bidra med tilførsler i form av partikulært organisk materiale til området hvor stasjon Lyr2 ligger. Det kan imidlertid se ut som om området får mye organiske tilførsler fra andre kilder enn renseanlegget, noe som fører til markant dominans av arter som ernærer seg på organisk materiale, og som er tolerante mot lave oksygenkonsentrasjoner i sedimentet. Det vil si at forekomst av forurensingstolerante arter og et relativt lavt biologisk mangfold til en viss grad gjenspeiler

naturlilstanden på stasjonen. Individantallet vil variere betydelig i slike habitater, avhengig av mengden av organiske tilførsler som igjen er avhengig av årstid og nedbørsmengder.



Figur 49. Sammenligning av antall individer per m^2 (N/m^2) og antall arter (S) på stasjon Lyr2 og Lyr7 i perioden 2012-2020. De oransje stolpene viser antall individ for hvert prøvetakings-tidspunkt, mens den blå linjen symboliserer utviklingen av artsdiversiteten over tid.

På stasjon Lyr7, som ligger lengre fra utslippspunktene enn Lyr2, var artsmangfoldet høyt i 2020, men også individtettheten var relativt høy. Det var imidlertid mange forurensingssensitive arter i prøvene og stasjonen lå innenfor tilstandsklasse "god", på grensen til tilstandsklasse "svært god". Indeksverdiene var litt lavere enn i 2019, men ellers høyere enn de andre år i perioden 2015-2018, hvor stasjonen også ble klassifisert innenfor tilstandsklasse "god".

Ytre Sandviken renseanlegg

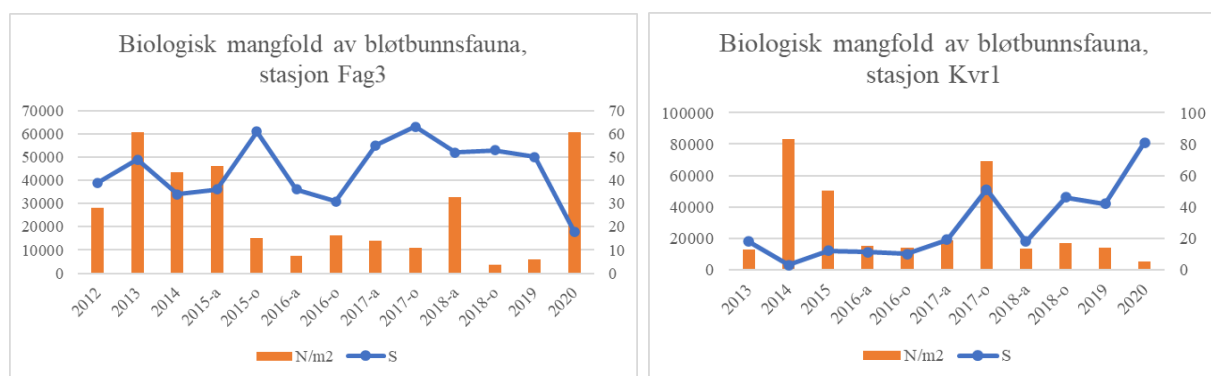
Stasjon Fag3 ligger mellom to utslippspunkt fra renseanlegget, som ligger på henholdsvis rundt 30 m dyp, 20 m nord for Fag3 og rundt 40 m dyp, 10 m sørøst for Fag3. Stasjonen har hatt noe varierende resultater for kornfordeling i perioden 2012-2020, i forhold til innhold av grus, sand og finstoff. Dette indikerer varierende bunnforhold, og det er også vanskelig å få opp prøver i området. Innholdet av TOC ble undersøkt i 2017, 2018 og 2019, og basert på normalisert TOC har stasjonen variert mellom tilstandsklasse "god" og "dårlig", med "god" tilstand i 2020. Glødetapet har i perioden 2012-2020 vært varierende, men generelt lavt, og lå mellom 4 og 6 % (**figur 48**). Det høyeste glødetapet ble målt i 2012, 2015 og 2019.

Miljøtilstanden basert på bløtbunnsfauna lå på stasjon Fag3 innenfor "svært dårlig" tilstand i april 2020, med lavt artsmangfold og ekstremt høyt individantall av en svært forurensingstolerant art. I perioden 2012-2020 har miljøtilstanden på stasjonen stort sett variert mellom tilstandsklasse "moderat" og "dårlig" og stasjonen har vært tydelig påvirket av organiske tilførsler. I 2013 var individantallet på stasjonen omtrent like høyt som i 2020 (**tabell 43, figur 50**), men da havnet stasjonen innenfor "moderat" tilstand, fordi artsmangfoldet i noen av prøvene var betydelig høyere (Kvalø mfl. 2014). I tidligere år var det generelt mer variasjon i prøvene, hvor sedimentkvaliteten varierte betydelig mellom prøvene. I 2020 fikk en derimot opp prøver som alle var relativt like, og på grunn av lett kloakklukt av sedimentet er det sannsynlig at alle disse prøvene representerte nærområdet til utslippet. Prøvene besto av relativt finkornet sand, som muligens ikke har naturlig opphav i området. Det var en del grovt organisk materiale i form av planterester i sedimentet, men relativt lite synlig organisk finstoff, noe som ble bekreftet av de lave TOC-verdiene. Det betyr at det organiske materialet blir brutt ned av bunnfaunaen, slik at det er lite organisk materiale som akkumuleres på overflaten av sedimentet. Det svært høye individantallet i april 2020 i alle grabbhugg indikerer imidlertid at det har vært betydelige tilførsler av organisk materiale i en periode før prøvetaking.

Tabell 43. Sammenligning av antall av arter (S), individer (N), individer per m² og nEQR-verdier for grabbgjennomsnitt (nEQR $\bar{G}$) og stasjonen (nEQR $\bar{S}$) i område 4 i perioden fra 2012-2020. Antall arter og individer er gitt samlet for stasjonen. Ved avvik mellom nEQR-klasse for grabbgjennomsnitt og stasjonen er verdien brukt for klassifisering markert med fet skrift.

Stasjon	År	Areal (m²)	S	N	N/m²	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
Fag3	2012	0,5	39	14058	28116	0,37 (IV)	0,41 (III)
	2013	0,5	49	30263	60526	0,41 (III)	0,39 (IV)
	2014	0,3	34	13063	43543	0,29 (IV)	0,37 (IV)
	2015-a	0,5	13	23054	46108	0,19 (V)	0,20 (IV)
	2015-o	0,5	61	7520	15040	0,42 (III)	0,45 (III)
	2016-a	0,5	36	3657	7314	0,31 (IV)	0,35 (IV)
	2016-o	0,5	31	8136	16272	0,24 (IV)	0,35 (IV)
	2017-a	0,4	55	5520	13800	0,41 (III)	0,42 (III)
	2017-o	0,4	63	4392	10980	0,38 (IV)	0,41 (III)
	2018-a	0,4	52	13110	32775	0,31 (IV)	0,27 (IV)
	2018-o	0,4	53	1453	3633	0,49 (III)	0,47 (III)
	2019	0,4	50	2433	6083	0,40 (III)	0,38 (III)
	2020	0,4	18	24307	60768	0,18 (V)	0,21 (IV)
Kvr1	2013	0,5	18	6334	12668	0,33 (IV)	0,34 (IV)
	2014	0,2	3	8328	83280	0,08 (V)	0,09 (V)
	2015	0,3	12	15024	50080	0,15 (V)	0,18 (V)
	2016-a	0,3	11	4606	15353	0,15 (V)	0,18 (V)
	2016-o	0,3	10	4118	13727	0,15 (V)	0,17 (V)
	2017-a	0,4	19	7523	18808	0,26 (IV)	0,26 (IV)
	2017-o	0,4	51*	27678	69195	0,17 (V)	0,25 (IV)
	2018-a	0,4	18	5237	13093	0,22 (IV)	0,24 (IV)
	2018-o	0,4	46	6641	16603	0,27 (IV)	0,31 (IV)
	2019	0,4	42	5509	13773	0,31 (IV)	0,33 (IV)
	2020	0,4	81	2031	5078	0,67 (II)	0,70 (II)
	nEQR grenseverdier		I – svært god 1,0 – 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0

*En parallell hadde markant høyere artsmangfold enn de andre.



Figur 50. Sammenligning av antall individer per m² (N/m²) og antall arter (S) på stasjon Fag3, Kvr1 og Kvr3 i perioden 2012-2020. De oransje stolpene viser antall individ for hvert prøvetakingstidspunkt, mens den blå linjen symboliserer utviklingen av artsdiversiteten over tid.

Kverneviken renseanlegg

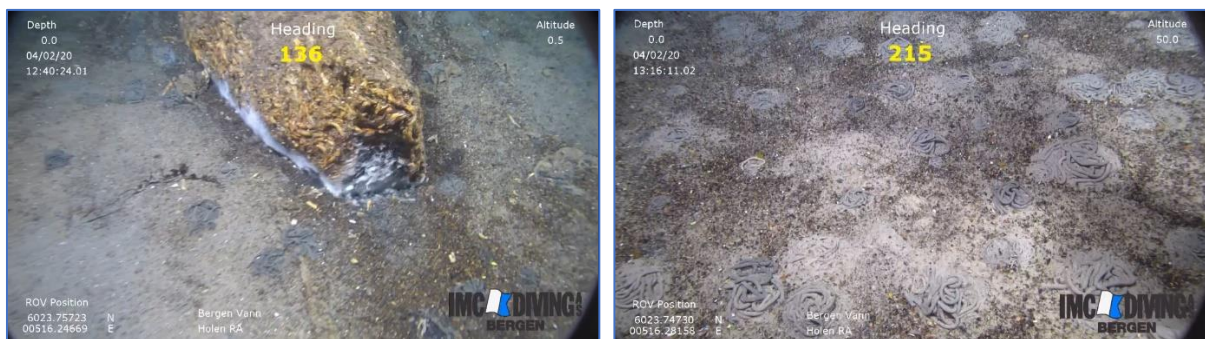
Stasjon Kvr1 og Kvr3 skal overvåke driften på Kverneviken renseanlegg på Tertnes. Stasjon Kvr1 ligger nært det gamle utslippet fra renseanlegget, som de siste årene har blitt brukt kun i korte perioder. Utslippsvannet ble da ikke renset i samme grad som vannet som regulært slippes ut ved det nye utslippspunktet, som ligger nær stasjon Kvr3, men som er ikke undersøkt i 2020.

Stasjon Kvr1 har hatt moderat til høyt glødetap gjennom perioden 2012-2020, og innholdet av normalisert TOC har ligget i "svært dårlig" tilstandsklasse mellom 2017 og 2020 (**figur 48**). I tillegg til utslipp fra avløpet, er stasjonen sannsynligvis også noe påvirket av organisk materiale som kommer fra vassdraget som munner ut i sjøen nær stasjonen.

Artssamfunnet på stasjon Kvr1 var i april 2020 dominert av forurensingstolerante arter, men stasjonen ble likevel klassifisert innenfor "god" tilstand fordi artsmangfoldet var relativt høyt og individantallet kun litt forhøyet. Bløtbunnsfaunaen var dermed betydelig forbedret, sammenlignet med tidligere år i perioden 2012-2020 (**tabell 43, figur 50**). Dette kan ses i direkte sammenheng med at utslippet fra renseanlegget er flyttet fra nærområdet til Kvr1 til lengre ut i fjorden. Sedimentet ved stasjon Kvr1 er fremdeles rikt på organisk materiale, både organisk finstoff som ligger dypere i sedimentet, og plantemateriale som sannsynligvis kommer fra nærliggende vassdrag. Det vil være naturlig at organiske tilførsler til viken hvor stasjonen ligger, varierer noe, og at individantallet av arter som bryter ned organisk materiale kan variere over tid. Det relativt høye artsantallet som ble funnet i april 2020 viser imidlertid til en god regenerasjon av sjøbunnen ved det tidligere avløpsutslippet.

KARTLEGGING AV BUNNFORHOLD MED ROV

Det ble gjennomført en kartlegging av sjøbunnen rundt avløpet fra tre av de store kommunale renseanleggene i Byfjorden: Holen, Ytre Sandviken og Knappen RA. Målet var å dokumentere synlig påvirkning av utslipp fra renseanleggene på sjøbunnen. Synlig påvirkning inkluderer nedslamming med organiske partikler, hvor sjøbunnen er dekket med et lag av brunt finpartikulært materiale. Vedvarende forurensing med organiske partikler kan føre til økt bakterieaktivitet i sedimentet, og det oksygenfattige sedimentet vil da farges gråsvart. Bakteriene i sedimentet danner hydrogensulfid, som siger opp i vannsøylen og langs stein eller rørledninger på sjøbunnen, og nærer sulfidoksiderende bakterier som vises som hvite flekker eller tråder (**figur 51**). Synlig påvirkning på sjøbunnen inkluderer også forsøpling, som har vært et problem før oppgradering av renseanleggene med sekundærrensing. Mest vanlig var plastbiter, samt metall- og tøystykker i forskjellig grad av nedbryting.



Figur 51. Sjøbunn ved Holen avløpsrenseanlegg. Synlig påvirkning ved bakteriefilm på stein og gråfargete fjæremark-hauger (til venstre) og upåvirket sjøbunn med fjæremarkhauger og slør av brunt organisk materiale (planterester).

Påvirkning fra utslipp fra renseanleggene er tradisjonelt overvåket ved sedimentprøvetaking på sjøbunn nær utslippet (50-100 m avstand fra utslippspunkt i hovedstrømretningen) i områder hvor det er sannsynlig at partikulært organisk materiale fra avløpsvannet vil samle seg opp. Ved noen utslipp ble det også undersøkt en tilleggsstasjon som ligger lengre fra utslippet. Under bunnkartleggingen med ROV kjørte vi transekter mellom utslippspunkt og disse overvåkingsstasjonene, og dokumenterte bunnforhold på utvalgte observasjonspunkt i økende avstand fra utslippet og på stasjonene.

Fra hvert avløpsrenseanlegg fører det flere avløpsledninger nedover til et utslippsdyp av rundt 40-45 m. Avløpsvannet slippes imidlertid ut ikke bare på enden av avløpsrøret, men også gjennom diffusoråpninger som er fordelt over 20-30 m mot enden av røret (**figur 52**), hvor den grunneste diffusoråpningen ligger på rundt 30 m dyp. Effekten er at utslippet av avløpsvann blir fordelt over et relativt stort område. I dag er det på grunn av sekundærrensing nesten ingen partikulære utslipp fra Holen RA, Ytre Sandviken RA og Knappen RA. Tidligere ble grovt partikulært materiale i avløpsvannet hovedsakelig sluppet ut på enden av avløpsrøret, mens finpartikulært materiale også ble sluppet ut ved diffusoråpningene. Det ble generelt observert lite synlig påvirkning av sjøbunnen ved diffusoråpninger.



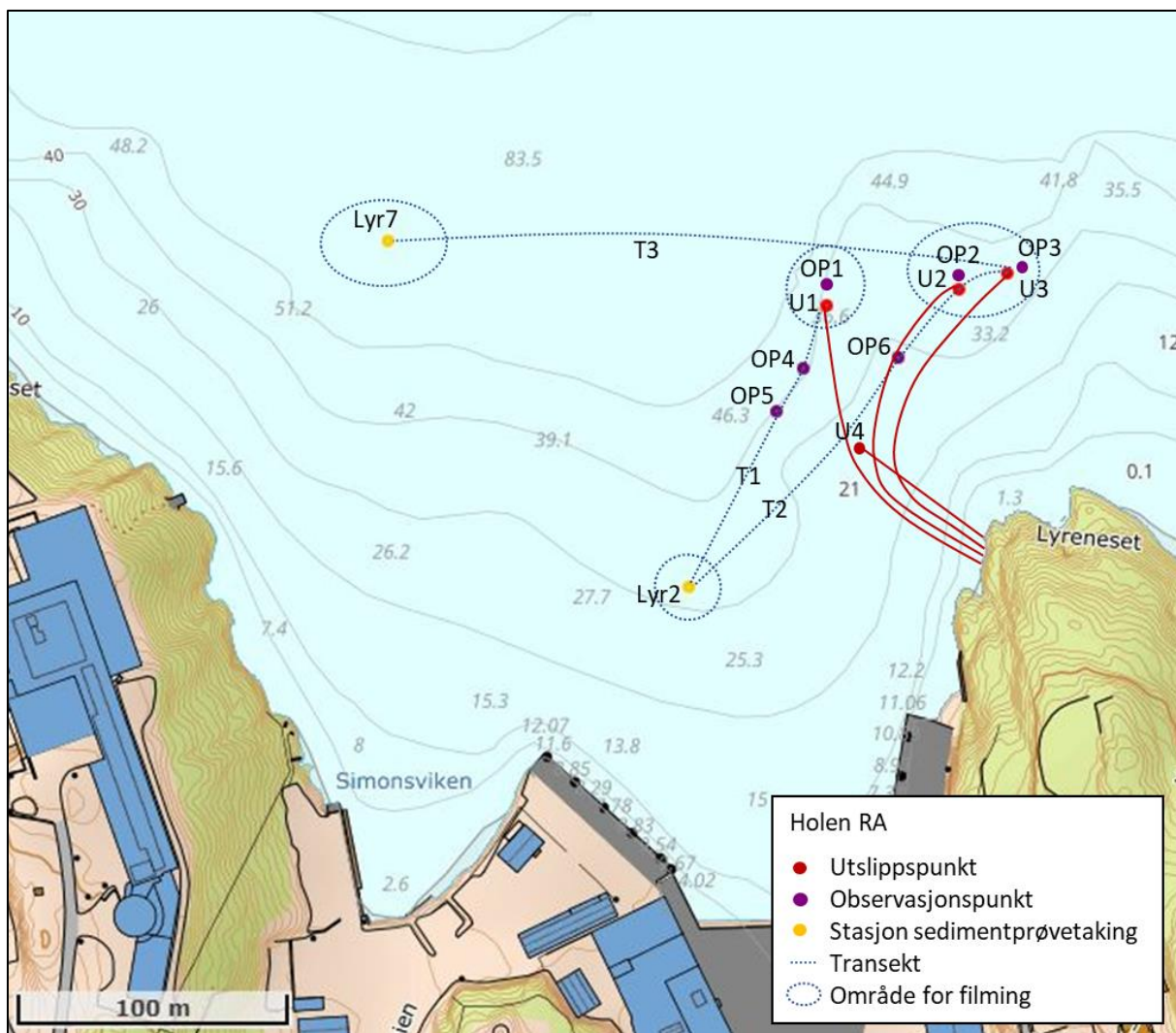
Figur 52. Avløpsrør med diffusoråpninger med aktivt utslipp ved Ytre Sandviken (38 m dyp) og Knappen (40 m dyp).

Holen RA

Det er tre avløpsrør som fører fra renseanlegget nedover langs sjøbunnen til utslippspunkt på rundt 40-45 m dyp (U1, U2, U3) og et rør fra overløpet med utslipp på 27 m dyp (U4) (**figur 53**). Fordelt over de siste 30 m fra enden av hvert rør, er det opptil 6 diffusoråpninger langs sidene av rørene. Utslippsvannet blir derfor fordelt over et relativt stort område. Under filmingen observerte vi ingen større partikler i utslippsvannet. Utslippsvannet var opakt på grunn av forskjell i salinitet og temperatur, og litt brunlig, noe som sannsynligvis kom fra små mengder av veldig finpartikulært materiale.

Ved avløpsrøret lengst vest (U1) var ikke hovedutslippet på 41 m dyp i drift ved undersøkelsen, men tre av diffusor-åpningene hadde utslipp. På enden av røret var det mye påvekst av påfuglmark og sjøpunger. Røret stikker rundt en meter ut over en bratt fjellskråning med mindre sedimenthyller. Det var ingen synlig negativ påvirkning på sedimentet rett ved siden av utslippspunktet eller direkte under utslippspunktet, hvor vi observerte en del fauna av sjøstjerner og sjøanemoner. Ved foten av fjellskråningen, rundt 10-15 m under utslippet (OP1), var det et lite område på rundt 50 m² hvor sjøbunnen viste eldre påvirkning i form av søppel og ansamlinger av døde skjell, samt at det var noe bakterievekst på steiner. Påvirkningen ble observert ned til rundt 56 m dyp. Det var imidlertid også hauger av fjæremark (*Arenicola marina*), som viser at det var liv i sedimentet, og vi observerte rødpulse (*Parastichopus tremulus*), sjøanemoner og sjøpunger.

Det midtre avløpsrøret (U2) var i drift under filmingen, og her kunne en tydelig se avløpsvann som dannet en opak sky både fra diffusor på siden av røret og hovedutslippet på ca. 40 m dyp. Det var mye påvekst av påfuglmark og sjøpunger også på dette røret. Enden av røret lå ved siden av en liten fjellskråning med moderat bunnhelning, og under utslippet var det blandingsbunn. Direkte under utslippet var det en del fauna, inkludert sjøstjerner, sjøanemoner og sjøpunger. Fra rundt 3 m under utslippet og ca. 10 m nedover til rundt 45 m dyp var det en del søppel på sjøbunnen (OP2), men det var også fastsittende fauna og noen fjæremark-hauger. Mellom U2 og U3 var det synlig gammel påvirkning i form av søppel, samt en del døde skjell. Det nordøstlige avløpsrøret (U3) var også i drift under filmingen. Røret hadde påvekst av sjøanemoner, men ingen påfuglmark. Enden av avløpsrøret ligger på bløtbunn og blandingsbunn med slak helning, her var det søppel og døde skjell rundt utslippet.



Figur 53. ROV-kartlegging ved Holen RA. Oversikt over ROV-transekt og områder for filming med ROV rundt utslippspunkt og overvåkingsstasjoner for sedimentprøvetaking.

I området hvor utslippet fra overløpet (U4) ligger, var det bløtbunn som var dekket med et tynt lag brunlig plantemateriale på sedimentoverflaten. Fjæremarkhauger i sedimentet viste at bunnforhold var egnet for gravende fauna. Sjøanemoner og sjøstjerner (korstroll) var vanlige.

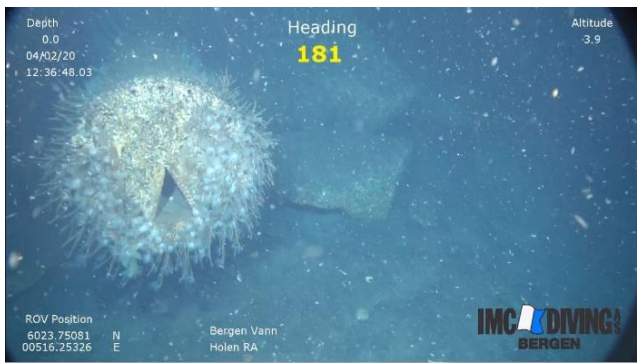
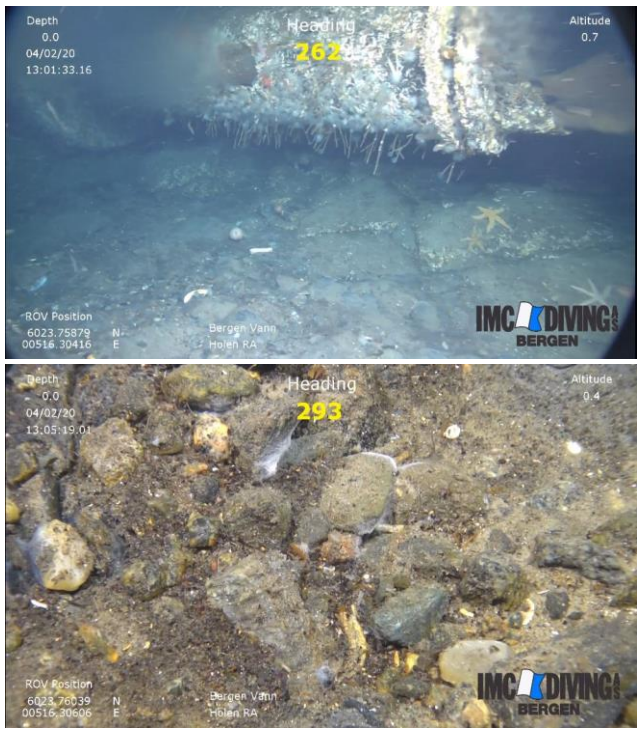
Langs transekt T1, som startet ved utslippspunkt U1 og sluttet ved stasjon Lyr2, ble det observert noe negativ påvirkning på sjøbunnen, i form av bakterievekst på steiner og litt ansamlinger av organisk materiale som så ut som planterester på sedimenthyller. Observasjonspunkt OP4 lå på en større hylle rundt 20 m fra utslippspunkt U1 i hovedstrømretningen mot stasjon Lyr2. Det var bløtbunn på hyllen, med brunlig organisk materiale, bestående av relativt grove partikler på toppen. Det var mange fjæremarkhauger. Flekkvis var sedimentet grå-svart, noe som tyder på lavt oksygeninnhold. På fjellet rett ved siden av observasjonspunktet var det tarmsjøpunger og andre sjøpunger, samt diverse sjøanemoner. Ved observasjonspunkt OP5, 40 m fra utslippet, var det blandingsbunn på en hylle, og her var det også bakterievekst på stein, noe gråsvart sediment og fjæremarkhauger. Nærmere stasjon Lyr2 var det dels fjell og dels bløtbunn, og flere steder var det litt hvitt bakteriebelegg i overgangen mellom sediment og stein.

På stasjon Lyr2 på 35 m dyp var det sediment med høy finstoffandel, som var brunlig i overflaten. Ved oppvirvling av sedimentet så en at det var mange lette brunlige partikler som minnet på planterester. Det var fjæremarkhauger i sedimentet og en del skjellrester.

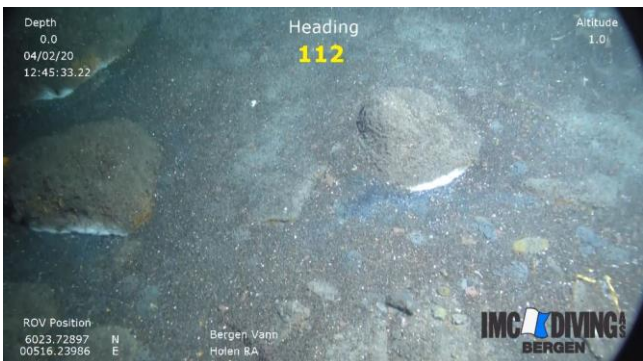
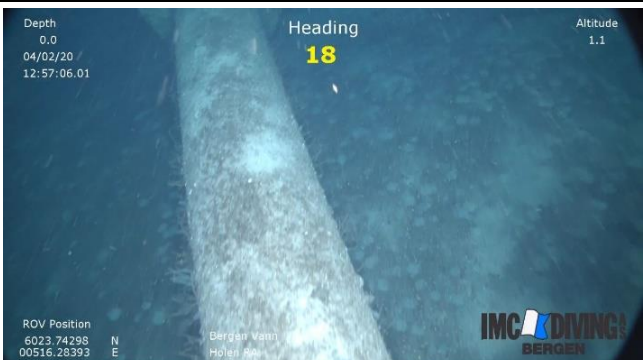
Langs transekt T2, mellom Lyr2 og U2, var det først sedimentbunn som gikk over i fjell og steinbunn, delvis med en del brunt organisk materiale mellom steinene. Det ble observert hvit bakteriefilm i overgangen mellom sediment og stein på flere steder. Fjæremark var svært vanlig på bløtbunn. På krysningspunktet mellom rørledningen og transektet kunne en også se bakteriefilm på rørene hvor de lå på sedimentet. Ved observasjonspunkt OP6, som omfatter avløpsrøret til U2 rundt 35 m fra utslippspunktet samt omliggende sedimentbunn, var det et tynt brunlig lag på sedimentet og mange fjæremark-hauger. På røret var det påvekst av påfuglmark.

Stasjon Lyr7 lå på en hylle dekket med sand på ca. 70 m dyp, som rundt 15 m nord for stasjonen gikk over i steinbunn og bratt fjellskråning. Også rundt 15 m sør for stasjonen var det steinbunn, med stein som kommer fra en skråning litt lengre sør. Sedimentet på stasjonen var lyst med et tynt slør av brunlig organisk materiale på toppen.

Utslippsområdene, observasjonspunkter og prøvestasjoner er nærmere beskrevet her:

Holen	Bilde	Beskrivelse
U1		Vestlige utslippspunkt fra RA 42 m dyp Liten grad av synlig påvirkning. Mye påvekst av påfuglmark og korallnellik på rørenden, blandingsbunn og noe fjell rundt utslippspunktet, bratt skråning med sjøanemoner, sjøpunger og sjøstjerner rett under utslippet.
U2		Midtre utslippspunkt fra RA 40 m dyp Synlig påvirkning. Litt påvekst av påfuglmark, sjøanemoner og sjøpunger på rørenden. Fjell, stein og grus rundt utslippet, sjøstjerner (korstroll) og sjøanemoner rett under utslippet. 1 meter fra utslippet blandingsbunn med brunt organisk materiale, noen svarte flekker og bakterievekst (bilde nederst til venstre), fjæremark i sedimentet.

Holen	Bilde	Beskrivelse
U3		Østlige utslippspunkt fra RA 44 m dyp Synlig påvirkning. Sjøanemoner på rør-enden, blandingsbunn med grus og småstein rundt utslippspunktet, noe brunlig topplag hvor det er sediment, mye søppel
U4		Utslipp fra overløp 27 m dyp Synlig påvirkning. Bløtbunn med brunt organisk topplag av planterester, hvitt lag av bakterier på avløpsrør hvor det er i kontakt med sediment og ved forbindelsene mellom rørsegmenter
OP1		Observasjonspunkt 10 m sør for U1, nedover skråningen 48 m dyp Noe synlig påvirkning. Blandingsbunn, litt søppel, litt nedslammet av brunt finpartikulært materiale.
OP2		Observasjonspunkt 5 m sør for U2, nedover skråningen 42 m dyp Noe synlig påvirkning. Blandingsbunn, mye søppel, litt nedslammet av brunt finpartikulært materiale.

Holen	Bilde	Beskrivelse
OP3		Observasjonspunkt 3 m sør for U3, nedover skråningen 45 m dyp Noe synlig påvirkning. Blandingsbunn med brunt organisk topplag av planterester, fjæremark.
OP4		Observasjonspunkt 20 m vestsør-vest for U1, i hovedstrømretningen 41 m dyp Liten grad av synlig påvirkning. Bløtbunn med brunt organisk topplag av planterester, fjæremark.
OP5		Observasjonspunkt 35 m vestsør-vest fra U1, i hovedstrømretningen 39 m dyp Synlig påvirkning. Blandingsbunn, sediment med brunt organisk topplag av planterester og noen svarte flekker, fjæremark; hvitt bakterielag på stein i overgangen mellom sediment og stein.
OP6		Observasjonspunkt 35 m sørvest for U2 i hovedstrømretningen 28 m dyp Ingen synlig påvirkning. Bløtbunn av lys sand med tynt, brunt organisk topplag av plante-rester, mange fjæremark-hauger.

Holen	Bilde	Beskrivelse
Lyr2		Prøvestasjon (sediment/bunndyr) 100-120 m fra U1-U3 og 80 m fra U4, 35 m dyp Liten grad av synlig påvirkning. Finnstoffrikt sediment med tykt brunt organisk topplag av plantester, fjæremark.
Lyr7		Prøvestasjon (sediment/bunndyr) 150-200 m fra U1-U4 70 m dyp Ingen synlig påvirkning. Bløtbunn av lys sand med slør av brunt organisk topplag av plantester

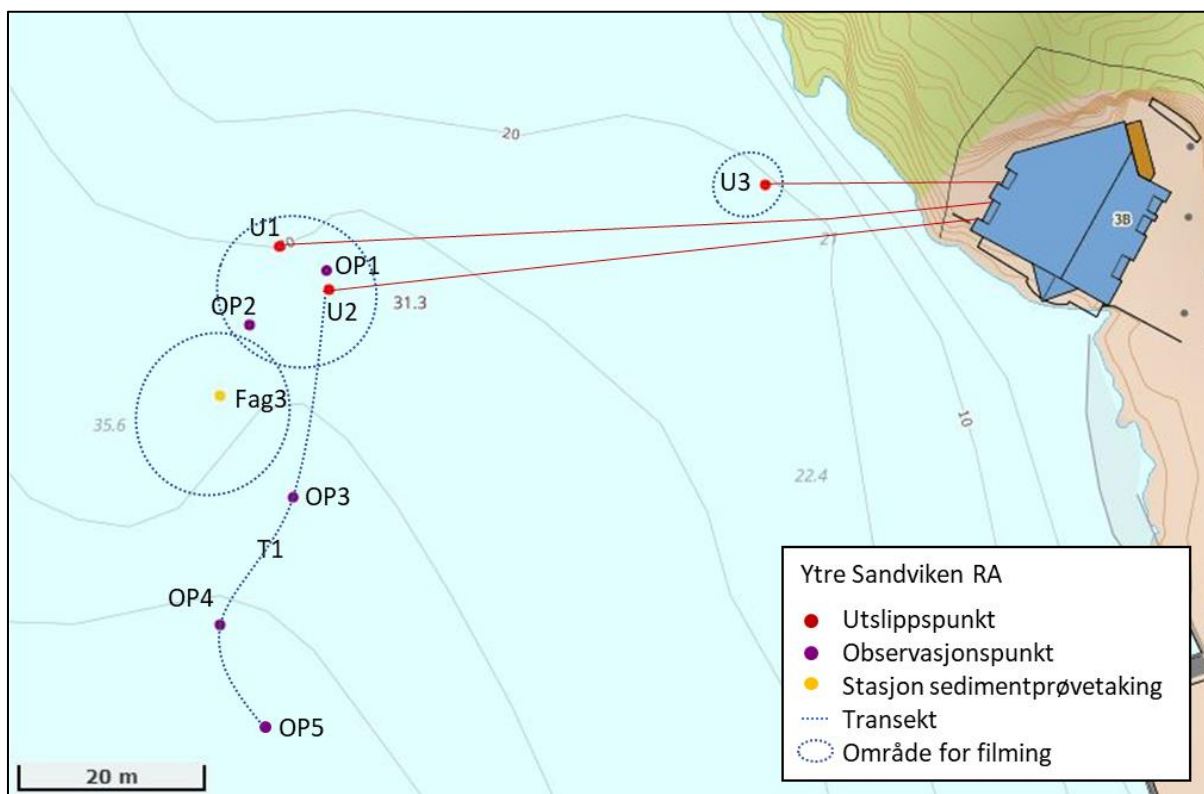
Ytre Sandviken RA

Det er to avløpsrør med utslipp på rundt 40 m dyp (U1, U2), samt et overløp med utslipp på 23 m dyp (U3) (**figur 54**). Den 4.2.2020 var det avløpsvann som kom fra overløpet og fra det sørlige avløpsrøret, mens det nordlige avløpsrøret vart ikke i drift. Avløpsrørene har talrike diffusoråpninger som ligger i en avstand av 3-5 m på mellom 20-40 m dyp. Den største andelen av avløpsvannet blir dermed slippet ut via diffusoråpningene og ikke via hovedutslippet på enden av røret. Rundt diffusoråpningene og hovedutslippspunkt var det rødbrune avsetninger av jernklorid, men ingen synlig forurensing med organiske partikler.

Rundt utslippspunkt U1 er det delvis fjell- og steinbunn og delvis sandbunn med skjellsand i topplaget. Det var ingen synlige tegn på organisk forurensing og ingen søppel. På berget rett ved utslippspunktet var det sjøanemoner, påfuglmark og sjøpunger, samt sjøstjerner av arten sypote. Flere sei og en torsk ble observert i området. På sandbunn i området var det fjæremarkhauger. På observasjonspunkt OP1, fem meter sørøst for utslippspunkt U1 og to meter nord for utslippspunkt U2, var det bløtbunn med skjellsand i topplaget og en blanding av finstoffrikt grått sediment blandet med skjellsand i dypere lag. Dypere lag ble synlig ved å grave med ROVens arm i sedimentet. Overflatelaget var lyst og viste ingen tegn på negativ påvirkning, mens dypere lag var mørkt grå til svart, noe som tyder på høyt organisk innhold og lavt oksygeninnhold, sannsynligvis på grunn av tidligere tilførsler. Rundt 5-15 m sør for utslippspunktet var det en liten flate med fin, lys sand. Observasjonspunkt OP2 ligger på denne flaten, og rundt 10 m fra både U1, U2 og stasjon Fag3, som ligger lengre mot sør. Det var ingen synlig påvirkning fra organiske tilførsler på sedimentet på observasjonspunkt OP2, men det ble ikke gravet opp noe sediment og derfor kan en ikke si noe om dypere sedimentlag. Noen meter sør for observasjonspunktet gikk sandbunnen over i hardbunn.

På posisjonen for stasjon Fag3 på rundt 42 m dyp var det blandingsbunn med sand, stein, grus og døde skjell på en hylle i fjellskråning. Nedover mot sør fra stasjonen var det bratt fjell. Det er sannsynlig at prøver fra Fag3 med fin sand egentlig kommer fra området rundt OP2, som ligger på omtrent samme dybde.

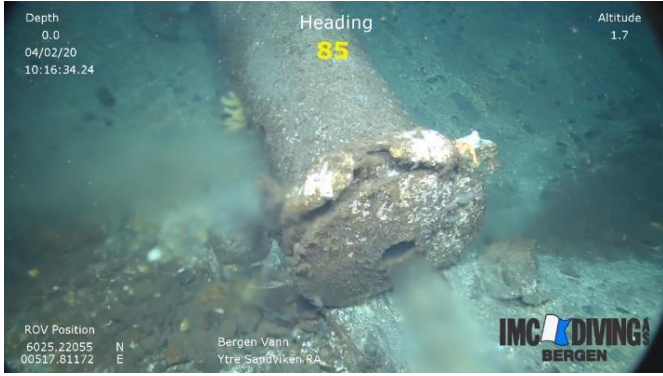
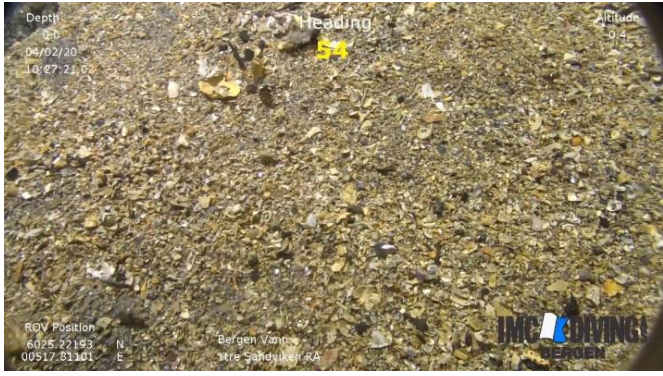
Transekt T2 førte fra utslippspunkt U2 sørover og så litt sørvest nedover skråningen til rundt 80 m dyp. Fra utslippspunktet gikk det rundt 15 m bratt nedover med fjell- og steinbunn. Observasjonspunkt OP3 ligger 20 m fra U2 på en liten flate med blandingsbunn med sand, grus og skjellrester. Her var det litt småsøppel (plastbiter, tråd, tekstil), men sedimentet var lyst med kun litt organisk materiale i form av relativt store partikler og planterester på toppen. Transektet gikk lenger nedover en renne med bløtbunn med mye søppel og skjellrester. På observasjonspunkt OP4, rundt 40 m fra utslipp U2, var det mye søppel som delvis hadde den rød-brune fargen av jernoksyd på sedimentoverflaten. I dypere sedimentlag var det brunlig finstoff, som tydet på at det ikke er lave oksygenkonsentrasjoner i sedimentet. Også lenger nedover til rundt 80 m dyp var det søppel, delvis store metalleder, tøystykker og annet. Observasjonspunkt OP5 ligger på 77 m dyp. Her var det lys sandbunn, men blandet med gammel søppel. Oppvirvling med ROVs arm viste at det var en del finstoff i sedimentet, som var lys brunt.

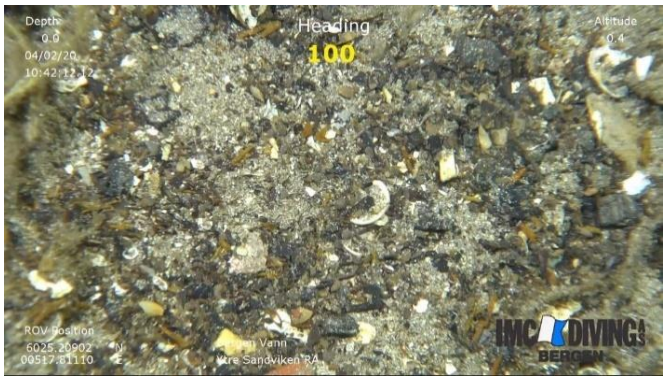
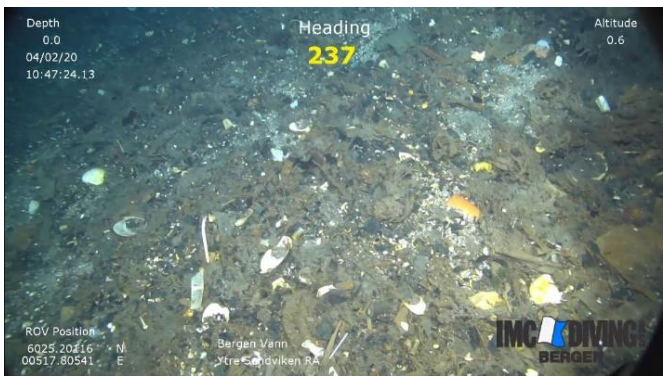


Figur 54. ROV-kartlegging ved Holen RA. Oversikt over ROV-transekt og områder for filming med ROV rundt utslippspunkt og overvåkingsstasjoner for sedimentprøvetaking.

Utslippsområdene, observasjonspunkter og prøvestasjoner er nærmere beskrevet her:

Ytre Sandv.	Bilde	Beskrivelse
U1		Utslipp nord fra RA 41 m dyp Noe synlig påvirkning. Noe jernoksid på fjellet, flere sjøanemoner rett ved utslippet.

Ytre Sandv.	Bilde	Beskrivelse
U2		Utslipp sør fra RA 39 m dyp Synlig påvirkning. Jernoksid på sediment og grus, noen svarte flekker i sedimentet, hardbunnsfauna og fjæremarkhauger innenfor 1 m fra utslippet.
U3		Utslipp overløp 23 m dyp Synlig påvirkning. Svarte og hvite flekker på sedimentet rett utenfor utslippet.
OP1		Observasjonspunkt mellom utslippspunkt U1 og U2 39 m dyp Noe synlig påvirkning. Finkornet grå til svart sand med tynt overflatelag av lys skjellsand.
OP2		Observasjonspunkt 10 m sør for U1 og U2 42 m dyp Noe synlig påvirkning. Lys sand med noe skjellsand på toppen, noen grå-svarte flekker.

Ytre Sandv.	Bilde	Beskrivelse
Fag3		Prøvestasjon (sediment/bunndyr) 42 m dyp Noe synlig påvirkning. Blandingsbunn med skjellsand, grus og stein, noe søppel og døde skjell, litt brunt organisk materiale på sedimentoverflaten.
OP3		Observasjonspunkt 20 m sør for U2 56 m dyp Noe synlig påvirkning. Blandingsbunn med grus og lyst sediment, planterester, litt søppel.
OP4		Observasjonspunkt 35 m sør for U2 67 m dyp Noe synlig påvirkning. Lyst finstoffrikt sediment med noe skjellsand og grus, finstoff brunlig, mye søppel.
OP5		Observasjonspunkt 77 m dyp Noe synlig påvirkning. Lyst finstoffrikt sediment med noe skjellsand og grus, brunlig finstoff, mye søppel.

Knappen RA

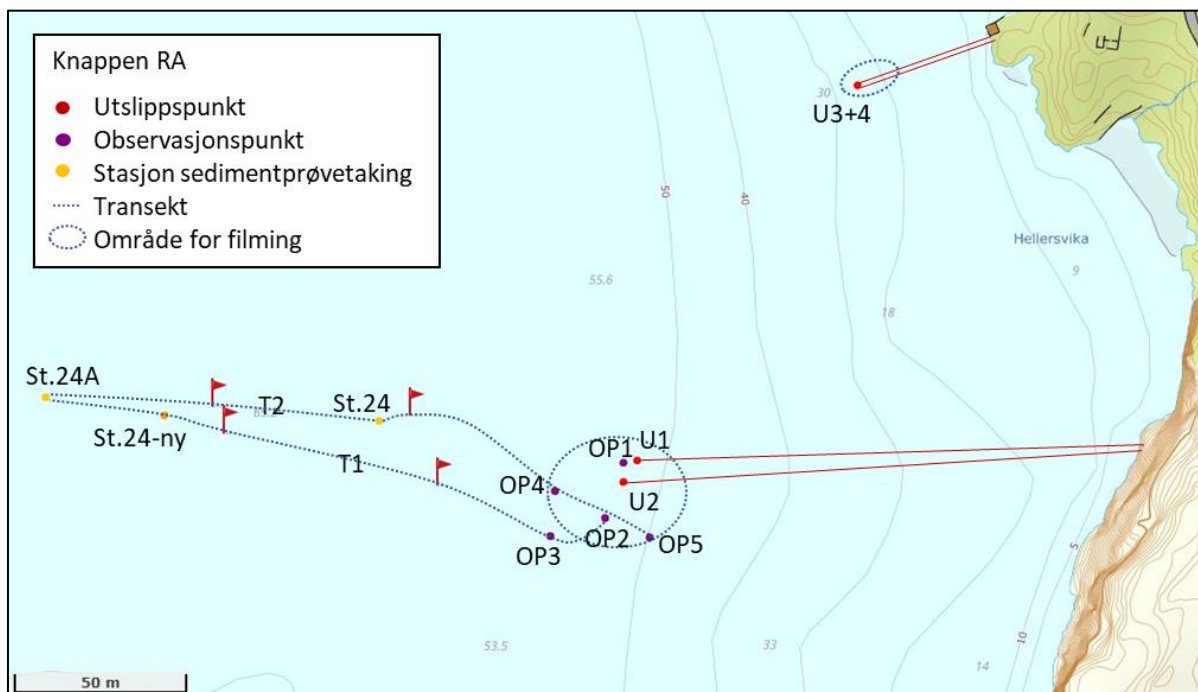
Det er to avløpsrør fra renseanlegget (**figur 55**), som går nedover en fjellskråning til rundt 50 m dyp. Endene stikker flere meter ut over en bratt fjellvegg. Utslippspunktene U1 og U2 ligger dermed rundt 12 m over sjøbunnen. Rørene hadde tett påvekst av diverse organismer, hvor stortare og tarmsjøpunger dominerte til rundt 15 m dyp, mens påfuglmark, korallnellik, kalksvamper og tarmsjøpunger var svært vanlig på 30-50 m dyp. Rørene har flere diffusoråpninger fra rundt 30 m dyp og nedover. Avløp U1 var tett i enden, men diffusoråpningene slapp ut avløpsvann under filmingen. Ved avløp U2 var det noe utslipp også på enden av røret, men åpningen var omtrent like stor som en diffusor-åpning. I tillegg til de to avløpsrør fra renseanlegget finnes det to rør fra overløp (U3, U4) som ligger nord for renseanlegget. Rørene ligger parallelt med liten avstand og har dermed et felles utslippspunkt på rundt 28 m dyp. Det var ingen utslipp fra overløpet under filmingen. Transekt T1-T3 krysset to sjøkabler og posisjon for krysningspunktene er vist i **figur 55**.

Sjøbunnen på 63 m dyp rett under de to utslippene, U1 og U2, (OP1) bestod av finkornet sediment med et tynt overflatelag av brunt finpartikulært organisk materiale; det var litt søppel blandet med sedimentet. Oppvirvling av sedimentet viste at finstoffet også i dypere lag var lyst brunt. På observasjonspunkt OP2, rundt 15 m sør for U2, og OP4, ca. 20 m vest for U2, var sedimentet likt som på OP1. På observasjonspunkt OP5, ca. 20 m sørøst for utslippspunktene, var det på rundt 60 m dyp blandingsbunn med stein og sediment, og også her var det et brunt, organisk lag på sjøbunnen, samt litt søppel.

Transekt T1 førte fra observasjonspunkt OP2 mot vestnordvest mot en foreslått prøvetakingsstasjon St.24A. Observasjonspunkt OP3 ligger ca. 35 m fra utslippspunkt U2. Her var det på 64 m dyp blandingsbunn med grus og finstoffrikt sediment. Sjøbunnen virket ikke påvirket av organiske utslipp og det var ingen søppel på sjøbunnen. Det var bløtbunn med finkornet sediment frem til ca. 20 m øst for St.24A, hvor det var steinblokker og stein, samt små flekker med sediment. **Figur 55** viser alternativ posisjon for en sedimentstasjon i området (St.24-ny).

Transekt T2 førte fra St.24A mot øst til St.24, en sedimentstasjon som tidligere ble brukt for overvåking av miljøtilstanden på sjøbunnen ved Knappen RA, og videre mot utslippspunktene. Det var ingen synlig påvirkning på sjøbunnen før en kom til observasjonspunkt OP4.

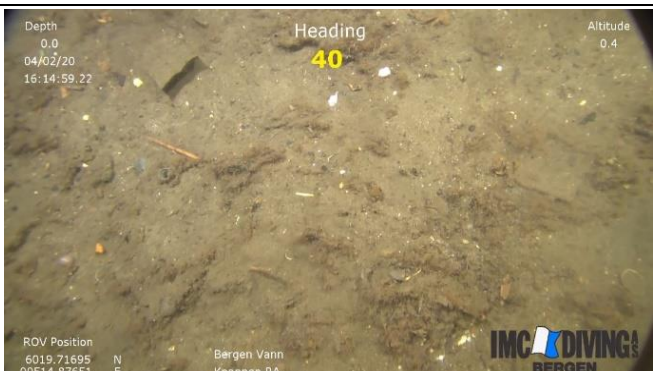
Ved utslippspunktene av overløpet (U3 og U4) ble det filmet kun direkte ved rørene. Her var det ingen synlig påvirkning fra utslipp.

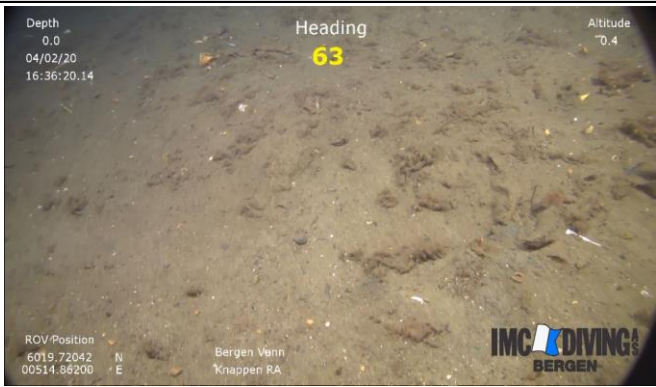


Figur 55. ROV-kartlegging ved Holen RA. Oversikt over ROV-transekt og områder for filming med ROV rundt utslippspunkt og overvåkingsstasjoner for sedimentprøvetaking. Rødt flagg markerer posisjoner hvor sjøkabel ble registrert.

Utslippsområdene, observasjonspunkter og prøvestasjoner er nærmere beskrevet her:

Knappen	Bilde	Beskrivelse
U1		Nordlig utslipp fra RA 49 m dyp Ingen synlig påvirkning. Ligger rundt 12 m over bunn, tett endeåpning, mye påvekst av påfuglmark, sjønellik og sjøpunger.
U2		Sørlig utslipp fra RA 49 m dyp Ingen synlig påvirkning. Ligger rundt 12 m over bunn, Nesten tett endeåpning, mye påvekst av påfuglmark, sjønellik og sjøpunger.

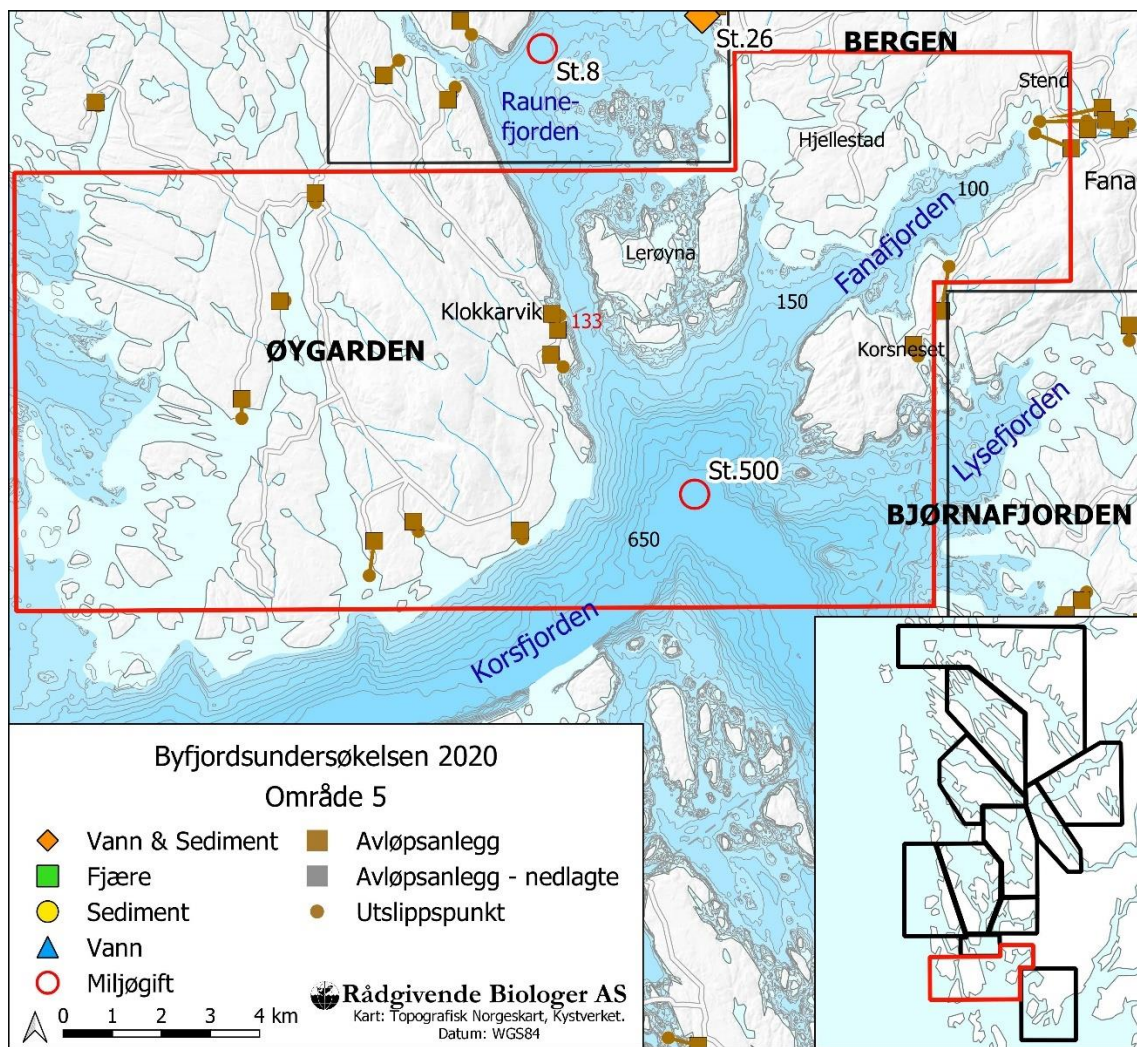
Knappen	Bilde	Beskrivelse
U3+U4		To utslippsrør fra overløp 28 og 26 m dyp Ingen synlig påvirkning rett ved røråpningene. Bratt fjell under røråpningene, mye påvekst av fauna på rør.
OP1		Observasjonspunkt under U1 og U2 63 m dyp Lite synlig påvirkning. Bløtbunn med finnstoffrikt sediment, tynt overflatelag av brunt organisk finstoff, noe søppel.
OP3		Observasjonspunkt 64 m dyp Noe synlig påvirkning. Bløtbunn med finnstoffrikt sediment blandet med noe grus, veldig tynt overflatelag av brunt organisk finstoff.
OP2		Observasjonspunkt 15 m sør for U2 63 m dyp Noe synlig påvirkning. Bløtbunn med finnstoffrikt sediment, overflatelag av brunt organisk finstoff, noe søppel.

Knappen	Bilde	Beskrivelse
OP4		Observasjonspunkt 64 m dyp Noe synlig påvirkning. Bløtbunn med finnstoffrikt sediment, overflatelag av brunt organisk finstoff, noe søppel.
St.24A		Prøvestasjon (sediment/bunndyr), foreslått for fremtidig grabbing, 65 m dyp Ingen synlig påvirkning. Hardbunn og blandingsbunn, lite egnet for grabbing.
St.24		Prøvestasjon (sediment/bunndyr), må gis opp på grunn av sjøkabel 64 m dyp Ingen synlig påvirkning. Bløtbunn med finnstoffrikt sediment.

OMRÅDE 5 – KVITURDVIKS- OG VÅGSBØPOLLEN, FANAFJORDEN, KORSFJORDEN OG SØRLIGE DELER AV SUND

OMRÅDEBESKRIVELSE

Område 5 omfatter den sørøstligste delen av Korsfjorden og Fana fjorden i Bergen kommune, den sørligste delen av Raunefjorden, og sørvestlige deler av sjøområder i Øygarden (tidligere Sund) kommune (figur 56).



Figur 56. Kart over område 5 med prøvestasjoner og alle registrerte avløpsanlegg inntegnet. Utvalgte dybdepunkt og terskler er markert med henholdsvis kursiv og rød skrift.

I 2020 var det bare en stasjon, St.500, som ble undersøkt, og denne ble undersøkt for kornfordeling, TOC og miljøgifter. Stasjonen ligger i Korsfjorden.

Tabell 44. Oversikt over stasjoner, samt posisjoner, dyp og dato for prøvetaking av sediment (Sed.) og miljøgifter (MG) for område 5.

Stasjon	Posisjon EUREF 89, UTM 32N	Dyp (m)	Prøvetakingsprogram 2020		
			Dato	Sed.	MG
St.500	289932/6679057	675	22.04.20	x	x

UTSLIPP OG RENSEANLEGG

Det er flere mindre kommunale og private avløpsanlegg i tidligere Sund kommune, ved Klokkekarvik og i indre deler av Austefjorden/Vågen. Innerst i Fanafjorden er det kun private avløpsanlegg.

Det er i tillegg tre oppdrettsanlegg tilknyttet område 5, der to anlegg med maksimal tillatt biomasse (MTB) på 1560 tonn ligger vest i Korsfjorden, og et anlegg med MTB på 4680 tonn ligger like sør for Lerøyna. Samlet for område 5 gir dette et utslipp på maksimalt 156 000 *pe*, hvorav 93 600 *pe* er fra anlegget ved Lerøyna. Dette tilsvarer et teoretisk maksimalt fosforutslipp på 88,5 tonn for område 5 samlet for et år med maksimal produksjon i alle anlegg.

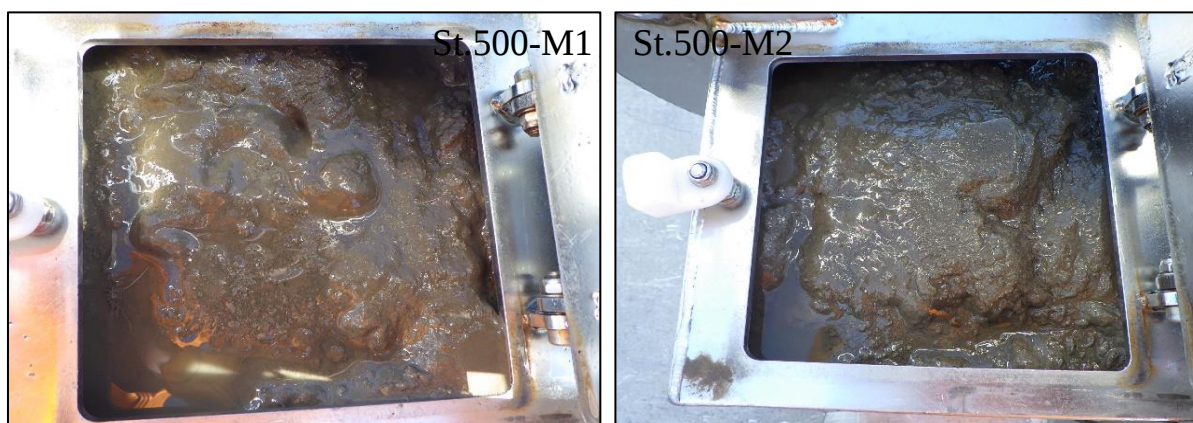
SEDIMENT

Sedimentkvalitet

Sedimentet på St.500 bestod av en såle av leire med silt på toppen (**tabell 45, figur 57**). For feltbeskrivelse og vurdering av kjemisk tilstand basert på oksygeninnhold i sedimentet (E_h) og surhet av sedimentet (pH) se **tabell 45**.

Tabell 45. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på stasjon St.500. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/ E_h) etter NS 9410:2016.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)	Tykkelse (cm)	Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E_h (mV)	Tilstand
St.500	M1	Ja	13	16	S	Prøvene var grå med brunlig overflate, luktfri, med myk konsistens og bestod av en såle av leire, med silt på toppen.	7,60	404	1
	M2	Ja	13	16	S		-	-	-
	M3	Nei	8	10	S		-	-	-



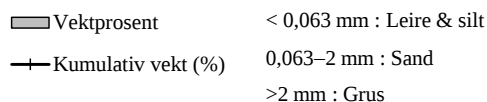
Figur 57. Sedimentprøver fra St.500 i område 5. Stasjon og parallell er også gitt på bildene.

Kornfordeling og kjemi

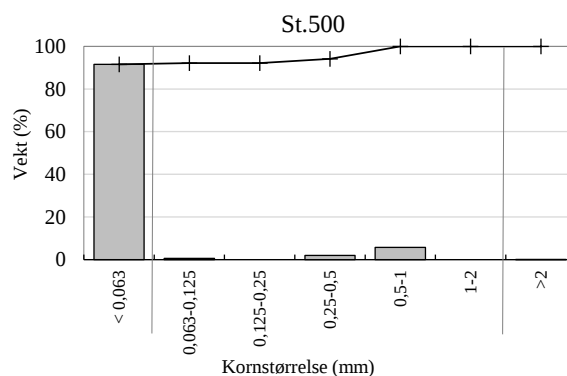
Sedimentet fra stasjonen bestod nesten bare av finstoff (silt og leire) (**tabell 46, figur 58**) og hadde lavt innhold av normalisert TOC, tilsvarende tilstandsklasse "god".

Tabell 46. Kornfordeling, organisk innhold som % glødetap og normalisert TOC fra stasjon St.500 i område 5. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	nTOC (mg/g)
St.500	91,5	8,4	0,1	24,4 (II)



Figur 58. Kornfordeling for St.500 i område 5. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sedimentfraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

*Miljøgifter*

Innholdet av tungmetaller var generelt lavt på St.500, innenfor tilstandsklasse "god" eller "bakgrunn", med unntak av sink, som var noe høyt og lå innenfor "moderat" tilstand (**tabell 47**). Det var høyt eller noe høyt innhold av de fleste undersøkte PAH-forbindelsene med verdier innen "dårlig" eller "moderat" tilstand og innholdet av $\sum$ PAH 16 EPA, tilsvarte tilstandsklasse "dårlig". Innholdet av $\sum$ PCB7 lå innenfor "moderat" tilstand. Konsentrasjonen av flere PAH-forbindelser og $\sum$ PCB7 lå over grenseverdien for prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer.

Innholdet av miljøgifter har ikke tidligere blitt undersøkt på denne stasjonen. Stasjonen ligger i et dypområde i den sentrale delen av Korsfjorden. Det er ingen industriområder rundt Korsfjorden, men det har tidligere vært et utslipp fra avfallsdeponiet i Rådalen til Fanafjorden, som munner ut i Korsfjorden. I tillegg vil menneskelig aktivitet, inkludert båttrafikk og avrenning fra trafikkerte veier være en kilde til miljøgifter. Organiske miljøgifter er ofte bundet til organisk materiale eller andre finpartikler som ofte avsettes i dype områder. Det er relativt vanlig at PAH-forbindelser og PCB blir funnet i marine sedimenter, og disse miljøgiftene stammer fra ulike kilder og kan være forholdsvis langtransportert.

Tabell 47. Innhold av miljøgifter på St.500. Farge og romertall henviser til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016. Blå: I = "bakgrunn", grønn: II= "god", gul: III= "moderat", oransje: IV= "dårlig" og rød: V= "svært dårlig". Grenseverdi henviser til grenseverdi for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer eller grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Verdier som er høyere enn grenseverdien er markert med fet skrift.

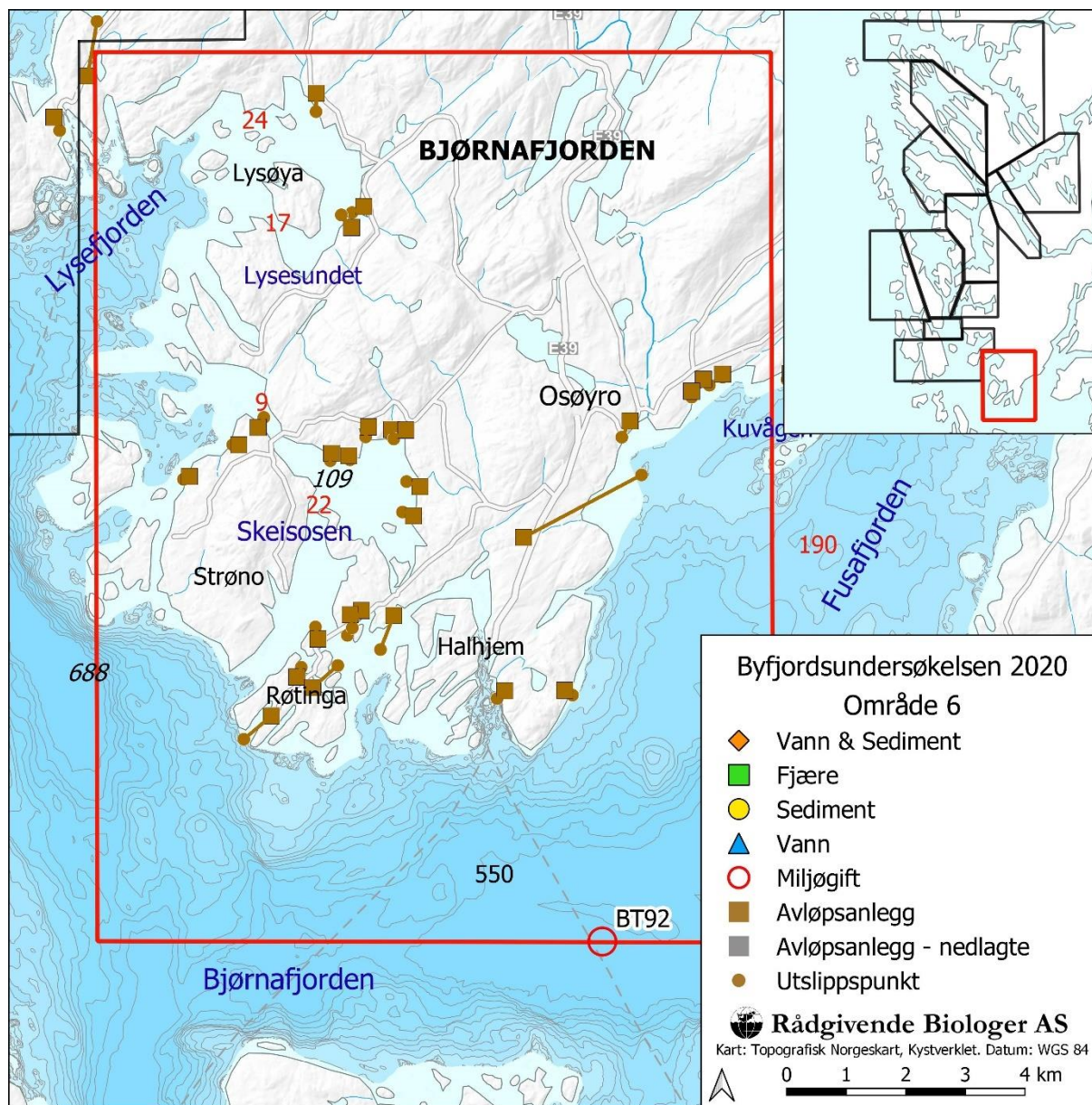
Stoff	Enhet	St.500	Grenseverdi
Bly (Pb)	mg/kg	61 (II)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,084 (I)	2,5
Kobber (Cu)	mg/kg	23 (II)	84
Krom (Cr)	mg/kg	44 (I)	620
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,162 (II)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	33 (II)	42
Sink (Zn)	mg/kg	150 (III)	139
Naftalen	µg/kg	20,9 (II)	27
Acenaftylen	µg/kg	36,9 (III)	33
Acenaften	µg/kg	21,8 (II)	100
Fluoren	µg/kg	35,3 (II)	150
Fenantren	µg/kg	210 (II)	780
Antracen	µg/kg	146 (IV)	4,6
Fluoranten	µg/kg	1130 (IV)	400
Pyren	µg/kg	866 (IV)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	750 (IV)	60
Krysen	µg/kg	648 (IV)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	945 (IV)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	480 (IV)	140
Benzo[a]pyren	µg/kg	1240 (IV)	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	852 (IV)	63
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	183 (III)	27
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	884 (IV)	84
Σ PAH 16 EPA	µg/kg	8450 (IV)	
PCB # 28	µg/kg	0,7	
PCB # 52	µg/kg	0,84	
PCB # 101	µg/kg	1,4	
PCB # 118	µg/kg	0,6	
PCB # 138	µg/kg	0,65	
PCB # 153	µg/kg	1,23	
PCB # 180	µg/kg	0,25	
Σ PCB 7	µg/kg	5,65 (III)	4,1
Tributyltinn (TBT)	µg/kg	<2,4 (II)	35*

* Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

OMRÅDE 6 – OS

OMRÅDEBESKRIVELSE

Område 6 omfatter Lysefjorden og deler av Bjørnafjorden og Fusafjorden (**figur 59**). Området ligger hovedsakelig i tidligere Os kommune, samt i deler av Bergen kommune.



Figur 59. Kart over område 6 med prøvestasjoner og alle registrerte avløpsanlegg inntegnet. Utvalgte dybdepunkt og terskler er markert med henholdsvis kursiv og rød skrift.

Hovedfjordene rundt Os er store og dype, med god utskifting og gode oksygenforhold. Fusafjorden er 445 m på det dypeste ved Hatvik, og har en terskel ut mot Bjørnafjorden på ca. 190 m, sørøst for Osøyro (**figur 59**). Dybdene videre er stort sett mellom 450 og 650 m i Bjørnafjorden, nordover forbi Lysefjorden og gjennom Korsfjorden ut mot Nordsjøen i vest.

Ved årets gransking ble stasjon BT92 i Bjørnafjorden undersøkt for kornfordeling, TOC og miljøgifter (tabell 48).

Tabell 48. Oversikt over stasjoner, samt posisjoner, dyp og dato for prøvetaking av sediment (Sed.) og miljøgifter (MG) for område 6.

Stasjon	Posisjon EUREF 89, UTM 32V	Dyp (m)	Prøvetakingsprogram 2020		
			Dato	Sed.	MG
BT92	303602/6668265	520	22.04.20	x	x

UTSLIPP OG RENSEANLEGG

Os kommune startet i 2014 bygging av nytt hovedavløpsrenseanlegg (OHARA), som er et fjellanlegg i Liafjell vest for Osøyro, med utslipp til Bjørnafjorden. Anlegget hadde en tilknytning på 12 500 *pe* ved oppstart i oktober 2019, og en forventer en økning til opptil 20 000 *pe* i 2025, når Skeisleira og Søvik renseanlegg skal tilknyttes systemet. OHARA er bygget med en maksimal kapasitet på ca. 50 000 *pe*.

Innenfor område 6 er det to oppdrettsanlegg for laks, med en samlet maksimalt tillatt biomasse (MTB) på 6240 tonn (tilsvarer maksimalt ca. 130 000 *pe*, omregning i henhold til Tveranger mfl. 2009). Et av disse er lokalisert ved utløpet av Lysefjorden og ett i Bjørnafjorden sørøst for Røtinga. Videre innover Fusafjorden og fjordsystemene innenfor er det i tillegg 11 oppdrettsanlegg i sjø og tre settefiskanlegg på land, med en samlet MTB på 22 140 tonn (samlet ca. 450 000 *pe*).

SEDIMENT

Sedimentkvalitet

Sedimentet på stasjon BT92 var rikt på finstoff og svært mykt (tabell 49, figur 60). Sedimentet hadde lik konsistens i alle prøver. For feltbeskrivelse og vurdering av kjemisk tilstand basert på oksygeninnhold i sedimentet (E_h) og surhet av sedimentet (pH) se tabell 49.

Tabell 49. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på stasjon BT92. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/ E_h) etter NS 9410:2016.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)	Tykkelse (cm)	Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E_h (mV)	Tilstand
BT92	M1	Ja	11	13	S	Svært mykt, luktfritt og brungrått sediment med brunlig overflate som hovedsakelig består av silt.	7,50	320	1
	M2	Ja	12	15	S		-	-	-
	M3	Ja	13	16	S		-	-	-



Figur 60. Sedimentprøver fra BT92 i område 6. Stasjon og parallell er også gitt på bildene.

Kornfordeling og kjemi

Sedimentet fra stasjonen bestod omtrent bare av finstoff (silt og leire), hvor sand og grus utgjorde bare 1 % av sedimentet (**tabell 50, figur 61**). Sedimentet hadde lavt innhold av organisk materiale med normalisert TOC, tilsvarende tilstandsklasse "god".

Tabell 50. Kornfordeling og normalisert TOC fra stasjon BT92 i område 6. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	nTOC (mg/g)
BT92	98,7	0,7	0,3	21,5 (II)

Figur 61. Kornfordeling for BT92 i område 6. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sediment-fraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

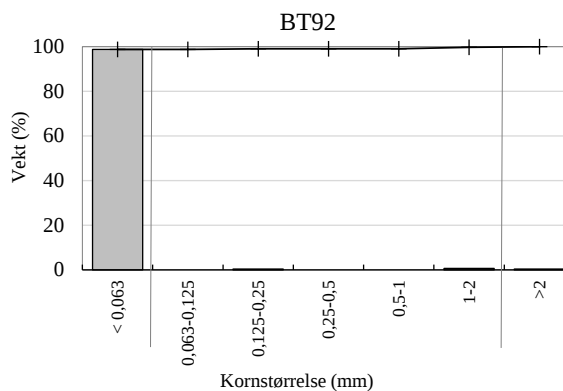
< 0,063 mm : Leire & silt

0,063–2 mm : Sand

> 2 mm : Grus

█ Vektprosent

—+— Kumulativ vekt (%)



Miljøgifter

Innholdet av tungmetaller på BT92 var lavt, med konsentrasjoner innen "bakgrunn" eller "god" tilstand (**tabell 51**). Innholdet av de fleste PAH-forbindelsene og Σ PAH16 var relativt lave, tilsvarende tilstandsklasse "god" eller "bakgrunn". Enkelte forbindelser var over grenseverdien for prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer. Innholdet av indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo[ghi]perylene var høyt og lå innenfor "dårlig" tilstand, og innholdet av antracen lå i "moderat" tilstand. Innhold av Σ PCB7 og TBT lå innenfor "moderat" tilstand.

Stasjonen ligger i et dypområde i den sentrale delen av Bjørnafjorden, mellom Halhjem og Våge. I områdene rundt Osøyro er det mye bebyggelse og ulike bedrifter, og det er flere kommunale avløp med utslipp til Bjørnafjorden og Fusafjorden og det er et område med mye båtrafikk og flere kaier. Menneskelig aktivitet, inkludert båtrafikk og avrenning fra trafikkerte veier kan være en kilde til miljøgifter i området. Organiske miljøgifter som PAH-forbindelser er ofte bundet til organisk materiale eller andre finpartikler som ofte avsettes i dype områder. Det er relativt vanlig at PAH-forbindelser og PCB blir funnet i marine sedimenter, og disse miljøgiftene stammer fra ulike kilder og kan være

forholdsvis langtransportert. Innholdet av miljøgifter er ikke tidligere undersøkt på denne stasjonen.

Tabell 51. Innhold av miljøgifter på stasjon BT92 i område 6. Farge og romertall henviser til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016. Blå: I = "bakgrunn", grønn: II= "god", gul: III= "moderat", oransje: IV= "dårlig" og rød: V= "svært dårlig". Grenseverdi henviser til grenseverdi for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer eller grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Verdier som er høyere enn grenseverdien er markert med uthevet skrift.

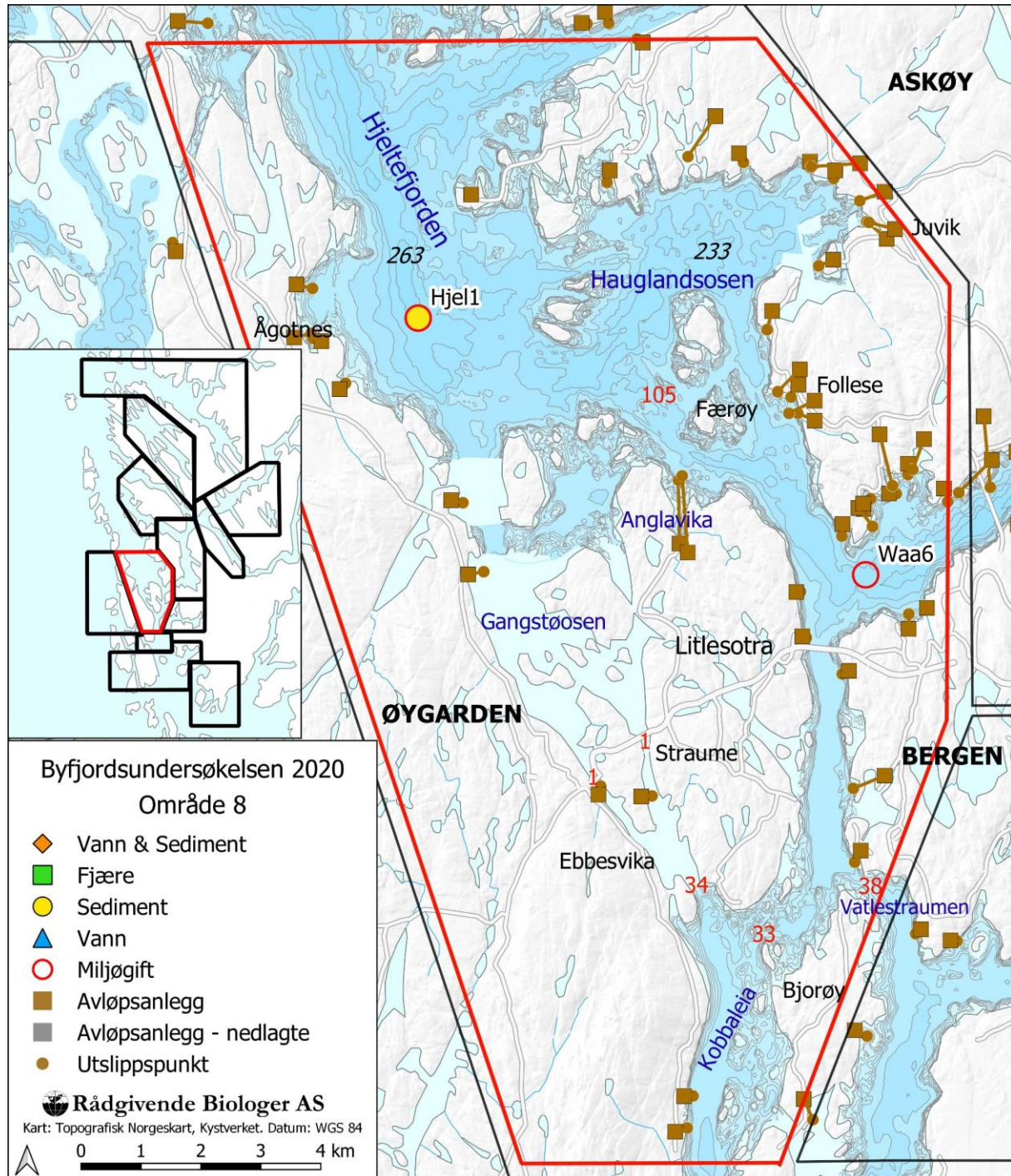
Stoff	Enhet	BT92	Grenseverdi
Bly (Pb)	mg/kg	71 (II)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,13 (I)	2,5
Kobber (Cu)	mg/kg	27 (II)	84
Krom (Cr)	mg/kg	43 (I)	620
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,169 (II)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	41 (II)	42
Sink (Zn)	mg/kg	130 (II)	139
Naftalen	µg/kg	11,6 (II)	27
Acenaftylen	µg/kg	4,07 (II)	33
Acenaften	µg/kg	2,32 (I)	100
Fluoren	µg/kg	7,5 (II)	150
Fenantren	µg/kg	37 (II)	780
Antracen	µg/kg	8,04 (III)	4,6
Fluoranten	µg/kg	61,6 (II)	400
Pyren	µg/kg	47,8 (II)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	27,2 (II)	60
Krysen	µg/kg	34,1 (II)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	119 (II)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	42,6 (I)	140
Benzo[a]pyren	µg/kg	39,3 (II)	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	142 (IV)	63
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	20,3 (II)	27
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	127 (IV)	84
Σ PAH 16 EPA	µg/kg	731 (II)	
PCB # 28	µg/kg	0,52	
PCB # 52	µg/kg	0,68	
PCB # 101	µg/kg	1,08	
PCB # 118	µg/kg	0,37	
PCB # 138	µg/kg	0,53	
PCB # 153	µg/kg	1,56	
PCB # 180	µg/kg	0,29	
Σ PCB 7	µg/kg	5,03 (III)	4,1
Tributyltinn (TBT)	µg/kg	17 (III)*	35*

* Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

OMRÅDE 8 – HJELTEFJORDEN

OMRÅDEBESKRIVELSE

Område 8 omfatter sjøområdene fra Kobbaleia og Vattlestraumen i sør via sjøområdene rundt Litlesotra til sørlige deler av Hjeltefjorden med Hauglandsosen (figur 62). Området ligger hovedsakelig i Øygarden (tidligere Fjell) og Askøy kommuner, samt i deler av Bergen kommune.



Figur 62. Kart over område 8 med prøvestasjoner og alle registrerte avløpsanlegg inntegnet. Utvalgte dybdepunkt og terskler er markert med henholdsvis kursiv og rød skrift.

I 2020 er stasjonen Waa6 og en ny stasjon Hjel1 undersøkt. Waa6 ligger på 187 m dyp ytterst vest i Byfjorden, sør før Hjelteset på sørvestspissen av Askøy. Stasjonen ligger rundt 180 m vest-sørvest for

den tidligere etablerte stasjonen Waa6, hvor en ikke fikk opp tilstrekkelig med sediment fordi stasjonen var plassert i skråningen på en dyp terskel. Hje11 ligger på det dypeste i et lokalt dypområde mellom Hauglandsosen og Ågotnes (**figur 62, tabell 52**). Sjøområdet fra Hauglandsosen og et stykke nordover Hjeltefjorden er nokså kupert, men store deler av området har dybder mellom 150-200 meter.

Tabell 52. Oversikt over stasjoner, samt posisjoner, dyp og dato for prøvetaking av sediment (Sed.), miljøgifter (MG) og bløtbunnsfauna (Fauna) for område 8.

Stasjon	Posisjon EUREF 89, UTM 32V	Dyp (m)	Prøvetakingsprogram 2020			
			Dato	Sed.	MG	Fauna
Hje11	281915/6704588	260	22.04.20	x	x	x
Waa6	289386/6700301	187	23.04.20	x	x	

UTSLIPP OG RENSEANLEGG

På Askøysiden av Hjeltefjorden nær Ågotnes er det flere kommunale avløpsanlegg, som i 2019 har hatt et samlet utslipp av BOF5 (biologisk oksygenforbruk) og fosfor på henholdsvis 27,8 tonn og 1,9 tonn. Det er flere mindre utslipp fra både Askøysiden og sørsiden av den vestlige delen av Byfjorden, og samlet var det et utslipp på ca. 100 BOF5 og et utslipp av fosfor på ca. 3 tonn. Det er to oppdrettsanlegg i den sørlige delen av Hjeltefjorden, med en tillatt maksimal biomasse på 6 240 tonn.

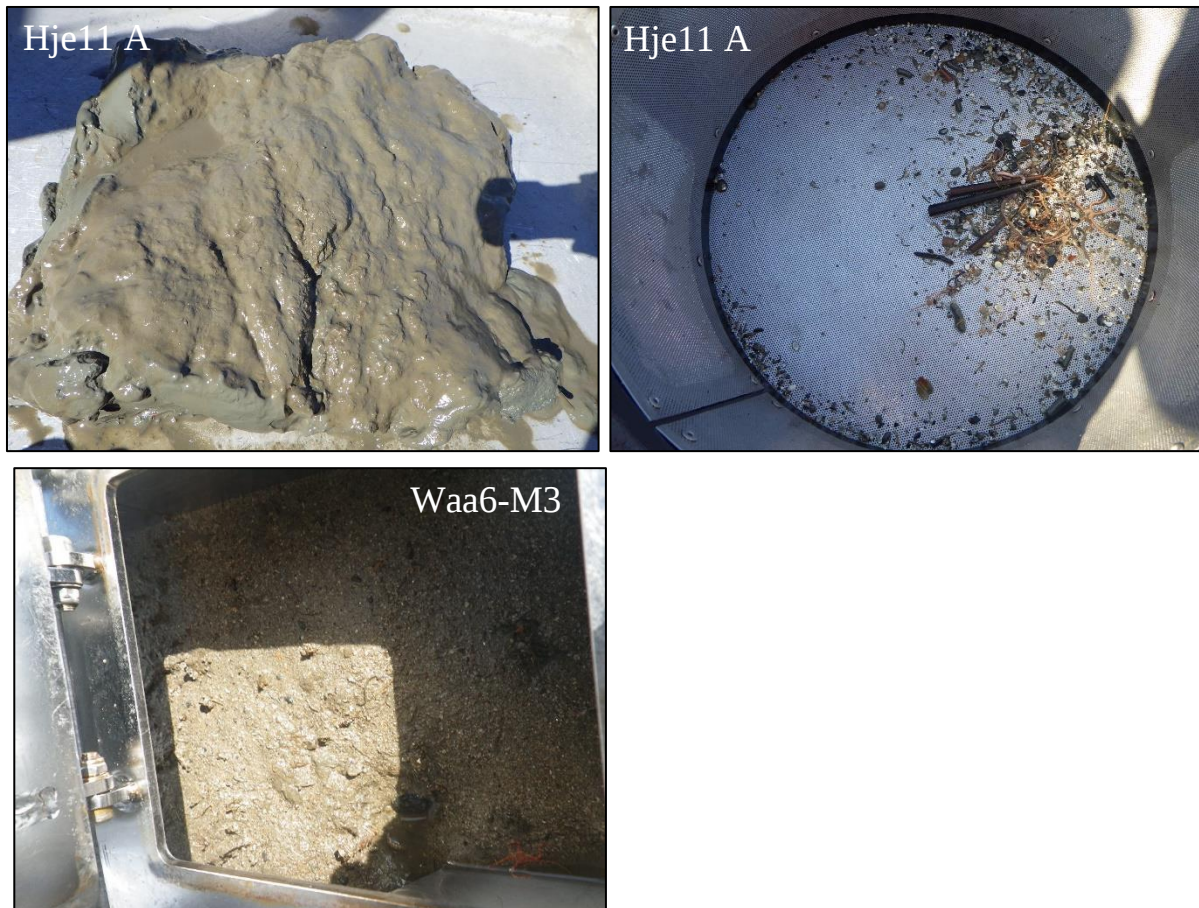
SEDIMENT

Sedimentkvalitet

Sedimentet på stasjon Hje11 bestod av leire med litt silt og sand (**tabell 53, figur 63**). De parallelle prøvene fra stasjonen var relativt like. Sedimentet på Waa1 bestod av sand og silt, med spor av skjellsand. For feltbeskrivelse og vurdering av kjemisk tilstand basert på oksygeninnhold i sedimentet (E_h) og surhet av sedimentet (pH), se **tabell 53**.

Tabell 53. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på stasjon Hje11 og Waa6. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/ E_h) etter NS 9410:2016.

Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)	Tykkelse (cm)	Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E_h (mV)	Tilstand
Hje11	A	Ja	12	15	F	Mykt, grått og luktfritt sediment med tynt brunt lag på overflaten, som bestod av leire med litt silt og sand. Det var noen skjellfragment i prøvene.	7,50	280	1
	B	Ja	12	15	F		7,50	180	1
	C	Ja	12	15	F		7,40	338	1
	D	Ja	13	16	F		7,50	290	1
	E	Ja	12	15	S		-	-	-
	F	Ja	13	16	S		-	-	-
	G	Ja	12	15	S		-	-	-
Waa6	M1	Ja	11,5	14	S	Mykt, grått og luktfritt sediment med tynt brunlig lag på overflaten, som bestod av silt og sand med spor av skjellsand.	-	-	-
	M2	Ja	11,5	14	S		-	-	-
	M3	Ja	11,5	11	S		7,60	523	1



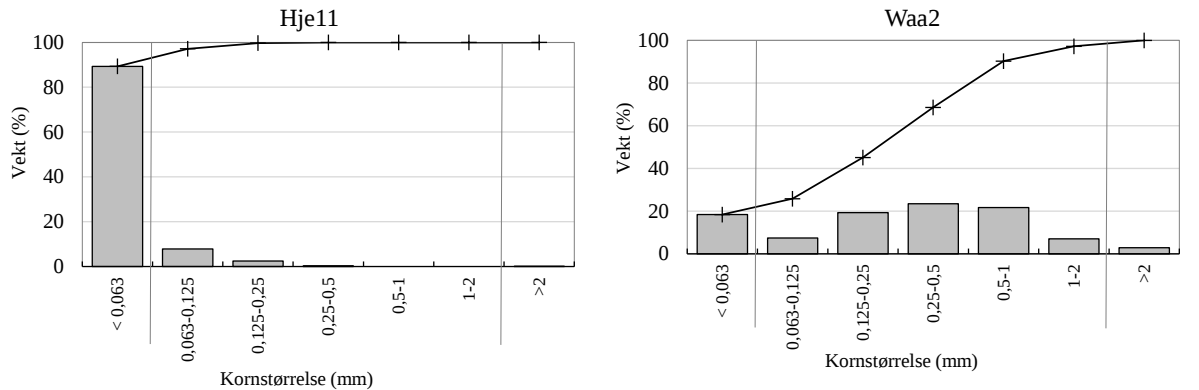
Figur 63. Sedimentprøver fra område 8. Bildene viser sedimentet før (til venstre) og etter siling (til høyre). Stasjon og parallell er også gitt på bildene.

Kornfordeling og kjemi

Sedimentet fra stasjonen Hje11 bestod nesten bare av finstoff, og kun en liten andel sand (**tabell 54, figur 64**). Sedimentet hadde lavt til moderat høyt glødetap og lavt innhold av normalisert TOC, tilsvarende tilstandsklasse "god". Sedimentet på Waa6 bestod hovedsakelig av sand, med litt finstoff og grus. Innholdet av TOC var noe høyt, tilsvarende "moderat" tilstand.

Tabell 54. Kornfordeling, organisk innhold som % glødetap og normalisert TOC fra stasjon Hjel 1 og Waa6 i område 8. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	Glødetap (%)	nTOC (mg/g)
Hje11	89,2	10,7	0	8,5	24,0 (II)
Waa6	18,4	78,8	2,8	-	28,6 (III)



Figur 64. Kornfordeling for Hje11 og Waa6 i område 8. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sediment-fraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

< 0,063 mm : Leire & silt
0,063–2 mm : Sand
> 2 mm : Grus

— Vektprosent
—+— Kumulativ vekt (%)

Bløtbunnsfauna

En fullstendig artsliste og figur som representerer de geometriske klassene for stasjon Hjel 1 finnes i **vedlegg 4 & 5**.

Bløtbunnsfaunaen på stasjon Hje11 ble, basert på nEQR-verdien for grabbgjennomsnitt, klassifisert med tilstandsklasse "svært god" etter veileder 02:2018 (**tabell 55**).

Tabell 55. Artsantall (S), individantall (N), AMBI-indeks, jevnhetsindeks (J'), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, Shannon-Wiener indeks (H'), Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} og NSI i prøvene fra stasjon Hje11 i april 2020. Middelverdi for grabb A-D er angitt som $\bar{G}$, mens stasjonsverdien for arts- og individantall er angitt som $\bar{S}$. nEQR-verdi er angitt for grabbgjennomsnittet for indekser som inngår vurdering etter veileder 02:2018; nederst i nEQR-kolonnen står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt i henhold til **tabell 5**.

Hje11 – april 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	60	39	57	49	51	91	
N	435	295	243	252	306	1225	
AMBI	0,8	0,4	1,1	1,2	0,9	0,8	
H'_{max}	5,9	5,3	5,8	5,6	5,7	6,5	
J'	0,8	0,7	0,8	0,8	0,8	0,7	
NQI1	0,86 (I)	0,86 (I)	0,86 (I)	0,83 (I)	0,85 (I)	0,86 (I)	0,94 (I)
H'	4,58 (I)	3,72 (II)	4,77 (I)	4,77 (I)	4,46 (I)	4,81 (I)	0,86 (I)
ES_{100}	31,99 (I)	24,65 (II)	36,76 (I)	33,28 (I)	31,67 (I)	33,76 (I)	0,84 (I)
ISI_{2012}	9,54 (I)	9,94 (I)	10,45 (I)	10,14 (I)	10,02 (I)	10,34 (I)	0,87 (I)
NSI	24,56 (I)	24,48 (I)	23,78 (II)	23,32 (II)	24,04 (I)	24,13 (I)	0,80 (I)
Samlet							0,86 (I)

nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0
--------------------	----------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Indeksverdiene varierte noe mellom de enkelte grabbhuggene, men lå innenfor tilstandsklasse "svært god" eller "god". Det var totalt sett 91 arter i de fire parallelle prøvene, og det gjennomsnittlige artsantallet lå på 49. Individantallet lå på et gjennomsnitt av 306 per prøve. Den mest tallrike arten på stasjonen var den moderat forurensingstolerante muslingen *Kelliella miliaris* (NSI-klasse III), som utgjorde knapt 20 % av det totale individantallet på stasjonen. Også muslingen *Nucula tumidula* og slangestjernen *Amphilepis norvegica*, som er noe sensitive mot organisk forurensing (NSI-klasse II), var

vanlige, med henholdsvis rundt 10 og 9 % av den totale faunaen. Det var generelt mange forurensingssensitive arter i prøvene fra stasjonen.

Tabell 56. De ti mest dominerende artene av bløtbunnsfauna tatt på stasjon Hje11 i april 2020. Andelen (%) av totalen for hver art er gitt i kolonnen ved siden av artsnavnet. Kumulativ andel (kum %) summerer opp andelene.

Arter Hje11 – april 2020	%	kum %
<i>Kelliella miliaris</i>	19,76	19,76
<i>Nucula tumidula</i>	9,96	29,71
<i>Amphilepis norvegica</i>	9,06	38,78
<i>Pholoe pallida</i>	6,61	45,39
<i>Nemertea</i>	4,73	50,12
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	3,84	53,96
<i>Retusa umbilicata</i>	3,43	57,39
<i>Nucula sulcata</i>	3,02	60,41
Golfingiidae	2,37	62,78
<i>Parathyasira equalis</i>	2,29	65,06

Børstemark	Bløtdyr	Pigghuder	Krepsdyr	Andre
------------	---------	-----------	----------	-------

Diskusjon

Hverken stasjon Waa6 eller stasjon Hje11 har blitt undersøkt tidligere for sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna. Sedimentet på stasjonene bestod hovedsakelig av finstoff og var i liten grad påvirket av organisk materiale. Resultatene fra bløtbunnsfauna-analysene bekrefter at stasjon Hje11 ikke var negativt påvirket av organiske tilførsler. Faunasamfunnet var artsrikt, og inneholdt mange arter som er sensitive mot organisk forurensing.

Miljøgifter

Det var relativt lavt innhold av tungmetaller på både stasjon Hje11 og Waa6, tilsvarende tilstandsklasse "god" eller "bakgrunn" (tabell 57).

Innholdet av de fleste PAH-forbindelsene og Σ PAH16 var relativt lavt på stasjon Hje11, med konsentrasjoner innen "god" tilstand eller "bakgrunn". Innholdet av indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo[ghi]perylene var høyt, med konsentrasjoner innen "dårlig" tilstand, og konsentrasjonen av antracen og dibenzo[ah]antracen lå innenfor "moderat" tilstand. På stasjon Waa6 var det høyt innhold av PAH-forbindelser, og innholdet av Σ PAH16 lå innenfor tilstandsklasse "moderat". Flere enkeltforbindelser hadde konsentrasjoner innenfor "dårlig" eller "moderat" tilstand, og innholdet av antracen var spesielt høyt, med en konsentrasjon tilsvarende "svært dårlig" tilstand. Det var også noe høyt innhold av Σ PCB7 på både Hje11 og Waa6, med konsentrasjoner innenfor "moderat" tilstand, og på Waa6 lå også TBT konsentrasjonen innenfor "moderat" tilstand. Begge stasjoner, spesielt Waa6, hadde flere stoff over grenseverdien for prioriterte stoffer og vannregionspesifikke stoffer.

Waa6 er en ny stasjon som ligger ca. 180 m vest-sørvest for den tidligere stasjonen Waa1, i et dypområde vest i Byfjorden, på grensen til Hjeltefjorden. Innholdet av krom og sink ble undersøkt på Waa1 i 1988 (vannmiljø.no), og konsentrasjonene var noe høyere enn det som ble funnet på Waa6 i 2020. Innholdet av miljøgifter var høyere på Waa6 enn på Hje11, som ligger i et dypområde utenfor Ågotnes, men sedimentet på begge stasjonene hadde innhold av PAH-forbindelser og PCB som lå i "moderat" tilstand eller dårligere. Organiske miljøgifter er ofte bundet til organisk materiale eller andre finpartikler som ofte avsettes i dypområder. Waa6 ligger mellom sørøstspissen av Askøy, Godvik-Drotningsvik og sørvestsiden av Litle Sotra, som er områder det har vært bebyggelse, avløpsutslipp, veinett og industri i lang tid, mens Hje11 ligger utenfor industriområdet på Ågotnes, hvor det også er noe bebyggelse og avløp. Dette er mulige kilder til PAH og PCB-forbindelser, men stoffene kan også være transportert over relativt lange avstander.

Tabell 57. Innhold av miljøgifter i sedimentet ved Hje11 og Waa6. Farge og romertall henviser til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016. Blå: I = "bakgrunn", grønn: II= "god", gul: III= "moderat", oransje: IV= "dårlig" og rød: V= "svært dårlig". Grenseverdi henviser til grenseverdi for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer eller grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Verdier som er høyere enn grenseverdien er markert med uthevet skrift.

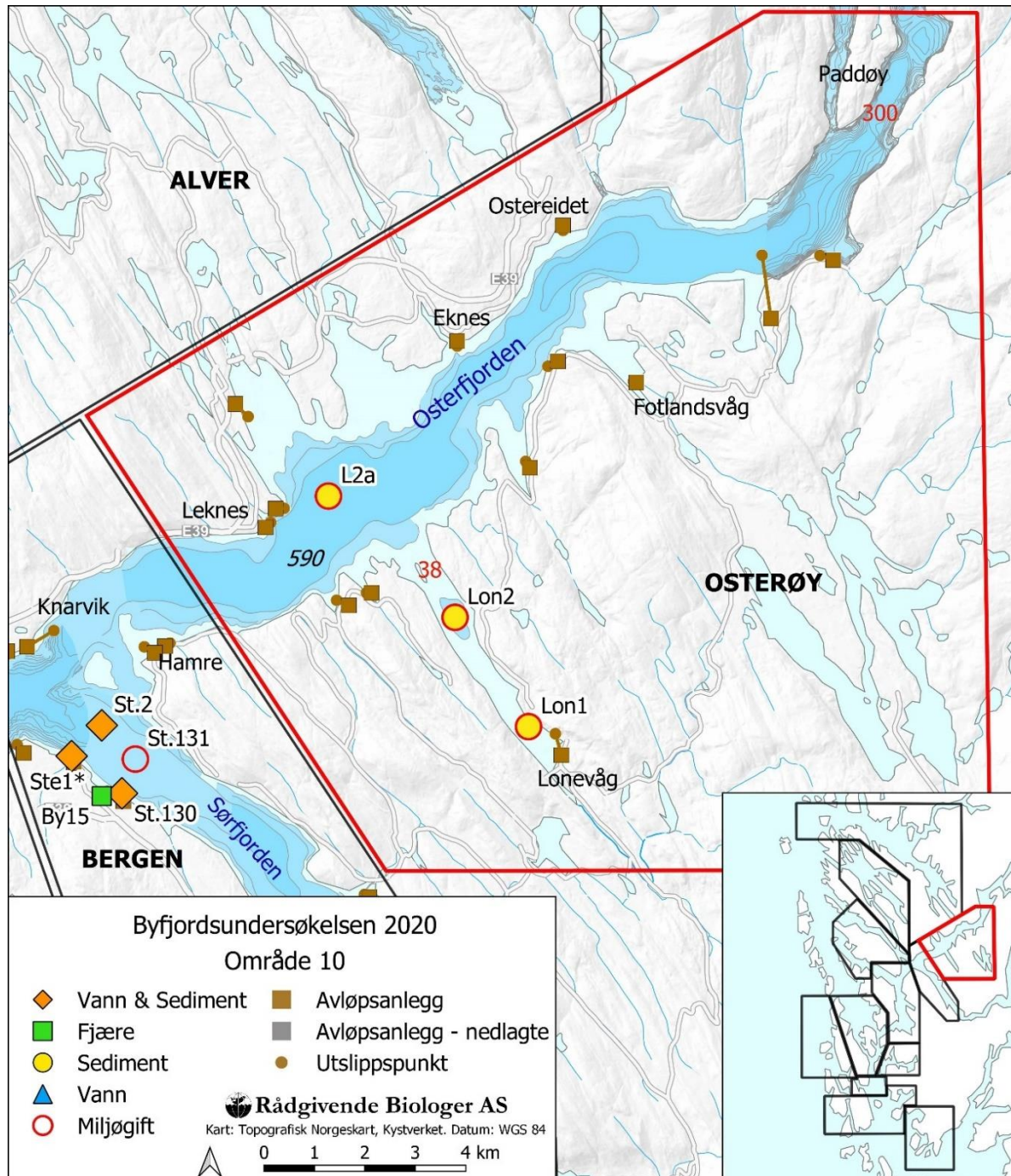
Stoff	Enhet	Hje11	Waa6	Grenseverdi
Bly (Pb)	mg/kg	42 (II)	48 (II)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	0,047 (I)	0,077 (I)	2,5
Kobber (Cu)	mg/kg	30 (II)	21 (II)	84
Krom (Cr)	mg/kg	40 (I)	23 (I)	620
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,25 (II)	0,228 (II)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	27 (I)	12 (I)	42
Sink (Zn)	mg/kg	97 (II)	83 (I)	139
Naftalen	µg/kg	9,89 (II)	13,4 (II)	27
Acenaftylen	µg/kg	4,88 (II)	63,2 (III)	33
Acenaften	µg/kg	2,65 (II)	3,58 (II)	100
Fluoren	µg/kg	8,83 (II)	34,4 (II)	150
Fenantren	µg/kg	49,4 (II)	83,7 (II)	780
Antracen	µg/kg	13,5 (III)	370 (V)	4,6
Fluoranten	µg/kg	98,9 (II)	144 (II)	400
Pyren	µg/kg	79,4 (II)	373 (III)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	48,2 (II)	195 (III)	60
Krysen	µg/kg	59,9 (II)	187 (II)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	105 (II)	223 (IV)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	49,9 (I)	106 (II)	140
Benzo[a]pyren	µg/kg	65,6 (II)	257 (IV)	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	122 (IV)	185 (IV)	63
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	27 (III)	39,6 (III)	27
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	151 (IV)	190 (IV)	84
Σ PAH 16 EPA	µg/kg	896 (II)	2470 (III)	
PCB # 28	µg/kg	0,87	0,97	
PCB # 52	µg/kg	1,33	2,19	
PCB # 101	µg/kg	1,59	2,45	
PCB # 118	µg/kg	1,14	1,91	
PCB # 138	µg/kg	1,68	2,37	
PCB # 153	µg/kg	1,99	2,41	
PCB # 180	µg/kg	0,7	1,22	
Σ PCB 7	µg/kg	9,3 (III)	13,5 (III)	4,1
Tributyltinn (TBT)	µg/kg	<2,5	12 (III)*	35*

* Forvaltningsmessig etter TA-2229/2007

OMRÅDE 10 – OSTERFJORDEN

OMRÅDEBESKRIVELSE

Område 10 omfatter Osterfjorden med sidearmer fra Askjelneset-Paddøy i nordøst til Nordhordlandsbroen mellom Flatøy og Hordvikneset i sørvest (**figur 65**). Osterfjorden er relativt åpen og er over 400 m dyp i sentrale deler av fjorden. I den sørlige delen av fjorden ved Leksnes er fjorden på sitt dypeste, med en dybde på rundt 590 m (**figur 59**).



Figur 65. Kart over område 10 med prøvestasjoner og alle registrerte avløpsanlegg inntegnet. Utvalgte dybdepunkt og terskler er markert med henholdsvis kursiv og rød skrift.

Osterfjorden er påvirket av både lokal avrenning fra land, og avrenning fra Stølsheimen, Modalen og Vosso, og fjorden er definert som en ferskvannspåvirket fjord i www.vann-nett.no. Ved årets undersøkelse er to stasjoner i Lonevågen, samt en stasjon øst for Leknes undersøkt.

Tabell 58. Oversikt over stasjoner, samt posisjoner, dyp og dato for prøvetaking av sediment (Sed.), miljøgifter (MG) og bløtbunnsfauna (Fauna) for område 10.

Stasjon	Posisjon EUREF 89, UTM 32V	Dyp (m)	Prøvetakingsprogram 2020			
			Dato	Sed.	MG	Fauna
Lon1	306917/6716042	88	15.04.20	x	x	x
Lon2	305459/6718212	115	15.04.20	x	x	x
L2a	302947/6720622	575	16.04.20	x	x	x

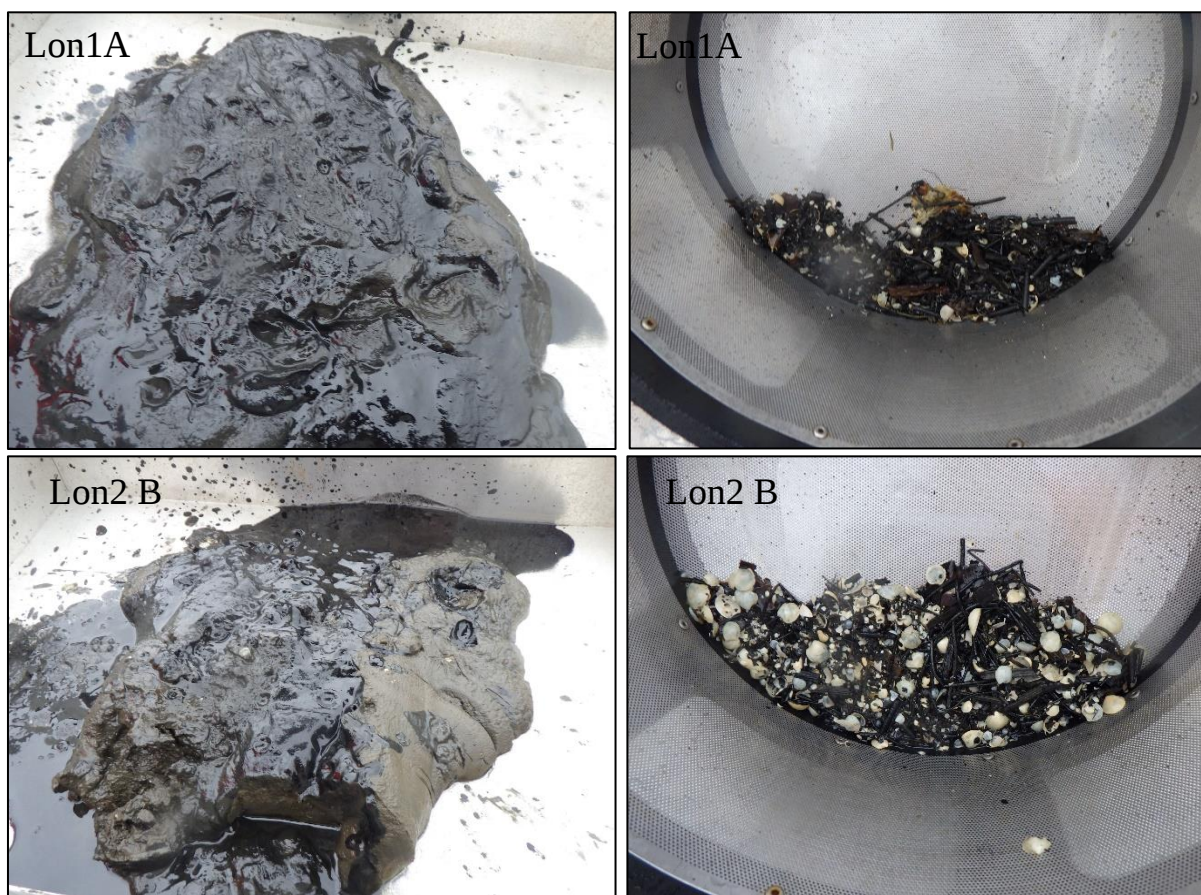
UTSLIPP OG RENSEANLEGG

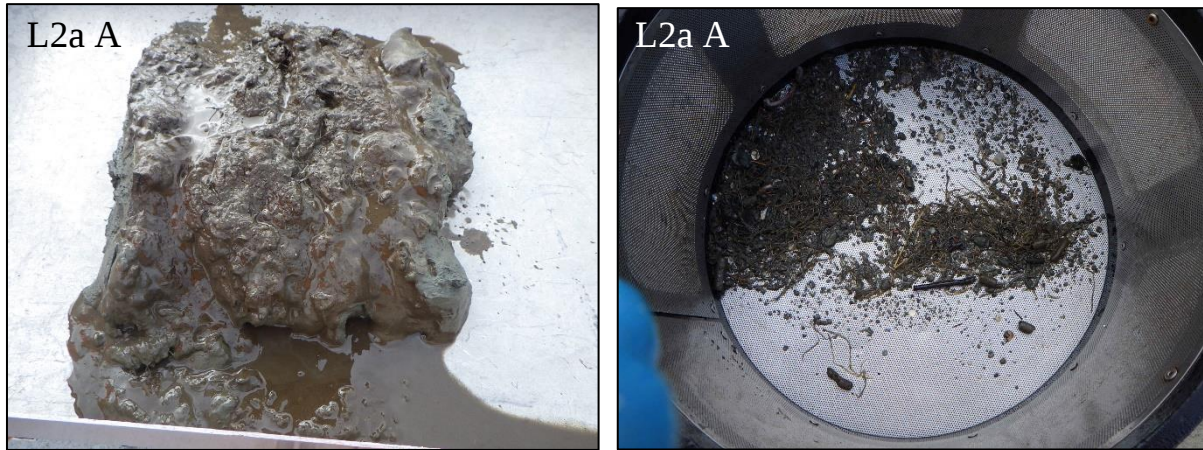
I Lonevågen er det et utslipp fra et avløpsanlegg som ligger innerst i vågen. I 2019 hadde anlegget et utslipp av BOF5 på 15,1 tonn og et fosforutslipp på 0,48 tonn. Ved Leknes er det to mindre utslipp, med et samlet utslipp på 3,11 tonn BOF5 og 0,1 tonn fosfor i 2018. Det er også et utslipp ved Hjelmås som hadde et utslipp på 2,88 tonn BOF5 og 0,09 tonn fosfor i 2018.

SEDIMENT

Sedimentkvalitet

Sedimentet var mykt, svart og finkornet på Lon1 og Lon2, mens sedimentet på L2a var gråbrunt, mykt og finkornet. For feltbeskrivelse og vurdering av kjemisk tilstand basert på oksygeninnhold i sedimentet (Eh) og surhet av sedimentet (pH) se **tabell 30** og **figur 42**.





Figur 66. Sedimentprøver fra Lon1, Lon2 og L2a i område 10. Bildene viser sedimentet før (til venstre) og etter siling (til høyre). Stasjon og parallell er angitt på bildene.

Tabell 59. Feltbeskrivelse av parallellene som ble samlet inn for analyse av fauna (F) og sedimentparameter (S) i april 2020 på stasjon Lon1, Lon2 og L2a. Godkjenning innebærer at prøven er innenfor standardkrav i forhold til representativitet. Tabellen inkluderer vurdering av kjemisk tilstand (pH/Eh) etter NS 9410:2016.

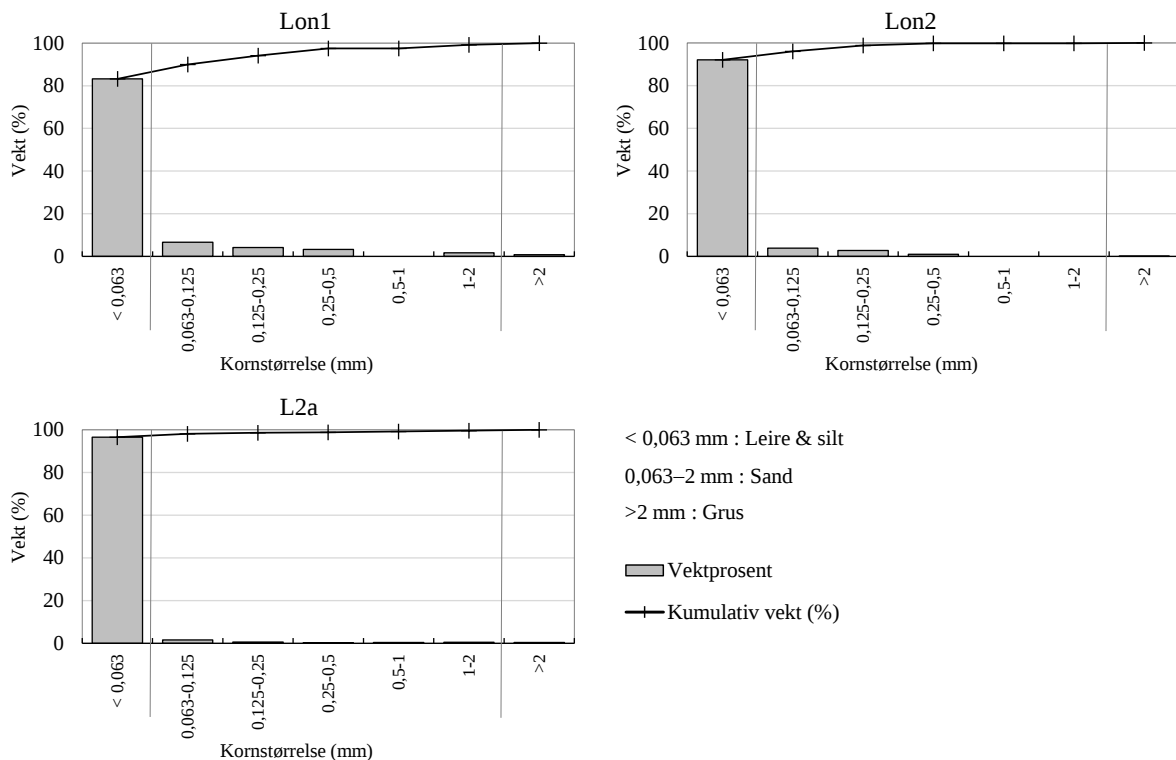
Stasjon	Parallell	Godkjenning	Volum (l)		Fauna/ Sediment	Prøvebeskrivelse	Kjemisk tilstand		
							pH	E _h (mV)	Tilstand
Lon1	A	Ja	15	18	F	Svart svært mykt sediment med noe lukt av H ₂ S, bestod av mudder og silt.	7,39	-183	2
	B	Ja	15	18	F		7,48	-170	2
	C	Ja	15	18	F		7,46	-163	2
	D	Ja	14	17	F		7,58	-173	2
	M1	Ja	14	17	S		-	-	-
	M2	Ja	13	16	S		-	-	-
	M3	Ja	14	17	S		-	-	-
Lon2	A	Ja	15	18	F	Svært mykt sediment som var svart på overflaten og grått på bunnen. Sedimentet luktet litt av H ₂ S og bestod hovedsakelig av silt med noe mudder	7,56	-133	2
	B	Ja	15	18	F		7,53	-143	2
	C	Ja	14	17	F		7,54	-173	2
	D	Ja	12	15	F		7,60	-173	2
	M1	Ja	14	17	S		-	-	-
	M2	Ja	15	18	S		-	-	-
	M3	Ja	15	18	S		-	-	-
L2a	A	Ja	13	16	F	Gråbrunt, mykt og luktfritt sediment som bestod av silt med litt sand og leire.	7,70	337	1
	B	Ja	12	15	F		7,70	407	1
	C	Ja	12	15	F		7,90	261	1
	D	Ja	13	16	F		7,80	339	1
	M1	Ja	10	12	S		-	-	-
	M2	Ja	13	16	S		-	-	-
	M3	Ja	14	17	S		-	-	-

Kornfordeling og kjemi

Kornfordelingsanalyser viser at sedimentet på alle tre stasjoner inneholdt mest finstoff (silt og leire), men stasjon L2a inneholdt mer sand enn de andre stasjonene (**Tabell 60**). Glødetapet var moderat høyt på L2a, og høyt på Lon1 og Lon2, og innholdet av normalisert TOC var høyt på alle stasjonene, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig" for L2a og "svært dårlig" for Lon1 og Lon2.

Tabell 60. Kornfordeling, organisk innhold som % glødetap og normalisert TOC fra Lon1, Lon2 og L2a i område 10. Tilstand for normalisert TOC (nTOC) følger veileder 02:2018.

Stasjon	Leire + silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	Glødetap (%)	nTOC (mg/g)
Lon1	83,3	15,9	0,8	22	96,9 (V)
Lon2	92,2	7,7	0,1	22,8	95,5 (V)
L2a	96,6	3,1	0,4	11,9	36,0 (IV)



Figur 67. Kornfordeling for Lon1, Lon2 og L2a i område 10. Figuren viser kornstørrelse langs x-aksen og henholdsvis akkumulert vektprosent og andel i hver størrelseskategori langs y-aksen. Sedimentfraksjonene sand og grus inkluderer skjellsand og større skjellbiter.

Bløtbunnsfauna

Det var ingen bløtbunnsfauna i prøvene fra stasjon Lon1 og Lon2 i Lonevågen. På stasjon L2a i Osterfjorden, utenfor Lonevågen, var faunaen karakteristisk for dype fjordbassenger med sedimenterende forhold, der partikkelspisende arter dominerer faunaen.

Basert på stasjonen sin nEQR-verdi for grabbgjennomsnitt og stasjonsgjennomsnitt ble stasjon L2a klassifisert med tilstandsklasse "god" etter veileder 02:2018 (**tabell 61**). De fleste indeksverdiene lå innenfor tilstandsklasse "god", og kun ISI₂₀₁₂, som ikke tar hensyn til antallet av individ per art, viste "svært god". En enkeltverdi for diversitetsindeksen etter Shannon lå innenfor "moderat" tilstand. Artsantallet varierte mellom 35 og 40 per grabbhugg og samlet ble 58 arter funnet på stasjonen. Det var gjennomsnittlig 275 individer i hvert grabbhugg. Flerbørstemarken *Spiochaetopterus bergensis* hadde rundt 50 % av det totale individantallet (**tabell 62**). Arten bygger rør i sedimentet og spiser partikler på sedimentoverflaten. Som på stasjon Herd1 i Herdlefjorden er det noe usikkerhet knyttet til identifisering, fordi arten vanligvis forekommer på dyp fjordbunn, dypere enn 400 m, men på grunn

av at *S. bergensis* er svært vanlig i nordlige deler av Byfjorden er det sannsynlig at det er denne og ikke unge individ av *Spiochaetopterus typicus*, som blir større enn *S. bergensis* og er tolerant overfor høyt innhold av organisk materiale i sedimentet og lave oksygenkonsentrasjoner (NSI-klasse IV). Generelt var det arter som er noe tolerante mot organisk forurensing, men også mange forurensingssensitive arter.

Tabell 61. Artsantall (*S*), individantall (*N*), AMBI-indeks, jevnhetsindeks (*J'*), maksimal Shannon-indeksverdi (H'_{max}), NQI1-indeks, Shannon-Wiener indeks (*H'*), Hurlberts indeks (ES_{100}), ISI_{2012} og NSI i prøvene fra stasjon L2a i april 2020. Middelverdi for grabb A-D er angitt som $\bar{G}$, mens stasjonsverdien for arts- og individantall er angitt som $\bar{S}$. nEQR-verdi er angitt for grabbgjennomsnittet for indekser som inngår vurdering etter veileder 02:2018; nederst i nEQR-kolonnen står middelverdien for nEQR-verdiene for alle indekser. Tilstandsklasser er angitt i henhold til **tabell 5**.

L2a – april 2020	A	B	C	D	$\bar{G}$	$\bar{S}$	nEQR $\bar{G}$
S	40	35	38	36	38	58	
N	336	256	256	251	275	1099	
AMBI	2,9	2,9	2,8	2,7	2,8	2,8	
H'max	5,3	5,1	5,2	5,2	5,2	5,9	
J'	0,6	0,6	0,7	0,6	0,6	0,6	
NQI1	0,68 (II)	0,67 (II)	0,68 (II)	0,69 (II)	0,68 (II)	0,68 (II)	0,71 (II)
H'	3,32 (II)	3,10 (III)	3,46 (II)	3,12 (II)	3,25 (II)	3,44 (II)	0,64 (II)
ES_{100}	23,77 (II)	23,95 (II)	24,84 (II)	24,62 (II)	24,29 (II)	25,20 (II)	0,76 (II)
ISI_{2012}	10,72 (I)	11,21 (I)	10,26 (I)	11,11 (I)	10,83 (I)	10,72 (I)	0,90 (I)
NSI	23,78 (II)	23,78 (II)	23,96 (II)	23,27 (II)	23,70 (II)	23,72 (II)	0,79 (II)
Samlet							0,76 (II)
nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 – 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0		

Arter L2a – april 2020	%	kum %
<i>Spiochaetopterus</i> c.f. <i>bergensis</i> *	50,59	50,59
<i>Heteromastus filiformis</i>	4,91	55,51
<i>Parathyasira equalis</i>	4,91	60,42
<i>Aphelochaeta</i> sp.	4,64	65,06
<i>Prionospio multibranchiata</i>	3,09	68,15
<i>Aricidea</i> sp.	2,55	70,70
<i>Levinsenia flava</i>	2,27	72,98
<i>Mendicula ferruginosa</i>	2,09	75,07
<i>Parheteromastides</i> sp.	1,73	76,80
<i>Terebellides shetlandica</i>	1,64	78,43

Tabell 62. De ti mest dominerende artene av bløtbunnsfauna tatt på L2a i område 10 i april 2020. Andelen (%) av totalen for hver art er gitt i kolonnen ved siden av artsnavnet. Kumulativ andel (kum %) summerer opp andelene.

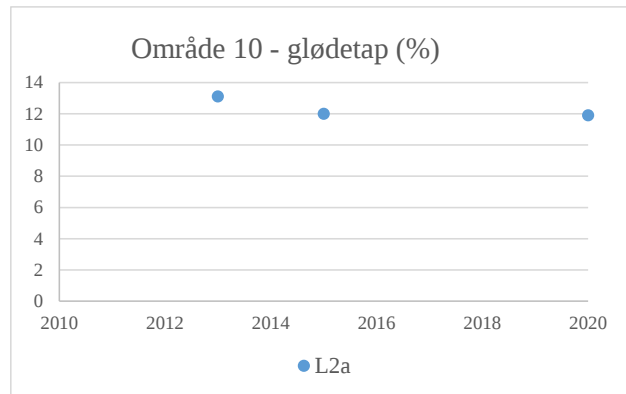
*Noe usikkerhet knyttet til identifisering.

Børstemark	Bløtdyr	Pigghuder	Krepsdyr	Andre
------------	---------	-----------	----------	-------

Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser

Stasjon L2a ble i perioden 2012-2020 kun undersøkt for sedimentkvalitet og bløtbunnsfauna i 2013 og 2020, men ved en tidligere resipientundersøkelse i Osterfjorden i 2015 ble stasjon L2 undersøkt. Denne ligger 100 m sør for L2a i samme fjordbassenget og på omtrent samme dybde (Todt & Tveranger 2016). Resultat fra L2 fra 2015 er derfor inkludert i sammenligningen med tidligere undersøkelser. Normalisert TOC på stasjon L2 i 2015 havnet i "moderat" tilstandsklasse, mens normalisert TOC havnet i "dårlig" tilstandsklasse i 2020 på stasjon L2a. Glødetap var 13,1 % i 2013, 12,0 % i 2015 og 11,9 % i 2020, men med så få målinger er det ikke mulig å si om dette er på grunn av naturlig variasjon, eller en svakt nedadgående trend (**figur 44**).

Figur 68. Innhold av organisk materiale målt som glødetap i perioden 2012-2020 i dypstasjonen i Osterfjorden X-aksen viser årstall, y-aksen viser % glødetap i sedimentet.



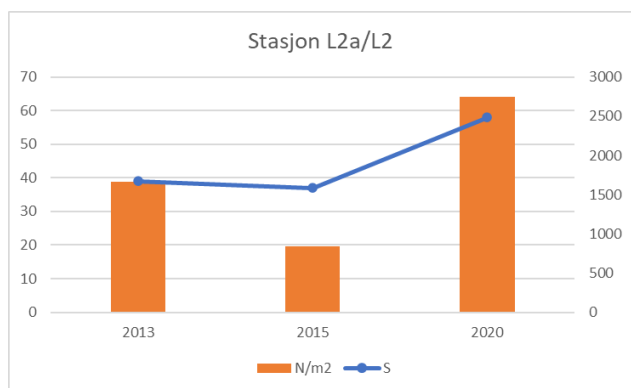
En sammenligning av resultater for undersøkelsene på stasjon L2 og L2a viser at bløtbunnsfauna-tilstanden gjennomgående lå innenfor "god" tilstand, men at individantallet var betydelig høyere i 2020 enn i 2013 og 2015, og at også artsantallet har økt fra 39 i 2013 til 59 i 2020 (**figur 43**, **figur 69**). Dette kan bety at næringstilgangen i form av organiske partikler har økt noe i fjordbassenget i løpet av perioden.

Tabell 63. Sammenligning av antall av arter (S), individer (N), individer per m² og nEQR-verdier for grabbgjennomsnitt (nEQR $\bar{G}$) og stasjonen (nEQR $\bar{S}$) på stasjon L2a i 2013 og 2020 og stasjon L2 (2015; resipientgranskinger Osterfjorden, se Todt & Tveranger 2016). Antall arter og individer er gitt samlet for stasjonen. Bunnarealet varierte mellom 0,4 og 0,5 m².

Stasjon	År	Areal (m ²)	S	N	N/m ²	nEQR $\bar{G}$	nEQR $\bar{S}$
L2a	2013	0,5	39	570	1662	0,68 (II)	0,70 (II)
L2	2015	0,4	37	335	838	0,73 (II)	0,73 (II)
L2a	2020	0,4	58	1099	2748	0,76 (II)	0,77 (II)

nEQR grenseverdier	I – svært god 1,0 - 0,8	II – god 0,8 – 0,6	III – moderat 0,6 – 0,4	IV – dårlig 0,4 – 0,2	V – svært dårlig 0,2 – 0,0
--------------------	----------------------------	-----------------------	----------------------------	--------------------------	-------------------------------

Figur 69. Sammenligning av antall individer per m² (N/m²) og antall arter (S) på stasjon L2a i 2013 og 2020 og på stasjon L2 i 2015 (Todt & Tveranger 2016). De oransje stolpene viser antall individ for hvert prøvetakingstidspunkt, mens den blå linjen viser utviklingen av artsdiversiteten over tid.



Miljøgifter

Sedimentene på stasjon Lon1 og Lon2 hadde høyt eller noe høyt innhold av tungmetallene bly, krom, kvikksølv, nikkel og sink, med konsentrasjoner i tilstandsklasse "dårlig eller "moderat". Stasjon L2a hadde noe høyt innhold av nikkel og sink, tilsvarende tilstandsklasse "moderat" (**tabell 64**).

Tabell 64. Innhold av miljøgifter på stasjon Lon1m Lon2 og L2a i område 10. Farge og romertall henviser til tilstandsklasser for sedimenter i M-608:2016. Blå: I = "bakgrunn", grønn: II= "god", gul: III= "moderat", oransje: IV= "dårlig" og rød: V= "svært dårlig". Grenseverdi henviser til grenseverdi for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer eller grenseverdi for vannregionspesifikke stoffer i vann, sediment og biota (Veileder 02:2018). Verdier som er høyere enn grenseverdien er markert med fet skrift.

Stoff	Enhet	Lon1	Lon2	L2a	Grenseverdi
Bly (Pb)	mg/kg	93 (II)	160 (III)	94 (II)	150
Kadmium (Cd)	mg/kg	1,7 (II)	1,7 (II)	0,084 (I)	2,5
Kobber (Cu)	mg/kg	59 (II)	65 (II)	46 (II)	84
Krom (Cr)	mg/kg	1700 (III)	1100 (III)	74 (II)	620
Kvikksølv (Hg)	mg/kg	0,351 (II)	0,766 (IV)	0,401 (II)	0,52
Nikkel (Ni)	mg/kg	37 (II)	43 (III)	44 (III)	42
Sink (Zn)	mg/kg	330 (III)	380 (III)	190 (III)	139
Naftalen	µg/kg	13,4 (II)	18,1 (II)	12,4 (II)	27
Acenaftalen	µg/kg	9 (II)	22,7 (II)	15,1 (II)	33
Acenaften	µg/kg	4,17 (II)	6 (II)	3,79 (II)	100
Fluoren	µg/kg	11,6 (II)	15,3 (II)	8,63 (II)	150
Fenantren	µg/kg	53,6 (II)	96 (II)	57,9 (II)	780
Antracen	µg/kg	13,5 (III)	37,5 (IV)	22,2 (III)	4,6
Fluoranten	µg/kg	121 (II)	240 (II)	138 (II)	400
Pyren	µg/kg	154 (III)	356 (III)	126 (III)	84
Benzo[a]antracen	µg/kg	60,1 (III)	146 (III)	89,2 (III)	60
Krysen	µg/kg	56,7 (II)	133 (II)	64,2 (II)	280
Benzo[b]fluoranten	µg/kg	205 (IV)	537 (IV)	166 (IV)	140
Benzo[k]fluoranten	µg/kg	74,8 (I)	222 (IV)	77,3 (I)	140
Benzo[a]pyren	µg/kg	123 (II)	390 (IV)	124 (II)	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/kg	176 (IV)	557 (IV)	202 (IV)	63
Dibenzo[ah]antracen	µg/kg	34,8 (III)	109 (III)	34,6 (III)	27
Benzo[ghi]perylene	µg/kg	281 (IV)	778 (IV)	244 (IV)	84
Σ PAH 16 EPA	µg/kg	1390 (II)	3660 (III)	1390 (II)	
PCB # 28	µg/kg	1,58	1,76	1,03	
PCB # 52	µg/kg	2,81	3,1	1,45	
PCB # 101	µg/kg	4,95	7,02	2,47	
PCB # 118	µg/kg	3,89	3,82	1,22	
PCB # 138	µg/kg	6,23	6,59	2,95	
PCB # 153	µg/kg	6,46	7,27	3,58	
PCB # 180	µg/kg	2,52	3,25	1,74	
Σ PCB 7	µg/kg	28,4 (III)	32,8 (III)	14,4 (III)	4,1
Tributyltinn (TBT)		78 (IV)*	43 (IV)*	12 (III)*	35

Alle tre stasjoner hadde også høyt eller noe høyt innhold av flere PAH-forbindelser, med verdier i "dårlig" eller "moderat" tilstand. De høyeste konsentrasjonene ble funnet på Lon2, der konsentrasjonen av Σ PAH16 lå i tilstandsklasse "moderat", mens Σ PAH16 konsentrasjoner på stasjonen Lon1 og L2a lå innenfor tilstandsklasse "god". Alle stasjonene hadde noe høyt innhold av Σ PCB7, med verdier i "moderat" tilstand. Innholdet av TBT var høyt på stasjon Lon1 og Lon2, og noe høyt på L2a, med konsentrasjoner i henholdsvis "dårlig" og "moderat" tilstand. Alle stasjonene hadde flere forbindelser med konsentrasjoner som lå over grenseverdien for prioriterte eller vannregionspesifikke stoffer. Innholdet av TBT på Lon1 og Lon2 lå over den forvaltningsmessige grenseverdien fra 2007.

Krom og sink ble undersøkt på Lon2 i 1986 (www.vannmiljo.no). Innholdet av krom var over 3 ganger høyere i 2020 enn i 1986 og sinkinnholdet var ca. 100 mg/kg høyere. Historisk sett har det vært drevet ulik industri, som for eksempel garverier og metallvareindustri, i Lonevågen, og det har vært havner for små og større båter i flere hundre år.

Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser

Stasjon L2a ligger i et dypområde i Osterfjorden nær utløpet av Lonevågen. Det er flere avløpsanlegg på nordsiden og sørsiden av fjorden, og også et utslipp fra askedeponiet på Mjelstad vest for Hjelvik. I tillegg er det flere kaier og ulik industri på begge sider av fjorden. Stasjon L2, som ligger 100 m sør for L2a, ble undersøkt for miljøgifter i 2015 i en resipientundersøkelse for å overvåke utslipp fra Mjelstad avfallsdeponi (Todt & Tveranger 2016). Stasjonen har også vært undersøkt i 2004 og 2009. Sammenligning med tidligere undersøkelser viser en økning i blyinnholdet mellom 2004 og 2015 fra tilstandsklasse "god" til "dårlig" i området ved L2/L2a. For de andre tungmetallene lå konsentrasjonen i tilstandsklasse "god" eller bakgrunn ved alle undersøkelser. I 2020 lå blyinnholdet i "god" tilstand, mens nikkel og sink lå i "moderat" tilstand. Konsentrasjonen av Σ PAH 16 var økende i perioden 2004-2015, men innenfor tilstandsklasse "god". I 2020 var Σ PAH 16 lavere enn i 2015, men betydelig høyere enn i 2009. I 2015 var det benzo(a)antracen, indeno[1,2,3-cd]pyren og benzo(ghi)perylene som var høye, tilsvarende henholdsvis tilstandsklasse "dårlig" eller "svært dårlig", mens fluoranten-konsentrasjonen tilsvarte "moderat" tilstand. I 2020 var det ingen forbindelser som lå innenfor tilstandsklasse "svært dårlig", mens det var flere forbindelser med konsentrasjoner i "dårlig" og "moderat" tilstand. Det var noe høyere innhold av Σ PCB7 og TBT i 2020 enn ved tidligere undersøkelser.

KONKLUSJON

VANNKVALITET

Næringssalter

Vannkvaliteten i de store resipientene Sørfjorden, Byfjorden, Raunefjorden og Osterfjorden var gjennomgående bra i 2020, med lave gjennomsnittskonsentrasjoner for næringssalter, innenfor "god" eller "svært god" tilstand. På overvåkingsstasjoner ved kommunale avløpsrenseanlegg var også det gjennomsnittlige innholdet av næringssalter lavt. Unntaket var ammoniumkonsentrasjonen på St.25 ved RA Flesland/Sletten, som lå i "moderat" tilstand i februar, men det at det var overflatekonsentrasjonen som dro opp verdien kan indikere overflateforurensing fra fugler i området. Basert på resultatene fra perioden 2011-2020 har innholdet av næringssalter i øvre deler av vannsøylen vært relativt stabilt, og varierte mer i forhold til sesong enn mellom år. Stasjoner som ligger nær land ser ut å ha enkeltmålinger med konsentrasjoner i tilstandsklassene "moderat" eller "dårlig". Dette er ikke uventet, siden avrenning fra land kan bidra til økt næringsinnhold i fjorden, samt at de landnære stasjonene også ligger nærmere utslipp fra kommunale avløpsanlegg.

Klorofyll- α & siktedyp

Det var generelt lave klorofyll- α verdier i vannsøylen i 2020, med "svært god" tilstand i februar og oktober, og målinger i mai mellom "svært god" og "god" tilstand. Algeoppblomstring er hovedfaktoren som reduserer sikt ved vannoverflaten i fjordene rundt Bergen og siktedypet fulgte den samme trenden som klorofyll- α konsentrasjonen, med høyere siktedyp i februar og oktober, og lavere verdier i mai. Gjennomsnittsverdiene for klorofyll og siktedyp viser ingen tydelig utviklingstrend de siste 9 årene for de stasjonene som ble undersøkt i 2020.

Oksygen

Oksygeninnholdet i bunnvannet var høyt i Byfjorden og Raunefjorden i 2020, men viste en nedgående trend i det dype bassenget hvor Sørfjorden, Salhusfjorden og Osterfjorden går over i hverandre. Den dype stasjonen St.2 lå innenfor "moderat" tilstand i februar og mai, og "dårlig" tilstand i oktober. Ved de noe grunnere stasjonene i indre deler av Sørfjorden ved Indre Arna (St.121, St.1) var imidlertid oksygeninnholdet betydelig høyere og målingene viste ingen tegn til reduserte oksygenforhold i 2020. I perioden 2011-2020 har Sørfjorden hatt varierende oksygenforhold i bunnvannet, hvor målinger ikke bare i det dype ytre bassenget (St.2) men også i bassenget ved Garnes (St.121) lå i "moderat" tilstand ved noen målinger. Alle de seks målingene gjennomført på stasjon St.2 siden februar 2017 lå innenfor "moderat" eller "dårlig" tilstand. På stasjon St.121 ved Garnes lå oksygeninnholdet i bunnvannet innenfor "moderat" tilstand i februar og april 2018 og i april 2019, men i oktober 2018 var oksygeninnholdet mye høyere. Våren/sommeren 2018 skjedde en utskifting av bunnvannet i flere av fjordbassengene i fjordene rundt Bergen. Det ble ikke gjort målinger på St.2 i 2018 og 2019, så det er ikke kjent om dette også førte til en midlertidig forbedring i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet i det dype bassenget i overgangen mellom Sørfjorden, Osterfjorden og Salhusfjorden. Dette området fremstår i alle fall som periodevis utsatt for lave oksygenkonsentrasjoner i bunnvannet.

I Raunefjorden var oksygeninnholdet i bunnvannet gjennomgående høyt i perioden 2011-2020, med konsentrasjoner innen "svært god" tilstand. Byfjorden hadde også relativt høyt oksygeninnhold i bunnvannet, med unntak av en måling i "moderat" tilstand i april 2016 i det nordligste bassenget i Byfjorden (St.4). Dette tyder på at vannutskiftingen i Byfjorden generelt er god og at oksygen i bunnvannet kun i lange perioder uten utskifting faller under grenseverdien for tilstandsklasse "god".

BLØTBUNNSFAUNA OG SEDIMENTKVALITET

I de store resipientene Sørfjorden, Hjeltefjorden (sør) og Osterfjorden var sedimentkvalitet og økologisk tilstand basert på bløtbunnsfauna "god" eller "svært god" i 2020 (**figur 70**).

I Sørfjorden (område 1) lå faunatilstanden i 2012 innenfor klasse "god" både på stasjon St.2 i den ytterste delen av fjorden og på stasjon St.1 og St.121 ved Garnes/Indre Arna. Så gjennomgikk både det indre og det ytre bassenget i Sørfjorden en periode med lavere artsmangfold og med høy individtetthet av forurensingstolerante arter i 2013 og 2014, hvor faunatilstanden havnet i "moderat" tilstand. Fra 2015 frem til 2020 kunne en imidlertid observere en tydelig forbedring i det indre bassenget ved Garnes/Indre Arna. Det var også en svak forbedring i det ytre bassenget nær overgangen mellom Sørfjorden, Salhusfjorden og Osterfjorden, hvor et høyt artsmangfold kombinert med høye individantall tyder at artssamfunnet er funksjonelt, og at opportunistiske arter effektivt nedbryter organisk materiale som sedimenterer på sjøbunnen, slik at mange andre arter også trives. På terskelen som skiller bassenget ved Garnes fra ytre deler av Sørfjorden var faunatilstanden i perioden 2012-2020 gjennomgående "god" eller "svært god". Her er det mindre organisk materiale som samler seg opp på sedimentoverflaten, noe som fører til generelt lavere individantall av bløtbunnsfauna på stasjon St.1, som ligger på terskelen, enn på St.121. Også på St.1 var artsmangfoldet høyere i 2020 enn ved tidligere undersøkelser.

I Osterfjorden (område 10) ble det i 2020 undersøkt en stasjon utenfor Lonevågen i det sørligste bassenget, rundt 8 km nordvest for munningen av Sørfjorden. Her var faunasamfunnet preget av relativt lave arts- og individantall sammenlignet med stasjoner i Sørfjorden, men faunaindeksene viste "god" tilstand. Innholdet av organisk materiale i sedimentet var høyt på stasjonen, men det var få individer av opportunistiske arter av bløtbunnsfauna, noe som tyder på at det var lite sedimentering av organiske partikler i forkant av undersøkelsen i april 2020. I Lonevågen, som er en oksygenfattig fjordarm med lav terskel, var sedimentkvaliteten dårlig, med svært høyt innhold av organisk materiale, og det var ingen levende fauna i prøvene fra to stasjoner. Det var imidlertid skjellrester og børstemark-rør, slik at en kan anta at det periodevis er levende bløtbunnsfauna også i de dypeste deler av vågen.

Undersøkelsene ved de store kommunale avløpsrenseanleggene i Byfjorden og Raunefjorden i 2020 har vist varierende miljøtilstand. På to stasjoner som ligger 200 m nord og sør for utslippspunktet fra Flesland/Sletten RA, på sørsiden av Raunefjorden (område 3), var faunatilstanden "svært god" i 2020, noe som var en liten forbedring sammenlignet med tilstanden i perioden 2012-2019, hvor stasjonene havnet i "god" tilstand. I 2018 ble det i tillegg undersøkt en stasjon rett ved utslippspunktet fra renseanlegget (St.27), og også her var faunatilstanden "god" til "svært god", men det var en del gammelt søppel fra tiden før sekundærrensing i prøvene. Vi konkluderer at det ikke har vært noen negativ påvirkning av avløpsvann på sjøbunnen ved Flesland/Sletten RA.

Ved avløpsrenseanleggene i Byfjorden (område 4) kunne en i 2020 se en tydelig forbedring av faunatilstanden ved Kverneviken RA, i området hvor avløpsvannet tidligere ble tilført Byfjorden (Kvr1). Utslipet har ikke vært i regulært bruk de siste årene, men har tjent som avlastingsutslipp i noen korte perioder. Dette var ikke nødvendig i 2019/2020 og en kunne observere en markant rehabilitering av faunasamfunnet på stasjon Kvr1 i 2020. Stasjon Kv3, som ligger nært det nåværende utslippet, ble i 2020 ikke undersøkt på grunn av en forveksling av stasjonene. Kv3 hadde "god" miljøtilstand siden det nye utslippet var tatt i bruk i 2015, med ett unntak i april 2016 med "moderat" tilstand etter en kort periode med planlagt utslipp av urensset avløpsvann. Det var de siste årene ingen tendens til forverring av tilstanden på stasjon Kv3 og det er sannsynlig at bløtbunnsfaunaen tåler godt utslippet av sekundærrenset avløpsvann til området.

Ved Ytre Sandviken RA var faunatilstanden på stasjon Fag3 "svært dårlig" i 2020, med ekstremt høye tall av svært forurensingstolerante arter. Bunnforholdene ved overvåkingstasjonen er varierte, og i tidligere år ble det samlet inn både prøver fra sandbunn med lavt artsmangfold og høyt individantall av forurensingsindikerende arter, og prøver med skjellsand og grus, hvor artsmangfoldet var betydelig høyere og individantallet lavere. Det har vært vanskelig å få opp prøve fra stasjonen, med mange forsøk hvor grabben kommer opp tom eller med bare litt oppskrapet sediment. ROV-undersøkelsen i februar

2020 rundt utslippspunktet og prøvestasjonen viste at det er en liten sandflate rett ved utslippspunktene, ca. 10 m nord for stasjon Fag3, men at sjøbunnen på stasjonen er blandingsbunn med skjellsand, grus, stein og fjellblokker. Ved sedimentprøvetaking i april 2020 ble det forsøkt å ta prøve på denne sedimentflaten, og en fikk opp fire grabbhugg med sand, som inneholdt mange individer av forurensingstolerante flerbørstemark. Sandflaten var i februar 2020 ikke synlig forurenset, men flerbørstemarkene graver seg delvis ned i sedimentet og er da lite synlig. Ut fra tidligere resultater i perioden 2012-2019 kan en konkludere at det er et lite område nær de to utslippspunktene fra Ytre Sandviken RA som er forurenset med organiske tilførsler, hvor graden av forurensing muligens varierer, men der det ikke har forbedret seg i det siste. Tidligere undersøkelser viser imidlertid også at bunnfaunen bare noen meter fra det mest påvirkete området er mye mer mangfoldig, og med både moderat forurensingstolerante og mer sensitive arter.

Ved Holen RA var faunatilstanden i 2020 "dårlig" ved overvåkingsstasjon Lyr2, som ligger rundt 120 m fra utslippspunktene i viken hvor organiske tilførsler fra renseanlegget antas å akkumulere. Resultatene i 2020 bekrefter tidligere observasjoner for perioden 2012-2020, at miljøtilstanden på stasjon Lyr2 ikke er spesielt forbedret etter at Holen RA hadde gjennomgått en betydelig oppgradering i 2014-2016. Resultatene viser at tilstanden før og etter ombyggingsfasen var tilnærmet lik, med høy individtetthet av forurensingstolerante arter som nedbryter organisk materiale. Det er imidlertid tydelig at økte tilførsler under ombyggingen av renseanlegget hadde en ytterligere negativ påvirkning på faunatilstanden, spesielt på artsmangfoldet, som var svært lavt ved fore undersøkelser i 2014-2016. Artsmangfoldet de siste årene fremstod imidlertid som noe økt sammenlignet med tiden før oppgradering av renseanlegget, noe som er en positiv utvikling. ROV-undersøkelser i 2020 viste at det var synlig påvirkning på sjøbunnen i form av flekkvis svart sediment og bakterievekst rundt utslippspunktene fra Holen RA og i retning mot stasjon Lyr2. Bakterieveksten blir sannsynligvis fremkalt av akkumulert organisk materiale i sedimentet. Det ble ikke observert lignende bakterievekst på stasjon Lyr2, hvor det organiske materialet på sedimentoverflaten bestod mest av delvis nedbrutt plantemateriale. Sannsynligvis kommer dette organiske materialet fra andre kilder enn avløpsrenseanlegget. Slike områder, hvor organisk materiale akkumuleres i høy grad, vil også uten tilførsler fra et renseanlegg ikke alltid kunne oppnå "god" miljøtilstand. Faunatilstanden har imidlertid i hele perioden 2012-2020 vært "god" eller "svært god" på stasjon Lyr7, som ligger rundt 200 m fra utslippspunktene og litt lengre ut i viken enn Lyr2.

Ved Knappen RA ble det ikke tatt prøver i 2020, men sjøbunnen ble kartlagt med ROV. Det var generelt lite til ingen synlig påvirkning på sjøbunnen.

FJÆRESAMFUNN

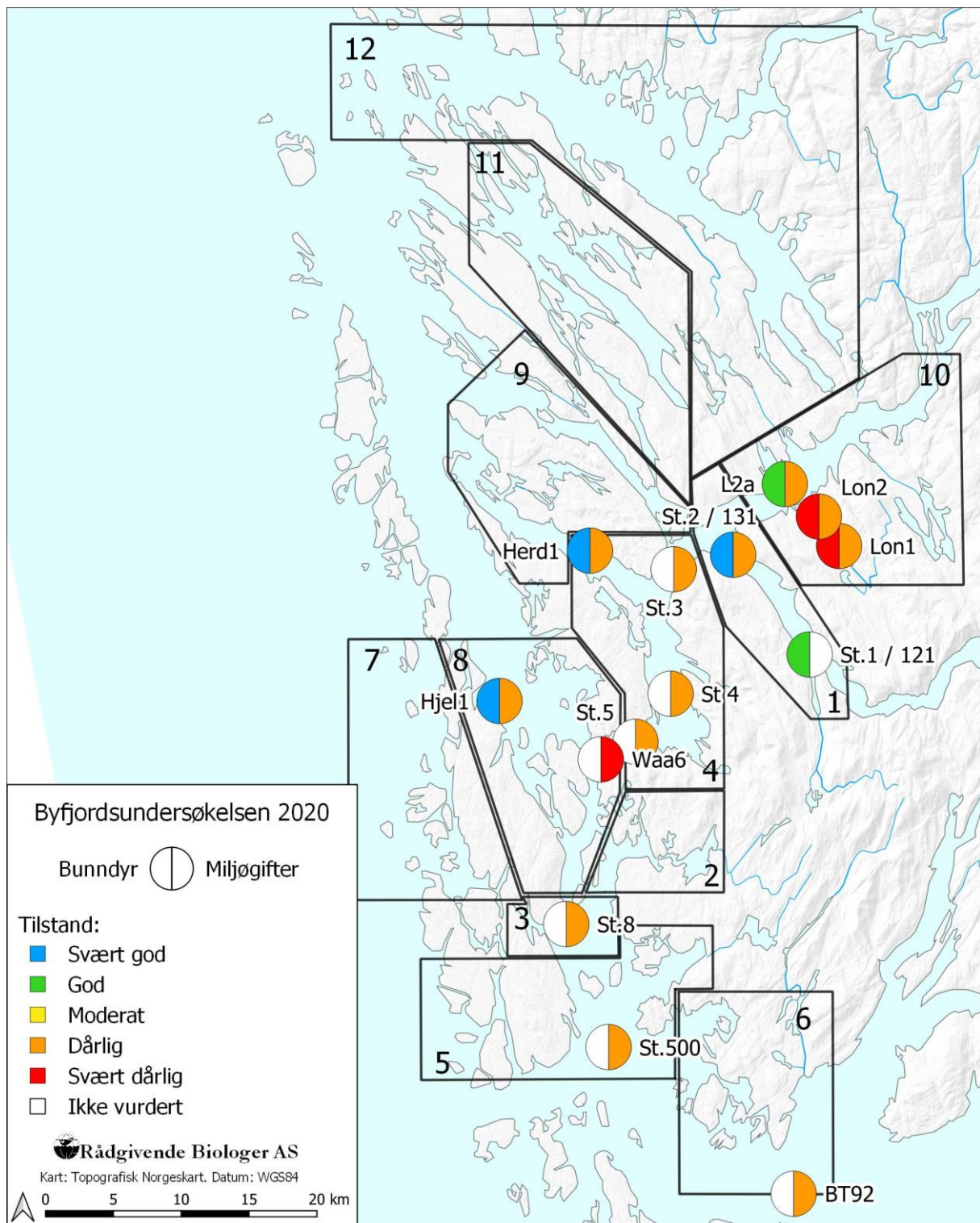
I 2020 ble kun to fjæresonestasjoner undersøkt og begge ligger i Sørfjorden, som er en ferskvannspåvirket beskyttet fjord. Fjærestasjonen ved Merkesneset (BY15) i munningen av Sørfjorden havnet i "god" økologisk miljøtilstand etter veileder 02:2018, mens stasjonen ved Garnes (BY8), som ligger i indre deler av Sørfjorden, havnet i "moderat" økologisk tilstand. I perioden 2012-2020 ble stasjonene sist undersøkt i 2014. Siden undersøkelsene av fjæresamfunnet i 2020 er gjort etter veileder 02:2018 er resultatene ikke direkte sammenlignbare med tidligere undersøkelser, som ble utført som ruteanalyser etter NS 19493:2007. Tidligere undersøkelser gir likevel en god indikasjon på miljøtilstanden, og beskrivelser, bilder og artslistene er derfor benyttet som grunnlag for sammenligning. I 2014 var artsantallet funnet i rutene omtrent likt på stasjon BY8 og BY15, og var noe lavere enn det som ble funnet med oppdatert metode i 2020. Det generelle bildet var imidlertid ganske likt i 2014 og 2020, og resultatene viser ingen endringer i miljøtilstanden.

MILJØGIFTER

I 2020 ble miljøgifter undersøkt i dypområder i Sørfjorden, Osterfjorden, Herdlefjorden, Byfjorden, Hjeltefjorden, Raunefjorden, Korsfjorden og Bjørnafjorden. I tillegg ble to stasjoner i Lonevågen i Osterfjorden undersøkt. Det ble funnet forhøyede konsentrasjoner av miljøgifter på alle de undersøkte stasjonene (figur 70), og alle stasjonene hadde konsentrasjoner av forbindelser som lå over

grenseverdien for prioriterte stoffer og prioriterte farlige stoffer, eller grenseverdien for vannregionspesifikke stoffer. Det var spesielt forhøyede verdier av organiske PAH-forbindelser og PCB som ble funnet, men det ble også funnet tributyltinn (TBT) og tungmetall på flere stasjoner. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i Byfjorden, men også i de andre fjordene var det til dels høye konsentrasjoner av miljøgifter. Det er ikke lett å bestemme kildene til miljøgiftene, siden de til dels kan bli transportert over større områder, og enkelte miljøgifter kan også bli spredt både via luft og vann. Kilder kan inkludere industri, båthavner, veitrafikk, renseanlegg fra industri og deponier og kommunale avløp. Det fleste stasjonene er ikke tidligere undersøkt for miljøgifter, og for de få som er undersøkt er det stort sett tungmetall som har blitt analysert. Generelt er det ikke tilstrekkelig med undersøkelser til å kunne se en tydelig utvikling i miljøgiftinnholdet i sedimentet.

Tungmetaller som bly og kvikksølv var vanlig i bruk i industri, og bly ble også brukt i maling og drivstoff. Kvikksølv ble blant annet brukt i amalgam (miljøstatus.no). Bruk av disse stoffene er betydelig redusert, og det er utslippene også, men fremdeles er det noe spredning av stoffene. Forurensset grunn er trolig en betydelig kilde. Kobber er brukt blant annet i industri og elektriske produkter, og det blir brukt å hindre begroing både på båter og nøter i oppdrettsvirksomhet. PAH-forbindelser finnes blant annet i tjære, kreosot og råolje og de dannes blant annet ved ufullstendig forbrenning av fossilt brensel og organisk materiale. Målet er å stoppe utslipp av TBT innen 2020 og det har vært forbudt å bruke TBT i treimpregneringsmiddel og bunnstoff for båter under 25 m siden 1990, og båter over 25 m siden 2003 (miljøstatus.no). Selv om stoffet er forbudt, blir det fremdeles funnet i marine sedimenter, spesielt i områder nær båthavner. Ny bruk av PCB har vært forbudt i Norge siden 1980 (miljøstatus.no), men har tidligere vært i utbredt bruk blant annet i elektrisk utstyr og bygningsmaterialer som fugemasse, isolerglasslim, mørteltilsats og maling, og kan derfor fremdeles finnes i gamle bygg, og gammelt bygningsmateriale og elektrisk utstyr. Stoffene er lite nedbrytbare og finnes derfor mange steder i miljøet.



Figur 70. Oversikt over bunndyrstilstand og innhold av miljøgifter på utvalgte stasjoner. For miljøgifter er tilstand satt etter "det verste styrer" prinsippet.

AVVIK

Område 1: På grunn av tap av siktedypskive ved vannrunden i februar 2020 ble ikke siktedyp målt på stasjonene: St.1, St.2, St.121 og St.130. På St.121 fikk en ikke tatt vannprøve på 20 m dyp i samme runde på grunn av tau i propellen.

Område 4: Istedenfor stasjon Kvr3, som ligger nær det nye utslippet fra renseanlegget Kverneviken, ble det tatt sedimentprøver på stasjon Kvr1 nært det gamle utslippet, som ikke lenger er i drift. Avviket ble ikke oppdaget før januar 2021. I feltnotat og analyserapporter for sediment heter stasjonen Kvr3, men koordinatene i feltnotatet stemmer overens med Kvr1.

Ved vannprøvetaking fikk i februar fikk en ikke tatt vannprøver og siktedyp på St.4 på grunn av tap av siktedypskive og tau i propell.

Område 8: Det var svært vanskelig å få opp prøve på stasjon Waa1 fordi den ligger på 162 m dyp i skråningen av en terskel. Stasjonen ble derfor flyttet 180 m mot vest-sørvest (Waa6). Den nye stasjonen ligger på 187 m dyp midt i fjordbassenget og er mer representativ for miljøgiftprøver enn stasjon Waa1 ville vært.

Område 1, område 4 og område 10: Det er mistanke om at kornfordelingsanalyser på stasjon St.2, St.131, St.4 og L2a viser for mye sand. Dette er trolig på grunn av at små klumper leire, har blitt registrert som sand. Backup-prøver vil bli analysert og data oppdatert for fremtidige rapporter.

REFERANSER

- Direktoratgruppa Vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018 – Revidert 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. 229 sider.
- Fiskeridirektoratet 2018. Lønnsomhetsundersøkelse for produksjon av laks og regnbueørret 2017. Fiskeridirektoratet, 87 sider, ISSN 2464-4285.
- Gray, J. S. & F. B. Mirza 1979. A possible method for the detection og pollution-induced disturbance in marine benthic communities. *Marine Pollution Bulletin* 10: 142-146.
- Johnsen, T.M., Daae, K.L., Heggøy E., Johansen, P-O. & A., Pedersen. 2010. Undersøkelse av resipienter i Askøy kommune 2009. NIVA- 5936-2010. 150 sider.
- Kvalø, S. E., R. Torvanger, K. S. Hatlen & P. Johannessen. 2013a. "Byfjordundersøkelsen" - Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015. Årsrapport 2012. SAM e-Rapport nr 7-2013. 372 sider.
- Kvalø, S. E, R. Torvanger, K. Hatlen & P. Johannessen 2013b. Resipientundersøkelse i forbindelse med unntak om sekundærrensing for Fjell kommune 2012. Uni-Research SAM-Marin, e-Rapport nr. 22-2013, 120 sider.
- Kvalø, S. E., M. Haave, R. Torvanger, Ø. Alme & P. Johannessen. 2014. "Byfjordundersøkelsen" - Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015. Årsrapport 2013. SAM e-Rapport nr 27-2014. 414 sider.
- Kvalø, S. E., R. Torvanger, M. Haave, S. Hadler-Jacobsen, T. Lode, P. Johannessen, Ø. Alme. 2015. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015. Årsrapport 2014. SAM e-Rapport 4-2015. 405 sider.
- Kvalø, S. E., R. Torvanger, S. Hadler-Jacobsen, Ø. Alme, E. Bye-Ingebrigdsen & P. Johannessen. 2016. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015. Årsrapport 2015. SAM e-Rapport 3-2016. 234 sider (pluss vedlegg).
- Kvalø, S. E., R. Torvanger, Ø. Alme, E. Bye-Ingebrigdsen & P. Johannessen. 2017. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015. Årsrapport 2016. SAM e-Rapport 1-2017. 106 sider (pluss vedlegg).
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning. Statens forurensningstilsyn, TA-1467/1997, veiledning 97:03, 36 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004. Vannundersøkelse – Prøvetaking – Del 19: Veiledning i sedimentprøvetaking i marine områder. Standard Norge, 24 sider.
- Norsk Standard NS 9410:2016. Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg. Standard Norge, 29 sider.
- Norsk Standard NS-EN ISO 16665:2014. Vannundersøkelser – Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna. Standard Norge, 44 sider.
- Pearson, T. H. 1980. Macrobenthos of fjords. In: Freeland, H.J. Farmer, D.M. Levings, C.D. (Eds), NATO Conf. Ser. 4. Mar. Sci. Nato. Conference on fjord Oceanography, New York, pp. 569-602.
- Pearson, T. H., J. S. Gray & P. J. Johannessen 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution – induced change in benthic communities. 2. Data analyses. *Marine Ecology Progress Series* 12: 237-255.

- SFT TA-1653 (1999). Fylkesmannens behandling av oppdrettssaker. Veiledning 99:04 (TA-1653/1999). Felles veiledning fra Direktoratet for naturforvaltning og Statens forurensningstilsyn, 117 sider.
- Todt C., B. Rydland Olsen, J. Tverberg & M. Eilertsen 2018. Marin Overvåking Rogaland - Årsrapport 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2638, ISBN 978-82-8308-490-0, 116 sider.
- Todt C., B. Rydland Olsen, J. Tverberg, I. Økland & M. Eilertsen 2018. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020 - Årsrapport 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2646, 176 sider, ISBN 978-82-8308-493-1.
- Todt, C. & B. Rydland Olsen 2018. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020 - Tilleggsrapport analysebevis 2017. Rådgivende Biologer AS, rapport 2647, 386 sider.
- Todt C., B. Rydland Olsen, J. Tverberg, I. Økland & M. Eilertsen 2019. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020 - Årsrapport 2018. Rådgivende Biologer AS, rapport 2828, 162 sider, ISBN 978-82-8308-590-7.
- Todt, C. & B. Rydland Olsen 2019. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020 - Tilleggsrapport analysebevis 2018. Rådgivende Biologer AS, rapport 2829, 156 sider.
- Todt C., B. R. Olsen, H.E. Haugsøen, J. Tverberg, I. Økland & M. Eilertsen 2020. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020 - Årsrapport 2019. Rådgivende Biologer AS, rapport 3110, 178 sider + vedlegg, ISBN 978-82-8308-716-1.
- Todt, C. & B. Rydland Olsen 2020. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020 - Tilleggsrapport analysebevis 2019. Rådgivende Biologer AS, rapport 3111, 138 sider.
- Økland I.E. & C. Todt 2022. Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020 - Tilleggsrapport analysebevis 2020. Rådgivende Biologer AS, rapport 3541, 268 sider.
- Todt, C. & B. Tveranger 2016. Resipientundersøkelse i Osterfjorden utenfor Mjelstad avfallsdeponi i Osterøy kommune 2015. Rådgivende Biologer AS, rapport 2184, 54 sider, ISBN 978-82-8308-258-6.
- Todt, C., J. Tverberg & G.H. Johnsen 2016. Ny E16 og jernbane Arna – Stanghelle. Risikovurdering av sedimenter. Rådgivende Biologer AS, rapport 2428, 58 sider, ISBN 978-82-8308-357-6J
- Tveranger, B., E. Brekke, M. Eilertsen & G.H. Johnsen 2009. Resipientundersøkelse for nytt hovedavløpsrenseanlegg i Os kommune. Rådgivende Biologer AS, rapport 1226, 125 sider. ISBN 978-82-7658-686-2.
- Winkler, L. W.1888. Die Bestimmung des im Wasser gelösten Sauerstoffes. Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft Berlin 21:2843–2854.
- Ødegaard, H. (red.) 2012. Vann- og avløpsteknikk. Norsk Vann, ISBN 9788241403361.

Databaser og nettbaserte karttjenester

Vann-Nett Portal: www.vannnett.no

Fiskeridirektoratets karttjeneste: <https://kart.fiskeridir.no>

Miljødirektoratets karttjeneste: <https://mkart.miljostatus.no/#kartSide>

Miljødirektoratets karttjeneste: <https://vannmiljo.miljodirektoratet.no>

Norske utslipp: www.norskeutslipp.no

Artsdatabanken (2018). Fremmedartslista 2018. Hentet 15.1.2021 <https://www.artsdatabanken.no/fremmedartslista2018>

VEDLEGG

Vedlegg 1. Oksygeninnhold på det dypeste i vannsøylen per stasjon på St.4, St.5, og St.121. basert på Winklers metode.

Dyp (m)	Område	Stasjon	St.4		
		Dato	12.feb	04.mai	19.okt
333	4	O ₂ ml/L	4,6	6,5	4,9
			4,6	6,3	4,9
		Stasjon	St.5		
		Dato	12.feb	04.mai	19.okt
322	4	O ₂ ml/L	4,6	6,3	5,1
			4,8	6,3	5,1
		Stasjon	St.121		
		Dato	12.feb	04.mai	19.okt
244	1	O ₂ ml/L	3,7	5,4	4,5
			3,6	6,0	4,5

	Svært god
	God
	Moderat
	Dårlig
	Svært dårlig

Vedlegg 2. Rådata av vannprøver med tilstandsklasser etter veileder 02:2018 og Molvær mfl. 97.

Område 1 (St.1, St.2, St.121, St.130, Tel1 og Ste1)

St.1		2020		St.2		2020		St.121		2020				
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19.okt.	Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19.okt.	Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19.okt.
0	Total fosfor (µg/L P)	12	8,6	4,4	0	Total fosfor (µg/L P)	11	9,6	4,6	0	Total fosfor (µg/L P)	-	7,6	5,3
2		13	12	4,2	2		16	8,4	5,7	2		-	11	5,7
5		17	18	10	5		18	16	9,9	5		-	20	12
10		17	17	15	10		17	17	15	10		-	15	14
20		17	29	16	20		18	28	13	20		-	29	16
0	Fosfat (µg/L P)	8,4	1	1,3	0	Fosfat (µg/L P)	8,3	1	1	0	Fosfat (µg/L P)	-	1,2	1,1
2		9,8	1,2	1	2		16	1,3	0	2		-	1,4	1
5		13	2,1	6,4	5		14	1,5	6,4	5		-	2,3	7,6
10		14	4,5	12	10		14	9,4	12	10		-	6,5	11
20		14	25	13	20		14	24	10	20		-	24	13
0	Total nitrogen (µg/L N)	270	150	180	0	Total nitrogen (µg/L N)	250	160	150	0	Total nitrogen (µg/L N)	-	160	160
2		260	150	170	2		260	160	170	2		-	150	170
5		240	180	240	5		270	170	230	5		-	230	230
10		230	230	240	10		250	210	230	10		-	220	230
20		230	270	220	20		510	240	200	20		-	290	230
0	Ammonium (µg/L N)	14	14	10	0	Ammonium (µg/L N)	12	9,9	15	0	Ammonium (µg/L N)	-	9	7
2		12	10	9,8	2		13	10	16	2		-	9,5	7,5
5		11	12	7	5		13	10	16	5		-	14	7,4
10		11	20	11	10		20	13	7,5	10		-	9,3	5,4
20		11	12	66	20		13	11	7	20		-	17	7,6
0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	130	1	8,1	0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	120	1	9,9	0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	-	1	6,9
2		120	1	7,3	2		120	1	8,5	2		-	1	6,8
5		110	1	51	5		120	1	45	5		-	5,3	49
10		110	55	63	10		110	93	57	10		-	88	57
20		110	170	57	20		110	150	41	20		-	170	53
0	Kolorfyll a (µg/L)	0,26	1,54	1,53	0	Kolorfyll a (µg/L)	0,17	0,65	2,07	0	Kolorfyll a (µg/L)	0,15	1,78	2,4
2		0,17	2,49	1,17	2		0,15	1,16	1,66	2		0,14	2,49	1,69
5		0,1	4,22	0,81	5		0,1	5,15	1,18	5		0,1	3,53	1,21
10		0,07	7,67	0,62	10		0,1	5,31	0,58	10		0,05	4,82	0,81
20		0,04	0,32	0,2	20		0,05	0,17	0,28	20		0,04	0,5	0,43
0	E. coli/100 mL	-	-	-	0	E. coli/100 mL	-	-	-	0	E. coli/100 mL	-	-	-
2		-	-	-	2		-	-	-	2		-	-	-
5		-	-	-	5		-	-	-	5		-	-	-
10		-	-	-	10		-	-	-	10		-	-	-
20		-	-	-	20		-	-	-	20		-	-	-
Siktedyp (m)		-	4,5	9	Siktedyp (m)		-	5	8	Siktedyp (m)		-	4,5	9

St.130		2020		
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19.okt.
0	Total fosfor (µg/L P)	11	6,3	5,2
2		13	7	6,4
5		17	16	10
10		16	17	16
20		16	29	14
0	Fosfat (µg/L P)	8,6	1	1,3
2		8,8	1	1,4
5		13	2,2	5,5
10		14	10	13
20		14	25	11
0	Total nitrogen (µg/L N)	250	160	180
2		270	140	170
5		290	210	230
10		290	240	240
20		250	280	200
0	Ammonium (µg/L N)	12	9,8	15
2		17	7,8	19
5		11	63	9,9
10		11	14	8
20		12	13	6,4
0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	120	1,6	11
2		120	1,4	11
5		120	4,8	39
10		110	99	57
20		110	160	42
0	Kolorfyll a (µg/L)	0,2	1,3	1,37
2		0,16	1,36	1,51
5		0,14	5,17	2
10		0,07	3,34	0,63
20		0,06	0,37	0,21
0	E. coli/100 mL	-	-	-
2		-	-	-
5		-	-	-
10		-	-	-
20		-	-	-
Siktedyp (m)		-	4,5	9

Tel1		2020		
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19.okt.
0	Total fosfor (µg/L P)	11	6,9	7,8
2		13	9,1	14
5		18	15	11
10		17	14	15
20		16	27	14
0	Fosfat (µg/L P)	8,2	1	1,5
2		11	2,5	1,5
5		14	1,2	4,8
10		14	5,8	12
20		15	24	11
0	Total nitrogen (µg/L N)	250	160	190
2		290	140	210
5		260	200	230
10		250	170	260
20		220	240	230
0	Ammonium (µg/L N)	13	8,2	12
2		11	8,7	10
5		12	9,2	12
10		11	12	12
20		12	13	6,5
0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	120	1	8
2		120	1	12
5		120	1	33
10		110	50	55
20		110	150	40
0	Kolorfyll a (µg/L)	0,17	1,01	1
2		0,18	2,23	1,15
5		0,12	4,8	1,55
10		0,09	3,74	0,45
20		0,04	0,22	0,21
0	E. coli/100 mL	-	-	-
2		-	-	-
5		-	-	-
10		-	-	-
20		-	-	-
Siktedyp (m)		8	4,5	13

Ste1		2020		
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19.okt.
0	Total fosfor (µg/L P)	14	7,7	6,2
2		10	7,5	7
5		16	17	9,7
10		17	22	16
20		17	28	14
0	Fosfat (µg/L P)	8	1,2	1,3
2		8,2	1,1	1,3
5		14	1,6	6,5
10		14	15	12
20		15	25	12
0	Total nitrogen (µg/L N)	240	150	190
2		240	140	190
5		260	160	240
10		260	220	240
20		220	260	220
0	Ammonium (µg/L N)	13	9,4	48
2		12	6,5	15
5		10	8,6	11
10		11	13	15
20		10	16	8,8
0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	120	1,2	11
2		120	1	14
5		120	1	41
10		110	110	52
20		110	150	41
0	Kolorfyll a (µg/L)	0,2	0,84	1,21
2		0,23	1,1	1,5
5		0,14	4,42	0,95
10		0,14	1,72	0,39
20		0,06	0,2	0,24
0	E. coli/100 mL	-	-	-
2		-	-	-
5		-	-	-
10		-	-	-
20		-	-	-
Siktedyp (m)		9	5	10

Område 3 (, St.25 og St.26)

St.25		2020		
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19. okt.
0	Total fosfor (µg/L P)	34	11	8,9
2		20	10	7,5
5		14	16	7,9
10		12	21	14
20		14	25	12
0	Fosfat (µg/L P)	22	2,8	2,7
2		14	2,9	2,5
5		11	5,5	2,7
10		12	12	6,5
20		12	18	8,3
0	Total nitrogen (µg/L N)	610	140	160
2		260	160	160
5		210	160	160
10		210	220	190
20		220	250	190
0	Ammonium (µg/L N)	310	12	11
2		97	27	7,7
5		15	38	6,5
10		12	31	8,9
20		14	37	12
0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	91	11	5,3
2		84	10	4,7
5		79	29	5,4
10		79	74	19
20		80	110	23
0	Kolorfyll a (µg/L)	0,48	0,41	2,04
2		0,49	0,55	2,05
5		0,48	0,7	2,14
10		0,46	0,82	1,07
20		0,38	1	0,63
0	E. coli/100 mL	-	-	-
2		-	-	-
5		-	-	-
10		-	-	-
20		-	-	-
Siktedyp (m)		11	8	9,5

St.26		2020		
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19. okt.
0	Total fosfor (µg/L P)	21	13	9,1
2		20	13	8,6
5		13	11	8,3
10		14	25	10
20		12	23	15
0	Fosfat (µg/L P)	16	3,2	3,1
2		16	4,3	2,9
5		13	3,7	2,8
10		12	16	6,4
20		12	18	9,2
0	Total nitrogen (µg/L N)	260	160	160
2		250	200	140
5		230	160	150
10		210	260	140
20		200	230	260
0	Ammonium (µg/L N)	140	14	11
2		130	19	7,3
5		14	70	8,3
10		11	54	7,1
20		11	15	23
0	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	84	9,7	8,8
2		83	10	5,5
5		79	19	6,4
10		78	89	18
20		79	110	27
0	Kolorfyll a (µg/L)	0,57	0,62	1,99
2		0,5	0,66	1,97
5		0,48	1,53	1,83
10		0,45	0,59	0,82
20		0,43	1,3	0,61
0	E. coli/100 mL	-	-	-
2		-	-	-
5		-	-	-
10		-	-	-
20		-	-	-
Siktedyp (m)		9,5	8	9

Område 4 (St.4, St.5, Lyr3, Fag4 og Kvr1,)

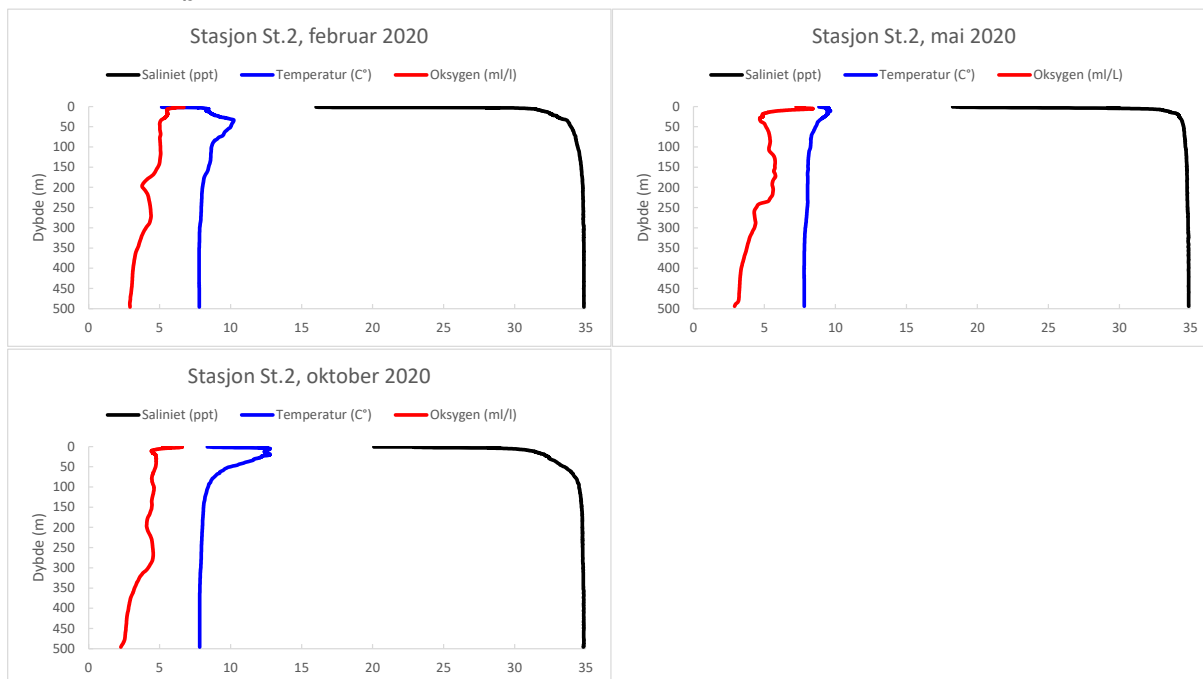
St.4		2020		
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19. okt.
0		-	7,4	4,6
2		-	11	4,8
5	Total fosfor (µg/L P)	-	15	9,1
10		-	20	13
20		-	28	11
0		-	1,1	1
2		-	1,9	1
5	Fosfat (µg/L P)	-	2,1	5,1
10		-	12	9,8
20		-	23	9,3
0		-	150	180
2		-	240	180
5	Total nitrogen (µg/L N)	-	190	230
10		-	250	220
20		-	280	210
0		-	24	8,7
2		-	14	8,8
5	Ammonium (µg/L N)	-	11	14
10		-	13	6,5
20		-	39	7
0		-	1,2	4
2		-	15	4,6
5	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	-	9,6	24
10		-	89	42
20		-	140	32
0		0,18	1,57	1,11
2		0,16	0,92	1,51
5	Kolorfyll a (µg/L)	0,13	5,58	0,87
10		0,17	1,75	0,23
20		0,19	0,28	0,11
0		-	-	-
2		-	-	-
5	E. coli/100 mL	-	-	-
10		-	-	-
20		-	-	-
Siktedyp (m)		-	4,5	9

St.5		2020		
Dyp (m)		12. feb.	4. mai.	19. okt.
0		18	8,7	5,8
2		17	8,6	7,7
5	Total fosfor (µg/L P)	17	14	14
10		18	20	13
20		18	26	15
0		14	2,3	1,6
2		14	1	2,7
5	Fosfat (µg/L P)	14	1,9	7,6
10		14	11	9,9
20		15	22	12
0		260	190	180
2		240	160	180
5	Total nitrogen (µg/L N)	230	140	180
10		260	210	170
20		240	270	230
0		25	11	8,2
2		16	8	8,8
5	Ammonium (µg/L N)	18	9,1	11
10		14	12	12
20		14	22	19
0		91	1	9,4
2		90	1	15
5	Nitrat/Nitritt (µg/L N)	87	8,2	30
10		92	71	37
20		96	130	45
0		0,22	0,79	1,74
2		0,22	1,46	2,14
5	Kolorfyll a (µg/L)	0,24	3,88	1,33
10		0,2	3,82	0,26
20		0,13	0,36	0,32
0		-	-	-
2		-	-	-
5	E. coli/100 mL	-	-	-
10		-	-	-
20		-	-	-
Siktedyp (m)		11	8	9

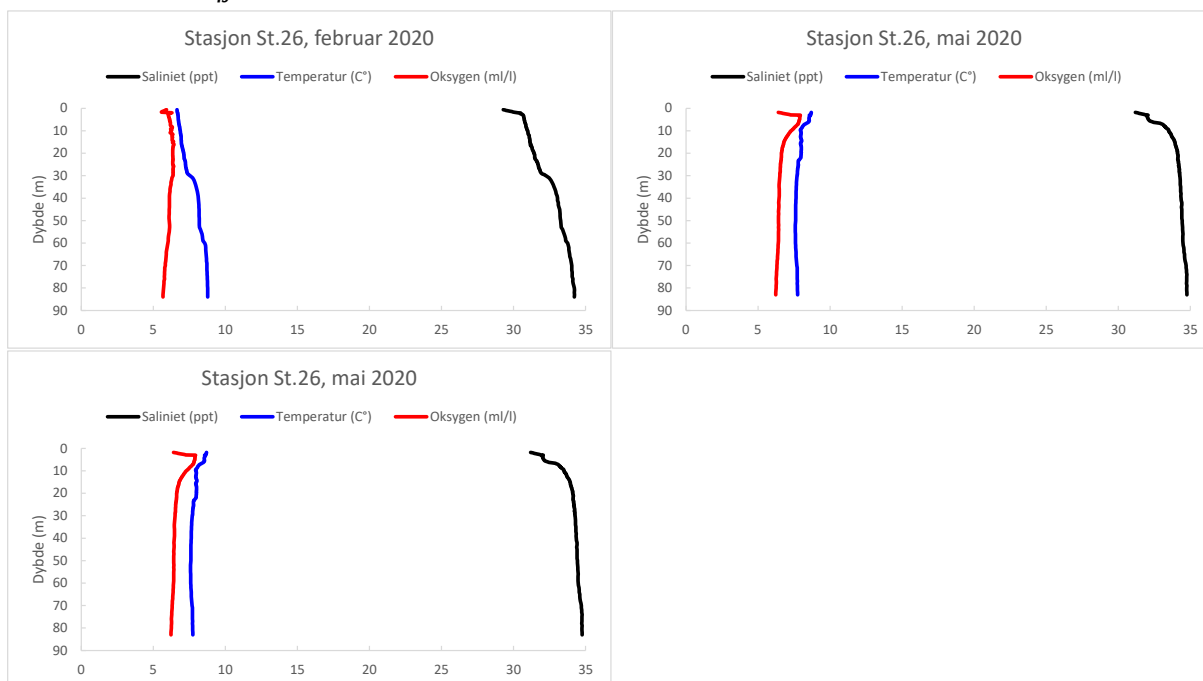
Lyr3 2020				Fag4 2020				Kvr1 2020			
Dyp (m)	12. feb.	4. mai.	19. okt.	Dyp (m)	12. feb.	4. mai.	19. okt.	Dyp (m)	12. feb.	4. mai.	19. okt.
0	17	8,5	5,5	0	18	8,1	4,5	0	19	12	8
2	17	7,9	5,5	2	17	9,2	5,1	2	18	8	4,3
5 Total fosfor (µg/L P)	15	15	11	5 Total fosfor (µg/L P)	18	17	11	5 Total fosfor (µg/L P)	21	15	8,4
10	17	20	12	10	16	19	12	10	19	15	15
20	24	27	13	20	18	23	13	20	18	41	15
0	14	1,1	1	0	14	1,2	0	0	15	3,2	3,7
2	15	1	1	2	14	1,1	1	2	14	1,4	1
5 Fosfat (µg/L P)	14	2,2	5,8	5 Fosfat (µg/L P)	15	2	5,9	5 Fosfat (µg/L P)	17	1,7	4
10	14	12	8,8	10	15	13	8,7	10	16	7,8	11
20	18	23	11	20	15	20	9,8	20	15	38	12
0	260	150	130	0	260	170	150	0	300	200	200
2	240	150	130	2	230	140	130	2	280	160	130
5 Total nitrogen (µg/L N)	240	190	240	5 Total nitrogen (µg/L N)	250	170	240	5 Total nitrogen (µg/L N)	280	180	160
10	210	200	210	10	230	240	220	10	250	170	180
20	260	230	200	20	230	270	180	20	250	260	210
0	13	10	7,7	0	15	8,1	7,9	0	17	11	18
2	14	10	8,2	2	14	9	8,1	2	15	8	12
5 Ammonium (µg/L N)	13	11	19	5 Ammonium (µg/L N)	13	11	23	5 Ammonium (µg/L N)	30	11	11
10	13	19	18	10	15	26	11	10	24	14	8,1
20	36	47	16	20	15	30	20	20	16	120	22
0	110	1	4,7	0	100	1	3,1	0	150	59	34
2	110	1	4,7	2	96	1	3,6	2	120	7,4	3,8
5 Nitrat/Nitritt (µg/L N)	94	13	25	5 Nitrat/Nitritt (µg/L N)	94	1	23	5 Nitrat/Nitritt (µg/L N)	110	1	22
10	92	90	31	10	94	98	35	10	110	54	41
20	99	140	35	20	95	120	29	20	110	140	30
0	0,25	1,05	2,49	0	0,25	0,89	2,49	0	0,26	1,23	1,45
2	0,2	1,77	3,11	2	0,25	1,22	2,63	2	0,15	1,33	1,75
5 Kolorfyll a (µg/L)	0,25	5,79	1,38	5 Kolorfyll a (µg/L)	0,23	2,49	0,74	5 Kolorfyll a (µg/L)	0,11	3,42	1,8
10	0,24	2,7	0,62	10	0,2	3,22	0,67	10	0,12	6,21	0,37
20	0,15	0,21	0,33	20	0,18	0,29	0,25	20	0,09	0,28	0,16
0	10	10	3	0	203	10	10	0	-	-	-
2	52	10	2	2	41	10	10	2	-	-	-
5 E. coli/100 mL	1200	2	1	5 E. coli/100 mL	74	10	2	5 E. coli/100 mL	-	-	-
10	74	98	3	10	173	1	8	10	-	-	-
20	909	183	12	20	201	216	13	20	-	-	-
Siktedyp (m)	13	4,5	8	Siktedyp (m)	11	4,5	8	Siktedyp (m)	11	4,5	10

Vedlegg 3. Eksempler på hydrografiske profiler fra de ulike områdene.

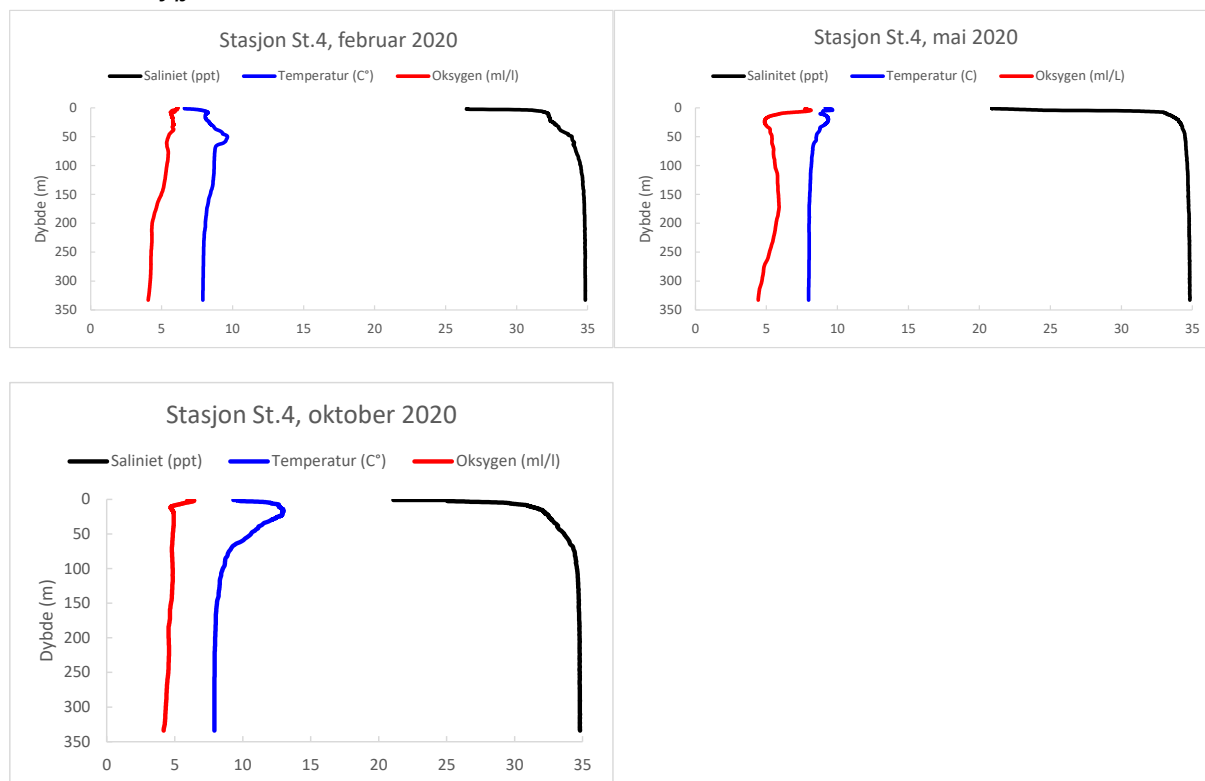
Område 1: Sør fjorden



Område 3: Raunefjorden



Område 4: Byfjorden



Vedlegg 4. Oversikt over bløtbunnsfauna funnet i sediment under prøvetakingen i fjorden rundt Bergen i april 2020. Taksa merket med X inngår ikke i indeksberegningen. Markering med x istedenfor antallet viser at arter (taksa) var i prøvene, men antall ikke er gitt. Prøver markert med * er delsortert på grunn av høy mengde av grovt sediment i prøven. *P. aff. paucibranchiata* = *Pseudopolydora aff. paucibranchiata*. Artskomplekser, hvor enkelte arter ikke kan skilles med lupe eller mikroskop, er merket med tillegget "kompl."; unge (juvenile) individer er skilt ut og merket som "juv.".

Område 1 - Sørfjorden	NSI-klasse		St.1				St.2				St.121			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
FORAMINIFERA														
Foraminifera	-	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
NEMATODA														
Nematoda	-	X	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
CNIDARIA														
<i>Cerianthus lloydii</i>	III						1						2	
Hydrozoa	-	X	x		x						x		x	
Pennatulacea juv.	I										1			
PLATYHELMINTHES														
Polycladida	-										1			
NEMERTEA														
Nemertea	III		17	5	6	18	1	6	7	6	7	12	14	11
SIPUNCULA														
Golfingiidae	II		3	1						1			1	
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	I			2		4	1		2	2				
<i>Phascolion strombus</i>	II												1	
POLYCHAETA														
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	I		13	12	11	9					8	7	8	9
<i>Actaedrilus polyonyx</i>	-		2											4
<i>Aglaophamus pulcher</i>	II					1	1		1	1				
<i>Amaeana trilobata</i>	I					1						1	1	2
<i>Amythasides macroglossus</i>	I			1	8	1				1	1	2	1	
<i>Anobothrus laubieri</i>	I									1				
<i>Aphelochaeta</i> sp.A	II		1				13	12	8	17	3			1
<i>Aphelochaeta</i> sp.B	II					3					1	1	5	3
<i>Aphelochaeta</i> sp.C	II						4	4	9	3	1			
<i>Apistobanchus</i> sp.	-			2	3	1								1
<i>Aricidea catherinae</i>	I		13	15	10	9					6	10	14	13
<i>Aricidea</i> sp.	I						3	3	2	2				
<i>Augeneria</i> sp.	II		2	2	1	4	2	9	8	5			3	3
<i>Bradabyssa villosa</i>	II									2				
<i>Ceratocephale loveni</i>	III		2	4	4	2	8	3	3	6	1	2		2
<i>Chaetoparia nilssoni</i>	II			1										
<i>Chaetozone</i> cf. <i>setosa</i>	IV		5	5	2	4					1	1	3	3
<i>Chaetozone jubata</i>	III		4	7	10	7	5	1	5	2	3	3	7	1
<i>Chaetozone</i> sp.	III										1			
Cirratulidae	IV		27	13	17	21	1	3		2	1		2	1
<i>Clymenura borealis</i>	I			1										
<i>Dasybranchus caducus</i>	III			1		1					1	1		1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	II		15	8	4	10					3	8	7	5
<i>Dipolydora coeca</i>	I													
<i>Dipolydora</i> sp.	-													
<i>Dorvillea</i> sp.	-												1	

Område 1 - Sørfjorden	NSI-klasse		St.1				St.2				St.121			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Dorvilleidae	-		2	2	1	1			2	1				
<i>Euchone incolor</i>	II					1					1			
<i>Euclymene droebachiensis</i>	I		1											
<i>Eunereis elitoralis</i>	-		1			3						1	1	
<i>Exogone verugera</i>	I		17	19	11	7			1		4	1	3	3
<i>Galathowenia oculata</i>	III		2		1		2	3	1			1		
<i>Glycera lapidum</i>	I		4	2	1	5								
<i>Glyphohesione klatti</i>	II					1							1	
<i>Goniada maculata</i>	II			1										
<i>Heteromastus filiformis</i>	IV		5	2	3	1	9	9	14	7	2	1	1	
<i>Kirkegaardia serrata</i>	IV								1	1				
<i>Lamispina falcata</i>	II									2		1		4
<i>Laonice sarsi</i>	I					1							1	
<i>Levinsenia flava</i>	-		1	1	2		5	7	4	4				
<i>Levinsenia gracilis</i>	II		12	7	9	3	4	2	2	1	2	3	2	4
<i>Lumbriclymene</i> sp.	II				1									
Lumbrineridae	II			2	2	2			4	8	1	1	2	
<i>Lumbrineris aniara</i>	I						1		1	6				
<i>Lumbrineris</i> sp.	II		4	1	1	3	4	2	1	1	1	2	1	2
Maldanidae	II		1	1	3	3					1	1		1
<i>Neogyptis rosea</i>	II						1		2				1	1
<i>Neoleanira tetragona</i>	III						1	1	1					
Nephtyidae juv.	-										1	2		
<i>Nephtys hystericis</i>	II		2	4	5	4			3		3	8	7	3
<i>Notomastus latericeus</i>	I		1		1									
Oligochaeta	V		1		2	1		1	1	2				
<i>Ophelina cylindrica</i>	I		1											
<i>Ophelina norvegica</i>	II								1	1				
<i>Owenia borealis</i>	II					1								
<i>Oxydromus</i> sp.	-												1	
<i>Paradiopatra fiordica</i>	III		1			1	12	3	3	6				
<i>Paradiopatra</i> indet. juv.	-	X							1					
<i>Paradiopatra</i> sp. juv.	-											1	1	
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>	I							1				1	1	
<i>Paradoneis eliasoni</i>	II		2	9	1	3								
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	III		108	42	23	106	1		5	4	42	56	62	39
Paraonidae	-		3	1					3	2				
<i>Parexogone hebes</i>	I		2			1								
<i>Parheteromastides</i> sp.	III				1		4	28	26	18	2	1	3	1
<i>Pectinaria auricoma</i>	II		1	1		1					1			
<i>Pectinaria belgica</i>	II		3	1	1									
<i>Pectinaria</i> indet. juv.	-	X									1			
<i>Pholoe pallida</i>	I		1			4	1	1	1	1			1	
<i>Phyllodoce rosea</i>	I		1									1		
<i>Phylo norvegicus</i>	II		2	1		1				1	2	1		1
<i>Pilargis papillata</i>	II			1					1	1	1			
<i>Pista cristata</i>	II			1	1	1						1		
<i>Pista lornensis</i>	II											1	1	
Polychaeta	-			1										

Område 1 - Sørfjorden	NSI-klasse		St.1				St.2				St.121			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Polycirrus latidens</i>	-												1	
<i>Polycirrus plumosus</i>	II											2	1	2
<i>Praxillella affinis</i>	I		3	1	3									
<i>Prionospio cirrifera</i>	III		2	5	1	4								1
<i>Prionospio dubia</i>	I		2	1		2	2		2	1	6	12	11	3
<i>Prionospio fallax</i>	II		10	3	2	5					2	1	2	1
<i>Prionospio indet.</i>	-	X		1	1	1							2	3
<i>Prionospio multibranchiata</i>	I						3	6	1	9		1		1
<i>Protodorrvillea kefersteini</i>	IV							1						
<i>P. aff. paucibranchiata</i>	IV		418	406	139	853					188	163	412	114
<i>Rhodine loveni</i>	II												1	
<i>Scalibregma inflatum</i>	III		4	1	1	3					2	2	4	
<i>Scolecopsis bonnierii</i>	I		1			1								
<i>Scolecopsis korsuni</i>	I		5	1										
<i>Scolecopsis sp.</i>	I											3	3	2
<i>Sosane wahrbergi</i>	II		3	3	1			2	2	1			1	
<i>Sosane wireni</i>	I					1						1		
<i>Spiochaetopterus sp.</i>	-		25	23	36	71	48	61	89	69	5	21	29	1
<i>Spiophanes kroyeri</i>	III		7	6	4	10					5	4	1	6
<i>Spiophanes wigleyi</i>	I			4	1	8					1	1	1	1
<i>Streblosoma intestinale</i>	I											1		
Terebellidae	-		1			2								
<i>Terebellides gracilis</i>	-						1	1		1				
<i>Terebellides shetlandica</i>	-		3	4		6	2	2		1	4	2	14	1
<i>Terebellides stroemii</i> kompl.	II				3						1		1	
<i>Tharyx killariensis</i>	II		3		1				2		21	15	12	16
<i>Trichobranchus roseus</i>	I				1									
MOLLUSCA														
<i>Abra longicallus</i>	III									3				
<i>Abra nitida</i>	III			2		2			1		3	1		1
<i>Abra nitida</i> juv.	III					2								1
<i>Abra sp. juv.</i>	-						1							
<i>Adontorhina similis</i>	II		5	7		5		1	1	5	5	1	9	5
<i>Amboherpia heterotecta</i>	-								1					
<i>Antalis cf. occidentalis</i> juv.	I										1			1
<i>Axinulus croulinensis</i>	I		1	1								1	2	2
<i>Bathyarca pectunculoides</i>	I					1								
<i>Cuspidaria sp. juv.</i>	-			1										1
<i>Delectopecten vitreus</i>	III									3				
<i>Entalina tetragona</i>	I				1									1
<i>Euspira montagui</i>	II											1		
Gastropoda	-						1							
<i>Haliella stenostoma</i>	II						1			1	1			
<i>Harmania sp. juv.</i>	-					1								
<i>Hiatella sp.</i>	-									1				
<i>Kelliella miliaris</i>	III			1		1		2	1	2			2	2
<i>Kurtiella tumidula</i>	I												1	
<i>Mendicula ferruginosa</i>	I		27	48	30	44		2	1	1	5	10	26	10
<i>Nucula sulcata</i>	II		1											

Område 1 - Sørfjorden	NSI-klasse		St.1				St.2				St.121			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Nucula tumidula</i>	II										1	1		
<i>Nucula tumidula</i> juv.	II			1	3	2	2	1	2	2	3		10	3
<i>Parathyasira equalis</i>	III		19	14	11	14	9	1	11	14	23	31	27	11
<i>Parathyasira equalis</i> juv.	III		7	7	2	12	3	2		4	21	8	13	6
<i>Pulsellum lofotense</i>	II		1											
<i>Scutopus ventrolineatus</i>	II		2		1		2	1		3		1	1	2
<i>Tellimya tenella</i>	II									13				5
<i>Thyasira obsoleta</i>	I		2	3	4	2					6	1	6	1
<i>Thyasira sarsii</i>	IV									3	1	1	2	
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	IV					1	1	2	1	3			2	1
Thyasiridae indet.	-	X	2	1						1	2	2	3	2
<i>Tropidomya abbreviata</i>	I											1		
<i>Yoldiella lucida</i>	II							1	3	5				
<i>Yoldiella lucida</i> juv.	II						3	1	1	4				
CRUSTACEA														
Amphipoda indet.	-	X								1				
<i>Bathymedon longimanus</i>	II				1									
Calanoida	-	X					1		1	1				2
<i>Calocarides coronatus</i>	II						1			1				
<i>Campylaspis costata</i>	I			1										
Crustacea larvae	-	X			1			1						
<i>Eriopisa elongata</i>	II						7	2	3					
<i>Eudorella emarginata</i>	III										2			
<i>Leptophoxus falcatus</i>	II			1										
<i>Nicippe tumida</i>	I		1	1									1	
<i>Oediceropsis brevicornis</i>	-		1		1	1								1
Oedicerotidae	-		1											
<i>Philomedes lilljeborgi</i>	II		1					1						
<i>Synchelidium</i> sp.	-								1	1				
Tanaidacea	I					1								
<i>Westwoodilla caecula</i>	I					1					1			1
ECHINODERMATA														
<i>Amphilepis norvegica</i>	II					1	5	7	5	9				
<i>Amphilepis norvegica</i> juv.	II		1											
<i>Amphipholis squamata</i>	I			1		2								
<i>Amphiura chiajei</i>	II		1			1								
<i>Brissopsis lyrifera</i>	II													1
<i>Brissopsis lyrifera</i> cf. knust	II									1				
<i>Ophiura</i> sp. juv.	II		2											
CHAETOGNATHA														
Chaetognatha	-	X						2	2					
HEMICHORDATA														
Enteropneusta	I		3			1					1	1		2

Område 8 - Raunefjorden	NSI-klasse		St.25				St.26			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
FORAMINIFERA										
Foraminifera	-	X	x	x	x	x	x	x	x	x
NEMATODA										
Nematoda	-	X	x	x	x	x	x		x	x
CNIDARIA										
<i>Edwardsia</i> sp.	II			1				1		
<i>Virgularia mirabilis</i>	II									1
NEMERTEA										
Nemertea	III			4	6	2	7	7	4	10
SIPUNCULA										
Golfingiidae	II		1							
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	I			1						
<i>Phascolion strombus</i>	II				1		3		4	1
<i>Thysanocardia procera</i>	II						1			
POLYCHAETA										
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	I		1	1		1	5	11		4
<i>Ampharete falcata</i>	I						1			
<i>Ampharete lindstroemi</i>	I		2	8	4	5	1		1	1
<i>Ampharete octocirrata</i>	I		9	4	2	1			3	1
<i>Amphicteis gunneri</i>	III		1							
<i>Amphitrite cirrata</i>	III		1	1						
<i>Aphelochaeta</i> sp.A	II		2							1
<i>Aphrodita aculeata</i>	I						1			
<i>Capitella</i> sp.	III								1	
<i>Chaetozone setosa</i>	IV			1				2	3	
<i>Chaetozone</i> sp.	III			4		3	3	3		
<i>Chaetozone zetlandica</i>	III		2		2	1				
<i>Chone duneri</i>	I		2	1	1	1		2		
<i>Cirratulus incertus</i>	IV		1							
<i>Diplocirrus glaucus</i>	II		6	7	8	5	30	23	31	22
<i>Dipolydora flava</i>	-		2	2						1
Dorvilleidae	-			1						
<i>Euchone incolor</i>	II									1
<i>Euchone</i> sp.	II			1		2	1			
<i>Eumida sanguinea</i> kompl.	I		1					1		
<i>Exogone naidina</i>	I					2		2		
<i>Exogone verugera</i>	I					1	1			
<i>Galathowenia oculata</i>	III		14	18	19	23	30	15	12	24
<i>Glycera alba</i>	II		1					2	3	
<i>Glycera lapidum</i>	I		1	4	2	3	1	2	1	
<i>Goniada maculata</i>	II		6	3	2	4	5	4	4	6
<i>Jasmineira caudata</i>	II		3	1					1	
<i>Laonice bahusiensis</i>	I			1	1					
Lumbrineridae	II					1				1
<i>Lysippe fragilis</i>	I			1						
Maldanidae	II				1					1
<i>Mediomastus fragilis</i>	IV							1	1	1
<i>Myriochele danielsseni</i>	II					9	1		1	4
Nephtyidae	-			1	1		1			

Område 8 - Raunefjorden	NSI-klasse		St.25				St.26			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Nephtys hombergii</i>	II							2		
<i>Notomastus latericeus</i>	I		4				3		1	
<i>Ophelina acuminata</i>	II		1			1			4	
<i>Ophelina cylindrica</i>	I			3	1		1		4	1
<i>Ophelina</i> indet.	-	X						1		
<i>Ophelina modesta</i>	III						2	3	5	2
<i>Ophelina</i> sp.	-					1				
<i>Ophryotrocha longidentata</i>	IV						1			
<i>Ophryotrocha</i> sp.	IV								1	
Orbiniidae	-					1	1	1		
<i>Owenia borealis</i>	II		19	21	9	16	14	5	5	8
<i>Oxydromus flexuosus</i>	III						4			
<i>Paradoneis lyra</i>	II			3			1			
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	III				1	1	8	7	7	3
Paraonidae	-								2	6
<i>Parexogone hebes</i>	I			2		1			7	1
<i>Pectinaria auricoma</i>	II		16	8	9	10	3	7	12	13
<i>Pectinaria koreni</i>	IV		2			1			2	
<i>Pholoe baltica</i>	III		28	20	26	39	19	15	15	28
<i>Pholoe pallida</i>	I						1			
<i>Phyllodoce</i> sp.	-							1		
<i>Pista cristata</i>	II					2	1			
<i>Pista</i> sp. juv.	-						1		1	1
<i>Polycirrus norvegicus</i>	IV		5	1						
<i>Polycirrus plumosus</i>	II			1	1	1	1			3
<i>Praxillella affinis</i>	I		1	3		1	6	4	1	2
<i>Prionospio cirrifera</i>	III		13	5	5	8	10	7	9	10
<i>Prionospio fallax</i>	II		27	43	19	24	34	26	36	31
<i>Pseudomystides spinachia</i>	-				1				1	
<i>Raricirrus beryli</i>	IV								1	
Sabellidae	II		1				1		1	1
<i>Samytha sexcirrata</i>	I			1	1					
<i>Scalibregma inflatum</i>	III		3			1	7	2	5	4
<i>Scolecopsis korsuni</i>	I		1						1	
<i>Scoloplos armiger</i>	III		3			1	2	1		2
<i>Sige fusigera</i>	III									1
<i>Sosane sulcata</i>	I									1
<i>Sosane wahrbergi</i>	II		1	11	2	4	3		4	3
<i>Sosane wireni</i>	I								1	1
<i>Sphaerodoridium fauchaldi</i>	-					2			2	1
<i>Sphaerodorum gracilis</i>	II				1			1		
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	I			1						
<i>Spiophanes kroyeri</i>	III		5	1		1	2	1		
Syllidae	-								1	
<i>Syllis</i> sp.	-		1			2	3	1	1	
<i>Terebellides shetlandica</i>	-		1			2		3	2	2
<i>Trichobranchus roseus</i>	I		1	2	2	4				
MOLLUSCA										
<i>Abra</i> indet.	-	X			1		3	2	1	

Område 8 - Raunefjorden	NSI-klasse		St.25				St.26			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Abra nitida</i>	III			1	1	1	11	3	2	9
<i>Abra prismatica</i>	I									2
<i>Arctica islandica</i> juv.	III							1		
<i>Astarte montagui</i>	I					1				
<i>Bivalvia</i> indet.	-	X			1	2			4	
<i>Bivalvia</i> sp.	-		1		1					
<i>Chaetoderma nitidulum</i>	II					1			2	
<i>Cuspidaria cuspidata</i>	II			1						
<i>Cylichna cylindracea</i>	II			2	2	1	8	3	2	11
<i>Cylichna cylindracea</i> juv.	II					1				
<i>Ennucula tenuis</i>	II				3	4	9	10	8	18
<i>Ennucula tenuis</i> juv.	II				1	1	1		2	1
<i>Epitonium trevelyanum</i>	-									1
Eulimidae	-				1					
<i>Euspira nitida</i>	II					1	1			
<i>Hermania</i> indet.	-	X				2				1
<i>Hermania indistincta</i>	-		1	2	2	4	1	1	1	
<i>Hermania scabra</i>	II									1
<i>Kurtiella bidentata</i>	IV			3	2	4	4	9	5	4
<i>Leptochiton asellus</i>	I		1							
<i>Lucinoma borealis</i> juv.	I				1					
<i>Myrtea spinifera</i>	II		1	4	3	1	2	3	1	5
<i>Nucula nucleus</i>	II		1				7	3	1	7
<i>Nucula nucleus</i> juv.	II						2			
<i>Parathyasira equalis</i>	III			2	2		4	2	4	5
<i>Parathyasira equalis</i> juv.	III								1	4
<i>Parvicardium minimum</i>	I		1							1
<i>Parvicardium minimum</i> juv.	I									1
<i>Parvicardium</i> sp. juv.	II								1	
<i>Philine denticulata</i> juv.	-								1	
<i>Pulsellum lofotense</i>	II								1	1
<i>Retusa umbilicata</i>	IV			1		4	1	2	8	1
<i>Roxania utriculus</i>	-									1
<i>Tellimya tenella</i>	II								2	2
<i>Thracia</i> sp. juv.	II		1							1
<i>Thyasira flexuosa</i>	III		23	48	19	47	50	21	33	30
<i>Thyasira flexuosa</i> juv.	III		5	8	3	7	5	3	5	5
<i>Thyasira sarsii</i>	IV		37	35	18	28	87	48	65	69
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	IV		13	14		14	7	4	16	10
Thyasiridae indet.	-	X	6	1	9	8	2	3	10	6
<i>Varicorbula gibba</i>	IV		3	3	3	6	4	1	4	3
Veneridae juv.	-				1					
<i>Yoldiella philippiana</i>	I							1	3	
<i>Yoldiella philippiana</i> juv.	I					1				
CRUSTACEA										
<i>Ampelisca</i> sp.	I							1		
<i>Ampelisca</i> sp. juv.	I		2			1				
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	I								1	
<i>Anapagurus laevis</i>	I					1				

Område 8 - Raunefjorden	NSI-klasse		St.25				St.26			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
Calanoida	-	X		2	1	3	1	2	7	6
<i>Diastylis</i> sp. juv.	-								1	
<i>Eudorella truncatula</i>	II			1					1	
<i>Gnathia</i> sp.	I						3		3	
<i>Hemilamprops roseus</i>	I									1
Lysianassoidea	I					1				
<i>Nototropis vedlomensis</i>	I				1					
<i>Tryphosites longipes</i>	I			1	1					
<i>Westwoodilla caecula</i>	I					1			1	
ECHINODERMATA										
<i>Amphiura</i> cf. <i>chiajei</i> juv.	II		1	1	1	1	3	6	6	8
<i>Amphiura</i> cf. <i>filiformis</i> juv.	III		5			2	1	1	2	
<i>Amphiura chiajei</i>	II		1		1	1	3	3	1	1
<i>Amphiura filiformis</i>	III		18	19	31	45	92	91	76	111
<i>Amphiura</i> indet. juv.	-	X	4	7	7	8	10	5	22	6
<i>Brissopsis lyrifera</i>	II						1		1	
<i>Echinocardium cordatum</i>	II			1	1		1		2	2
<i>Echinocardium flavescens</i>	I					1				2
<i>Echinocardium</i> indet.	-	X								1
<i>Labidoplax buskii</i>	II		3	27	30	34	23	16	14	31
<i>Leptosynapta decaria</i>	II		1	7	1	2	2	2		1
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	II					1		1		
<i>Ophiocten affinis</i>	III		3			1				
<i>Ophiura albida</i>	II							2		
<i>Ophiura carnea</i>	II						3	3		
<i>Ophiura</i> cf. <i>carnea</i> juv.	II						4	1		3
<i>Ophiura</i> indet. juv.	-	X								2
<i>Ophiura</i> sp. juv.	II					1	1		3	1
<i>Panningia hyndmani</i>	-		1							
<i>Spatangoida</i> indet.	-	X			1					
PRIAPULIDA										
<i>Priapulius caudatus</i>	III									1
PHORONIDA										
<i>Phoronis</i> sp.	I		1	2	1	1	1	1	1	

Område 4 - Byfjorden	NSI-klasse		Lyr2				Lyr7			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
FORAMINIFERA										
Foraminifera	-	X			x		x	x	x	x
NEMATODA										
Nematoda	-	X	x	x	x	x	x	x	x	x
CNIDARIA										
<i>Cerianthus lloydii</i>	III		1	2	2		1		1	2
<i>Edwardsia</i> sp.	II		1	2	1			5	1	6
<i>Paraedwardsia</i> sp.	I					2				
NEMERTEA										
Nemertea	III		1	1	1		2			1
<i>Tubulanus annulatus</i>	III				1					
SIPUNCULA										
<i>Phascolion strombus</i>	II							3	1	2
<i>Golfingia</i> sp.	II								1	1
POLYCHAETA										
<i>Ampharete falcata</i>	I							1	1	
<i>Ampharete lindstroemi</i>	I							6	3	14
<i>Ampharete octocirrata</i>	I						36	22	12	67
Ampharetidae	I						1	3		1
<i>Amphicteis gunneri</i>	III							1	1	2
<i>Amphitrite birulai</i>	-									1
<i>Amphitrite cirrata</i>	III							4	2	3
<i>Amythasides macroglossus</i>	I									1
<i>Anobothrus gracilis</i>	II						3	1		
<i>Aphelochaeta</i> sp.A	II								1	3
<i>Aphelochaeta</i> sp.B	II								1	3
<i>Arenicola marina</i>	-		1		1	1				
<i>Capitella capitata</i> kompl.	V		1754	1762	2624	2108	15	3	7	15
<i>Chaetozone setosa</i>	IV								8	1
<i>Chone dunerii</i>	I						2	7	3	8
Cirratulidae	IV			1			24	27	17	29
<i>Cirratulus cirratus</i>	IV		4	1	2					
<i>Cirratulus</i> sp. juv.	IV								1	1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	II						1	1	1	
<i>Dipolydora flava</i>	-						1	11	2	5
Dorvilleidae	-						20	1		5
<i>Eteone flava/longa</i>	IV								1	1
<i>Euchone rosea</i>	II						1			1
<i>Euchone</i> sp.	II							1	1	1
<i>Eulalia tjalfiensis</i>	-									4
<i>Eumida</i> sp.	I						3	5		2
<i>Eunereis elitoralis</i>	-						1			
<i>Eunice pennata</i>	I						1			
<i>Exogone naidina</i>	I						5			2
<i>Exogone verugera</i>	I						6	3	4	18
<i>Galathowenia oculata</i>	III						5	8	7	27
<i>Glycera alba</i>	II		5		12	1	2	1		1
<i>Glycera lapidum</i>	I						8	11	15	32
<i>Glyphohesione klatti</i>	II							2		1

Område 4 - Byfjorden	NSI-klasse		Lyr2				Lyr7			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Goniada maculata</i>	II					1	2	15	8	11
<i>Jasmineira caudata</i>	II						1	2		4
<i>Lanice conchilega</i>	-									1
<i>Laonice bahusiensis</i>	I									1
<i>Laonice</i> sp.	I						1	1	1	
<i>Lumbrineris</i> cf. <i>aniara</i>	I							1	1	
<i>Lumbrineris</i> sp.	II									1
<i>Malacoceros vulgaris</i>	V		123	19	151	112				
<i>Mediomastus fragilis</i>	IV						23	36	18	78
<i>Myriochele</i> sp.	II							1		
<i>Naineris quadricuspida</i>	-		1	2	4					
<i>Neogyptis rosea</i>	II		1		1					
<i>Nereimyra punctata</i>	IV						1			
<i>Nothria conchylega</i>	I						1	1		
<i>Notomastus latericeus</i>	I							8	1	13
<i>Oligochaeta</i>	V								1	
<i>Ophelina acuminata</i>	II								2	
<i>Ophryotrocha</i> sp.	IV		443	348	223	21				
<i>Owenia borealis</i>	II						2	10	4	13
<i>Paradoneis lyra</i>	II						16	18	12	51
<i>Paramphinode jeffreysii</i>	III						3	58	39	82
Paraonidae	-								4	16
<i>Parexogone hebes</i>	I						17	21	7	53
<i>Pectinaria auricoma</i>	II						5	2	1	8
<i>Pectinaria koreni</i>	IV		2	1	2	1	2	1		3
<i>Pholoe baltica</i>	III						3	6	7	12
<i>Phyllodoce</i> sp.	-									1
<i>Pista cristata</i>	II							1		
<i>Polycirrus</i> indet. juv.	-	X							2	10
<i>Polycirrus medusa</i>	I									1
<i>Polycirrus norvegicus</i>	IV						3	5	4	6
<i>Polycirrus plumosus</i>	II								2	
<i>Polyphysia crassa</i>	III									1
<i>Praxillella affinis</i>	I									1
<i>Prionospio cirrifera</i>	III						67	99	34	149
<i>Prionospio fallax</i>	II		1					6	1	12
<i>Prionospio plumosa</i>	-		8	7	14	2	7	1	1	16
<i>Protodorrillea kefersteini</i>	IV						1			1
<i>Psamathe fusca</i>	II							2		
<i>Pseudopolydora</i> aff. <i>paucibranchiata</i>	IV									4
<i>Pseudopolydora pulchra</i>	IV									1
<i>Raricirrus beryli</i>	IV						19		1	15
Sabellidae	II									1
<i>Samytha sexcirrata</i>	I									1
<i>Scalibregma inflatum</i>	III						1			
<i>Scoloplos armiger</i>	III		1		3		2	1		4
<i>Sige fusigera</i>	III						3			
<i>Sosane sulcata</i>	I									1
<i>Sosane wahrbergi</i>	II									1

Område 4 - Byfjorden	NSI-klasse		Lyr2				Lyr7			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Sphaerodorum gracilis</i>	II						2		1	4
<i>Sphaerosyllis hystrix</i>	I									3
<i>Spiophanes kroyeri</i>	III						8	28	13	22
<i>Spiophanes wigleyi</i>	I						1	5	1	8
Syllidae	-									1
<i>Syllis cornuta</i>	III		1				17	17	9	37
Terebellidae	-						1			3
<i>Tharyx</i> sp.	III								1	5
<i>Tubificoides benedii</i>	V						2			2
MOLLUSCA										
<i>Abra</i> indet. juv.	-	X						1		
<i>Abra nitida</i>	III							3	1	2
<i>Abra</i> sp. juv.	-						2			
Aeolidioidea juv.	-									1
<i>Astarte sulcata</i>	I									1
<i>Bivalvia</i> indet. juv.	-	X						1		
<i>Clelandella miliaris</i>	-						1	5	1	
<i>Cylichna cylindracea</i>	II							1		1
<i>Ennucula tenuis</i> juv.	II							1		
<i>Epitonium trevelyanum</i>	-								1	
<i>Euspira montagui</i>	II						1			
<i>Euspira nitida</i>	II						1			1
<i>Falci-dens crossotus</i> juv.	II							1		
Gastropoda sp.	-									1
<i>Hermania indistincta</i>	-						1			
<i>Kurtiella bidentata</i>	IV						1	3		
<i>Leptochiton asellus</i>	I						1			
<i>Lucinoma borealis</i>	I							1	3	2
<i>Myrtea spinifera</i>	II						1	6	8	5
<i>Myrtea spinifera</i> juv.	II							2		
<i>Parvicardium minimum</i>	I							1		1
<i>Parvicardium minimum</i> juv.	I						1			
<i>Polyplacophora</i> sp. juv.	-							1		
<i>Raphitoma linearis</i>	-									1
<i>Retusa umbilicata</i>	IV							1		
<i>Tellimya ferruginosa</i>	II						2	1		
<i>Thyasira</i> cf. <i>flexuosa</i>	III							11	13	4
<i>Thyasira</i> cf. <i>sarsii</i>	IV							10	13	20
<i>Thyasira flexuosa</i>	III						19	82	29	63
<i>Thyasira flexuosa</i> juv.	III						2	9	2	16
<i>Thyasira</i> indet.	-	X			1			2	8	9
<i>Thyasira sarsii</i>	IV				1		50	154	55	195
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	IV						15	30	3	54
<i>Varicorbula gibba</i>	IV						1	4	2	9
<i>Varicorbula gibba</i> juv.	IV						1	1	1	
CRUSTACEA										
Amphipoda indet. juv.	-	X	1							
Amphipoda sp. juv.	-						1			
<i>Anapagurus laevis</i>	I									1
<i>Aora gracilis</i>	-				3					

Område 4 - Byfjorden	NSI-		Lyr2				Lyr7			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	klasse		A	B	C	D	A	B	C	D
Aoridae indet.	-	X	19	8	33	17				
Calanoida	-	X			1		1			4
Cheirocratus indet.	-	X						4		7
Cheirocratus sundevallii	I							1		4
Copepoda	-	X	18		3					2
Gammaropsis sophiae	III						1	1		3
Leucothoe lilljeborgi	I		1	1	3	1				
Lysianassoidea	I						1	1		
Microdeutopus anomalus	I		6	3	19	8				
Monocorophium sextonae	-				2	2				
Monocorophium sp. juv.	-			1						
Nebalia sp.	V			1		4	1		1	
Nototropis swammerdamei	-				1					
Ostracoda sp.2	-							2	1	1
Ostracoda sp.7	-									2
Philomedes lilljeborgi	II									2
Phtisica marina	-		2	3	4					1
Spirontocaris liljeborgii	-	X						1		
Synchelidium maculatum	-								2	1
Tanaidacea	I							1		
Tryphosites longipes	I						3	3	2	3
Westwoodilla caecula	I						2			3
ECHINODERMATA										
Amphipholis squamata	I					1	5	1		1
Amphiura filiformis	III							1		
Amphiura sp. juv.	III									2
Echinocardium flavescens	I						2	3		1
Echinocyamus pusillus	I							3		3
Echinocyamus pusillus juv.	I							1		2
Labidoplax buskii	II						14	16	3	34
Labidoplax media	-						1			1
Leptosynapta decaria	II						3	2		2
Leptosynapta inhaerens	II						1	1		2
Ophiocten affinis	III						4	1	3	5
Ophiopholis aculeata	I		1							
Ophiura albida	II						3			5
Ophiura cf. albida juv.	II						9			17
Ophiura indet. juv.	-	X					1			5
Ophiura sp. juv.	II					1		4	4	
Ophiuroidea indet. juv.	-	X					2		1	3
Pseudothyone raphanus juv.	-							1		1
Thyone fusus juv.	-								1	1
INSECTA										
Chironomidae larvae	-	X			1					
HIRUDINEA										
Hirudinea	-	X					1			
CHAETOGNATHA										
Chaetognatha	-	X							2	

Område 4 - Byfjorden	NSI-		Fag3				Kvr1			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	klasse		A	B	C	D	A	B	C	D
FORAMINIFERA										
Foraminifera	-	X	x		x	x		x	x	x
NEMATODA										
Nematoda	-	X	x	>1000	>1000	x	x	x	x	x
CNIDARIA										
Actiniaria på grus	I		1		8	27				
<i>Edwardsia</i> sp.	II						1	2	8	2
Hydrozoa	-	X							x	
NEMERTEA										
Nemertea	III				1		10	4	11	1
SIPUNCULA										
<i>Nephasoma minutum</i>	II							1		
POLYCHAETA										
<i>Ampharete lindstroemi</i>	I								1	
<i>Ampharete octocirrata</i>	I						14	5	17	1
<i>Arenicola</i> sp. juv.	-				2					
<i>Arenicola marina</i>	-			1		2		2	17	3
<i>Capitella capitata</i> kompl.	V		6100	8200	7000	2575	191	51	34	8
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	I								1	
<i>Chaetozone setosa</i>	IV							1		
<i>Chaetozone zetlandica</i>	III						4	1	7	2
Cirratulidae	IV						25	9	16	
<i>Cirratulus incertus</i>	IV						8		2	
Dorvilleidae	-						4	1	4	
<i>Exogone verugera</i>	I								1	
<i>Galathowenia oculata</i>	III						3	4	19	3
<i>Glycera alba</i>	II						12	14	21	10
<i>Glycera lapidum</i>	I							2	3	
<i>Goniada maculata</i>	II								3	1
<i>Jasmineira caudata</i>	II						1	2	1	2
<i>Lumbrineris aniara</i>	I						4			
<i>Macrochaeta clavicornis</i>	I							1		
<i>Malacoceros vulgaris</i>	V		159	40	7	9				
<i>Mediomastus fragilis</i>	IV						9	10	22	1
<i>Naineris quadricuspida</i>	-			3	2	2				
<i>Nephtys pente</i>	-									1
<i>Nereis</i> sp.	II								1	
<i>Notomastus latericeus</i>	I						1		3	1
<i>Ophelina modesta</i>	III								1	
<i>Ophryotrocha</i> sp.	IV					9	296	57	66	34
<i>Owenia borealis</i>	II						4	2	4	2
<i>Oxydromus flexuosus</i>	III							1		1
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	III							1	3	
<i>Parougia eliasoni</i>	-								4	
<i>Pectinaria auricoma</i>	II						6	7	12	7
<i>Pectinaria koreni</i>	IV						2		1	5
<i>Pholoe assimilis</i>	III							1	1	1
<i>Pholoe baltica</i>	III								3	2
<i>Pholoe</i> indet.	-	X						2		

<i>Phyllodoce rosea</i>	I								1
<i>Polycirrus plumosus</i>	II								2
<i>Prionospio cirrifera</i>	III					44	30	62	2
<i>Prionospio fallax</i>	II					54	87	105	13
<i>Prionospio plumosa</i>	-					38	23	6	13
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	IV							2	
<i>Protomystides exigua</i>	-						1		
<i>P. aff. paucibranchiata</i>	IV			1		13	19	93	23
Sabellidae	II					1		2	1
<i>Scalibregma inflatum</i>	III							1	1
<i>Scolecopsis korsuni</i>	I							1	
<i>Sige fusigera</i>	III						1		
<i>Sosane sulcata</i>	I					2	11	8	4
<i>Sosane wireni</i>	I					2	5	27	4
<i>Sphaerodorum gracilis</i>	II					1	3		
<i>Spio limicola</i>	II					2		1	
<i>Spiophanes kroyeri</i>	III						2		
<i>Syllis</i> sp.	-						2		4
Terebellidae	-						1		
<i>Tubificoides benedii</i>	V			6	4	3	1		2
MOLLUSCA									
<i>Bivalvia</i> sp. juv.	-							1	
<i>Ceratia proxima</i>	-			33	5				
<i>Cylichna cylindracea</i>	II						1	1	
<i>Euspira montagui</i>	II							1	
<i>Euspira nitida</i>	II						1		2
<i>Hermania indistincta</i>	-					1		1	
<i>Kurtiella bidentata</i>	IV								1
<i>Rissoa parva</i>	-	X		1					
<i>Tellinella tenella</i>	II							1	
<i>Thyasira flexuosa</i>	III							4	6
<i>Thyasira flexuosa</i> juv.	III					5	15	14	13
<i>Thyasira sarsii</i>	IV					1	1	3	4
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	IV							2	
Thyasiridae indet.	-	X					1	1	
<i>Varicorbula gibba</i>	IV							1	
<i>Varicorbula gibba</i> juv.	IV						3		
CRUSTACEA									
<i>Ampelisca tenuicornis</i>	I								1
Amphipoda	-		1						
<i>Aora gracilis</i> juv.	-			2	3	1			
Aoridae indet.	-	X			7	6			
Calanoida	-	X		1		1		1	2
Cirripedia	-	X			2	1			
Copepoda	-	X	7	74					
Crustacea larvae	-	X		1					
<i>Gammarus inaequicauda</i>	-			14					
<i>Idotea neglecta</i>	-			6		1			
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	I						1		
<i>Microdeutopus</i> sp.	I				1				
Mysidae	-	X						1	

<i>Nebalia</i> sp.	V		13	57	6	4			
<i>Pariambus typicus</i>	-							2	
<i>Phtisica marina</i>	-							2	
<i>Tryphosites longipes</i>	I							1	
ECHINODERMATA									
<i>Amphipholis squamata</i>	I						1		
<i>Amphiura</i> cf. <i>chiajei</i> juv.	II							5	3
<i>Amphiura</i> indet. juv.	-	X						6	9
<i>Amphiura</i> sp. juv.	III						3		
<i>Echinocardium cordatum</i>	II						1		1
<i>Echinocardium flavescens</i>	I						1	2	2
<i>Echinocyamus pusillus</i>	I						2		2
<i>Labidoplax buskii</i>	II						1	3	11
<i>Labidoplax</i> cf. <i>buskii</i> juv.	II							1	1
<i>Labidoplax media</i>	-							1	
<i>Leptosynapta inhaerens</i>	II						1		
<i>Ophiecten affinis</i>	III						1		
<i>Ophiura albida</i>	II						6	4	3
<i>Ophiura</i> cf. <i>albida</i> juv.	II						1		2
INSECTA									
Chironomidae larvae	-	X			1				
ACARI									
Acari	-			1					

Område 4 & 8 – Herdlafjorden & Hjeltefjorden	NSI-klasse		Herd1				Hje11			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D
FORAMINIFERA										
Foraminifera	-	X	x	x	x	x	x	x	x	x
NEMATODA										
Nematoda	-	X	x	x	x	x			x	x
CNIDARIA										
<i>Cerianthus lloydii</i>	III				1					
<i>Pennatula</i> sp. juv.	I							1		
<i>Stylatula elegans</i>	III								1	
NEMERTEA										
Nemertea	III		26	31	42	28	17	5	24	12
SIPUNCULA										
Golfingiidae	II		9	11	9	11	20	3	2	4
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	I		11	10	17	18	6	8	4	
<i>Phascolion strombus</i>	II								1	
POLYCHAETA										
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	I						7		5	8
<i>Actaedrilus polyonyx</i>	-			1	1	1				
<i>Aglaophamus pulcher</i>	II		2	1	1					
<i>Amaeana trilobata</i>	I									1
<i>Amythasides macroglossus</i>	I		4	2	1	2				
<i>Aphelochaeta</i> sp.A	II		3	1		2				
<i>Aphelochaeta</i> sp.B	II		50	51	31	30				
<i>Aricidea catherinae</i>	I		6	2		1				
<i>Aricidea</i> sp.	I				1					
<i>Augeneria</i> sp.	II		22	32	23	26	8	3	3	
<i>Ceratocephale loveni</i>	III		3	1	2	3	2	1	1	2
<i>Chaetozone jubata</i>	III		4	11	4	4				
<i>Chone duneri</i>	I						6		2	
Cirratulidae	IV		18		11	6				
<i>Cirratulus</i> sp.	IV					1				
<i>Diplocirrus glaucus</i>	II				1		6	8	3	3
<i>Eclysippe vanelli</i>	I						1		1	
<i>Euchone incolor</i>	II					1	2			
<i>Euchone</i> sp.	II						4			1
<i>Euclymene droebachiensis</i>	I		5							
<i>Exogone verugera</i>	I		1		3	2				6
<i>Goniada maculata</i>	II								1	
<i>Harmothoe extenuata</i>	II						1		1	
<i>Heteromastus filiformis</i>	IV		17	9	5	5	7		6	3
<i>Lamispina falcata</i>	II				1		1			
<i>Leiochone leiopygos</i>	I		3	6		3				
<i>Leiochone johnstoni</i>	I		1	2						
<i>Levinsenia flava</i>	-		12	16	11	23	4			1
<i>Levinsenia gracilis</i>	II		16	7	7	1	5	1	2	2
Lumbrineridae	II					1				
<i>Lumbrineris</i> sp.	II		5	2	2	5	1			
Maldanidae	II		1	2	1	1				
<i>Neogyptis rosea</i>	II		2		7	1				

Område 4 & 8 – Herdlafjorden & Hjeltefjorden Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	NSI- klasse	Herd1				Hje11			
		A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Neoleanira tetragona</i>	III	2	1						
Nephtyidae	-	2		1	1				
<i>Nephtys hystericis</i>	II				2				
<i>Nephtys incisa</i>	I						1	1	2
<i>Nephtys paradoxa</i>	II	1	1		1	1	2	1	1
<i>Octobranthus floriceps</i>	-				1				
Oligochaeta	V			1					
Onuphidae juv.	-	8			1				
<i>Ophelina acuminata</i>	II				1	1		1	2
<i>Ophelina cylindrica</i>	I	1						1	4
<i>Ophelina modesta</i>	III			1					
<i>Ophelina norvegica</i>	II			3	1			1	
<i>Ophelina</i> sp.	-							1	1
<i>Paradiopatra fiordica</i>	III	9	3	7	4				
<i>Paradiopatra quadricusps</i>	I	2	6	1	3				
<i>Paradoneis</i> sp.	-	6	8	3	6				
<i>Paramphionome jeffreysii</i>	III	6	3	7	9	22	3	5	17
Paraonidae	-	1		1					
<i>Parheteromastides</i> sp.	III	25	20	33	40				
<i>Pectinaria belgica</i>	II			1		3	2		
<i>Pholoe pallida</i>	I	5	2	8		37	31	3	10
<i>Phylo norvegicus</i>	II		2	2	2	1			
<i>Pilargis papillata</i>	II								1
<i>Pista lornensis</i>	II		1						
<i>Praxillella affinis</i>	I					2		1	1
<i>Prionospio dubia</i>	I	2	4	2	4				
<i>Prionospio fallax</i>	II								2
<i>Prionospio multibranchiata</i>	I	3	2	8	5				
<i>Protodorvillea kefersteini</i>	IV				2	1			
<i>Protomystides exigua</i>	-		1				2		
<i>P. aff. paucibranchiata</i>	IV	4			1	10	3	1	6
<i>Rhodine loveni</i>	II			1		1	1		
Sabellidae	II					1			
<i>Sosane wahrbergi</i>	II	1				4		11	10
<i>Sphaerodorium gracilis</i>	II					1		1	1
<i>Spiochaetopterus</i> sp.	-	117	86	62	50				
<i>Spiophanes kroyeri</i>	III	3			2	2	1	1	
<i>Sthenelais jeffreysii</i>	I					1	1	1	2
Terebellidae	-					1			
<i>Terebellides gracilis</i>	-		1	3	1				
<i>Terebellides shetlandica</i>	-	4	3			3	4	2	
<i>Terebellides</i> sp.	-					2			
<i>Tharyx killariensis</i>	II						1	2	
<i>Thelepus cincinnatus</i>	I							1	
<i>Trichobranchus roseus</i>	I					1			
MOLLUSCA									
<i>Abra nitida</i>	III					4	3		2
<i>Abra nitida</i> juv.	III		1					6	8

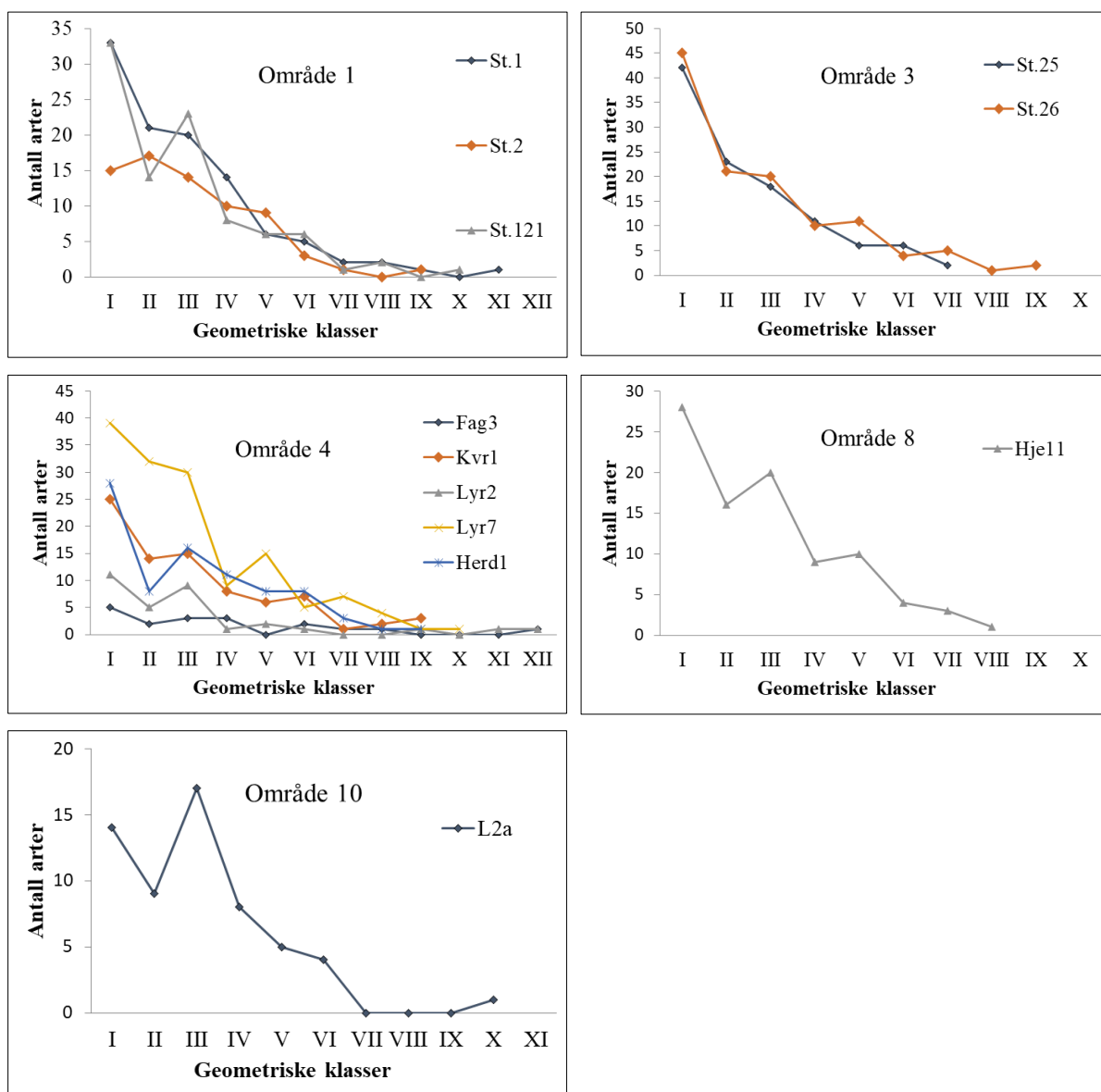
Område 4 & 8 – Herdlafjorden & Hjeltefjorden Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	NSI-klasse		Herd1				Hje11			
			A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Abra</i> sp.	-		1							
<i>Adontorhina similis</i>	II		6	11	5	10	2	5	6	11
<i>Antalis</i> sp. juv.	II							2		
<i>Cuspidaria</i> cf. <i>obesa</i> juv.	II						1		1	
<i>Delectopecten vitreus</i>	III					1				
<i>Ennucula tenuis</i> juv.	II		1							
<i>Eulimella scillae</i>	-			3	1	1				
<i>Falcidens crossotus</i>	II		1					1		
<i>Helluoherpia aegiri</i>	-								1	
<i>Kelliella miliaris</i>	III		4	4	10	4	74	92	44	32
<i>Mendicula ferruginosa</i>	I		3	3	1		3	3		
<i>Nucula</i> indet. juv.	-	X				1		4	6	7
<i>Nucula</i> sp. juv.	II		1							
<i>Nucula sulcata</i>	II						7	7	14	4
<i>Nucula sulcata</i> juv.	II						4		1	
<i>Nucula tumidula</i>	II			4	6	3	31	24	18	22
<i>Nucula tumidula</i> juv.	II			1			12	6	7	2
<i>Parathyasira equalis</i>	III		10	13	4	4	1	4	2	10
<i>Parathyasira equalis</i> juv.	III			2	1	1	4	2	3	2
<i>Pulsellum lofotense</i>	II						1		2	2
<i>Retusa umbilicata</i>	IV						7	3	11	21
<i>Scutopus robustus</i>	-		2	3		1				
<i>Scutopus ventrolineatus</i>	II		7	6	4	4	5		5	1
<i>Tellimya tenella</i>	II								6	
<i>Thyasira obsoleta</i>	I		1				1			
<i>Thyasira sarsii</i>	IV			3			2	2		1
<i>Thyasira sarsii</i> juv.	IV			1					2	
<i>Thyasiridae</i> indet.	-	X	1					2		
<i>Tropidomya abbreviata</i>	I							1	1	2
<i>Tropidomya abbreviata</i> juv.	I						4	1	1	
<i>Wirenia argentea</i>	-					1				3
<i>Yoldiella lucida</i>	II							1	2	2
<i>Yoldiella</i> sp. juv.	-						1			
CRUSTACEA										
<i>Axiidae</i> juv.	-				1					
<i>Bathymedon longimanus</i>	II									1
Calanoida	-	X				2	10	4	15	4
<i>Calocarides coronatus</i>	II		1							
<i>Calocarides coronatus</i> juv.	II						1			
Crustacea larvae	-	X						1	2	1
<i>Diastylodes serratus</i>	II								1	
<i>Eriopisa elongata</i>	II		6	2	2	4	1		1	7
<i>Eudorella emarginata</i>	III						1	1		2
<i>Eudorella truncatula</i>	II								2	
<i>Eugerdia tenuimana</i>	I									1
<i>Halice abyssii</i>	-									1
Hyperiididae	-	X					1			
<i>Ischnomesus bispinosus</i>	I								1	

Område 4 & 8 – Herdlafjorden & Hjeltefjorden Taksa merket med X inngår ikke i statistikk	NSI- klasse		Herd1				Hje11			
			A	B	C	D	A	B	C	D
<i>Leptostylis</i> cf. <i>longimana</i>	I								1	1
<i>Leptostylis longimana</i>	I								1	
<i>Leucon</i> sp.	-						1			
<i>Leucothoe lilljeborgi</i>	I							1		
<i>Liljeborgia macronyx</i>	II			1						
<i>Munida sarsi</i>	-									1
Mysida	-	X				1		1		
Tanaidacea sp.1	I						6	2	2	1
Tanaidacea sp.2	I						1		2	
ECHINODERMATA										
<i>Amphilepis norvegica</i>	II		7	6	12	13	45	28		6
<i>Amphilepis norvegica</i> juv.	II		3	2	1	1	13	16	2	1
<i>Amphipholis squamata</i>	I						3	1		
<i>Amphiura</i> cf. <i>chiajei</i> juv.	II						4	3		1
<i>Amphiura chiajei</i>	II						2	4	1	
<i>Brissopsis lyrifera</i>	II			1					4	1

Område 10 - Osterfjorden	NSI- klasse		Lon1				Lon2				L2a			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
FORAMINIFERA														
Foraminifera	-	X			x		x	x	x	x	x	x	x	x
NEMATODA														
Nematoda	-	X											x	
CNIDARIA														
Hydrozoa	-	X									x			
NEMERTEA														
Nemertea	III										4	4	3	2
SIPUNCULA														
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	I												3	
POLYCHAETA														
<i>Abyssoninoe scopa</i>	I											1	1	
<i>Actaedrilus polyonyx</i>	-										1			
<i>Aglaophamus pulcher</i>	II										1	1	1	1
<i>Amythasides macroglossus</i>	I										2	3	2	
<i>Anobothrus laubieri</i>	I										1	1	1	2
<i>Aphelochaeta</i> sp.A	II										23	15	5	8
<i>Aphelochaeta</i> sp.C	II										1	5	4	2
<i>Aricidea</i> sp.	I										9	4	11	4
<i>Augeneria</i> sp.	II										4	4	4	3
<i>Ceratocephale loveni</i>	III										2	1	1	1
<i>Chaetozone</i> cf. <i>setosa</i>	IV												1	1
<i>Chaetozone jubata</i>	III											2	1	2
Cirratulidae	IV										1	6	8	
Flabelligeridae	II												1	
<i>Galathowenia oculata</i>	III										2			2
<i>Glyphohesione klatti</i>	II										1			
<i>Heteromastus filiformis</i>	IV										21	6	13	14
<i>Levinsenia flava</i>	-										8	7	6	4
<i>Levinsenia gracilis</i>	II										5	1	6	2
Lumbrineridae	II										4	1	4	6
<i>Lumbrineris aniara</i>	I										4		1	2
<i>Neogyptis rosea</i>	II												1	
<i>Nephtys hystricis</i>	II										2			
<i>Ophelina norvegica</i>	II											1		
Orbiniidae	-										1			
<i>Paradiopatra fiordica</i>	III											5	6	2
<i>Paradiopatra</i> sp. juv.	-										1			
<i>Paradoneis lyra</i>	II										3	2	1	
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	III										1		1	5
<i>Parheteromastides</i> sp.	III										9	6	3	1
<i>Pectinaria belgica</i>	II										1			
<i>Phylo norvegicus</i>	II											2		
<i>Pilargis papillata</i>	II										1	3		3
<i>Polycirrus latidens</i>	-										1	1	1	
<i>Prionospio dubia</i>	I										1	2	1	2
<i>Prionospio multibranchiata</i>	I										6	7	20	1
<i>Sosane wahrbergi</i>	II												1	
<i>Spiochaetopterus</i> sp.	-										163	140	117	136
<i>Terebellides shetlandica</i>	-										9	3	1	5
<i>Terebellides stroemii</i> kompl.	II										5	2		

Område 10 - Osterfjorden	NSI- klasse		Lon1				Lon2				L2a			
Taksa merket med X inngår ikke i statistikk			A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
MOLLUSCA														
<i>Adontorhina similis</i>	II													1
<i>Delectopecten vitreus</i>	III										2		3	2
<i>Delectopecten vitreus</i> juv.	III											1		
<i>Genaxinus eumyarius</i>	I										3	1		1
<i>Haliella stenostoma</i>	II												1	
<i>Kelliella miliaris</i>	III											2		2
<i>Mendicula ferruginosa</i>	I										5	6	7	5
<i>Nucula tumidula</i> juv.	II										2			3
<i>Parathyasira equalis</i>	III										21	7	10	15
<i>Parathyasira equalis</i> juv.	III											1		
<i>Scutopus robustus</i>	-												3	
<i>Scutopus ventrolineatus</i>	II											1		2
<i>Thyasira obsoleta</i>	I										1			2
Thyasiridae indet.	-	X												1
<i>Yoldiella lucida</i>	II										2	1	1	
CRUSTACEA														
Calanoida	-	X		6	5	2	4	2			1			2
Crustacea larvae	-	X		1							1			1
<i>Eriopisa elongata</i>	II										2			4
<i>Eriopisa elongata</i> juv.	II													1
<i>Eudorella hirsuta</i>	II													1
<i>Pardalisca</i> sp.	-												1	
ECHINODERMATA														
Ophiuroidea	-													1
CHAETOGNATHA														
Chaetognatha	-	X									1			1

Vedlegg 5. Kurver over de geometriske klassene på stasjonene i fjordene rundt Bergen undersøkt i april 2020.



Vedlegg 6. Artsliste fra semikvantitativ fjæresoneundersøkelse ved stasjonene BY15 og BY8 i område 1.

Stasjon	By15	By8
GRØNNALGER		
<i>Cladophora rupestris</i>	6	6
<i>Cladophora</i> sp.	3	3
<i>Ulva</i> sp.	3	2
Antall grønnalger	3	3

BRUNALGER		
<i>Ascophyllum nodosum</i>	6	6
<i>Elachista fucicola</i>	3	
<i>Fucus serratus</i>	4	4
<i>Fucus spiralis</i>	5	
<i>Fucus vesiculosus</i>	6	6
<i>Laminaria hyperborea</i>	2	
<i>Pylaiella littoralis</i>	2	
<i>Sphacelaria cirrosa</i>		+
<i>Spongonema tomentosum</i>	2	2
Antall brunalger	8	5

Stasjon	By15	By8
RØDALGER		
<i>Chondrus crispus</i>	2	
<i>Cruoria</i> sp	5	
<i>Hildenbrandia rubra</i>	6	6
<i>Mastocarpus stellatus</i>	2	2
<i>Polysiphonia elongata</i>	2	2
<i>Rhodomela confervoides</i>	+	
Antall rødalger	5	3

FAUNA		
Dekningsgrad:		
<i>Membranipora membranacea</i>	2	
<i>Mytilus edulis</i>	2	2
<i>Semibalanus balanoides</i>	3	3
Antall dyrearter	3	2

Vedlegg 7. Stasjonsskjema for semikvantitativ fjæresoneundersøkelse ved stasjonene BY8 og BY15 i område 1.

Stasjonsskjema				
Stasjonsnavn:	By8 Games	Dato:	17.09.2020	
Vanntype:	Ferskvannspåvirket fjord	Tid:	15:15-16:15	
Koordinattype:	WGS84	Vannstand over lavvann:		
Pos nord:	60 27,178	Tid for lavvann:	11:22	
Pos øst:	5 27,882	Feltpersonell:	Ct & LO	
Beskrivelse av fjøra				
Turbid vann? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	2	Poeng:	6
Sandskuring?	Ja = 0, Nei = 2	2		
Isskuring?	Ja = 0, Nei = 2	2		
Dominerende fjæretype (habitat)				
Små kløfter/sterkt oppsprukket fjell/overheng/platformer	Ja = 4		Poeng:	4
Oppsprukket fjell	Ja = 3	3		
Små, middels og store kampestein	Ja = 3			
Bratt/vertikalt fjell	Ja = 2			
Uspesipisert hardt substrat / glatt fjell	Ja = 2			
Små og store steiner	Ja = 1	1		
Singel/grus	Ja = 0			
Andre fjæretyper (subhabitat)				
Brede grunne fjæreplytter (>3 m bred og <50 cm dyp)	Ja = 4		Poeng:	0
Store fjæreplytter (>6 m lang)	Ja = 4			
Dype fjæreplytter (50 % > 100 cm dyp)	Ja = 4			
Mindre fjæreplytter	Ja = 3			
Store huler	Ja = 3			
Større overheng og vertikalt fjell	Ja = 2			
Andre habitattyper (spesifiser)	Ja = 2			
Ingen	Ja = 0			
Merknader				
Skydekke (%):	70	Justering for norske forhold:	3	
Lysforhold:	god	Sum poeng:	13	
Vind:	svak vind	Fjærepotensial:	1,14	
Sikt i sjøen:	8			
Bølgehøyde:	0			

Stasjonsskjema				
Stasjonsnavn:	By15 Merkeneset	Dato:	17.09.2020	
Vanntype:	Ferskvannspåvirket fjord	Tid:	13:10	
Koordinattype:	WGS84	Vannstand over lavvann:		
Pos nord:	60 31,058	Tid for lavvann:	11:52	
Pos øst:	5 20, 015	Feltpersonell:	CT & LO	
Beskrivelse av fjøra				
Turbid vann? (ikke antropogent)	Ja = 0, Nei = 2	2	Poeng:	6
Sandskuring?	Ja = 0, Nei = 2	2		
Isskuring?	Ja = 0, Nei = 2	2		
Dominerende fjæretype (habitat)				
Små kløfter/sterkt oppsprukket fjell/overheng/platformer	Ja = 4		Poeng:	5
Oppsprukket fjell	Ja = 3	3		
Små, middels og store kampestein	Ja = 3			
Bratt/vertikalt fjell	Ja = 2	2		
Uspesipisert hardt substrat / glatt fjell	Ja = 2			
Små og store steiner	Ja = 1			
Singel/grus	Ja = 0			
Andre fjæretyper (subhabitat)				
Brede grunne fjæreplytter (>3 m bred og <50 cm dyp)	Ja = 4		Poeng:	0
Store fjæreplytter (>6 m lang)	Ja = 4			
Dype fjæreplytter (50 % > 100 cm dyp)	Ja = 4			
Mindre fjæreplytter	Ja = 3			
Store huler	Ja = 3			
Større overheng og vertikalt fjell	Ja = 2			
Andre habitattyper (spesifiser)	Ja = 2			
Ingen	Ja = 0			
Merknader				
Skydekke (%): 20		Justering for norske forhold:		3
Lysforhold: bra		Sum poeng:		14
Vind: lett bris		Fjærepotensial:		1,07
Sikt i sjøen: 8				
Bølgehøyde: 15 cm				

ROV REMOTELY OPERATED VEHICLE - ARGUS ROVER

✦	Rated 500msw
✦	Deck winch with 600m fiber optic cabel
✦	1 Argus Fokus / Zoom HD color camera with tilt
✦	Aft facing black and white camera
✦	2* 250W DSPL Halogen lights
✦	150W RS HID light
✦	Mesotech MS 1000 sonar
✦	Mesotech 1000 Altimaster
✦	SAIV TD 303 Depth control unit
✦	KVH C-100 Fluxgate Kompass
✦	KVH DSP 3000 FOG Gyro
✦	Auto control: • Heading • Depth • Alltitude
✦	Positioning system Sonardyne USBL
✦	12 feet operation container with ROV garage
✦	Hydro-Lek Gauntle manipulator
✦	Various Hydraulik tools
✦	Various ROV operated lifting hooks
✦	Led lights 11 500 lumen 130W
✦	Depth rating is limited by cable
✦	1 wide angle colour camera
✦	Recording in HD quality



IMC DIVING AS, Postboks 61 Måseskjæret, 5841 Bergen
Tlf.: (+47) 55 36 34 34, E-post: firmapost@imc-diving.no
Web: www.imc-diving.no

FM IMC DIVING
GRUPPEN



RETTELSESBLAD

BAKGRUNN FOR ENDRINGER I RAPPORTEN

Det ble oppdaget at flere av de dype stasjonene hadde større andel sand i kornfordelingen enn ved tidligere undersøkelser. Prøvene ble derfor analysert på nytt, og det ble funnet at det hadde vært problemer med den tidligere analysen og resultatene er derfor endret i henhold til resultatene fra de nye analysene. Rapporten har fått nytt rapport-nummer og ISBN-nummer.

I forhold til opprinnelig rapport er det gjort noen endringer og tillegg. Disse har følgende lokaliseringer:

1.

Rapport nummer:	3363
Rapport tittel	Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2017-2020. Årsrapport
Rapport dato	23. mars 2021
Kapittel	Område 1 – Arnvågen og Sørfjorden – Sediment- Kornfordeling og kjemi
Side nummer	36
Linje nummer	3 og 6-7

Endring som er gjort:

"men innholdet av sand var også nokså høyt" er endret til "men mens stasjon St.2 og St.131 nesten bare inneholdt finstoff, inneholdt sedimentet på stasjon St.1 og St.121 nokså mye sand". og "Normalisert TOC, der TOC er normalisert for teoretisk mengde finstoff (leire og silt), var høyt på stasjon St.2 og St.131, tilsvarende "svært dårlig" er endret til "Normalisert TOC, der TOC er normalisert for teoretisk mengde finstoff (leire og silt), var høyt på stasjon St.2 og St.131, tilsvarende "dårlig"

2.

Kapittel	Område 1 – Arnvågen og Sørfjorden – Sediment- Kornfordeling og kjemi
Side nummer	36
Linje nummer	Tabell 13 og figur 14

Endring som er gjort:

Kornfordeling for st.2 og St.131 er endret i henhold til nye analyser

3.

Kapittel	Område 1 – Arnvågen og Sørfjorden – Sediment - Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser
Side nummer	39
Linje nummer	18-21

Endring som er gjort: *"har prøver fra stasjon St.1 hatt relativt lik kornfordeling, mens prøver fra stasjon St.2 var noe mer grovkornet og inneholdt litt høyere andel av fin-sand i 2020 enn ved tidligere granskinger. Dette er trolig på grunn av et analytisk problem og at små klumper av leire har blitt registrert som sand, noe som trolig også har skjedd på St.131" er endret til "har prøver fra stasjon St.1 og St.2 hatt relativt lik kornfordeling".*

4.

Kapittel	Område 4 – Byfjorden, Salhusfjorden og Herdlefjorden – Sediment - kornfordeling og kjemi
Side nummer	78 og 79
Linje nummer	Tabell 31 og Figur 43

Endring som er gjort: Kornfordeling for stasjon St.3 og St.4 er oppdatert med resultatene fra reanalyse av sediment i tabell 31 og figur 43. Normalisert TOC i tabell 31 er oppdatert i forhold til finstoff-fraksjon fra reanalyse.

5.

Kapittel	Område 4 – Byfjorden, Salhusfjorden og Herdlefjorden – Sediment - Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser
Side nummer	80
Linje nummer	5

Endring som er gjort: " St.4 hadde større andel sand ved denne undersøkelsen enn ved tidligere. Dette er trolig et resultat av analyseproblemer og at leireklumper har blitt registrert som sand" er tatt ut av rapporten.

6.

Kapittel	Område 10 – Osterfjorden– Sediment - kornfordeling og kjemi
Side nummer	125
Linje nummer	4-6

Endring som er gjort: "normalisert TOC var høyt på alle stasjonene, tilsvarende tilstandsklasse "svært dårlig", men stasjon Lon1 og Lon2 hadde det klart høyeste innholdet av organisk materiale" er endret til "normalisert TOC var høyt på alle stasjonene, tilsvarende tilstandsklasse "dårlig" for L2a og "svært dårlig" for Lon1 og Lon2"

7.

Kapittel	Område 10 – Osterfjorden– Sediment - kornfordeling og kjemi
Side nummer	125
Linje nummer	Tabell 60 og figur 67

Endring som er gjort: Kornfordeling for stasjon L2a er oppdatert med resultatene fra reanalyse av sediment i tabell 60 og figur 67. Normalisert TOC i tabell 60 er oppdatert i forhold til finstoff-fraksjon fra reanalyse.

8.

Kapittel	Område 10 – Osterfjorden– Sediment - Diskusjon og sammenligning med tidligere undersøkelser
Side nummer	126
Linje nummer	5-9

Endring som er gjort: "Normalisert TOC på stasjon L2 i 2015 havnet i "moderat" tilstandsklasse, mens normalisert TOC havnet i "svært dårlig" tilstandsklasse i 2020 på stasjon L2a. TOC-innholdet var relativt likt på de to stasjonene, men sedimentet var mer finkornet i 2015 enn i 2020, noe som påvirker

04.01.2022 14:45:26

2/3

Rettelsesblad

Rådgivende Biologer



normalisert TOC, siden denne verdien er standardisert etter innholdet av finstoff" er endret til Normalisert TOC på stasjon L2 i 2015 havnet i "moderat" tilstandsklasse, mens normalisert TOC havnet i "dårlig" tilstandsklasse i 2020 på stasjon L2a.

Opprinnelig rapport er nå ugyldig. Denne rapporten, som inkluderer rettelsesbladet, er nå å anse som gjeldende rapport.

Dato: 5.januar 2022

Signatur:

04.01.2022 14:45:26

3/3