

R A P P O R T

Resipientgransking for hovudavløpsreinseanlegget i Ørsta kommune 2014



Rådgivende Biologer AS 1942



Rådgivende Biologer AS

RAPPORT TITTEL:

Resipientgransking for hovudavløpsreinseanlegget i Ørsta kommune 2014.

FORFATTARAR:

Erling Brekke og Christiane Todt

OPPDRAKGJEGEVAR:

Ørsta kommune, avdeling Kommunalteknikk, Dalevegen 6, 6150 Ørsta

OPPDRAGET GITT:

november 2013

ARBEIDET UTFØRT:

februar – juli 2014

RAPPORT DATO:

17. juli 2014

RAPPORT NR:

1942

ANTAL SIDER:

41

ISBN NR:

ISBN 978-82-8308-098-8

EMNEORD:

- Avløp
- Miljøtilstand
- Resipientgransking
- Ørsta kommune

- Marin blautbotnfauna
- Renseanlegg

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082-mva

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no
Telefon: 55 31 02 78 Telefaks: 55 31 62 75

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har frå Ørsta kommune, avdeling Kommunalteknikk, fått i oppdrag å gjennomføre ei resipientgransking av Ørstafjorden. Føremålet med granskinga er å oppdatere recipientgranskinga frå 2008/2009, som vart gjort i samband med etablering av nytt hovudavløp for Ørsta sentrum i januar 2009. Ved førre gransking vart det dokumentert at det var lite sannsynleg at dåverande eller planlagd framtidig utslepp ville påverke recipienten i ein slik grad at det var til vesentleg skade for recipienten. Granskinga i 2014 skal dokumentere tilstanden i fjorden og i nærsoma til avløpet, og vurdere utviklinga sidan 2008/09.

Reinseanlegget tek imot det meste av sanitært avløpsvatn og prosessvatn frå Ørsta sentrum, der det kommunale anlegget har ei tilknyting på ca 7000 pe. Avløpsleidningen har utslepp på ca 31 m djup eit stykke nord for elvemunningen i Ørsta sentrum. Tine Vest Ørsta Meieri har i tillegg eit utslepp på ca 7500 pe, og recipienten mottek tilførslar frå ca 15 000 pe, som periodevis kan komme opp i 20 000 pe. Eksisterande reinseanlegg er noko gammalt og nedslite, med noko avgrensa reinseeffekt, og det har vore ein del driftsproblem i 2013. Nytt reinseanlegg er under planlegging, med forventa byggestart vinteren 2014/2015.

Rådgivende Biologer AS ønskjer å takke alle som har bidrige til denne omfattande rapporten. Analyser av sediment er gjennomført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse avd. Bergen. Guro Igland Eilertsen og Christine Pötsch har sortert botnfaunaprøvene, Arne Nygren ved Maskmedmera (Göteborg, Sverige) har artsbestemt fleirbørstemakk. Aqua Farms Vartdal AS blir takka for leige av båt, og Petter Ove Sætre og Øystein Dahl ved same firma for velviljug bistand i samband med feltarbeidet. Feltarbeidet vart utført av Christiane Todt og Erling Brekke.

Rådgivende Biologer AS takkar Ørsta kommune, avdeling Kommunalteknikk, ved Ole Idar Fiksdal og Ulf Kristian Rognstad, for oppdraget.

Bergen, 17. juli 2014

INNHOLD

Føreord.....	2
Innhald	2
Samandrag.....	3
Innleiing	5
Metode og datagrunnlag	7
Hydrografi	7
Sedimentprøver.....	8
Botnfauna	9
Gransking ved hovudavløpet etter NS 9410:2007	10
Resultat	12
Sjiktning og hydrografi	12
Sedimentkvalitet	13
Blautbotnfauna.....	18
Gransking ved hovudavløpet	21
Vurdering av tilstand	25
Referansar	31
Vedlegg	33

SAMANDRAG

Brekke, E. & C. Todt 2014.

Resipientgransking for hovudavløpsreinseanlegget i Ørsta kommune 2014.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1942, 41 sider. ISBN 978-82-8308-098-8

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Ørsta kommune, avdeling Kommunalteknikk, gjennomført ei recipientgransking av Ørstafjorden. Dette er ei oppdatering av granskinga gjennomført i 2008/2009 i samband med etablering av nytt hovudavløp for Ørsta sentrum som vart teke i bruk i slutten av januar 2009. Føremålet med granskinga er å dokumentere noverande tilstand til recipienten og ved avløpet med omsyn til oksygentilhøve, sedimentkvalitet og botnfauna og diskutere endringar sidan sist gransking i 2009.

Det er gjennomført granskingar ut frå metodikk som går fram av kapittel 4.3 i Miljødirektoratets-veileder TA1890/2005. Arbeidet er utført i samsvar med NS 9410:2007, NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS-EN ISO 16665:2013, samt at vurdering er utført i samsvar med Miljødirektoratets klassifisering av miljøkvalitet (Molvær mfl. 1997) og klassifisering av miljøtilstand i vatn (Veileder 02:2013, Direktoratgruppa for vanndirektivet 2013). Det er teke prøver av hydrografi, sedimentkvalitet og botnfauna på fire stasjonar i Ørstafjorden. Stasjon RB1 ligg ca 150 m frå avløpet og vart teke på ca 50 meters djup, Stasjon RB2 ligg knappe 600 m frå på ca 98 meters djup, stasjon H6 ca 1,2 km frå på 128 meters djup og stasjon H4 ligg i det djupaste området av Ørstafjorden ca 5,3 km frå avløpet på 169 meters djup. Det er også teke prøver for forenkla analyse på fem stasjonar i ein gradient frå avløpet og ca 110 meter utover. Stasjonane er dei same som vart nytta i 2009.

Resultata viste at økologisk tilstand til recipienten i Ørstafjorden jamt over var god, men med moderat økologisk belastning ved stasjon RB1 ca 150 m frå avløpet (**tabell 1**). I nærsoma til avløpet var det tydeleg påverknad med dårleg tilstand på faunaen ut til og med stasjonen 60 meter frå avløpet, og noko betre tilstand, men framleis tydeleg påverka ca 110 meter frå avløpet. Oksygeninnhaldet var lågt i djupvatnet under ca 75 meters djup, med ned mot 21 % metning ved det djupaste på 169 m djup. Frå 70 meter og opp til overflata var oksygeninnhaldet normalt høgt.

Tabell 1. Oppsummering av miljøtilstand for dei undersøkte stasjonane i Ørstafjorden, februar 2014. Vurdering etter NS 9410:2007 viser relativ tilstand i belasta område (frå tilstand I/I = meget god til IV/4= meget dårlig) basert på gransking av pH og redokspotensial, samt fauna. For klassifisering av tilstand i recipienten er Veileder 02:2013 nytta, med tilstand for oksygen i botnvatn, verdiar for nEQR (nEQR g = tilstand til botnfauna for gjennomsnitt av 4 grabbhogg, nEQR s = sum av stasjonsdata for botnfauna) og samla økologisk tilstand for botnfauna. Gradering går frå tilstand I (blå), II (grøn), III (gul), IV (oransje) til V (raud).

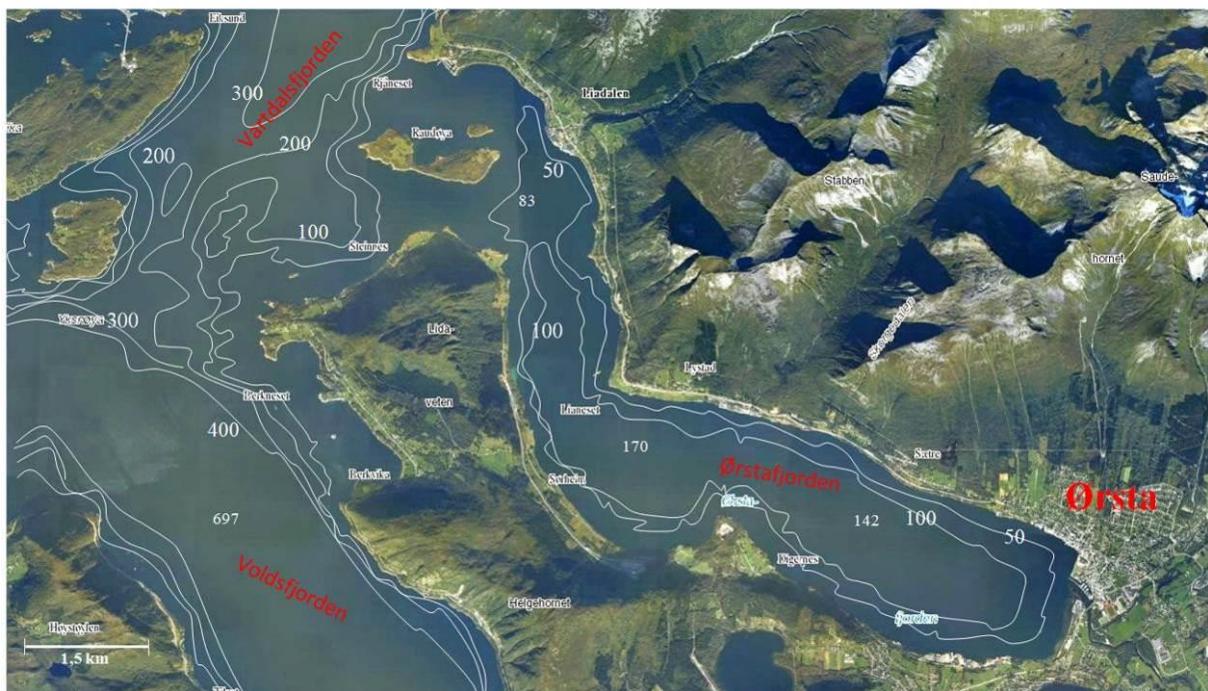
Stasjon	NS 9410:2007		Veileder 02:2013			
	pH/Eh	Fauna	Oksygen	nEQR grabb	nEQR stasjon	økologisk tilstand
avløp	II-III	3	I			
RB1	III	1	I	0,485	0,510	moderat
RB2	I-II	1	IV	0,622	0,636	god
H6	I	1	IV	0,678	0,699	god
H4	I	1	IV	0,584	0,650	god

Ørstafjorden er ein terskelfjord med periodevis naturleg reduksjon av oksygen i djupvatnet. Ein kan ha årlege utskiftingsepisodar med (delvis) fornying av bassengvatnet, men nokre gonger kan det gå fleire år mellom kvar utskifting. Ved granskinga i februar 2014 var det truleg om lag to år sidan førre utskifting, og det er mogeleg at oksygennivået i djupvatnet no var på det lågaste sidan 2009. Oksygenmettinga ved det djupaste i Ørstafjorden i februar 2014 var likevel vesentleg høgare enn i oktober 2008 (21% mot 4%), noko som truleg er hovudårsaka til at tilstanden til botnfaunaen var betre i 2014 enn i 2008. Det var vesentleg fleire arter og individ på alle stasjonar i 2014 i høve til i 2008, og det var høgare diversitet på dei to djupaste stasjonane og god økologisk tilstand. Det kan tolkast slik at dyra har hatt god tid til å etablere og formeire seg etter den førre perioden med særskilt lågt oksygennivå. Det er likevel sannsynleg at mangfaldet igjen blir redusert ved at arter med større oksygenkrav forsvinn dersom neste utskifting av botnvatn ikkje går føre seg rimeleg snart (i løpet av 2014).

Rundt avløpet frå Vikeøyra reinseanlegg, som ved andre reinseanlegg, er det eit område som tydeleg er forureina (nærsona). Nærsona til utsleppet strekte seg truleg noko meir enn 60 meter frå avløpet etter eit halvt års drift i 2009, medan det etter fem års drift i 2014 strekte seg vel 110 meter frå avløpet. Det var også noko påverknad på stasjonen 150 meter frå avløpet, med moderat tilstandsklasse og svært høge individtal av arter som er tolerante mot organisk belastning, men med god diversitet og mange arter. Utviding av nærsona mellom 2009 og 2014 kan skuldast at den nye leidningen enno ikkje hadde nådd maksimal utbreiing og effekt av utsleppet etter 6 månaders drift i 2009, eller at driftsproblem ved reinseanlegget i 2013 førte til auka belastning fram mot 2014, eller eventuelt ein kombinasjon av desse forklaringane. Ein auke i belastninga i nærsona til avløpet ser imidlertid ikkje ut til å ha hatt nokon vesentleg effekt på tilstanden i fjorden forøvrig. Den nye granskinga bekreftar konklusjonen frå Brekke mfl. (2009) om at dei naturlege svingingane i oksygeninhald og biomangfald er store og at utsleppet frå reinseanlegget i dag sannsynlegvis har relativt liten effekt på fjordsystemet utanom lokalt rundt avløpet.

INNLEIING

Ørstafjorden utgjer i høve til ”fjordkatalogen” eit eige, terskla fjordavsnitt, som i utløpet mellom Rjåneset via Raudøya til Steinnes grensar til fjordavsnittet Rovdefjorden. Vassføreksten er av typen *CNo6 = oksygenfattig fjord*, og er elles noko ferskvasspåverka (polyhalin) og næringsfattig (Brekke mfl. 2009). Ørstafjorden er nasjonal laksefjord. Området vart skildra omfattande i rapporten ”Resipientgransking for nytt hovudavløpsreinseanlegg i Ørsta kommune” (Brekke mfl. 2009).



Figur 1. Oversiktsbilete over djupnetilhøva i Ørstafjorden og omegn. Nordvest for Ørstafjorden er Vartdalsfjorden og sørvest ligg Voldsfjorden. Biletet er henta frå www.norgebilder.no.

OM KOMMUNALT AVLØPSVATN I ØRSTA KOMMUNE

Avløpsdirektivets reinsekrav er avhengig av storleiken på tettstaden og typen recipient. Hovudregelen er eit krav om sekundærreinsing (reinsing av organisk stoff) på kommunalt avløpsvatn dersom tettstaden har ei samla belastning på mellom 10 000 og 150 000 pe ved avløp til sjø. Ørsta kommune har i SSB sin database tettstaden Ørsta sentrum, med om lag 6800 innbyggjarar, og for heile kommunen er det vel 10 450 innbyggjarar. Det har vore ein auke på ca. 50 innbyggjarar i kommunen sidan 2009. Vikeøyra reinseanlegg mottek avløpsvatn frå store delar av Ørsta sentrum og nokre omkringliggende bygder, samanlagt ca 6400 personar, og dimensjonerande kapasitet er ca 7000 pe. Avløpsvatnet vert reinsa via et silanlegg etablert i 1992 (Rotosieve med spalteåpning 1 mm). Det meste av sanitært avløpsvatn og prosessvatn frå Ørsta sentrum er samla i eit nytt hovudavløp til sjø, som vart teke i bruk i slutten av januar 2009. I tillegg er det planlagt for at forbehandla prosessvatn frå Tine Vest Ørsta Meieri (ca 7500 pe), som i dag har avløp i elvemunningen, skal overførast til den kommunale leidningen etter reinseanlegget, noko som vil gje ei tilknyting på ca 14 500 pe. Total belasting på Ørstafjorden er om lag 15 000 pe som vekegjennomsnitt. Ein tek høgde for at belastninga etterkvar vil kunne komme opp i 20 000 pe.

Det er eit nytt reinseanlegg under planlegging med forventa byggestart vinteren 2014/2015. Ørsta kommune ved Ulf Kristian Rognstad har informert om ein del driftsproblem på eksisterande anlegg i 2013. Det kan i periodar ha medført innskrenka reinseeffekt.

Brekke mfl. (2009) berekna at effekten av ein eventuell framtidig auke i utslepp frå ca 15 000 pe til ca 20 000 pe for Ørstafjorden vil utgjere maksimalt 2 – 2,3 månader kortare tid til oksygenfritt botnvatn, dersom ein føresetter at alt ekstra organisk materiale påverkar djupvatnet. Dersom så mykje som halvparten av avløpet påverkar djupvatnet vil det utgjere ca 1 – 1,2 månader. Med oppgradering av eksisterande primærreinseanlegg vil tida til oksygenfritt botnvatn bli redusert med om lag ein månad i høve til i dag, dvs til ca 42 månader. Med innføring av sekundærreinsing tilsvarende 70 % av BOF₅ vil gevinsten truleg utgjere rundt 3 – 4 veker i høve til primærreinsing. Det blei fastslått at eksisterande avløp av kommunalt avløpsvatn til Ørstafjorden truleg har hatt relativt liten betydning for den totale situasjonen i fjorden. Opphaldstida for vasslaget over terskeldjupet på ca 24 meter vart berekna til ca 5 døgn for Ørstafjorden. Det betyr at vassutskiftinga i dei øvre vasslagene er svært god, slik at tilførsler av næringssalt m.m. raskt vil bli fortyntna utover i fjordsystemet og ikkje utgjere noko problem.

Kommunalt avløpsvatn inneholder ei rekke stoff som medfører mogelegheit for forureining og dermed mogeleg skadeverknad på økosystemet. Eit kloakkavløp til ein sjøresipient vil vanlegvis bli spreidd svært effektivt, avhengig av straumtilhøva ved avløspunktet. Berre dei største partiklane vil sedimentere lokalt ved sjølve avløpet, medan dei mindre partiklane vil sedimentere ut etterkvart der det er meir "sedimenterande tilhøve" ettersom vasshastigheita minkar. Det er difor ein vanlegvis tek prøver av sedimentet ved det djupaste i ein recipient, fordi meir stoff vil vere sedimentert her også over lengre tid. Brekke mfl. (2009, side 8, «Om kommunalt avløpsvatn») skildrar på ein omfattande måte korleis dette heng saman og kva slags faktorar som må takast omsyn til.

Rundt avløp av kommunalt avløpsvatn vil det vanlegvis vere eit område som tydeleg er forureina. Dette området blir kalla nærsona, og her er det vanleg å akseptere ei viss forureining. Mellom anna kan det vere betydeleg påverknad på botnfaunaen, med få artar og ujamn individfordeling. For å fastslå den generelle økologiske tilstanden i fjorden nyttar ein klassiferingssystem utarbeida av Miljødirektoratet (Direktoratgruppa vanndirektivet, veileder 02:2013), men ved vurdering av tilstand rett ved ei forureiningskjelde er denne rettleiarene mindre eigna. Her kan ein i staden nytte tilstandsvurderingar gjevne i NS 9410:2007, som er tilpassa lokalitetar med stor organisk belastning. Denne standarden er mest brukt i samband med oppdrettsverksemd, men vurderingssystemet kan også nyttast her.

Avløpet til Vikeøyra reinseanlegg låg tidlegare like nord for elveosen til Ørsta elva, og påverka truleg denne. Difor vart avløpet flytta lenger nord våren 2009, slik at det ikkje lenger skulle vere i konflikt med elveosen (Brekke mfl. 2009, for kart og detaljert skildring). Ved det nye avløpet viste botndyrsamfunnet sommaren 2009 etter ca. 6 månader drift noko påverknad med organisk belasting frå reinseanlegget, og nærsona til avløpet strekte seg truleg noko meir enn 60 meter frå avløpet, men ikkje så mykje som 110 m (Brekke mfl. 2009). Dei kjemiske parametrane (oksygeninnhald og pH i sedimentet) viste også mykje det same biletet. Det er viktig å merke seg at allereie før den nye leidningen vart sett i drift var tilhøva på botnen i området prega av organiske tilførslar. Dette materialet har i all hovudsak kome med elva, og det vart funne anslagsvis opp mot 30 % restar av m.a. kvist, lauv og mose i prøvene. Organisk materiale med terrestrisk (= frå land) opphav er oftast tungt nedbrytbart i det marine miljøet (Tveranger mfl. 2009). Det generelt høge organiske innhaldet i sedimentet i området var årsaka til at granskinga etter NS 9410:2007 ved hovudavløpet viste samla tilstand 2 (moderat påverka) både før og etter igangsetjing av leidningen.

METODE OG DATAGRUNNLAG

Den gjennomførte resipientgranskinga innehold ei skildring av økologisk status i Ørstafjorden i 2014. Det vart etablert eit nytt avløp frå reinseanlegget i januar 2009 og denne granskinga skal vurdere om den økologiske statusen til resipienten som er tilknytt hovudavløpet har endra seg sidan 2008. Det er gjennomført granskingar ut frå metodikk som skildra i kapittel 4.3 i Miljødirektoratets veileder TA1890/2005 (Molvær mfl. 2005).

Hovudinnhaldet i granskinga består av **hydrografiske profilar, analyser av sedimentkvalitet og botnfauna** på fire stader i resipienten, samt gransking av sediment og botnfauna på fem stasjonar ved avløpet. Vurdering av resultata er i høve til Miljødirektoratet sine rettleiarar for klassifisering av miljøkvalitet (Molvær mfl. 1997) og klassifisering av miljøtilstand i vatn (Direktoratsgruppa for vanndirektivet 2013).

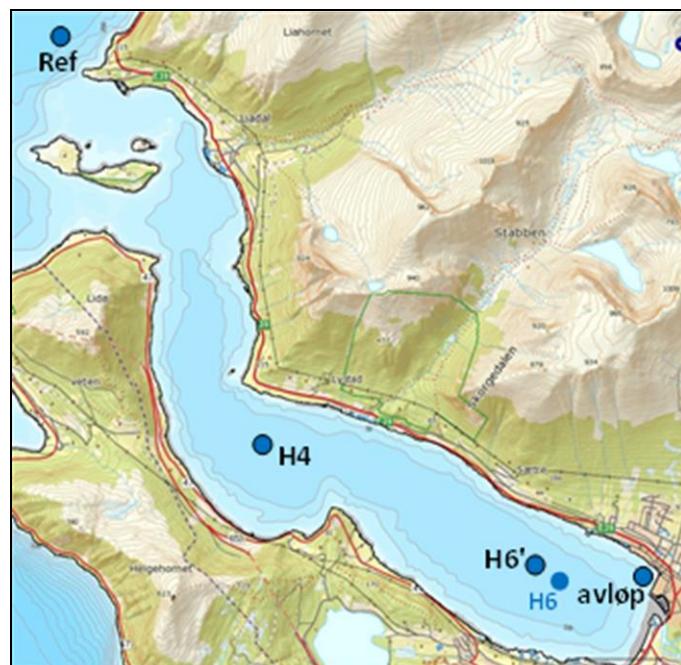
HYDROGRAFI

Temperatur, oksygeninnhald og saltinnhald i vassøyla vart målt ved hjelp av ein SAV CTD/STD nedsenkbar sonde, modell SD 204. Målingane vart utført 18. februar 2014 på 4 stasjonar: Ved sjølve avløpet, ved to stasjonar H6' og H4 utover i Ørstafjorden, samt ein referansestasjon i Vartdalsfjorden utanfor terskelen (**tabell 2, figur 2**). H6 og H4 er stasjonar som har vorte brukt i samband med tidlegare miljøkartleggingar i Ørstafjorden (Relling & Otnes 2000, Brekke mfl. 2009). Hydrografiprofilen på stasjon H6 vart flytta noko i høve til granskingane i 2008, slik at den vart tatt om lag i den djupaste delen av det indre fjordbassenget i 2014 (H6').

Tabell 2. Oversikt over prøvetakingsstasjonar for hydroografi i Ørstafjorden. På referansestasjonen er det målt ned til 201 m djup, medan målingane på dei andre stasjonane går ned til botnen.

Stasjon	Djup	Posisjon nord (WGS 84)	Posisjon aust (WGS 84)
Avløp	31 m	N 62° 12,015'	Ø 6° 07,200'
H6'	136 m	N 62° 11,909'	Ø 6° 05,465'
H4	170 m	N 62° 12,513'	Ø 6° 01,130'
Referansestasjon	ca 300 m	N 62° 15,093'	Ø 5° 57,370'

Figur 2. Oversikt over stasjonar for prøvetaking av hydrografi i Ørstafjorden, februar 2014. Posisjonen til den tidlegare hydrografi-stasjonen H6 markert i blått. Kart henta fra <http://kart.kystverket.no>.



SEDIMENTPRØVER

Den 18. og 19. februar 2014 vart det teke botnprøver på fire stasjonar i Ørstafjorden (RB1, RB2, H4 og H6, jf. **figur 3** og **tabell 3**) der blautbotnfauna og sediment vart undersøkt. Prøvene er tatt i høve til Norsk Standard NS-EN ISO 5667-19:2004 og NS-EN ISO 16665:2013.

Det vart tatt eitt grabbhogg på kvar av dei fire stasjonane med ein 0,1 m² stor vanVeen-grabb for uttak av sedimentprøve av dei 2-3 øvste cm for vurdering av sedimentkvalitet, dvs. kornfordelingsanalyse og kjemiske analysar (tørrstoff, glødetap, TOC, nitrogen og fosfor). Kjemiske analyser samt kornfordelingsanalyse er utført av det akkrediterte laboratoriet Eurofins Norsk Miljøanalyse Norge AS avd. Bergen.

Kornfordeling er ein generell sedimentkarakteristikk som viser andel grus, sand, silt og leire i sedimentet. **Glødetapet** er mengda organisk stoff som forsvinn ut som CO₂ når sedimentprøven blir gløda, og er eit mål for mengde organisk stoff i sedimentet. Ein reknar med at det vanlegvis er 10 % eller mindre i sediment der det føregår normal nedbryting av organisk materiale. Høgare verdiar førekjem i sediment der det anten er så store tilførslar av organisk stoff at nedbrytinga ikkje klarar å halde følgje med tilførslene, eller i område der nedbrytinga er naturleg avgrensa av til dømes oksygenfattige tilhøve. Ifølgje rettleiar 02:2013, er sedimentparametrane gode støtteparametrar til blant anna botnfauna, men skal ikkje inngå i klassifiseringa av økologisk tilstand.

Innhald av organisk karbon (TOC) i sedimentet vart analysert etter EN 13137, men for å kunne nytte klassifiseringa i Miljødirektoratets rettleiar (Molvær mfl. 1997) skal konsentrasjonen av TOC i tillegg standardiserast for teoretisk 100 % finstoff etter følgjande formel, der F = andel av finstoff (leire + silt) i prøven:

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

Nitrogen- og fosforinhald i sedimentet svarar til grad av organisk belasting (eutrofiering). Sediment med høgt innhold av organisk materiale som blir nedbrote av bakteriar inneheld også mykje nitrogen og fosfor (Voss mfl. 2011).

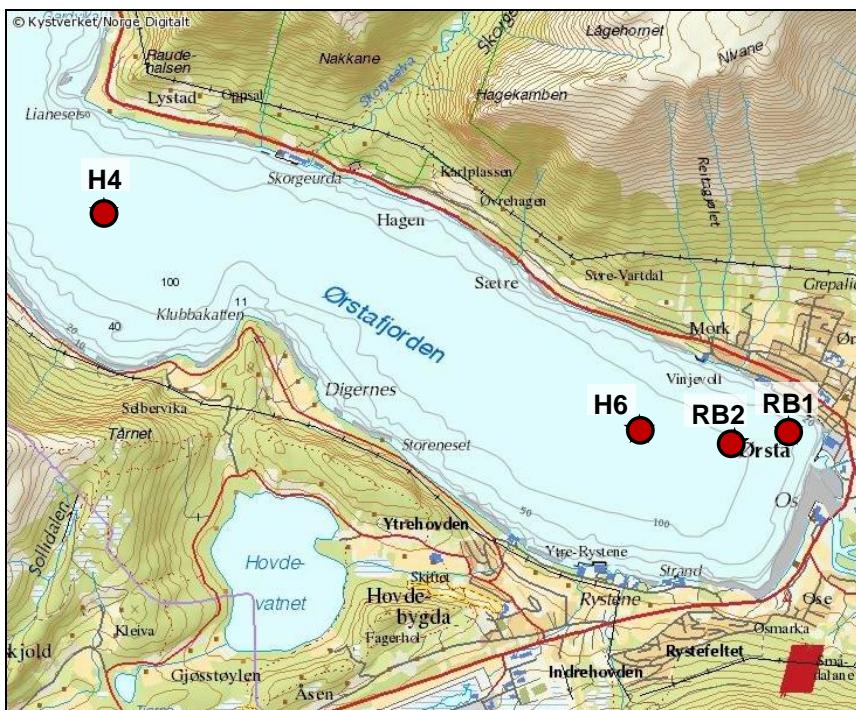
Det vart også gjort sensoriske vurderingar av sedimentet og målt pH og redokspotensial (Eh) i felt. Måling av pH i sedimentprøvene vart utført med eit Sentron 1001 pH-meter, som vart kalibrert med buffer pH 4 og 7 før feltøkta. Til måling av redokspotensial (Eh) vart det nytta ein M 241 Pt platina elektrode og ein REF201 Red Rod referanseelektrode frå Radiometer Analytical. Referanseelektroden gjev eit halvcellepotensial på +199 mV ved 25 °C, +214 mV ved 10 °C og +223 mV ved 0 °C. Ved feltarbeidet vart 200 mV lagt til avlest verdi før innføring i feltskjema (**tabell 14**). Litt ulike halvcellepotensial ved ulike temperaturar ligg innanfor presisjonsnivået for denne type granskningar på ± 25 mV, som oppgitt i NS 9410:2007.

Tabell 3. Posisjonar for dei fire undersøkte stasjonane i Ørstafjorden 18.-19. februar 2014. Fire parallellear vart nytta til botnfauna og den femte parallellelen vart nytta til sedimentanalysar.

Stasjon	Djup (meter) Fem parallellear	Posisjon (WGS 84) nord/sør og aust/vest Fem parallellear				
		N 62° 11, 992'	984'	994'	992'	990'
RB1	50 / 51 / 48 / 49 / 49	Ø 06° 07, 038'	036'	041'	045'	058'
		N 62° 11, 913'	917'	915'	918'	917'
RB2	97 / 98 / 97 / 97 / 98	Ø 06° 06, 587	553'	578'	589'	568'
		N 62° 11, 833'	831'	830'	840'	834'
H6	128 / 128 / 128 / 128 / 128	Ø 06° 05, 843'	871'	869'	892'	863'
		N 62° 12, 509'	505'	490'	497'	501'
H4	169 / 169 / 169 / 169 / 169	Ø 06° 01, 064'	106'	105'	108'	101'

BOTNFAUNA

For gransking av botnfauna vart fire parallelle sedimentprøver tatt med ein $0,1\text{ m}^2$ stor vanVeen-grabb på kvar stasjon. Prøvane for botnfauna vart vaska gjennom ei rist med holdiameter 1 mm, og gjenverande materiale vart fiksert med formalin tilsett bengalrosa og seinare analysert for fauna. Botndyrprøvane vart sortert av Guro Igland Eilertsen og Christine Pötsch. Arne Nygren ved Maskmedmera (Göteborg, Sverige) identifiserte fleirbørstemakk og Christiane Todt (Rådgivende Biologer AS) identifiserte resterande botnfauna.



Figur 3. Oversikt over stasjonar for prøvetaking av sediment og botndyr i Ørstafjorden den 18. og 19. februar 2014. Stasjonane er tatt ved dei same prøvepunktene som i 2008. Kartgrunnlaget er henta fra <http://kart.kystverket.no>.

ØKOLOGISK TILSTAND FOR BLAUTBOTNSFAUNA

Det er vanleg å nytte blautbotsfauna som indikator på miljøtilhøva, og for å karakterisere verknadane av ei eventuell forureining. Mange dyr som har sedimentet som habitat er relativt lite mobile og fleirårige, og ut frå dette kan ein difor registrere unaturleg forstyrring på miljøet. Samfunnet kan beskrivast og talfestast. Ved hjelp av slik informasjon kan ein sjå om negative påverknadar har ført til ein dominans av forureiningstolerante artar, reduksjon i talet på artar og reduksjon i mangfald. Er det gode og upåverka botntilhøve med oksygenrikt sediment blir dette vist av større, djuptgravande individ. Her vil det vere mange artar som førekjem i få eksemplar kvar, og fordelinga mellom individua vil vera nokolunde jamn. I område med moderate tilførslar vil botnen få ein "gjødslingeffekt", som fører til at ein då vil sjå dyr av mindre storleik, samt ein auke av tolerante artar som førekjem i høge individtal (Kutti mfl. 2007). I svært påverka område eller under tilnærma oksygenfrie tilhøve vil ein berre finne forureiningstolerante artar, som til dømes *Capitella capitata* og *Malacoceros fuliginosus*, ofte med svært høge individtal. Ei "overgjødsling" vil føre til at dyresamfunnet vert kvelt.

Det blir utført ei kvantitativ og kvalitativ gransking av makrofauna (dyr større enn 1 mm) for kvar enkelt parallel, for gjennomsnittet av antal parallellear og for kvar stasjon samla. Dette for å kunne stadfeste ein samanfatta miljøtilstand. Vurderinga av tilstand vert gjort ut frå eit nytt klassifiseringsystem (Direktoratgruppa vanndirektivet 2013) basert på ein kombinasjon av indeksar som inkluderer gransking av mangfald og tettleik (antal artar og individ) samt førekomst av sensitive og forureiningstolerante artar (sjå **tabell 4**).

Tabell 4. Klassifiseringssystem for botnfauna basert på ein kombinasjon av indeksar (Klassifisering av miljøtilstand i vann, rettleiar 02:2013).

Indeks	type	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indeks				
		svært god	god	moderat	dårlig	svært dårlig
Kvalitetsklasser →						
NQI1	samansett	0,9 - 0,82	0,82 - 0,63	0,63 - 0,49	0,49 - 0,31	0,31 - 0
H'	artsmangfald	5,7 - 4,8	4,8 - 3	3 - 1,9	1,9 - 0,9	0,9 - 0
ES₁₀₀	artsmangfald	50 - 34	34 - 17	17 - 10	10 - 5	5 - 0
ISI₂₀₁₂	ømfintlegheit	13 - 9,6	9,6 - 7,5	7,5 - 6,2	6,1 - 4,5	4,5 - 0
NSI	ømfintlegheit	31-25	25 - 20	20 - 15	15 - 10	10 - 0
DI	individtettleik	0 - 0,30	0,30 - 0,44	0,44 - 0,60	0,60 - 0,85	0,85 - 2,05
nEQR tilstandsklasse		1-0,8	0,8-0,6	0,6-0,4	0,4-0,2	0,2-0,0

Det vert brukt 6 ulike indeksar for å sikre best mogleg vurdering av tilstanden til botnfauna. Indeksverdien for kvar indeks vert vidare rekna om til nEQR (normalisert ecological quality ratio), og vert gitt ein talverdi frå 0-1. Gjennomsnittet av nEQR verdien for samlede indeksar vert nytt til å fastsetje den økologiske tilstanden på stasjonen. Sjå **vedlegg 3** for detaljar omkring dei ulike indeksane og **vedlegg 4** for forklaring rundt geometriske klassar.

GRANSKING VED HOVUDAVLØPET ETTER NS 9410:2007

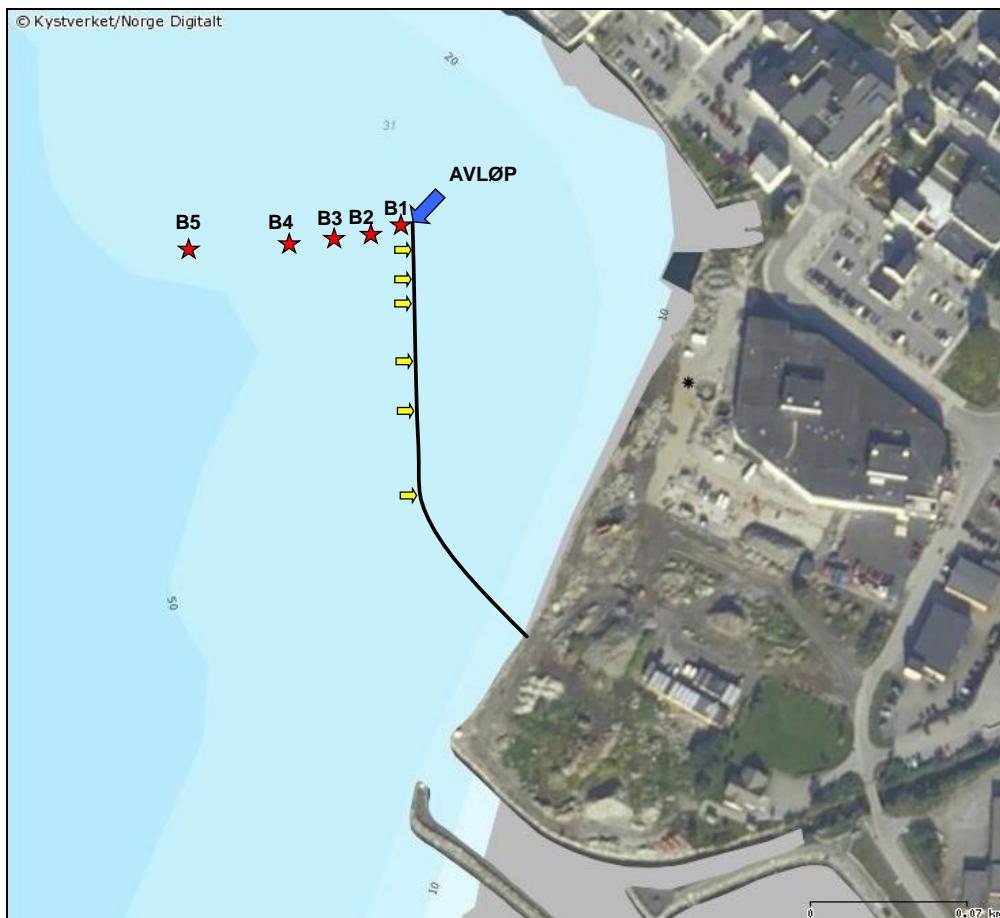
Heilt opp til eit avløp vil ein på grunn av den store lokale påverknaden ofte kunne finne få artar med ujamn individfordeling i prøvane. Følsame diversitetsindeksar blir då lite eigna til å angje miljøtilstand. I nærsoma til avløpet frå hovudreinseanlegget i Ørsta blir vurderinga difor gjort på grunnlag av talet på artar og samansetnaden av artar etter nærmere skildring i NS 9410:2007 (**tabell 5**).

Det vart teke grabbhogg med ein 0,028 m² stor vanVeen grabb på fem ulike stasjonar frå like ved avløpet og i aukande avstand (ca 0, 15, 30, 60 og 110 m) utover i resipienten (**figur 4**). Prøvepunktene var i samsvar med prøvetakinga frå 15. oktober 2008 og 23. juli 2009. Det vart teke to grabbhogg per stasjon. Ein prøve per stasjon vart undersøkt etter standard metodikk (NS 9410:2007, B-gransking), men botnfauna vart i tillegg fiksert og teke med til lab for faunaanalyse på same måte som for botnfaunaprøvene i resipienten, og vidare vurdert etter **tabell 5**. Den andre prøven vart analysert med omsyn på tørrstoff og glødetap.

I ei standard B-gransking vert botnsedimentet granska med omsyn på tre sedimentparametrar, som alle blir tildelt poeng etter kor mykje sedimentet er påverka av tilførslar av organisk stoff. **Fauna-granskinga (gruppe I)** består i å konstatere om dyr større enn 1 mm er til stades i sedimentet eller ikkje. Ved denne granskinga vart dyra i tillegg tekne med og artsbestemt i laboratoriet. **Kjemisk gransking (gruppe II)** av surleik (**pH**) og redokspotensial (**Eh**) i overflata av sedimentet vert gjeve poeng etter ein samla vurdering av pH og Eh etter spesifisert bruksrettleiing i NS 9410:2007. **Sensorisk gransking (gruppe III)** omfattar førekommst av gassbobler og lukt i sedimentet, og skildring av sedimentet sin konsistens og farge, samt grabbvolum og tjukkleik av deponert slam. Her blir det gjeve opp til 4 poeng for kvar av eigenskapane. **Vurdering** av lokaliteten sin tilstand vert fastsett ved ei samla vurdering av gruppe I – III parametrar etter NS 9410:2007.

Tabell 5. Grenseverdiar nytta i nærsoma til eit avløp for vurdering av prøvestasjonen sin miljøtilstand (frå NS 9410:2007, C-gransking).

Miljøtilstand 1	-Minst 20 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² -Ingen av artane må utgjera meir enn 65% av det totale individtalet
Miljøtilstand 2	-5 til 19 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² -Meir enn 20 individ utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ² -Ingen av artane må utgjera meir enn 90 % av det totale individtalet
Miljøtilstand 3	-1 til 4 artar av makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ²
Miljøtilstand 4 (uakseptabel)	-Ingen makrofauna (>1 mm) utanom nematoder i eit prøveareal på 0,2 m ²

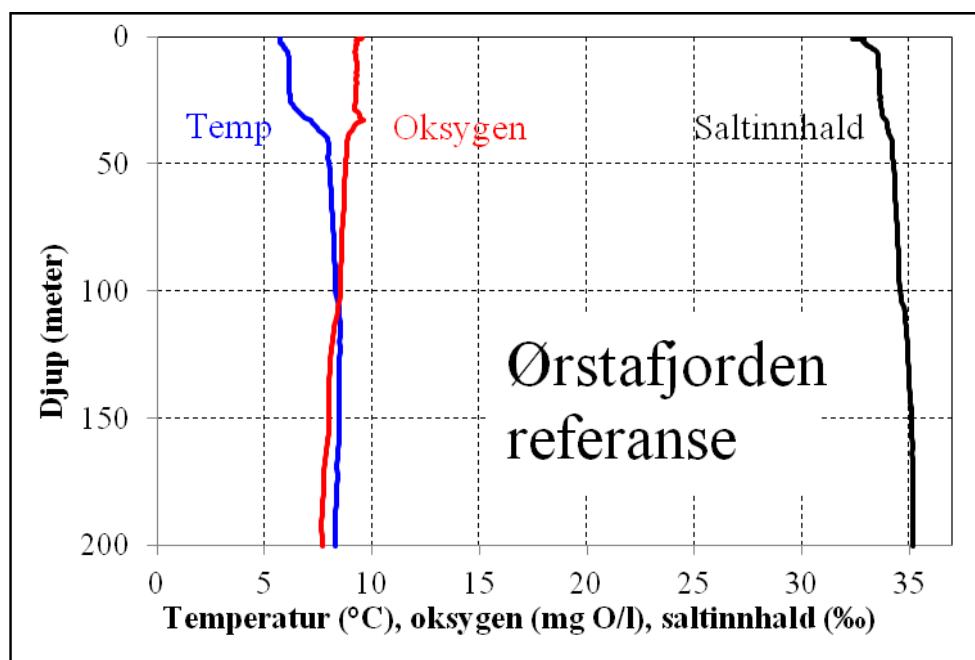


Figur 4. Oversikt over stasjonar (B1 – B5) for prøvetaking av sediment og botndyr ved avløpet i Ørstafjorden 19. februar 2014. Kartgrunnlaget er henta frå <http://kart.kystverket.no>.

RESULTAT

SJIKTNING OG HYDROGRAFI

På grunn av låg temperatur og lite nedbør i vekene før granskninga var Ørstafjorden lite påverka av ferskvatn i februar 2014. Profilane for referansestasjonen ute i Vartdalsfjorden viste for det meste jamne verdiar av temperatur, saltinnhold og oksygeninnhold nedover i djupna. Overflatesjiktet var lite påverka av ferskvatn med eit saltinnhold på 32,9 ‰ (mot 35,2 ‰ på 200 m djup). Det var antyding til eit sprangsjikt på ca 30-40 m djup (**figur 5**). Oksygeninnhaldet på 200 m djup var på 7,7 mg/l som svarar til ei oksygenmetting på 84 %.

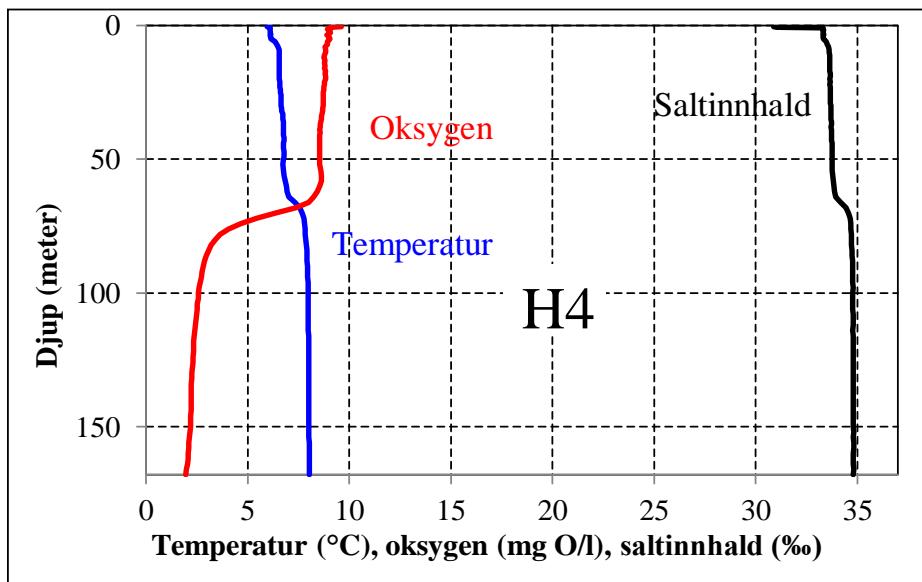


Figur 5. Temperatur, oksygen og saltinnhold i vassøyla på referansestasjonen utanfor terskelen til Ørstafjorden 18. februar 2014.

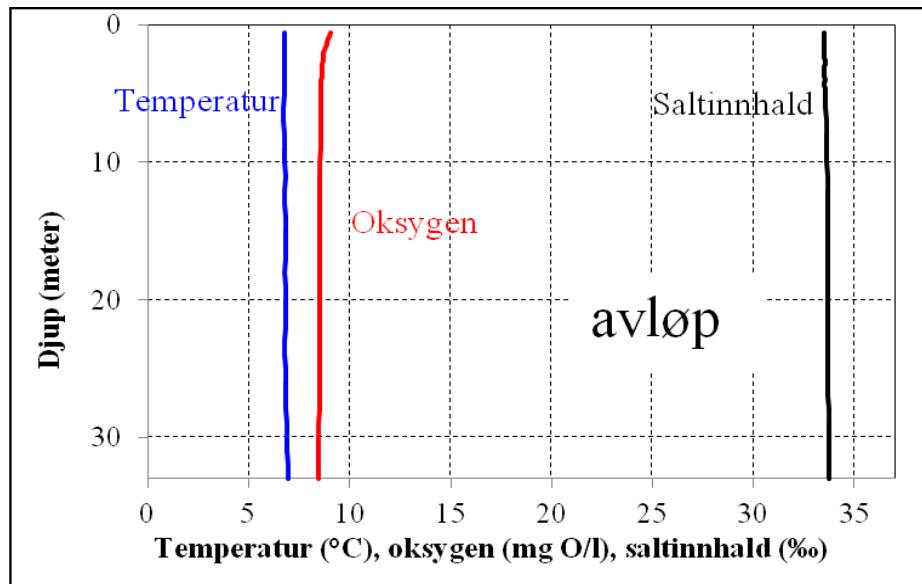
Profilane for dei tre stasjonane inne i Ørstafjorden var i stor grad samanfallande nedover i djupna med nokså stabile verdiar av temperatur, saltinnhold og oksygen ned til 60-70 m djupne. Det var ein tydeleg reduksjon av oksygeninnhold i vassøyla på stasjon H4 og H6 ved omtrent 70 m djupne (**figur 6, vedlegg 5**) samt ei svak stigning av temperatur og saltinnhold. Temperatur og saltinnhold var nokså stabil ned til botnen frå rundt 80 m djupne. Temperaturen auka frå ca 6 °C på overflata til ca 8 °C ved botnen og saltinnhaldet auka frå 30,9 ‰ på overflata til 34,8 ‰ ved botnen.

Oksygenmålingane viser redusert oksygeninnhold i djupvatnet ved dei djupare stasjonane H4 og H6. Ved botnen på 169 m djup (H4) var det ca 2,0 mg O/l, tilsvarande ei oksygenmetting på 21 % og ved botnen på 136 m djup (H6) var det 2,2 mg O/l (24 %). På 100 m djup (RB2) var det om lag 2,7 mg O/l (29 %). Alle desse verdiane ligg innanfor tilstandsklasse IV = "dårlig". Oksygeninnhaldet på 50 m djup i vassøyla var 8,5 mg O/l (90 %) på stasjon H4 og 8,1 mg O/l (85 %) på stasjon H6 (tilstandsklasse I = "svært god").

Ved avløpet var verdiar av temperatur, oksygeninnhold og saltinnhold svært jamne i hele vassøyla ned til botn på 32 m djupne (**figur 7**). Oksygeninnhaldet ved botnen var 8,4 mg O/l, som svarar til ei metting på 88 % (tilstandsklasse I = "svært god") og saltinnhold ved botnen var 33,8 ‰.



Figur 6. Temperatur, oksygen og saltinnhold i vassøyla på stasjon H4 i Ørstafjorden 18. februar 2014.



Figur 7. Temperatur, oksygen og saltinnhold i vassøyla ved avløpet i Ørstafjorden 18. februar 2014.

SEDIMENTKVALITET

SKILDRING AV PRØVENE

Stasjon **RB1** ligg ca 150 m fra avløpet i Ørstafjorden og vart teke på 48-51 meters djup (jf. **tabell 3**). Dei fem parallellane var nokså like i struktur og samansetjing. Grabbane for botnfaunagranskning (RB1/1-4) inneheoldt 10-12 liter sediment (nesten full til full grabb), grabbprøven for sedimentanalyse var omrent ¾ full (ca. 9 liter) (**tabell 6**). Sedimentet var blautt og noko ”elastisk”, og brunsvart med noko mjukare og lysare overflatelag (**figur 8**). To av prøvene hadde svak lukt av hydrogensulfid (**tabell 6**). Sedimentet bestod av silt og leire med ein del sand og litt skjelrestar. Det var om lag 20 % terrestrisk materiale i sedimentet (**figur 9**).

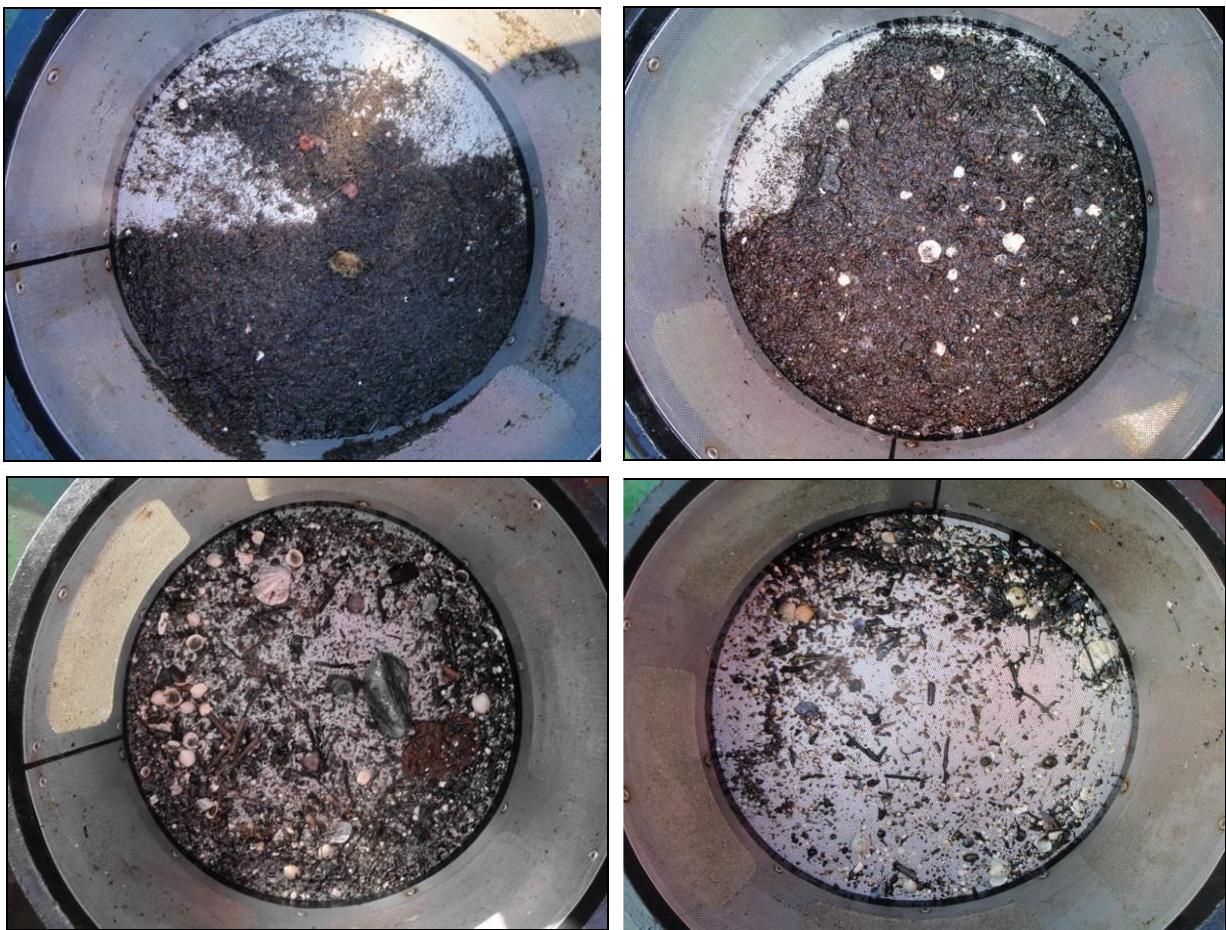
Stasjon RB2 ligg knappe 600 m frå avløpet og vart teke på 97-98 meters djup. Dei fem parallellane var noko ulike i struktur. Grabbane inneheldt 12 liter sediment (full grabb) som var brun til brunsvart, beståande av silt og leire med spor av sand og skjelrestar, med om lag 10 % terrestrisk materiale. To av prøvene var mjuke og luktfrie (RB2/2, 4), dei andre tre var noko fastare med mjukt overflatelag, og svakt lukt av hydrogensulfid.



Figur 8. Bilete av sediment frå stasjon RB1, RB2, H6 og H4. **Over t.v.** Sedimentet ved RB1/2 var nokså mjukt med mykje terrestrisk materiale. **Over t.h.** Sedimentet ved RB2/4 med noko terrestrisk materiale og eit tydeleg lysare overflatelag. **Nede t.v.** Sedimentet ved H6/1 bestod av brun leire og silt med eit mjukt overflatelag. **Nede t.h.** Grabbhogg 4 frå H4 var noko kompakt med eit tynt lag brunt mudder oppå ein gråbrun sole.

Stasjon H6 ligg ca 1,2 km frå avløpet og vart teke på 128 meters djup. Dei fem parallellane var like i struktur og samansetjing. Grabbane inneheldt 11-12 liter sediment som var luktfritt, fast og noko elastisk og brunt med noko svarte ”prikkar” i djupare lag og med eit noko lysare og blautare overflatelag. Det var noko stein, skjelrestar og grus i prøvene.

Stasjon H4 ligg i det djupaste området av Ørstafjorden ca 5,3 km frå avløpet og vart teke på ca 169 meters djup. Fire av parallellane var like i struktur og samansetjing, medan ein parallel (H4/4) var noko fastare i konsistens og mørkare i farge. Grabbane inneheldt 12 liter brunt sediment som var mjukt og nokså laust, men luktfritt. Prøvene bestod i hovudsak av leire og silt med spor av sand og skjelrestar. Det var noko mudder i prøven og spor av terrestrisk materiale.



Figur 9. Bilete etter at sedimentet vart silt (1mm fraksjon) frå stasjon RB1, RB2, H6 og H4. **Over t.v.** Ved RB1 vart det mykje terrestrisk materiale og nokre store børstemakk og sjøpiggsvin i sedimentet. Biletet viser berre halvparten av prøven. **Over t.h.** Også ved RB2 vart det mykje terrestrisk materiale og noko skjelrestar. Biletet viser heile prøven. **Nede t.v.** Ved H6 var det lite terrestrisk materiale større enn 1mm i prøvane og noko høgare andel skjelrestar, levande skjel, børstemark-rør (*Pectinariidae*) og småstein. **Nede t.h.** Prøvane ved H4 inneholdt berre litt grovt materiale forutan botnfauna.

SURLEIK OG OKSYGENNIVÅ

Sedimentet på stasjon RB1 var noko belasta, med jamt låge pH verdiar i alle parallellane, men relativt høge Eh-verdiar (**tabell 8**). Sedimentet på stasjon RB2 var variabelt, med noko belastning og låg pH-verdi i ein av parallellane og god tilstand med moderat til høg pH i dei resterande parallellane. Det var jamt over høgast pH på dei to djupaste stasjonane H4 og H6, men det var noko lågare og varierande Eh her, noko som kan skuldast litt lågare oksygennivå i sedimentet på desse stasjonane.

KORNFORDELING

Resultatet frå kornfordelingsanalysen viser at det er sedimentterande tilhøve på alle stasjonane i Ørstafjorden, særleg på dei to djupaste, med høvesvis 91,6 % finstoff (silt og leire) på stasjon H4 og 90,0 % på stasjon H6 (**tabell 7, figur 10**). Etterkvart som ein kjem grunnare og lenger innover i fjorden blir sedimentet litt grovare, og på stasjon RB1 var det om lag like mykje finstoff og sand. På dei to inste stasjonane var det også ein god del innslag av mose og kvistar i prøvene som sannsynlegvis kom frå elva. Det var elles generelt veldig lite grus i prøvene (0,2 % på den inste stasjonen).

Tabell 6. Feltskildring av sedimentprøvene for faunagranskning som vart samla inn i Ørstafjorden 18.-19. februar 2014.

Stasjon	Stasjon RB1/1-4	Stasjon RB2/1-4	Stasjon H6/1-4	Stasjon H4 /1-4
Grabbvolum (liter)	9-11	12	11-12	12
Gassbobling i prøve	Nei	Nei	Nei	Nei
H ₂ S lukt	svak	antyding	ingen	ingen
Primær- sediment:	Skjelsand Grus Sand Silt Leire Mudder	- - 20 % 50 % 25 % 	spor spor 5 % 45 % 45 % 5 %	spor - spor spor 55 % 45 % 5 %
Feltbeskriving av prøvene	Nesten full grabb bestående av brun- svart, mjukt, finkorna sediment med mjukare og lysare overflatelag. Ca. 20 % terrestrisk materiale > 1mm. Litt skjelrestar.	Full grabb av brunsvart finkorna materiale, delvis med svak lukt (grabbhogg a, c), og mjukare overflatelag. Ca. 10 % terrestrisk materiale, spor av grus. Litt skjelrestar.	Nesten full til full grabb av luktfritt materiale med elastisk konsistens, brunleg med svarte prikkar. Litt blautare lysebrunt lag på overflata. Spor av skjelrestar og grus.	Full grabb med mjukt, luktfritt og finkorna sediment. Ganske laust brunt materiale i grabbhogg a-c og litt fastare konsistens i grabbhogg d. Nokre skjelrestar.

Tørrstoffinnhaldet var relativt lågt på alle stasjonane, med høgaste prosentandel på inste stasjon RB1 (**tabell 7**). Dette skuldast at prøvene inneholdt mykje vassrikt organisk materiale, og relativt sett mindre mineralsk materiale i form av primærsediment. Glødetapet var moderat til relativt høgt med verdiar frå 8,17 til 17,2 %, og aukande med djupna.

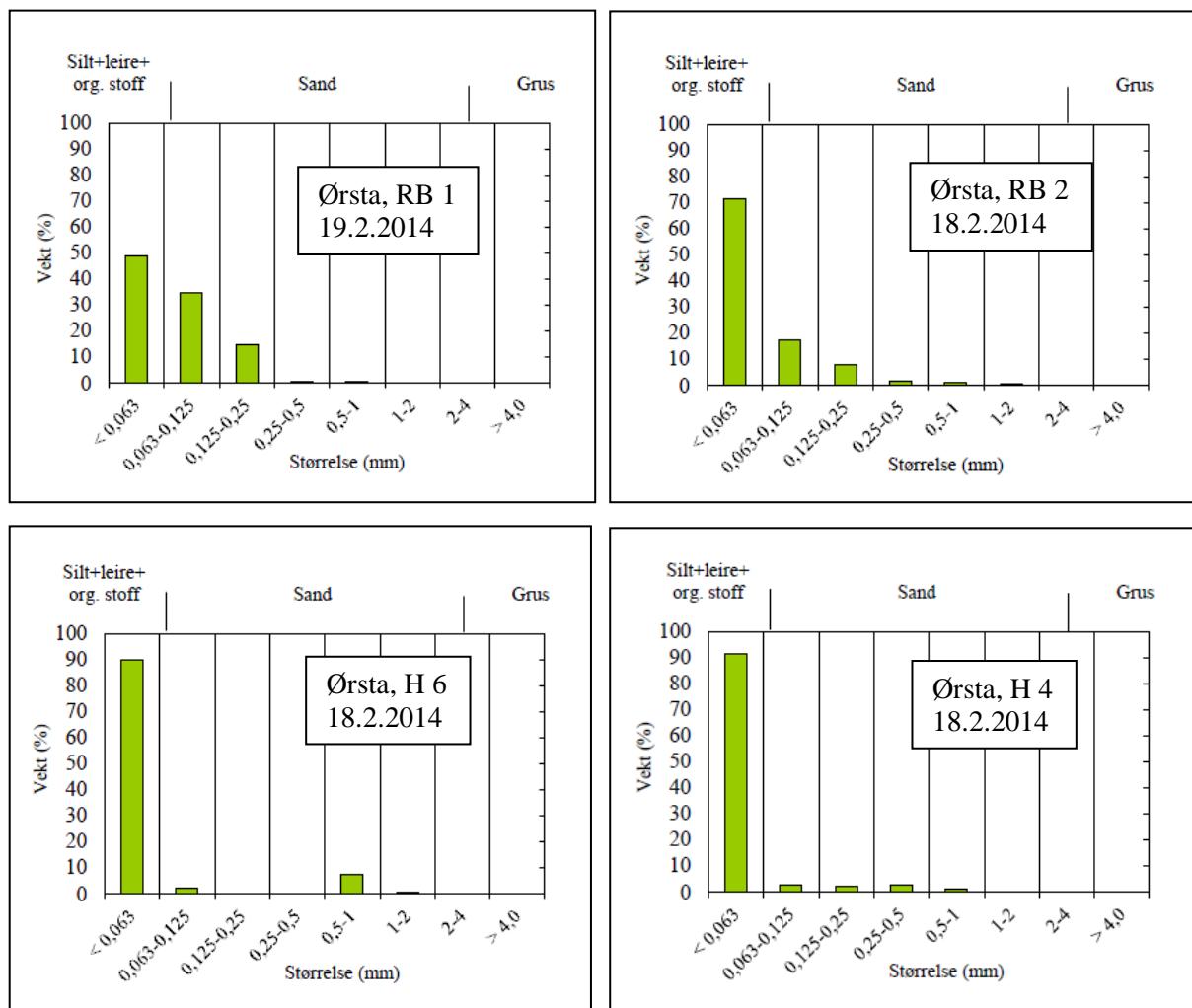
Innhaldet av (normalisert) TOC låg mellom 46,1 og 82,5 mg C/g på stasjonane i Ørstafjorden. Dette svarar til tilstandsklasse V = "meget dårlig" for alle stasjonane (Molvær mfl. 1997), men klassegrenser for organisk innhald er ikkje tilpassa fjordsystem med rikeleg organisk tilførsle frå elv og overflatevatn (for meir informasjon: Aure mfl. 1993, Brekke mfl. 2009). TOC-verdiane, i likskap med resultata for tørrstoff og glødetap, viser at det er mykje organisk stoff i sedimentet i heile fjorden. Innhaldet av nitrogen og fosfor i sedimentet var aukande med djupna, i samsvar med karbon- og fosforinnhaldet (**tabell 7**). Verdiane på stasjon H4 er nokså høge.

Tabell 7. Tørrstoff, organisk innhald, kornfordeling og innhald av nitrogen og fosfor i sedimentet frå fire stasjonar i Ørstafjorden 18. og 19. februar 2014.

Stasjon	RB1	RB2	H6	H4
Tørrstoff (%)	49,6	40,4	27,6	24,3
Glødetap (%)	8,17	10,36	14,15	17,20
TOC (mg/g)	37	50	67	81
Normalisert TOC (mg/g)	46,1	55,2	68,8	82,5
Leire & silt i %	49,2	71,2	90,0	91,6
Sand i %	50,6	28,8	10,0	8,4
Grus i %	0,2	-	-	-
Nitrogen (mg/g)	1,5	2,5	3,7	5,2
Total Fosfor (mg/g)	0,99	1,0	1,4	1,8

Tabell 8. Resultat frå måling av surleik (pH) og redokspotensial (Eh) i sediment i dei ulike parallellelane frå dei fire stasjonane i Ørstafjorden 18.-19. februar 2014. Forholdet mellom pH og Eh er henta frå standard NS 9410:2007.

Stasjon	parallel	pH	Eh	pH/Eh-poeng	pH/Eh-tilstand
RB1	a	6,95	60	3	3
	b	7,06	127	3	3
	c	6,92	115	3	3
	d	7,06	150	3	3
RB2	a	7,19	122	0	1
	b	7,72	70	1	1
	c	6,99	88	3	3
	d	7,20	130	0	1
H6	a	7,20	109	0	1
	b	7,14	36	2	2
	c	7,11	70	1	1
	d	7,13	140	0	1
H4	a	7,24	70	1	1
	b	7,26	90	1	1
	c	7,22	97	1	1
	d	7,31	170	0	1



Figur 10. Kornfordeling på stasjonane RB1, RB2, H6 og H4 frå Ørstafjorden 18. og 19. februar 2014. Figuren viser kornstørleik i mm langs x-aksen og andel i kvar storleikskategori langs y-aksen.

BLAUTBOTNFAUNA

RB1

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp godt med prøvemateriale, dvs. nesten fulle grabbhogg i parallel 1-3 og $\frac{3}{4}$ full grabb i parallel 4. På stasjon RB1 vart det totalt 4419 individ fordelt på 61 artar (**tabell 9**). Grabbhoggga inneheldt mellom 1381 og 834 individ, som kan vurderast som svært høgt. Særleg mangfaldet av fleirbørstemakk (Polychaeta) og blautdyr (Mollusca) var høgt, med respektive 43 og 11 artar. Hyppigast førekommande artar på stasjonen var fleirbørstemakkane *Heteromastus filiformis* og *Typosyllis cornuta*, med høvesvis 1215 og 944 individ (**tabell 10**). Kurva til dei geometriske klassane viser at somme artar har høge individtal og dette fører til eit ujamt kurveforløp (**figur 11**). Dette gjev ein indikasjon på at stasjonen er noko påverka av organiske tilførslar. Ein finn relativt mange artar i geometrisk klasse VI (32-63 individ per art). Mangfaldet var høgt, med ein Shannon-Wiener diversitetsindeks på 3,3 for gjennomsnitt mellom grabbhoggga og 3,5 for heile stasjonen (samla data frå 4 grabbhogg). Indikatorartsindeksane ISI og NSI har noko låg verdi på grunn av forureiningstolerante artar som dominerer botnsamfunnet, spesielt når ein ser på gjennomsnittsverdi av grabbhoggga (**tabell 9**). Hurlberts indeks (ES_{100}) viser bra mangfald og god tilstand mens tettleiksindeksen DI (density index) er svært dårlig på grunn av svært høge individtal per prøve. Ein grabbgjennomsnittsverdi av nEQR på 0,485 og ein stasjonsverdi av nEQR på 0,510 gjev denne stasjonen tilstandsklasse III = "moderat".

RB2

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp fulle grabbhogg i dei fire parallellane. På stasjon RB2 vart det registrert 993 individ fordelt på 44 artar. Grabbhoggga inneheldt mellom 141 og 339 individ. Hyppigast førekommande art på stasjonen var den relativt forureiningstolerante fleirbørstemakken *Pseudopolydora paucibranchiata* og 2-3 ubestemte artar av slimorm (*Nemertea* indet) som utgjorde høvesvis ca. 24 og 21% av mangfaldet. Kurva til dei geometriske klassane viser ein topp ved klasse II (2-3 individ) og fortset med eit bratt kurveløp med få artar i klassane IV-VIII. Dette gjev ein indikasjon på at stasjonen er relativt upåverka. Diversiteten var forholdsvis høg med ein Shannon-Wiener diversitetsindeks på 3,3 for gjennomsnitt mellom grabbhoggga og 3,6 for stasjonen. Verdiar for indikatorartsindeksene i dei fire grabbhoggga og for stasjonen er begge innanfor klasse II = "god". Hurlberts indeks (ES_{100}) og tettleiksindeksen DI viser god tilstand. Eit grabbgjennomsnitt av nEQR på 0,622 og ein stasjonsverdi av nEQR på 0,636 gjev denne stasjonen tilstandsklasse II = "god".

H6

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp fulle grabbhogg i dei fire parallellane. På stasjon H6 vart det registrert 303 individ fordelt på 32 artar, som tilseier eit noko artsattig botndyrsamfunn. 2-3 artar av slimorm (*Nemertea*) og fleirbørstemakken *Paramphinema jeffreysii* var mest talrike, og utgjorde høvesvis ca 29 og 24 % av artsmangfaldet på stasjonen. Kurva til dei geometriske klassane har nesten eit jamt forløp, der 14 artar berre har eitt individ (Klasse I), ein art er i kvar av klassane V og VI og to artar er i klasse VII. Shannon-Wieners diversitetsindeks på stasjonen er relativt høg med 3,0 for grabbgjennomsnitt og 3,3 for stasjon. Indikatorartsindeksane har gode verdiar, som viser at botnfaunaen mest består av forureiningssensitive artar. Hurlberts indeks (ES_{100}) viser bra mangfald for stasjonsverdien men moderat tilstand for enkeltprøvene. Tettleiksindeksen DI viser svært god tilstand. Eit grabbgjennomsnitt av nEQR på 0,678 og ein stasjonsverdi av nEQR på 0,699 gjev denne stasjonen tilstandsklasse II = "god".

H4

Som grunnlag for artsbestemming fekk ein opp fulle grabbhogg i dei fire parallellane. På stasjon H4 var det totalt 182 individ fordelt på 25 artar (derav 20 fleirbørstemakkartar), som tilseier eit noko artsattig botndyrsamfunn. Hyppigast førekommande art var fleirbørstemakken *Paramphinema jeffreysii*, samt 2-3 ubestemte artar av slimorm (*Nemertea*) som utgjorde høvesvis ca. 34 og 27 % av totalt mangfald på stasjonen. Kurva til dei geometriske klassane viser at stasjonen er forholdsvis arts- og individfattig, men med relativt mange artar med berre eitt individ. Diversiteten var moderat høg og Shannon-Wieners diversitetsindeks viser at mangfaldet er på grensa mellom god og middels tilstand.

Verdiar for indikatorartsindeksane er høgare på denne stasjonen enn for RB1, og botnfaunaen består av ein blanding av sensitive og forureiningstolerante artar. Hurlberts indeks (ES₁₀₀) viser bra mangfald for stasjonsverdien men moderat tilstand for enkeltprøvene. Tettleiksindeksen DI er på tilstandsklasse "god".

Eit grabbgjennomsnitt av nEQR på 0,584 og ein stasjonsverdi av nEQR på 0,650 gjev denne høvesvis tilstandsklasse III = "moderat" og II = "god". Skilnaden mellom gjennomsnittsverdi og stasjonsverdi kan forklaraast med lågt mangfald i enkeltprøvene på grunn av låge individtal, noko som er svært vanleg i djupe fjordområde. I tillegg vil botnfaunaen på det djupaste i Ørstafjorden kunne vere prega av därlege oksygentilhøve. Når ein kombinerer dei fire enkeltprøvene er mangfaldet til stasjonen på eit bra nivå. Ein vel å vektlegge stasjonsverdien for stasjonen og tilstanden vert II = "god".

Tabell 9. Tal på artar og individ av botndyr i dei 4 parallellane tekne på fire stasjonar i Ørstafjorden 18. og 19. februar 2014. Biodiversitetsindeksar og klassifisering av tilstand frå rettleiar 02:13 "Klassifisering av miljøtilstand i vann" (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2013). Økologisk tilstand på stasjonen er definert ut frå normalisert EQR og vert berekna for grabbgjennomsnitt (Grabb) og kumulert for stasjonen (Stasjon). Enkeltresultat er presentert i vedleggstabell 1 og 2.

Stasjon	Parallel	Antal individ	Antal artar	NQI1	Shannon-Wiener, H'	ES-100	ISI-2012	NSI	DI	nEQR
RB1	1	862	34	0,62	3,4	19,42	6,6	20	0,89	
	2	834	39	0,61	3,2	18,10	7,3	19	0,87	
	3	1381	40	0,64	3,2	17,52	6,8	19	1,09	
	4	1342	39	0,60	3,3	16,69	6,9	18	1,08	
Grabb Stasjon		4419	61	0,62	3,3	17,93	6,9	19	0,98	0,485
				0,63	3,5	19,21	7,6	19	0,98	0,510

RB2	1	339	29	0,59	3,2	17,79	7,6	21	0,48	
	2	141	21	0,61	3,3	19,12	7,5	23	0,10	
	3	230	27	0,61	3,5	20,39	7,7	21	0,31	
	4	283	26	0,61	3,4	18,12	7,3	21	0,40	
Grabb Stasjon		993	44	0,61	3,3	18,85	7,5	22	0,32	0,622
				0,62	3,6	19,36	8,0	21	0,32	0,636

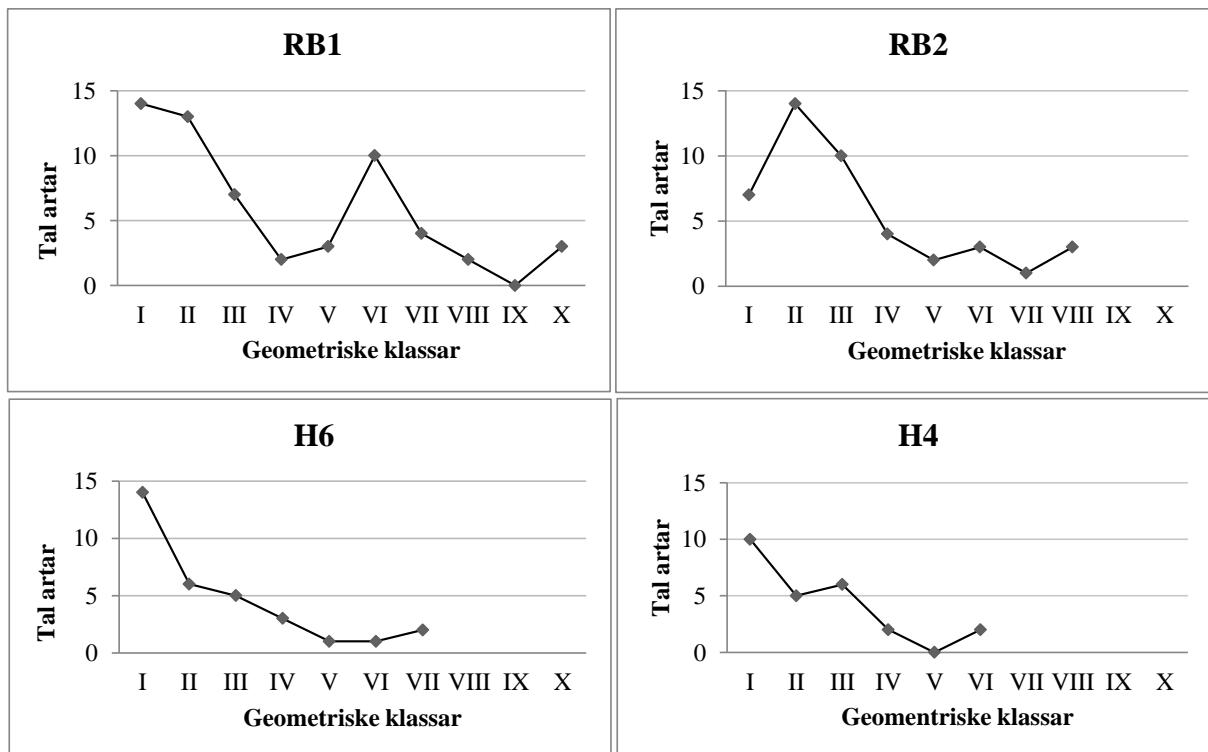
H6	1	107	18	0,62	2,9	17,47	7,8	23	0,02	
	2	56	19	0,65	3,2	19	8,7	25	0,30	
	3	43	12	0,58	2,9	12	8,2	23	0,42	
	4	97	15	0,61	3,0	15	7,2	23	0,06	
Grabb Stasjon		303	32	0,61	3,0	15,87	8,0	24	0,20	0,678
				0,66	3,3	19,26	7,8	23	0,20	0,699

H4	1	46	15	0,60	3,1	15,00	6,8	23	0,39	
	2	48	11	0,57	2,4	11,00	7,2	22	0,37	
	3	55	13	0,59	3,1	13,00	8,0	23	0,31	
	4	33	7	0,50	2,1	7,00	7,2	22	0,53	
Grabb Stasjon		182	25	0,56	2,7	11,50	7,3	23	0,40	0,584
				0,63	3,1	19,69	7,5	23	0,40	0,650

Tabell 10. Dei ti mest dominerande artane av botndyr tekne på stasjon RB1, RB2, H6 og H4 i Ørstafjorden 18. og 19. februar 2014.

st. RB1	Antal	%	kum %	st. RB2	Antal	%	kum %
<i>H. filiformis</i>	1215	27,6	88,0	<i>P. paucibranchiata</i>	235	23,7	87,4
<i>Syllis cornuta</i>	944	21,4	60,5	<i>Nemertea indet.</i>	206	20,8	63,7
<i>Thyasira sarsii</i>	851	19,3	39,1	<i>P. jeffreysii</i>	155	15,6	42,8
<i>Cirratulus cirratus</i>	207	4,6	19,8	<i>Thyasira equalis</i>	86	8,7	27,2
<i>P. paucibranchiata</i>	199	4,5	15,1	<i>Aphelochaeta</i> sp.	52	5,2	18,5
<i>Ophiuroidea</i>	199	4,5	10,5	<i>Prionospio fallax</i>	43	4,3	13,2
<i>P. jeffreysii</i>	103	2,3	6,0	<i>Abyssoninoe hibernica</i>	35	3,5	8,9
<i>Dorvillaeidae</i>	88	2,0	3,7	<i>Thyasira flexuosa</i>	22	2,2	5,3
<i>Nemertea indet.</i>	77	1,7	1,7	<i>Scalibregma inflatum</i>	18	1,8	3,1
<i>Prionospio cirrifera</i>	55	1,2	2,9	<i>Glycera alba</i>	13	1,3	1,3

st. H6	Antal	%	kum %	st. H4	Antal	%	kum %
<i>Nemertea indet.</i>	86	28,5	87,7	<i>P. jeffreysii</i>	60	33,7	87,6
<i>P. jeffreysii</i>	72	23,9	59,1	<i>Nemertea indet.</i>	48	26,9	53,9
<i>Aphelochaeta</i> sp.	32	10,6	35,2	<i>Aphelochaeta</i> sp.	14	7,8	26,9
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	28	9,3	24,5	<i>Amphiura chiajei</i>	9	5,0	19,1
<i>Scalibregma inflatum</i>	15	4,9	15,2	<i>P. paucibranchiata</i>	5	2,8	14,0
<i>Oxydromus flexuosus</i>	8	2,6	10,3	<i>Amphiura filiformis</i>	4	2,2	11,2
<i>Pectinaria belgica</i>	8	2,6	7,6	<i>Glycera alba</i>	4	2,2	8,9
<i>Polyphysia crassa</i>	5	1,6	4,9	<i>S. inflatum</i>	4	2,2	6,7
<i>Siboglinum</i> sp	5	1,6	3,3	<i>Terebellides stroemii</i>	4	2,2	4,4
<i>Yoldiella propinqua</i>	5	1,6	1,6	<i>Yoldiella propinqua</i>	4	2,2	2,2

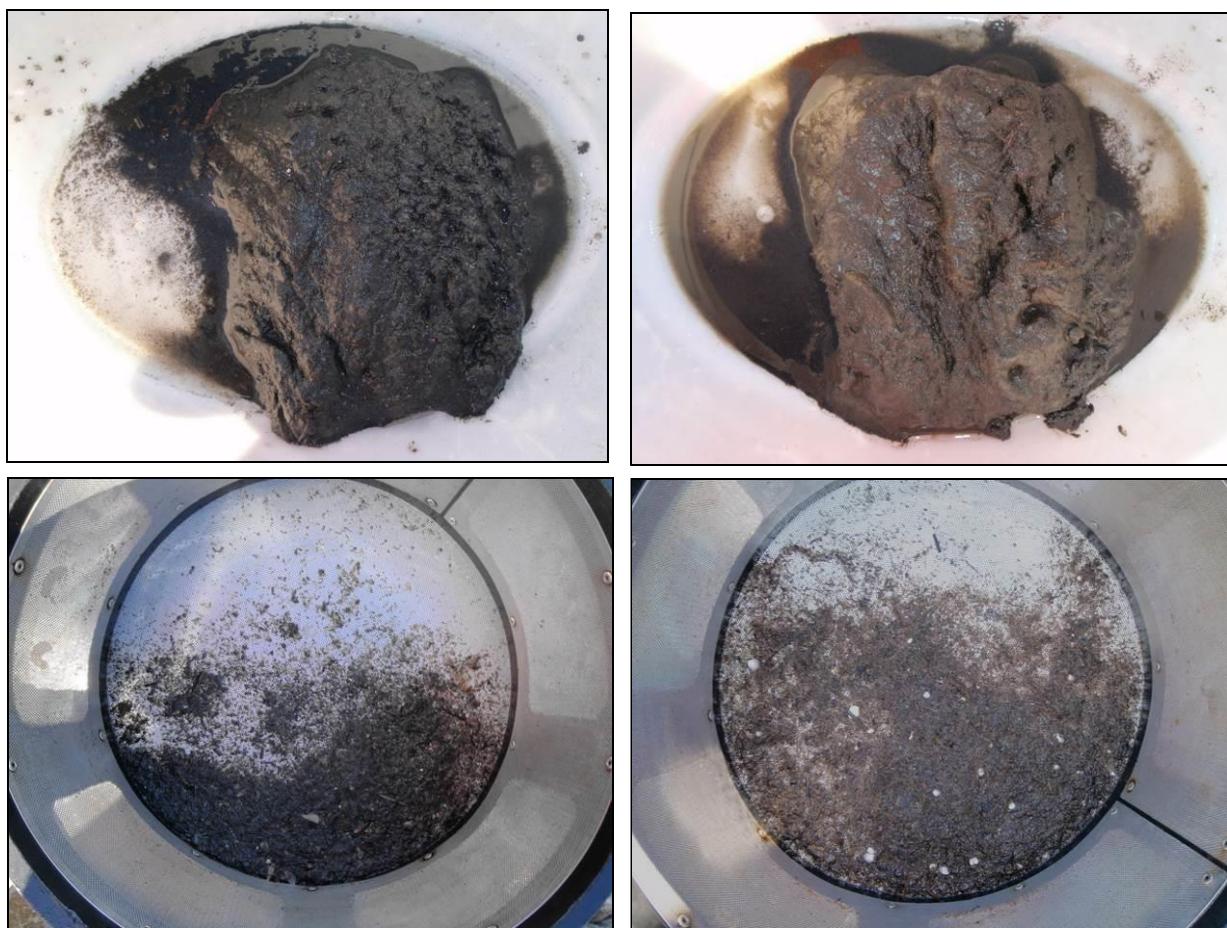


Figur 11. Faunastruktur uttrykt i geometriske klassar for st. RB1, RB2, H6 og H4 henta frå Ørstafjorden den 18. og 19. februar 2014. antal arter langs y - aksen og geometriske klassar langs x-aksen.

GRANSKING VED HOVUDAVLØPET

SKILDRING AV PRØVENE ETTER NS 9410:2007

Stasjon B1 vart teke rett ved sjølve avløpet på ca 32 m djup. Grabben var ca halvfull med eit brunsvart, mjukt og luktfritt materiale. Sedimentet bestod av anslagsvis ca 20 % terrestrisk materiale, 30 % fin sand og 50 % silt og leire (**tabell 11**). **Stasjon B2** vart teke ca 15 m frå avløpet på ca 33 meters djup. Grabben var knapt 3/4 full, med litt høgare andel organisk materiale (30 %) enn stasjon B1 og noko lukt av H₂S (**figur 12**). **Stasjon B3** vart teke ca 30 m frå avløpet på ca 35 meters djup. Her fekk ein opp vel 3/4 full grabb med materiale av same type som på B2, også her var det antydning til lukt. **Stasjon B4** vart teke ca 60 m frå avløpet på ca 38 m djup og det kom opp ca 2/3 dels full grabb med same innhald som B2 og B3, men luktfri. **Stasjon B5** vart teke ca 110 m frå avløpet på ca 44 m djup, der det kom opp knapt 3/4 full grabb med mjukt, luktfritt sediment som var noko lysare enn på dei andre stasjonane.



Figur 12. Grabbhogg tekne den 19. februar 2014 på stasjon B2 (øvst til venstre) og same prøve etter siling (nedst til venstre). Stasjon B5 (øvst til høgre) og same prøve etter siling (nedst til høgre). Sedimentet på dei tre andre stasjonane såg om lag likeeins ut.

Gruppe I: Gransking av fauna

Ein fann representative sedimentgravande dyr på alle stasjonane, om enn i varierande tal. Indeksen for gruppe I blir då 0, og lokaliteten sin miljøtilstand er A, dvs akseptabel med omsyn på fauna, jf. prøveskjema (**tabell 14**).

Tabell 11. Skildring av dei fem prøvene (B1-B5) tekne for generell vurdering av sediment og botndyr ved hovudavløpet frå Ørsta sentrum i Ørstafjorden 19. februar 2014. Andelen av dei ulike sedimentfraksjonane i prøvene er skjønnsmessig vurdert i felt.

Prøvetakingsstad		Ørstafjorden hovudavløp				
Stasjon		B1	B2	B3	B4	B5
Posisjon nord		62° 12,011'	62° 12,009'	62° 12,009'	62° 12,010'	62° 11,999'
Posisjon aust		6° 07,199'	6° 07,191'	6° 07,172'	6° 07,144'	6° 07,086'
Avstand frå avløp		2 m	15 m	30 m	60 m	110 m
Djup (meter)		32	33	34	37	45
Antal forsøk		1	1	1	1	1
Spontan bobling		-	-	-	-	-
Bobling v prøvetaking		-	-	-	-	-
Bobling i prøve		-	-	-	-	-
H ₂ S-lukt		-	noko	antydning	-	-
Fordeling av primær- sediment	Skjelsand					
	Grus					
	Sand	30 %	30 %	30 %	30 %	30 %
	Silt	40 %	30 %	30 %	30 %	30 %
	Leire	10 %	10 %	10 %	10 %	10 %
	Mudder	20 %	30 %	30 %	30 %	30 %
	Fjellbotn					
	Steinbotn					
Grabbvolum		ca. 1/2	knapt 3/4	vel 3/4	ca. 2/3	knapt 3/4

Frå alle stasjonar vart det teke med prøver av botnfauna for analyse. Dette for å få eit oversyn over den faktiske faunasamansetninga i høve til den visuelle vurderinga av innhaldet av dyr i prøvene. Resultata er oppsummert i **tabell 12**. Ved granskninga 19. februar 2014 vart det funne dyr på alle fem stasjonane, med frå 37 til 864 individ fordelt på berre 2 til 9 artar i dei ulike grabbhogga. Både det at det berre vart teke ein parallelle, og at grabbstørleiken er liten, gjer at resultata for kvart stasjonstidspunkt må betraktast som stikkprøver. Som det vil gå fram nedanfor finst det likevel tydelege tendensar i materialet som utan tvil har samanheng med miljøtilhøva på lokaliteten.

Tabell 12. Antal artar og individ av botndyr for stasjonane B1 – B5 tekne med ein 0,028 m² vanVeen grabb den 19. februar 2014. Vurdering av miljøtilstand i høve til NS 9410:2007 (jf. **tabell 5**) er gjeve for kvar stasjon, og antal av dei to dominerande artane. Enkeltresultat er presentert i **vedleggstabell 2**.

	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5
Antal individ	864	37	532	143	163
Antal artar	2	3	3	2	9
Antal <i>Capitella capitata</i>	857	15	505	124	66
Antal <i>Malacoboceros fuliginosus</i>	7	19	26	19	1
Miljøtilstand	3	3	3	3	2

I februar 2014 vart botnfaunaen på fire stasjonar klassifisert til miljøtilstand 3 = "dårlig" (NS 9410:2007). Berre stasjon B5, lengst frå avløpet, vart klassifisert til miljøtilstand 2 = "god". Desse stasjonane dekkjer eit lite areal (0,028 m²) i høve til standardkravet på 0,2 m² (NS 9410:2007), men det er lite sannsynleg at eit større prøveareal kunne ført til vesentlege endringar i antal artar og dermed i klassifiseringa.

Gruppe II: Kjemisk gransking

Tørrstoffinnhaldet var relativt lågt på alle stasjonane (**tabell 13**), noko som kan tilskrivast eit lågt innhald av mineralsk materiale i prøvane, og høgt innhald av organisk materiale. Glødetapet var tilsvarende noko høgt på alle stasjonane med 9,1 – 14,1 %.

Tabell 13. Sedimentkvalitet til fem stasjonar tekne utanfor hovudavløpet ved Ørsta sentrum i Ørstafjorden 19. februar 2014.

FORHOLD	Eining	Metode	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5
Tørrstoff	%	NS 4764	43,3	43,1	34,8	35,7	40,0
Glødetap	%	NS 4764	10,5	10,0	14,1	11,9	9,09

Verdien til pH var relativt låg på alle fem stasjonar, med verdiar frå 7,06 til 7,11 (**tabell 14**). Tilhøyrande redokspotensial (Eh) for desse prøvene var varierande, mellom -7 mV (stasjon B2) og +120 mV (stasjon B5). Fire prøver fekk tilstand 3 = "dårlig" og ein prøve (B1) fekk tilstand 2 = "god". Ut frå poengberekinga i **tabell 14** ser ein at samla poengsum for dei fem prøvene var 14, noko som gjev ein indeks på 2,8. Måling av pH og Eh for heile lokaliteten tilsvasar tilstand 3 = "dårlig", dvs at botnen ved og utanfor avløpet vurdert under eitt var belasta ut frå ei vurdering av gruppe II parameteren på dette tidspunktet.

Gruppe III: Sensorisk gransking

Sedimenttilstand

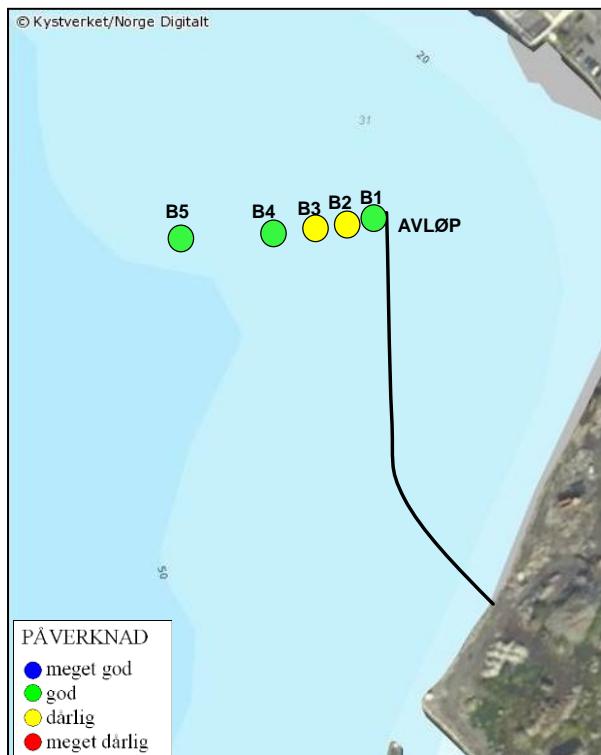
Med omsyn til sedimenttilstand fekk tre prøver 5 poeng, og to prøver fekk 7 poeng (**tabell 14**). Alle fem prøvene var såleis middels belasta (tilstand 2). Ei oppsummering av sedimenttilstanden tilseier at botnen i heile området i ein avstand på ca 0 - 110 m frå avløpet var middels påverka. Høgast belastning vart registrert på B2 og B3, og ikkje på B1 som er nærmast avløpet.

Botnen sin tilstand

Samla poengsum for middelverdien av samlede prøver var 10,2. Dette gjev ein indeks på 2,04 når ein deler på fem prøver, og tilstand for gruppe II (pH/Eh) og III (sedimenttilstand) vurdert under eitt blir dermed 2 = "god", på grensa til 3 = "dårlig",», jf. «prøveskjema». Tilstanden for kvart enkelt grabbhogg er presentert i **figur 13**.

Basert på undersøking av dyr, pH/Eh og sediment hadde botnen i ein avstand på 0 - 110 m frå avløpet samla sett "god" tilstand, men nær grensa for "dårleg" tilstand vurdert i høve til NS 9410:2007. Sjøbotnen er i samsvar med vurderingskriteria for ei B-undersøking vurdert som samla sett middels påverka. For enkeltgrabbane var tilstanden "dårleg" i nærliken av avløpet, men "god" heilt inntil avløpet.

Figur 13. Oversikt over NS 9410:2007 tilstand (middelverdien av gruppe II og III-parametrar, jf. **tabell 14**) i fem grabbhogg tekne ved avløpet 19. februar 2014.



Tabell 14. Prøveskjema for granskninga etter NS 9410:2007 ved hovudavløpet til Ørsta sentrum i Ørstafjorden 19. februar 2014.

Gr.	Parameter	Poeng	Prøve nr					Indeks
			1	2	3	4	5	
	Dyr	Ja=0 Nei=1	0	0	0	0	0	0
I	Tilstand gruppe I		A					
II	pH	verdi	7,11	7,08	7,06	7,06	7,07	
	Eh	verdi	35	-7	75	105	120	
	pH/Eh	fra figur	2	3	3	3	3	
	Tilstand prøve		2	3	3	3	3	2,8
	Tilstand gruppe II		3	Buffer: °C Sjøvann: °C Sediment: °C				
	pH sjø: Eh sjø: Referanseelektrode: +200 mV							
III	Gassbobler	Ja=4 Nei=0	0	0	0	0	0	
	Farge	Lys/grå=0						
	Brun/svart=2	2	2	2	2	2		
	Lukt	Ingen=0	0			0	0	
		Noko=2		2				
		Sterk=4						
	Konsistens	Fast=0						
		Mjuk=2	2	2	2	2	2	
		Laus=4						
	Grabb-volum	<1/4 =0						
		1/4 - 3/4 = 1	1	1		1	1	
		> 3/4 = 2			2			
	Tykkelse på slamlag	0 - 2 cm =0	0	0	0	0	0	
		2 - 8 cm = 1						
		> 8 cm = 2						
		SUM:	5	7	7	5	5	
	Korrigert sum (*0,22)		1,1	1,54	1,54	1,1	1,1	1,28
	Tilstand prøve		2	2	2	2	2	
	Tilstand gruppe III		2					
	Middelverdi gruppe II & III		1,55	2,27	2,27	2,05	2,05	2,04
	Tilstand gruppe II & III		2					
TABELL 1			TABELL 2					
	“pH/Eh” “Korr.sum” “Indeks”	Tilstand	“Tilstand”		Lokalitets tilstand			
			Gruppe I	Gruppe II & III				
			A	1, 2, 3	1, 2, 3			
			A	4	4			
			4	1, 2	1, 2			
			4	3	4			
			4	4	4			
			LOKALITETENS TILSTAND				2	

VURDERING AV TILSTAND

Føremålet med granskinga er å dokumentere noverande tilstand til resipienten med omsyn til oksygentilhøve, sedimentkvalitet og botnfauna, og diskutere forandringar sidan sist gransking i 2009. Dette blir vurdert i høve til utslepp og reinsing ved Vikeøyra reinseanlegg.

SJIKTNINGSTILHØVE OG OKSYGENINNHOLD

Ørstafjorden er ein terskelfjord, og er prega av at ein i lengre periodar ikkje har utskifting og fornying av bassengvatnet i fjorden. Dette fører til at botnvatnet etterkvart får redusert oksygeninnhold. Ved granskinga i februar 2014 var oksygenmettinga på det djupaste i Ørstafjorden låg, med berre 1,93 mg O/l (21 %). Hausten 2008 var oksygeninnhaldet berre 0,4 mg O/l (4 %) på det djupaste, som er det lågaste som er målt (Brekke mfl. 2009). Sommaren 2009 (23. juni) derimot vart profilen teken midt i ein utskiftingsepisode, der tyngre, oksygenrikt vatn hadde passert over terskelen og nådd ned til det djupaste, medan ein del av det oksygenfattige botnvatnet ”hang att” mellom 100 og 130 m djup. Oksygenmettinga på det djupaste var då 5,48 mg O/l (57 %), men steig vidare til 6,72 mg O/l (73 %) ved målinga i juli 2009.

Teoretisk oksygenforbruk i djupvatnet i Ørstafjorden er oppgitt til 0,12 ml O/liter/månad i Aure & Stigebrandt (1989), medan dei oppga eit målt oksygenforbruk i Ørstafjorden på 0,14 ml O/liter/månad. Med eit utgangspunkt på 6,72 mg O/l (4,73 ml O/l) i juli 2009 ville det då gå mellom 34 og 39 månader til ein fekk oksygenfrie tilhøve i botnvatnet, dersom det ikkje var utskifting i mellomtida. Det vil seie fram til mai – oktober 2012. Med same utgangspunkt finn ein at det har teke mellom 24 og 28 månader med oksygenforbruk å nå nivået i februar 2014 på 1,93 mg O/l (1,36 ml O/l), dersom ein antar full utskifting i forkant med eit nivå på 6,72 mg O/l som utgangspunkt også her. Det vil i teorien seie at førre utskifting kan ha vore ein gong mellom oktober 2011 og februar 2012. Ut frå dette ser ein at det truleg ikkje kan ha vore oksygenfritt i Ørstafjorden i perioden mellom 2009 og 2014.

Intermediære utskiftingar med berre delvis fornying av botnvatnet kan komplisere dette biletet, og dynamikken i fornying av bassengvatnet er komplisert og vanskeleg å føreseie (sjå Brekke mfl. 2009 for omfattande diskusjon). Det er imidlertid sannsynleg at det har vore fleire større utskiftingar i Ørstafjorden mellom 2009 og 2014. I 2010 og 2011 var det utskifting av botnvatn i fleire fjordar på Vestlandet som ikkje hadde hatt fornying på fleire år, og det er rimeleg å anta at også Ørstafjorden hadde utskifting desse åra. Dette viser truleg igjen i tilstanden til botnfaunaen, som var nokså god trass i relativt låg oksygenkonsentrasjon ved granskinga i februar 2014. Dette kan forklaraast ved at dyra delvis er tilpassa slike forhold og/eller ved at oksygennivået har vore høgare i ein lengre periode som tillét formeiring og vekst av botndyr. Det er likevel sannsynleg at mangfoldet igjen kan bli redusert ved at artar med større oksygenkrav forsvinn dersom neste utskifting av botnvatn ikkje går føre seg rimeleg snart. Utan utskifting vil det ta om lag 10-11 månader før ein nærmar seg oksygenfritt botnvatn med eit oksygenforbruk på 0,12 – 0,14 ml O/l/månad, dvs. om lag ved utgangen av 2014.

I februar 2014 var Ørstafjorden lite prega av ferskvatn, noko som skuldast lite nedbør og avrenning i forkant av granskinga. I 2008/2009 var Ørstafjorden generelt noko ferskvasspåverka i overflatelaget, men det brakke overflatelaget var nokså tynt, med opp mot eit par meters tjukkleik på det meste. Grunnare enn 50 meter var det ein del variasjon i saltinhaldet gjennom året, om vinteren var det jamt over noko saltare enn om sommaren og hausten, truleg på grunn av generelt lågare avrenning.

SEDIMENTKVALITET

Nedbrytingstilhøva i sedimentet kan beskrivast ved hjelp av både surleik (pH) og redokspotensial (Eh). Ved høg grad av akkumulering av organisk materiale vil sedimentet verte surt og ha eit negativt redokspotensial. På dei to grunnaste stasjonane RB1 og RB2 var pH i sedimentet litt lågare enn på dei andre to stasjonane, på trass av eit høgare oksygennivå i vassmassane. Dette kan tyde på at tilførslene av organisk materiale er ein del høgare her.

Analysane for kornfordeling i 2014 viste, som i 2008, at sedimentet vart meir finkorna til lengre og djupare ut i fjorden ein kom (**tabell 15**). Dette er vanleg, sidan straumhastigheta avtek nedover i djupet og det blir meir sedimenterande tilhøve med ein større andel finpartikulært materiale som fell til botnen. Tyngre partiklar vil søkkje raskare og sedimentere i indre delar av fjorden, samtidig som dei finare partiklane lettare blir vaska ut og flytta ut på djupare vatn. Andelen silt og leire i dei grunnare prøvene (RB1 og RB2, samt til dels H6) var noko høgare i 2014. Det er truleg at forskjellen kan skuldast skilnader i tilførslar frå elva, med mogeleg større flaumar og transport av meir grovt materiale i forkant av granskinga i 2008 enn i 2014. Granskinga i 2008 vart også gjort seint på hausten, ei tid som ofte er prega av ein del flaumar, medan granskinga i 2014 vart gjort i februar, som er meir prega av kaldare og rolegare vær med tilførslar av meir finpartikulært materiale.

Glødetapet auka med djupna, og var moderat høgt på dei grunnare stasjonane RB1 og RB2 og nokså høgt på dei djupaste stasjonane H6 og H4. Nitrogen- og fosforinnhold viste liknande tilhøve. Det indikerer at nedbrytinga ikkje klarar å halde følgje med tilførslene, spesielt på større djup der nedbrytingstilhøva naturleg er avgrensa av oksygenfattige tilhøve. Slike forhold er vanlege i fjordar med mykje tilførslar av organisk materiale frå vassdrag (Voss mfl. 2011), og ein kan tolke det som ein naturleg tilstand. I Ørstafjorden fører Storelva med seg betydelege mengder organisk materiale til fjorden, og mykje av dette vil sedimentere frå elveosen og nokre hundre meter utover i fjorden, medan dei finaste partiklane vil bli ført enno lengre utover.

Når ein samanliknar verdiane frå 2008 så var det mindre organisk materiale ved alle stasjonar i 2014, og verdiane til glødetap, nitrogen og fosfor var tydeleg lågare. Nemnde verdiar hausten 2008 var høge på grunn av mykje nedbør og avrenning i forkant av granskinga, som tilførte mykje organisk materiale til systemet (Brekke mfl. 2009), samt lågt oksygennivå på større djupner i heile fjorden. Tilstanden i 2014 var prega av tørt og kaldt vintervêr og relativt sett høgare oksygennivå i djupna. Glødetap fra 1987 (Sæther og Larsen 1988) i områda ved stasjonane H6 (12,5-13 %) og H4 (18,8 %) var omrent i samsvar med verdiane i 2014, og oksygennivået i forkant var litt høgare enn det vi målte i 2014, med mellom 2 og 3 ml/l (ca 2,8 – 4,3 mg/l) gjennom 1986. (Relling & Otnes 2000).

Tabell 15. Tørrstoff, organisk innhald (glødetap), kornfordeling og innhald av nitrogen og fosfor i sedimentet frå fire stasjonar i Ørstafjorden i oktober 2008 og februar 2014.

Stasjon	RB1		RB2		H6		H4	
	2008	2014	2008	2014	2008	2014	2008	2014
Tørrstoff (%)	45,9	49,6	36,6	40,4	28,9	27,6	25,5	24,3
Glødetap (%)	9,66	8,17	14,10	10,36	17,30	14,15	21,10	17,20
Leire & silt i %	39,1	49,2	53,4	71,2	83,7	90,0	96,7	91,6
Sand i %	59,7	50,6	44,3	28,8	16,1	10,0	3,1	8,4
Grus i %	1,2	0,2	2,3	0	0,2	0	0,2	0
Kjeldahl N (mg/g)	2,3	1,5	3,6	2,5	4,9	3,7	6,5	5,2
Tot fosfor (mg/g)	1,46	0,99	1,21	1,0	1,67	1,4	1,50	1,8

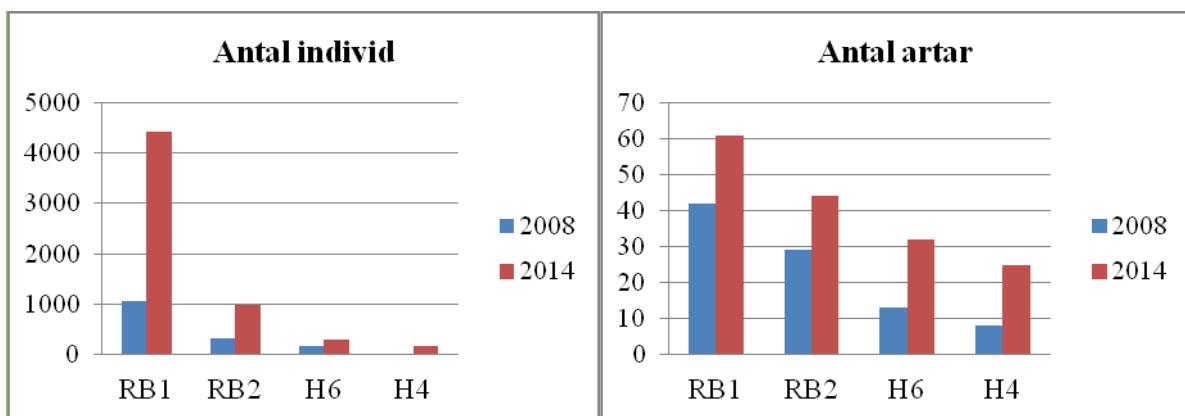
BLAUTBOTNFAUNA

Ein fekk opp dyr på alle stasjonar i Ørstafjorden, med ein reduksjon i mangfald og individtal med aukande djupne. Den kombinerte indeksen nEQR viser at økologisk tilstand til botnfaunaen på stasjon RB1 var moderat, noko som skuldast det noko høgare antalet forureiningstolerante artar (som gjev lågare verdiar i ømfintlegheitsindeksane NQI1, ISI og NSI), samt eit svært høgt individtal. Resterande stasjonar hadde god økologisk tilstand. På stasjon H4 var tilstanden basert på enkeltgrabbane moderat, men når ein kombinerer dei fire enkeltprøvene var mangfaldet til stasjonen på eit bra nivå, og tilstanden god. Skilnaden mellom gjennomsnittsverdi og stasjonsverdi kan forklaraast med lågt mangfald i enkeltprøvene på grunn av låge individtal, noko som er vanleg i djupe fjordområde, spesielt dersom det periodevis er därlege oksygentilhøve. Ein vel å vektlegge stasjonsverdien for

stasjonen og økologisk tilstand vert sett til god. Etter Miljødirektoratet sin rettleiar 02:2013 er ikkje fjordbasseng med naturleg lågt oksygeninnhald i utgangspunktet omfatta av klassifiseringa på grunn av at faunaen kan vere fattig eller fråverande, men på stasjon H4 var likevel tilstanden god i 2014 sjølv om ein ikkje tek omsyn til det reduserte oksygeninnhaldet i fjorden.

Stasjon RB1 ligg ca 150 m frå avløpet til reinseanlegget og var tydeleg påverka av organisk belastning, men berre i moderat grad. Blant dei typiske indikatorartane for forureining (som fleirbørstemakkane *Malacoboceros fuliginosus* og *Capitella capitata*) fann ein høvesvis ingen og eit fåtal individ, sjølv om desse to artane elles dominerte nær opp til avløpet. Andre artar som trivast i sediment med mykje organisk innhald og noko lågt oksygennivå i sedimentet var derimot individrike på denne stasjonen (som muslingen *Thyasira sarsii* og fleirbørstemakken *Heteromastus filiformis*).

I 2014 var botnfaunaen tydeleg meir arts- og individrik enn i 2008, og det gjaldt alle stasjonar (**figur 14**). Relativt sett var auken i artstalet størst på dei djupare stasjonane H6 og H4, som ikkje var like tydeleg påverka av lågt oksygeninnhald og/eller organisk påverknad som i 2008. For individtalet var auken størst på stasjon RB1, truleg på grunn av auka organisk tilførsle frå avløpet. Auken i artar og individ gav relativt lite endring i berekna tilstand, med kun noko høgare diversitetsindeksar (H' og ES_{100}) og ein noko lågare ISI_{2012} indeks (**tabell 16**). Det kan forklaast med at fleire av artane som var i prøvene i 2014 var artar som toler organisk belasting (som har låg sensitivitetsverdi i ISI-systemet). For å samanlikne med ISI-verdiane fra 2008, vart dei kalkulert på nytt i høve til det oppdaterte ISI_{2012} -systemet.



Figur 14. Antal individ og artar av blautbotnsfauna ved stasjonane RB1, RB2, H6 og H4 hausten 2008 og våren 2014. Antal individ ved stasjon H4 hausten 2008 var berre 12 og viser difor ikke i diagrammet.

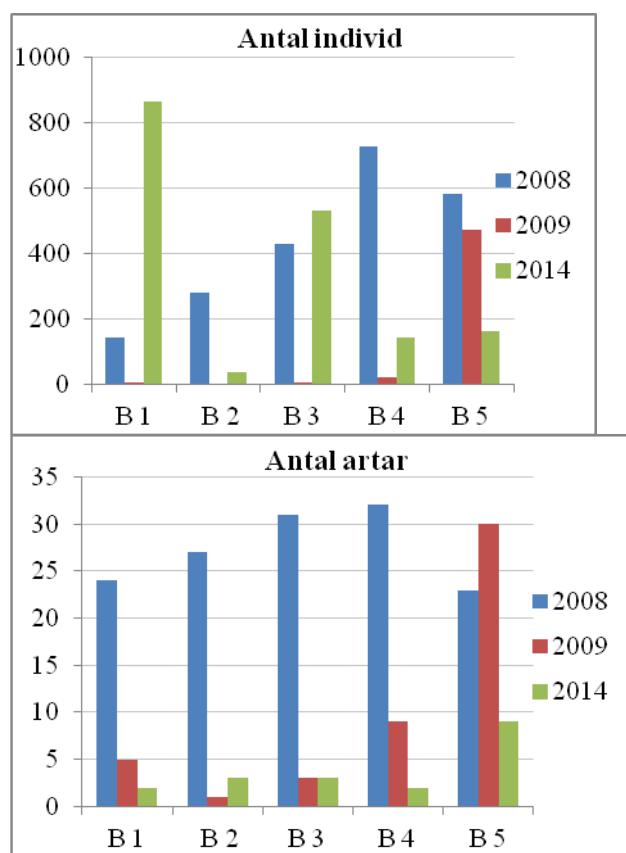
Tabell 16. Antal artar og individ av botndyr i dei 4 parallelle teknane fire stader i Ørstafjorden 14. og 15. oktober 2008 og 18. og 19. februar 2014, samt indikatorartsindeks (ISI_{2012}), Shannon-Wieners diversitetsindeks (H'), Hurlberts indeks (ES_{100}) og gammal SFT-tilstandsklasse basert på H' og ES_{100} .

Stasjon / år	Antal individ	Antal artar	Artsindeks (ISI_{2012})	Shannon-Wiener, H'	ES_{100}	SFT-tilstand
Σ RB 1 / 2008	1067	42	8,2	3,69	22,56	II
Σ RB 1 / 2014	4419	61	7,6	3,5	19,21	II
Σ RB 2 / 2008	330	29	7,6	3,45	20,28	II
Σ RB 2 / 2014	993	44	8,0	3,6	19,36	II
Σ H6 / 2008	164	13	8,0	2,71	11,82	III
Σ H6 / 2014	303	32	7,8	3,3	19,26	II
Σ H4 / 2008	12	8	7,9	2,75	8	III
Σ H4 / 2014	182	25	7,5	3,1	19,69	II

FORANDRING I NÆRSONA TIL AVLØPET SIDAN 2009

Biologisk mangfald i prøvene ved avløpet var så lågt at det ikkje var meiningsfylt å beregne diversitetsindeks. Det var stor skilnad mellom dei ulike stasjonane med få artar og ekstremt høgt antal av *Capitella capitata* i B1 og B3, i høve til stasjon B5 som hadde høgaste diversitet med middels høge individtal fordelt på 9 artar. Artar som var talrike på stasjon B5 i juli 2009, som muslingen *Thyasira sarsi* og fleirbørstemakken *Pseudopolydora paucibranchiata*, vart også registrert i februar 2014.

Figur 15 samanliknar antal individ og antal artar frå hausten 2008 før avløpet vart teke i bruk, med sommaren 2009 etter ca 6 månaders bruk og våren 2014 etter 5 års bruk. Antal individ frå 2008 avspeglar delvis prøvestorleik (prøve B1 var liten) men også naturleg variasjon (prøvene B2 og B4 hadde omtrent same volum). I juli 2009 var botndyra ved stasjonane B1-B4 svært sterkt påverka medan stasjon B5, 110 m frå avløpet, var tilnærma upåverka og prøven inneholdt fleire artar enn før. I 2014 ser ein at antal artar er svært redusert samanlikna med 2008, men at nokre artar som er tilpassa tilstand med høg grad av organisk belasting er svært talrike.



Figur 15. Antal individ (til venstre) og artar (til høgre) på prøvestasjonane B1-B5 ved avløpet av reinseanlegget 15. oktober 2008, 21. juli 2009 og 19. februar 2014.

I 2009 blei det vurdert at nærsona til avløpet, dvs. arealet med påvist auke av organisk innhald og eventuelt andre stoff frå reinseanlegget i botnsedimentet, truleg strekte seg noko meir enn 60 meter frå avløpet, men ikkje så mykje som 110 meter (Brekke mfl. 2009). Den nye granskninga i 2014 har like trekk, men viser ei utviding av nærsona ut til prøvelokalitet B5, 110 m frå avløpet. Som i 2009 var lokalitet B2, 15 m frå avløpet, sterkest påverka og der fanst det ganske få dyr (37 individ av 3 artar) (**figur 15**). Rett ved avløpet og i noko større avstand frå (30 m) var antal individ svært høgt, men det var nesten utelukkande individ av dei forureiningstolerante fleirbørstemakk-artane *C. capitata* og *Malacoceros fuliginosus*. Også 60 m frå avløpet på stasjon B4 fann ein berre desse to artane. Om lag 110 m frå avløpet var det nokre fleire artar, men vesentleg færre enn i 2008 og 2009 (**figur 15**), noko

som viser at det i 2014 var tydeleg påverknad også her. På stasjon RB1, som er ca 150 m fra avløpet, var det langt fleire artar, og ut frå metodikken brukt på B-prøvene ville denne stasjonen hatt god tilstand, sjølv om dei følsame botndyrindeksane avdekker at også denne stasjonen er noko påverka av organisk belastning.

Det er mogeleg at ein ved granskings i juli 2009, etter ca 6 månader drift av den nye leidningen, enno ikkje hadde nådd maksimal utbreiing og effekt av utsleppet. Det kan dermed vere at utbreiinga av påverknaden har auka noko også etter juli 2009, og at tilstanden i 2014 er representativ for normal drift ved anlegget. Tilstanden for botndyr ved avløpet kan tyde på at situasjonen i 2009 ikkje var i likevekt, ved at så godt som alle artar som dominerte før oppstart var borte, medan spesialist-artane *M. fuliginosus* og *C. capitata* enno ikkje hadde etablert seg i større antal, slik som i 2014. Imidlertid vart det opplyst at det hadde vore driftsproblem ved reinseanlegget i 2013, noko som kan ha ført til tidsvis høgare belasting med organisk avfall, og dermed dårlegare tilstand og utvida nærsone til avløpet i 2014. Det er ikkje mogeleg ut frå føreliggande data å fastslå med sikkerheit årsaka til utviding av nærsona mellom 2009 og 2014, og det kan godt vere ein kombinasjon av desse to forklaringane.

Dei kjemiske parametrane viste også mykje det same biletet, spesielt for redokspotensialet (Eh). Dette viser kort fortalt noko om innhaldet av oksygen i sedimentet. Stasjon B2 ca 15 m fra avløpet hadde lågast verdi, medan stasjonane i aukande avstand utover hadde gradvis høgare verdiar. Stasjon B1 rett ved avløpet var betre enn stasjon B2, noko som truleg har samanheng med ein spyle-effekt ut av røyret, der ein rundt munningen har god utskifting og mindre sedimentering av organisk materiale enn berre få meter lenger unna. Verdiane til pH i sedimentet var meir jamne, med litt betre tilstand rett ved avløpet enn på dei andre stasjonane. Som diskutert av Brekke mfl. (2009) var verdiane for pH generelt ganske låge i området både før og etter igangsetjing av leidningen, noko som ein kan forklare med at sedimentet i området i utgangspunktet er prega av høgt innhald av organisk materiale, uavhengig av eventuelle avløp.

Målingane av glødetap (organisk innhald) i sedimentet bekreftar inntrykket av eit generelt høgt organisk innhald i heile området. Det organiske innhaldet i sedimentet målt som glødetap var om lag 8-9 % i prøvene som vart tekne før leidningen vart sett i drift (2008), rundt 10 % etter kort tids drift (2009) og mellom 10 og 14 % i 2014, etter 5 års drift. Det relativt høge glødetapet som var i utgangspunktet skuldast mest sannsynleg store tilførslar frå elva som pregar botnen i heile indre delen av Ørstafjorden. Ein auke på alle stasjonar frå 2008 til februar 2014 skuldast sannsynlegvis ekstra tilførslar frå avløpet.

KONKLUSJON

Ørstafjorden er ein terskelfjord med periodevis naturleg reduksjon av oksygen i djupvatnet. Ein kan ha årlege utskiftingsepisodar med (delvis) fornying av bassengvatnet, men nokre gonger kan det gå fleire år mellom kvar utskifting. Ved granskings i februar 2014 var det truleg om lag to år sidan førre utskifting, og det er mogeleg at oksygennivået i djupvatnet no var på det lågaste sidan 2009. Oksygenmettinga ved det djupaste i Ørstafjorden i februar 2014 var likevel vesentleg høgare enn i oktober 2008 (21% mot 4%), noko som truleg er hovudårsaka til at tilstanden til botnfaunaen var betre i 2014 enn i 2008. Det var vesentleg fleire artar og individ på alle stasjonar i 2014 i høve til i 2008, og det var høgare diversitet på dei to djupaste stasjonane og god økologisk tilstand. Det kan tolkast slik at dyra har hatt god tid til å etablere og formeire seg etter den førre perioden med særskilt lågt oksygennivå. Det er likevel sannsynleg at mangfaldet igjen blir redusert ved at artar med større oksygenkrav forsvinn dersom neste utskifting av botnvatn ikkje går føre seg rimeleg snart (i løpet av 2014).

Rundt avløpet frå Vikeøyra reinseanlegg, som ved andre reinseanlegg, er det eit område som tydeleg er forureina (nærsona). Nærsona til utsleppet strekte seg truleg noko meir enn 60 meter fra avløpet etter eit halvt års drift i 2009, medan det etter fem års drift i 2014 strekte seg vel 110 meter fra avløpet. Det var også noko påverknad på stasjonen 150 meter fra avløpet, med svært høge individtal og moderat tilstandsklasse, men med god diversitet og mange artar. Utviding av nærsona mellom 2009 og

2014 kan skuldast at den nye leidningen enno ikkje hadde nådd maksimal utbreiing og effekt av utsleppet etter 6 månaders drift i 2009, eller at driftsproblem ved reinseanlegget i 2013 førte til auka belastning fram mot 2014, eller eventuelt ein kombinasjon av desse forklaringane. Ein auke i belastninga i nærsona til avløpet ser imidlertid ikkje ut til å ha hatt nokon vesentleg effekt på tilstanden i fjorden forøvrig. Den nye granskingsa bekreftar konklusjonen frå Brekke mfl. (2009) om at dei naturlege sviningane i oksygeninnhald og biomangfald er store og at utsleppet frå reinseanlegget i dag sannsynlegvis har relativt liten effekt på fjordsystemet utanom lokalt rundt avløpet.

REFERANSAR

- AURE, J. & A. STIGEBRANDT 1989.
Fiskeoppdrett og fjorder. En konsekvensanalyse av miljøbelastning for 30 fjorder i Møre og Romsdal.
Havforskningsinstituttet, Rapport nr. FO 8803. 106 sider.
- AURE, J., E. DAHL, N. GREEN, J. MAGNUSSON, F. MOY, A. PEDERSEN, B. RYGG & M. WALDAY 1993
Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1990 og samlerapport 1990-91. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 510/93.
NIVA-rapport 2827, 100 sider
- BORJA, A., J. FRANCO & V. PEREZ 2000.
A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments.
Marine Pollution Bulletin 4:1100–1114.
- BREKKE, E., M. EILERTSEN & B. TVERANGER 2009.
Resipientgranskning for nytt hovudavløpsreinseanlegg i Ørsta kommune.
Rådgivende Biologer AS Rapport 1272, 90 sider.
- DIREKTORATGRUPPA VANNDIREKTIVET 2013.
Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- GRAY, J.S. & F. B. MIRZA 1979.
A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities.
Marine Pollution Bulletin 10: 142-146.
- KUTTI, T., P.K. HANSEN, A. ERVIK, T. HØISÆTER & P. JOHANNESSEN 2007.
Effects of organic effluents from a salmon farm on a fjord system. II. Temporal and spatial patterns in infauna community composition.
Aquaculture 262, 355-366.
- MOLVÆR, J., J. KNUTZEN, J. MAGNUSSON, B. RYGG, J. SKEI & J. SØRENSEN 1997.
Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.
SFT Veiledning 97:03. TA-1467/1997.
- MOLVÆR, J., R. VELVIN, I. BERG, T. FINNELAND & J. L. BRATLI 2005.
Resipientundersøkelser i fjorder og kystfarvann. EUs avløpsdirektiv Versjon 3 - oppdatert i 2005.
SFT rapport TA-1890/2005, ISBN 82-7655-459-8, 54 sider
- NORSK STANDARD NS 9410:2007
Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.
Standard Norge, 23 sider.
- NORSK STANDARD NS-EN ISO 5667-19:2004
Vannundersøkelse. Prøvetaking. Del 19: Veileding i sedimentprøvetaking i marine områder
Standard Norge, 14 sider

NORSK STANDARD NS-EN ISO 16665:2013

Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna
Standard Norge, 21 sider

PEARSON, T.H. 1980.

Macrobenthos of fjords. In: Freeland, H.J., Farmer, D.M., Levings, C.D. (Eds.), NATO Conf. Ser., 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

RELLING, B. & B. OTNES 2000.

Miljøkartleggingar i fjordar og kystfarvatn i Møre og Romsdal pr 01.01.2000.

Fylkesmannen i Møre og Romsdal, Miljøvernavdelinga, rapport 2000:2, 139 sider.

ISBN 82-7430-116-1

RYGG, B. 2002.

Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway.
NIVA-rapport SNO 4548-2002. 32s.

RYGG, B. & K. NORLING 2013.

Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI).

NIVA rapport 6475-2013. 46 s.

SHANNON, C.E. & W. WEAVER 1949.

The mathematical theory of communication.

University of Illinios Press, Urbana, 117 s.

SÆTHER, O. M. & E. LARSEN 1988.

Miljøgeologi I Ørstafjorden. Del II. Sedimentgeokjemi.

NGU-Rapport nr. 88.132, 27 sider. ISSN 0800-3416.

TVERANGER, B., A.H. STAVELAND & M. EILERTSEN 2009

Kombinert MOM B- og MOM C- resipientundersøkelse, strømmålinger og modellering av avløpet til Lerøy Vest AS avd. Sagen i Samnanger kommune, vinteren 2009.

Rådgivende Biologer AS, rapport 1243, 48 sider, ISBN 978-82-7658-701-2.

VOSS, M., A. BAKER, S. E. CORNELL, H. BANGE, D. CONLEY, B. DEUTSCH, et al. 2011.

Nitrogen processes in coastal and marine ecosystems. Chapter 8 in: M. A. Sutton, C. M. Howard, G. Billen, A. Bleeker, P. Grennfelt, H. V. Grinsven, & B. Grizzetti (Eds.), The European Nitrogen assessment – Sources, Effects and Policy Perspectives.

Cambridge University Press, 2011. Pp. 147-176.

VEDLEGG

Vedlegg 1. Oversikt over botndyr funne i sediment frå dei fire parallelle lane frå stasjonane H4, H6 og RB2 i Ørsta fjorden den 18. februar 2014. Prøvene er henta ved hjelp av ein 0,1 m² stor van Veen Grabb, og prøvetakinga dekkjer dermed eit samla botnareal på 0,4 m² på kvar stasjon. Prøvene er sortert av Guro Igland Eilertsen og Christine Pötsch. Arne Nygren ved Maskmedmera (Göteborg, Sverige) identifiserte fleirbørstemakk og Christiane Todt (Rådgivende Biologer AS) dei resterande dyra. . *Taksa som ikkje er tatt med i statistisk berekning.

Stasjon Parallel	ST. H 4				ST. H 6				ST. RB 2			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
NEMATODA - rundmakk												
Nematoda indet.*									1		1	
NEMERTEA-flatmakk												
Nemertea indet	13	17	8	10	30	21	13	22	67	41	26	72
POLYCHAETA - fleirbørstemakk												
<i>Abyssoninoe hibernica</i>	3				7	8	2	11	9	5	13	8
<i>Amaeana trilobata</i>										1		1
<i>Ampharetidae</i>					1							
<i>Amythasides macroglossus</i>									3			
<i>Aphelochaeta sp.</i>	5	2	5	2	7	5	6	14	15	15	10	12
<i>Ceratocephale loveni</i>					1	1						3
<i>Chaetozone setosa</i>												
<i>Chone sp</i>					1				2		2	1
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1		1			1			1	2	1	3
<i>Dipolydora caulleryi</i>												1
<i>Exogone verugera</i>							1		2			
<i>Galathowenia oculata</i>	1				1	1			1		3	
<i>Glycera alba</i>	2			2			1		5	3	1	4
<i>Gyptis rosea</i>									1			
<i>Harmothoe extenuata</i>		1										
<i>Hesionidae</i>	1				3				1			1
<i>Heteromastus filiformis</i>	1				1				6	3		3
<i>Maldanidae</i>						1			1		2	
<i>Oligochaeta sp.</i>									1		1	
<i>Oxydromus flexuosus</i>	1				2		6					1
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	12	17	17	14	37	4	5	26	49	26	44	36
<i>Paramphitrite tetrabranchia</i>												2
<i>Pectinaria belgica</i>		1			1	2		5	1	2	3	2
<i>Pholoe baltica</i>			1									3
<i>Pholoe sp</i>										1	6	
<i>Pista cristata</i>									1		2	1
<i>Polycirrus sp</i>			2							2		1
<i>Polyphysia crassa</i>		2			2	1		2			3	
<i>Prionospio cirrifera</i>		1						1		1		1

<i>Prionospio fallax</i>				2	8	14	10	11
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	1	4			118	1	66	50
<i>Rhodine sp</i>	2	1						
<i>Sabella pavonina</i>			1					
<i>Sabellides octocirrata</i>		1		1				
<i>Scalibregma inflatum</i>	1	1	1	4	1	9	1	8
<i>Siboglinum sp</i>				4	1		1	
<i>Sige fusigera</i>							1	2
<i>Spiophanes kroyeri</i>				3		1	2	3
<i>Spiophanes sp</i>								1
<i>Streblosoma sp</i>							1	
<i>Terebellides stroemii</i>	2	2			1			
<i>Trichobranchus roseus</i>								
<i>Typosyllis cornuta</i>					1			
SIPUNCULA - snabelormar								
<i>Sipuncula</i> indet.								4
MOLLUSCA - blautdyr								
<i>Astarte elliptica</i>					1			
<i>Delectopecten vitreus</i>				1	1	1		
<i>Ennucula tenuis</i>							3	2
<i>Philine scabra</i>		1						1
<i>Thyasira equalis</i>							20	5
<i>Thyasira flexuosa</i>							3	13
<i>Yoldiella propinqua</i>	4		1	2	2			48
							2	
ECHINODERMATA - pigghudar								
<i>Asteroidea</i> juv. indet.				1		2		
<i>Brissopsis lyrifera</i>							2	
<i>Amphiura chiajei</i>	1	6	2				3	1
<i>Amphiura filiformis</i>	1	2	1					
Ophiuroidae indet				1	1	2	3	2
								3
TUNICATA - sjøpunger								
<i>Ascidiae</i>				1				

Vedlegg 2. Oversikt over botndyr funne i sediment frå dei fire parallellane frå stasjonen RB1 i Ørsta fjorden den 19. februar 2014. Prøvene er henta ved hjelp av ein 0,1 m² stor van Veen Grabb, og prøvetakinga dekkjer dermed eit samla botnareal på 0,4 m². I tillegg oversikt over botndyr funne i sediment frå fem stasjonar ved avløpet teke den 19. februar 2014. Prøvene er sortert av Guro Igland Eilertsen og Christine Pötsch. Arne Nygren ved Maskmedméra (Göteborg, Sverige) identifiserte fleirbørstemakk og Christiane Todt (Rådgivende Biologer AS) dei resterande dyra. * Taksa som ikkje er tatt med i statistisk berekning.

	ST. RB 1				B 1	B 2	B 3	B 4	B 5
	Gr.1	Gr.2	Gr. 3	Gr. 4	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.1	Gr.1
NEMATODA - rundmakk									
Nematoda indet.*				1	12	1		7	2
NEMERTEA-flatmakk									
Nemertea indet	25	21	12	19		3			
POLYCHAETA - fleirbørstemakk									
<i>Abyssoninoe hibernica</i>		1	1						
<i>Amphitrite cirrata</i>				1					
<i>Aonides paucibranchiata</i>				1					
<i>Aristobranchus tullbergi</i>	1	1	2						
<i>Capitella capitata</i>	15	5	7	10	857	15	505	124	66
<i>Chaetozone setosa</i>	6	8							
<i>Chone sp</i>	1		1	3					
<i>Cirratulidae sp</i>		2							
<i>Cirratulus cirratus</i>	59	37	45	66					
<i>Diplocirrus glaucus</i>	1								
<i>Dorvillaeidae</i>	8	12	38	30					
<i>Eteone sp</i>			1	1					
<i>Euchone papillosa</i>		1	1						
<i>Exogone verugera</i>				2					
<i>Galathowenia oculata</i>	10	4	18	8					
<i>Glycera alba</i>	1	1	1						
<i>Glycera lapidum</i>								1	
<i>Goniada maculata</i>	1		1	1					
<i>Hesionidae</i>		2	1	1					
<i>Heteromastus filiformis</i>	244	324	277	370					15
<i>Jasmineira sp.</i>	1								
<i>Scoletoma magnidentata</i>		1							
<i>Malacoceros fulginosus</i>					7	19	26	19	1
<i>Nereis pelagica</i>				1					
Oligochaeta sp.	1	25	6	11					
<i>Ophelina modesta</i>	3	2	11	3					
<i>Oxydromus flexuosus</i>			4						1
<i>Paramphinoe jeffreysii</i>	48	2	24	29					
<i>Pectinaria auricoma</i>	2								
<i>Pectinaria koreni</i>	3								
<i>Pholoe baltica</i>	5	19	20	9					
<i>Pholoe sp</i>	5		13	3					

<i>Polycirrus</i> sp		2	1						
<i>Polyphysia crassa</i>	19	14		4					
<i>Praxillella praetermissa</i>			1						
<i>Prionospio cirrifera</i>	23	3	14	15					
<i>Prionospio fallax</i>	12	6	10	4					
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>		6	30	163					1
<i>Sabellides octocirrata</i>		1	2	1					
<i>Scalibregma inflatum</i>	15	8	6	15			1		49
<i>Scoloplos armiger</i>	16	1	9	19					1
<i>Sige fusigera</i>				1					
<i>Sphaerodorum gracilis</i>		1							
<i>Typosyllis cornuta</i>	227	149	330	238					
<i>Thelepus cincinnatus</i>		1							
SIPUNCULA - snabelormar									
<i>Sipuncula</i> indet.			1						
PRIAPULIDA - pølseormar									
<i>Priapulus caudatus</i>			1						
MOLLUSCA - blautdyr									
<i>Corbula gibba</i>				1					
<i>Ennucula tenuis</i>		1	1						
<i>Philine scabra</i>			2	1					
<i>Tellimya ferruginosa</i>	3								
<i>Thyasira sarsii</i>	34	93	364	242					28
<i>Thyasira</i> sp. juv/fr	10	18	55	35					
CRUSTACEA - krepsdyr									
<i>Amphipoda</i>		4	4	1					
ECHINODERMATA - pigghudar									
<i>Asteroidea</i> juv. indet.				1					
<i>Amphiura chiajei</i>	4	1	5	11					
<i>Amphiura filiformis</i>	29	17	10	4					
<i>Echinocardium cordatum</i>			1	3					
<i>Echinocardium flavesrens</i>	2	2	2						
<i>Ophiura albida</i>		1		1					
<i>Ophiura sarsii</i>	3								
<i>Ophiuroidea</i> indet	20	31	49	13					

Vedlegg 3. Indeks for blautbotnfauna

1. NQI1 = Norwegian quality index

Den sammensatte indeksen NQI1 kombinerer undersøkelse av ømfintlighet (basert på AMBI = Azti Marine Biotic Index, Borja mfl., 2000) direkte med artsantall og individantall.

$$NQI1 = 0,5*((1-AMBI)/7) + 0,5*((\ln(S)/(\ln(\ln N)))/2,7)*(N/(N+5))$$

hvor N er antall individer og S antall arter.

$$AMBI = 0*EGI + 1,5*EGII + 3*EGIII + 4,5*EGIV + 6*EGV$$

hvor EGI er andelen av individer som tilhører toleransegruppe I etc. Tallene angir toleranseverdiene. AMBI blir beregnet ved bruk av dataprogrammet ambi_v5 (2012). Det er 6500 marine bunndyrarter med toleranseverdi i dette systemet. Høy AMBI-verdi betyr at det finnes mange arter med høy sensitivitet (lav toleranse mot påvirkning og/eller organisk belastning) i prøven.

2. H' = Shannon-Wieners diversitetsindeks (Shannon & Weaver 1949)

Komponentene artsrikhet og jevnhet (fordeling av antall individer pr art) er sammenfattet i Shannon-Wieners diversitetsindeks:

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

der $p_i = n_i/N$, og n_i = antall individer av arten i , N = totalt antall individer og S = totalt antall arter.

Dersom artsantallet er høyt, og fordelingen mellom artene er jevn, blir verdien på denne indeksen (H') høy. Dersom en art dominerer og/eller prøven inneholder få arter blir verdien lav. Prøver med jevn fordeling av individene blant artene gir høy diversitet, også ved et lavt artsantall. En slik prøve vil dermed få god tilstandsklasse selv om det er få arter (Molvær m. fl. 1997).

3. ES₁₀₀ = Hurlberts indeks

Denne indeksen beskriver forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve.

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^S 1 - [(N - N_i)! / ((N - N_i - 100)! * 100!)] / [N! / ((N - 100)! * 100!)]$$

hvor N er totalt antall individer i prøven, S er antall arter og N_i er antall individer av arten i.

4. ISI₂₀₁₂ = Indicator species index (se Rygg 2002 og oppdatering 2012 (Rygg & Norling 2013) med revidert og utvidet artsliste)

Indikatorartsindekser som ISI₂₀₁₂ (og NSI) kan vurdere økologisk kvalitet på bunnfauna på grunnlag av ulike arters reaksjon på ugunstige miljøforhold. Arter som er sensitive for miljøpåvirkninger har høye sensitivitetsverdier, mens arter med høy toleranse har lave verdier.

$$ISI_{2012} = \sum_i^S (ISI_i / S_{ISI})$$

hvor ISI_i er verdi for arten i, og S_{ISI} er antall arter tildelt sensitivetetsverdier.

Listen med ISI-verdier omfatter 591 arter (taksa). Indeksen tar bare hensyn til hva slags arter som er i en prøve og ikke hvor mange individer av arten som finnes.

5. NSI = Norsk sensitivitetsindeks

NSI ligner på AMBI men er utviklet for norske forhold (norske arter) og indeksen tar hensyn til hvor mange individer av hver art som finnes i en prøve. Her er det - i samsvar med ISI_{2012} - 591 arter som har tilordnet sensitivitetsverdi.

$$NSI = \sum_i^S [(N_i * NSI_i) / N_{NSI}]$$

hvor N_i er antall individer og NSI_i verdi for arten i, og N_{NSI} er antall individer med sensitivitetsverdi.

6. DI = Density index

DI er en ny indeks for individtethet (antall dyr per $0,1\text{ m}^2$) som tar hensyn til at svært høye og svært lave individtall kan indikere dårlig miljøtilstand.

$$DI = \text{abs} [\log_{10}(N_{0,1m^2})]$$

DI er spesielt egnet for å klassifisere individfattige bunndyrsamfunn. Lavt individtal kan finnes på bunn med stabilt dårlige oksygenforhold (t.d. oksygenfattige fjorder) mens ekstremt høyt individtal av tolerante arter oftest peker på organisk belasting.

Vedlegg 4. Detaljer om geometriske klasser.

Geometriske klasser

Når bunnfauna er identifisert og kvantifisert kan artene inndeles i geometriske klasser. Det vil si at alle arter fra en stasjon grupperes etter hvor mange individer hver art er representert med. Skalaen for de geometriske klassene er I = 1 individ, II = 2-3 individer, III = 4-7 individer, IV = 8-15 individer per art, osv.

For ytterligere informasjon vises til Gray og Mirza (1979), Pearson (1980) og Pearson mfl. (1983). Denne informasjonen kan settes opp i en kurve hvor geometriske klasser er presentert i x- aksen og antall arter er presentert i y-aksen. Kurveforløpet er et mål på sunnhetsgraden til bunndyrssamfunnet og kan dermed brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. En krapp, jevnt fallende kurve indikerer et upåvirket miljø og formen på kurven kommer av at det er mange arter, med heller få individer. Et moderat påvirket samfunn vil ha et mer avflatet kurveforløp enn i et upåvirket miljø. I et sterkt påvirket miljø vil kurveforløpet variere på grunn av dominerende arter som forekommer i store mengder, samt at kurven vil utvides med flere geometriske klasser.

Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall individer/art	Antall arter
I	1	15
II	2-3	8
III	4-7	14
IV	8-15	8
V	16-31	3
VI	32-63	4
VII	64-127	0
VIII	128-255	1
IX	256-511	0

Vedlegg 5. Hydrografidata på utvalde djup frå tre stasjonar i Ørstafjorden (H4, H6' og v/avløp) og ein referansestasjon i Vartdalsfjorden utanfor terskelen. Profilar er målt med ein SAIV SD 204 sonde den 18. februar 2014.

Saltinnhald (psu)	Ref.	H4	H6'	Avløp
Djup (m)				
1	32,86	33,31	33,36	33,52
2	32,87	33,32	33,38	33,52
5	33,35	33,34	33,43	33,54
10	33,57	33,62	33,55	33,65
20	33,61	33,65	33,68	33,70
30	33,74	33,69	33,70	33,74
40	34,15	33,73	33,76	
50	34,27	33,76	33,84	
60	34,32	33,85	33,97	
70	34,39	34,57	34,48	
75	34,42	34,67	34,65	
80	34,44	34,71	34,71	
100	34,55	34,75	34,75	
120	34,90	34,78	34,78	
135	35,00	34,78	34,79	
150	35,10	34,80		
168	35,14	34,80		
200	35,18			

Temperatur (°C)	Ref.	H4	H6'	Avløp
Djup (m)				
1	5,734	6,110	6,161	6,780
2	5,737	6,113	6,169	6,771
5	5,990	6,166	6,414	6,745
10	6,117	6,544	6,580	6,781
20	6,160	6,565	6,758	6,796
30	6,594	6,643	6,860	6,895
40	7,913	6,764	6,964	
50	8,017	6,768	7,026	
60	8,084	6,895	7,123	
70	8,164	7,688	7,479	
75	8,187	7,813	7,744	
80	8,215	7,867	7,852	
100	8,309	7,968	7,958	
120	8,500	7,993	8,002	
135	8,472	8,003	8,019	
150	8,484	8,015		
168	8,372	8,031		
200	8,277			

Oksygen (mg O ₂ /l)	Djup (m)	Ref.	H4	H6'	Avløp
	1	9,42	9,10	9,90	8,94
	2	9,29	8,99	9,38	8,68
	5	9,23	9,05	8,99	8,57
	10	9,28	8,83	8,88	8,53
	20	9,27	8,82	8,62	8,49
	30	9,38	8,72	8,58	8,45
	40	8,87	8,56	8,37	
	50	8,77	8,53	8,09	
	60	8,71	8,54	7,67	
	70	8,67	6,38	5,62	
	75	8,63	4,36	4,49	
	80	8,60	3,41	3,62	
	100	8,53	2,58	2,76	
	120	8,15	2,34	2,37	
	135	8,01	2,23	2,27	
	150	8,01	2,18		
	168	7,79	1,96		
	200	7,70			
Oksygen (%)	Djup (m)	Ref.	H4	H6'	Avløp
	1	95,60	93,93	101,85	93,44
	2	94,29	92,75	96,52	90,72
	5	94,59	93,48	93,06	89,51
	10	95,55	92,21	92,39	89,31
	20	95,53	92,19	90,13	88,86
	30	97,79	91,34	89,99	88,73
	40	95,65	89,93	87,98	
	50	94,87	89,64	85,22	
	60	94,43	90,13	81,08	
	70	94,23	68,88	60,13	
	75	93,80	47,23	48,30	
	80	93,60	37,00	39,12	
	100	93,01	28,10	29,85	
	120	89,51	25,47	25,69	
	135	88,03	24,24	24,11	
	150	88,09	23,75		
	168	85,49	21,33		
	200	84,26			

Tettleik (σ_t)		Ref.	H4	H6'	Avløp
Djup (m)					
1		25,899	26,210	26,242	26,287
2		25,911	26,221	26,263	26,294
5		26,270	26,247	26,285	26,328
10		26,454	26,442	26,381	26,429
20		26,525	26,510	26,504	26,513
30		26,619	26,570	26,552	26,579
40		26,800	26,634	26,633	
50		26,928	26,701	26,728	
60		27,001	26,803	26,868	
70		27,090	27,304	27,262	
75		27,135	27,390	27,381	
80		27,167	27,431	27,436	
100		27,330	27,540	27,544	
120		27,665	27,650	27,651	
135		27,816	27,724	27,720	
150		27,961	27,797		
168		28,092	27,878		
200		28,283			