

# Redegjørelse for miljøtilstanden i Grandefjæra ved Ørland flystasjon





# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

Internett: [www.niva.no](http://www.niva.no)**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Danmark**

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

Tittel Redegjørelse for miljøtilstanden i Grandefjæra ved Ørland flystasjon	Løpenummer 7221-2017	Dato 20.12.2017
Forfatter(e) Sigurd Øxnevad, Hilde C. Trannum, Rita Næss, Norman W. Green, Siri Moy, Gunhild Borgersen, Janne Gitmark, Jarle Håvardstun	Fagområde Marin biologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Ørland kommune	Sider 60

Oppdragsgiver(e) Forsvarsbygg	Oppdragsreferanse Dag Aursland
	Utgitt av NIVA Prosjektnummer 17198

**Sammendrag**

Denne undersøkelsen har hatt som mål å gi ny kunnskap om artsmangfoldet og den økologiske tilstanden i Grandefjæra samt beskrive eventuelle påvirkninger fra avrenning fra flyplassen på artsmangfoldet og vannkvaliteten i Grandefjæra. Artsmangfoldet i Grandefjæra synes ikke å være påvirket av avrenningen fra flyplassen, men forbindelser som kan knyttes til avrenning fra flyplassen er påvist i strandsnegl og sediment. Det ble gjort undersøkelse av artsmangfold av bunnfauna i den dype delen av Grandefjæra for å bestemme økologisk tilstand. De undersøkte stasjonene var i «god økologisk tilstand». Artsmangfoldet i den grunne delen av Grandefjæra ble også undersøkt. Det var flere arter og individ og høyere biomasse av dyr i Grandefjæra sammenlignet med Innstrandfjæra. Det ble gjort undersøkelser av artsmangfoldet på hardbunn, og basert på makroalgevegetasjonen i fjæra var det «god» og «moderat» tilstand på de undersøkte stasjonene. Observasjonene gjort med droppkamera viser at den dypere sjøsonen i Grandefjæra er preget av kråkebollenedbeiting. I sedimentet var det normale nivåer av TOC (totalt organisk karbon), lavt innhold av totalt nitrogen og det var ikke grønnalger eller lukt av hydrogensulfid. Det ble påvist perfluorerte alkylforbindelser (PFOS og PFOA) i sediment fra den dype delen av Grandefjæra og fra den dype delen av Innstrandfjæra, og i strandsnegl fra Grandefjæra og Innstrandfjæra. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i strandsnegl samlet inn ved utløpet av Leirbekken. Strandsnegl fra den stasjonen hadde konsentrasjon av PFOS som oversteg miljøkvalitetsstandarden (EQS).

Fire emneord	Four keywords
1. Grandefjæra naturreservat	1. Grandefjæra nature reserve
2. Ørland flystasjon	2. Ørland air base
3. Artsmangfold	3. Biodiversity
4. Økologisk status	4. Ecological status

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



Prosjektleder

Sigurd Øxnevad



Forskningsleder

Marianne Olsen

ISBN 978-82-577-6956-7  
NIVA-rapport ISSN 1894-7948

# **Redegjørelse for miljøtilstanden i Grandefjera ved Ørland flystasjon**

## Forord

NIVA har i 2017 på oppdrag fra Forsvarsbygg undersøkt artsmangfold, den økologiske tilstanden og innholdet av miljøgifter i sediment og biota i Grandefjæra. Feltarbeidet på det dype bløtbunnsområdet ble utført av Jarle Håvardstun og Hilde C. Trannum. Feltarbeidet i det grunne bløtbunnsområdet ble gjennomført av Siri Moy og Norman Green, som også forestod feltarbeidet i strandsonen. Marthe Solhaug Jenssen gjorde opparbeiding av strandsnegl. Rita Næss sorterte og identifiserte bløtbunnsprøvene, med unntak av krepsdyr som ble identifisert av Rune Palerud på Akvaplan-niva AS. Stasjonskart er laget av John Rune Selvik. Rapporteringen av bløtbunn ble utført av Hilde C. Trannum og rapporteringen av strandsonen av Janne K. Gitmark. Rapportering av miljøgifter i sedimenter og strandsnegl ble utført av Sigurd Øxnevad, som også var prosjektleder hos NIVA.

Kontaktperson hos Forsvarsbygg har vært Dag Aursland.  
Vi takker for oppdraget og for godt samarbeid med alle involverte.

Grimstad, 20.12.2017

Sigurd Øxnevad

---

# Innholdsfortegnelse

<b>1</b>	<b>Innledning</b> .....	<b>7</b>
1.1	Bakgrunnen for undersøkelsen.....	7
1.2	Områdebeskrivelse .....	8
1.2.1	Grandefjæra .....	8
1.2.2	Innstrandfjæra.....	8
1.3	Vannforskriften .....	9
<b>2</b>	<b>Materiale og metoder</b> .....	<b>10</b>
2.1	Stasjonene i undersøkelsen .....	10
2.2	Bløtbunnsfauna.....	12
2.2.1	Bunnsfauna i den dype delen av Grandefjæra.....	12
2.2.2	Bunnsfauna i den grunne delen av Grandefjæra .....	12
2.3	Sediment.....	14
2.4	Strandsnegl .....	14
2.5	Hardbunnsundersøkelser.....	14
2.5.1	Fjæresoneundersøkelser .....	15
2.5.2	Sjøsonneundersøkelser .....	16
2.5.3	Bløtbunnsfauna .....	16
2.5.4	Hardbunn.....	18
2.6	Kjemisk analyse.....	18
2.7	Klassifisering av kjemisk tilstand.....	18
2.8	Klassifisering av økologisk tilstand.....	19
<b>3</b>	<b>Resultater</b> .....	<b>21</b>
3.1	Bunnsfauna i den dype delen av Grandefjæra .....	21
3.1.1	Resultater og diskusjon .....	21
3.1.2	Oppsummering.....	25
3.2	Bunnsfauna i den grunne delen av Grandefjæra .....	25
3.2.1	Resultater og diskusjon .....	25
3.2.2	Oppsummering.....	31
3.3	Hardbunnsundersøkelser.....	31
3.3.1	Fjæresoneundersøkelser .....	32
3.3.2	Sjøsonneundersøkelser .....	34
3.4	Sediment.....	37
3.5	Strandsnegl .....	37
<b>4</b>	<b>Oppsummering</b> .....	<b>38</b>
<b>5</b>	<b>Referanser</b> .....	<b>39</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b> .....	<b>40</b>

## Sammendrag

Ørland flystasjon ligger helt ute ved kysten, i Ørland kommune i Trøndelag. Det er omtrent én kilometers avstand fra rullebanen til strandkanten. Rett vest for flystasjonen ligger Grandefjæra naturreservat, som regnes som et internasjonalt viktig våtmarksområde. Gjennom mange års drift på flystasjonen har det skjedd avrenning av avisingskjemikalier og kjemikalier fra brannøvingsfelt til Grandefjæra naturreservat. På grunn av utbygging og økt flytrafikk på flystasjonen er det aktuelt å revidere Forsvarsbyggs utslippstillatelse for Ørland flystasjon. I den sammenheng har myndighetene bedt Forsvarsbygg om å skaffe til veie opplysninger om hvordan avrenning fra flyplassen påvirker artsmangfoldet og vannkvaliteten i Grandefjæra. Denne undersøkelsen har hatt som mål å gi ny kunnskap om den økologiske tilstanden i Grandefjæra samt beskrive eventuelle påvirkninger fra avrenning på artsmangfoldet og vannkvaliteten i Grandefjæra.

For å bestemme økologisk tilstand ble det gjort undersøkelse av bløtbunnsfauna i det dype området av Grandefjæra. Artsmangfoldet synes ikke å være negativt påvirket av avrenningen fra flyplassen. De undersøkte stasjonene viste «*god økologisk tilstand*».

Artsmangfoldet i den grunne delen av Grandefjæra ble også undersøkt. Det var flere dyr og høyere biomasse av dyr i Grandefjæra sammenlignet med Innstrandfjæra, men ikke grunnlag for å konkludere med at det er noen vesentlig påvirkning som følge av organisk belastning i Grandefjæra. Det var normalt nivå av TOC (totalt organisk karbon), lavt innhold av totalt nitrogen og det var ikke grønnalger eller lukt av hydrogensulfid i bunnsedimentet.

Det ble gjort undersøkelser av artsmangfoldet på hardbunn, og basert på makroalgevegetasjonen i fjæra var det «god» tilstand på en stasjon og «moderat» tilstand på den andre undersøkte stasjonen i Grandefjæra. Observasjonene gjort med droppkamera viser at den dypere sjøsonen i Grandefjæra er preget av kråkebollenedbeiting.

Det ble påvist perfluorerte alkylforbindelser (PFOS og PFOA) i sediment fra den dype delen av Grandefjæra og i sediment fra den dype delen av Innstrandfjæra. Det ble påvist flere perfluorerte alkylforbindelser i strandsnegl fra Grandefjæra og Innstrandfjæra. De høyeste konsentrasjonene var i strandsnegl samlet inn ved utløpet av Leirbekken. Konsentrasjonen av PFOS i strandsnegl fra Leirbekken overskred grenseverdien (EQS) for PFOS i biota.

## Summary

Title: Environmental assessment of Grandefjæra near Ørland air base

Year: 2017

Authors: Sigurd Øxnevad, Hilde C. Trannum, Rita Næss, Norman W. Green, Siri Moy, Gunhild Borgersen, Janne Gitmark and Jarle Håvardstun

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN 978-82-577-6956-7

Ørland military air base is located close to the coast in the municipality of Ørland in Trøndelag. Grandefjæra nature reserve, an international important wetland area, is located just west of the air base. During several years, there has been run-off of chemicals used for de-icing and chemicals from fire drill sites to Grandefjæra nature reserve. Due to expansion of the air base and increase of the air traffic, the Norwegian Defence Estates Agency (NDEA) wants to revise the discharge permit for Ørland air base. NDEA has been asked to provide information about how run-off from the air base might affect the biodiversity and water quality of Grandefjæra. The goal of this survey has been to provide new knowledge about the ecological status of Grandefjæra, and to describe possible environmental effects of the run-off.

An investigation of the soft bottom fauna in the deep area of Grandefjæra was done to determine ecological status. The biodiversity of Grandefjæra does not seem to be affected by the run-off from the air base. The stations examined had "*good ecological status*". The biodiversity in the shallow part of Grandefjæra was also examined. There were more organisms and larger biomass in Grandefjæra compared to the reference area, Innstrandfjæra, but no evidence of organic enrichment. There were normal levels of TOC (total organic carbon), low concentration of total nitrogen, there were no green algae, and no smell of hydrogen sulfide from the sediment. The biodiversity of the hard bottom area was also examined, and based on the macro algae vegetation of the inter-tidal area, the stations were classified to "*good*" and "*moderate*" condition. Observations done with drop camera revealed that the deeper part of the shore was affected by grazing of sea urchins.

Perfluorinated alkylated substances were detected in samples of sediment from the deep part of Grandefjæra, and from the deep part of Innstrandfjæra. Several perfluorinated alkylated substances were detected in periwinkle sampled from Grandefjæra and Innstrandfjæra. The highest concentrations were found in periwinkle from the outlet of creek Leirbekken. The concentration of PFOS in periwinkle from Leirbekken exceeded the environmental quality standard (EQS).

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunnen for undersøkelsen

Ørland flystasjon i Trøndelag ble anlagt av okkupasjonsmakten i perioden 1941-1944. Da andre verdenskrig var over ble flyplassen overtatt av norske styrker. Det var ikke aktivitet på Ørland flystasjon fra 1946 til 1951, men fra 1951 ble flyplassen bygget ut til feltflyplass for jagerfly. I 1954 ble 338-skvadronen etablert ved Ørland hovedflystasjon og det har siden da vært militær aktivitet på flyplassen. I 2012 vedtok Stortinget at Ørland skal være fremtidig kampflybase.

Ørland flystasjon ligger helt ute ved kysten, med omtrent én kilometers avstand fra rullebanen til strandkanten. Rett vest for flystasjonen ligger Grandefjæra naturreservat, som regnes som et internasjonalt viktig våtmarksområde. Gjennom mange års drift på flystasjonen har det skjedd avrenning av avisingskjemikalier og kjemikalier fra brannøvingsfelt til Grandefjæra naturreservat. Grunnen på flystasjonsområdet består av sandig jord, og under dette er det tett marin leire. Grunnvannslaget strømmer i dette sjiktet mot dreneringskanalene og sjøen. Som følge av flyplassvirksomheten og landbruksvirksomheten er store deler av flystasjonens område totalt drenert. Overvann fra flyoperative flater dreneres gjennom overvannssystemet til kulvertene som går ut i en bekk og to kanaler (Leirbekken, Djupdalskanalen og Meldalskanalen), som munner ut i Grandefjæra. På flystasjonen brukes det Aviform (Natriumformiat), glykol og urea som avisningsmidler. På øvingsfeltet ble det tidligere brukt brannskum som inneholdt Perfluoroktylsulfonat (PFOS). Det er satt i gang tiltak for å fjerne PFOS-holdige masser fra området. PFOS er på listen over prioriterte miljøgifter i vannforskriften (M-608/2016). PFOS er toksisk, bioakkumulerer og oppkonsentreres i næringskjeden. Det er påvist PFOS i sedimentprøver og i prøver av biota fra Grandefjæra (Amundsen, 2016). På grunn av utbygging og økt flytrafikk på flystasjonen ønsker Forsvarsbygg en revidert utslippstillatelse for Ørland flystasjon. I den sammenheng har myndighetene bedt Forsvarsbygg om å skaffe til veie opplysninger om hvordan avrenning fra flyplassen påvirker artsmangfoldet og vannkvaliteten i Grandefjæra. Denne undersøkelsen har hatt som mål å gi ny kunnskap om den økologiske tilstanden i Grandefjæra samt beskrive eventuelle påvirkninger fra avrenning på artsmangfoldet og vannkvaliteten i Grandefjæra.



## 1.2 Områdebeskrivelse

### 1.2.1 Grandefjæra

Grandefjæra naturreservat ligger i et langgrunt fjæreområde på vestsiden av Ørlandshalvøya (**Figur 1**). Det fredete arealet er på 21 km<sup>2</sup>. Grandefjæra er langgrunn og langstrakt med en strandlinje på omkring 10 km. Den har landets største tidevannsareal, og ved lavvann tørregges 5-6 km<sup>2</sup> med fjære. Topografien i den innerste delen av fjæra gjør at det her dannes partier med små dammer som blir stående igjen ved lavvann, og i den ytre delen av fjæra er det et stort tangbelte. Reservatet ble opprettet i 1983 for å bevare et internasjonalt viktig våtmarksområde med vegetasjon, fugleliv og annet dyreliv som finnes der. Grandefjæra naturreservat har status som Ramsar-område. Dette er ett av Norges 63 områder på lista over internasjonalt viktige våtmarker (Ramsar-områder). Det vil si at det har internasjonal betydning for fuglelivet etter de kriterier som ble gitt i henhold til Ramsar-konvensjonen, som Norge undertegnet i 1974. I Grandefjæra har det blitt registrert over 200 fuglearter. Hovedtrekkruuten for fugl til og fra hekkeplassen i nordområdene (Island, Svalbard, Sibir) går langs norskekysten. Fuglene er avhengig av en rekke hvile- og rasteplasser langs denne ruten. I denne sammenhengen er Grandefjæra viktig, både pga. beliggenheten, arealets dimensjoner og den store næringsproduksjonen til området. Grandefjæra er et viktig område for mange fuglearter som overvintringsplass, hekkeplass, myteplass samt hvile- og rasteplass for trekkfugler.

### 1.2.2 Innstrandfjæra

Innstrandfjæra fuglefredningsområde er et biotopvern i Ørland kommune, Sør-Trøndelag. Området ble fredet ved kongelig resolusjon 23. desember 1983; det omfatter ca. 1,1 km<sup>2</sup>, hvorav ca. 0,1 km<sup>2</sup> er landareal. Det resterende arealet er et havområde med variert sjøbunn og innslag av tidevannsdammer; det er et viktig hekke- og rastekområde for sjøfugler og trekkfugler. Det er det minste av de fire delområdene i Ramsar-området Ørland våtmarkssystem.



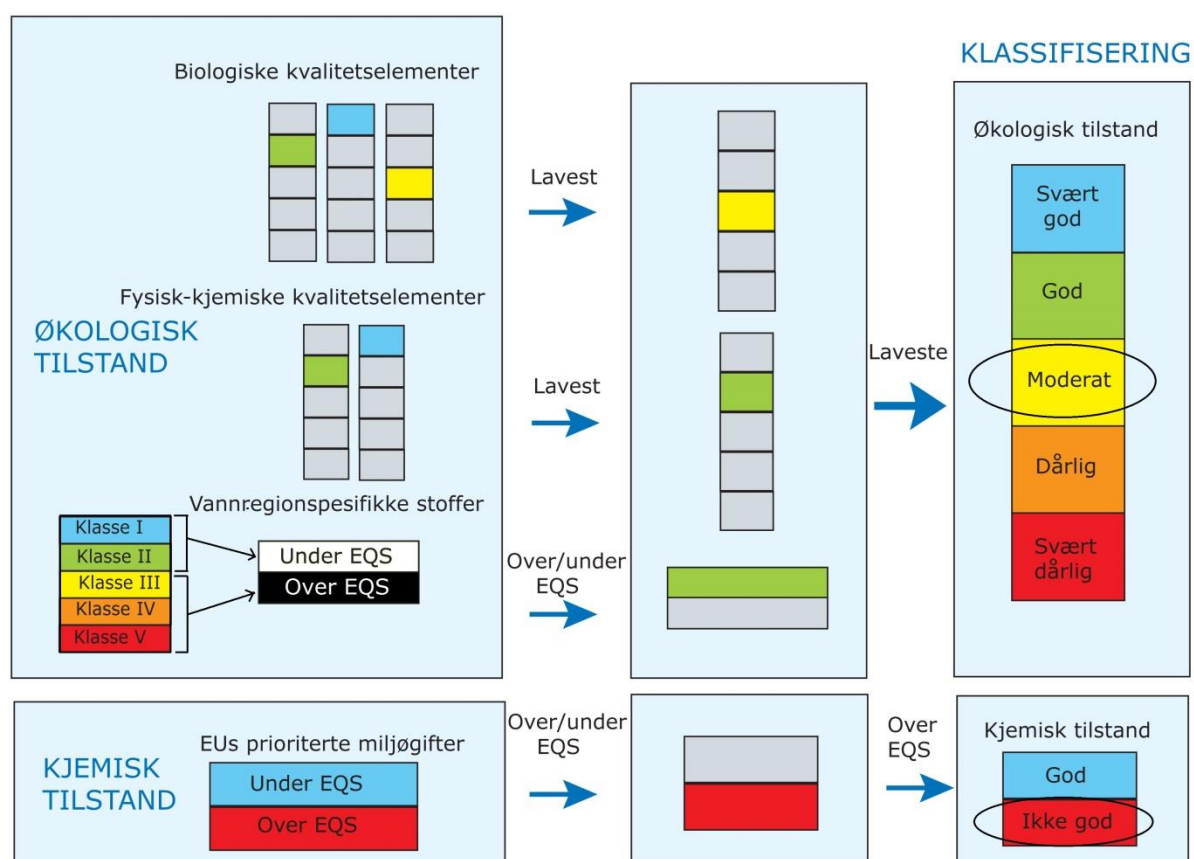
**Figur 1.** Grandefjæra naturreservat ligger like ved Ørland flystasjon. Kartet er hentet fra Naturbase, Miljødirektoratet.

Undersøkellesområdet ligger i region "Norskehavet Sør". Vannforekomst 0321010100-1-C Grandevika og vannforekomst 0321010200-C Lyngholmråsa, har vanntype «Moderat eksponert kyst». Innstrandfjæra ligger i vannforekomst 032101300-2-C Bjugn fjorden, som har vanntype «Beskyttet kyst/fjord». For nærmere informasjon se [www.vannportalen.no](http://www.vannportalen.no).

### 1.3 Vannforskriften

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

Fundamentalt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i ulike kategorier av vanntyper, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst. I **Figur 2** vises en prinsippskisse for klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



**Figur 2.** Prinsippskisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Kvalitets-elementer inngår i vurdering av økologisk tilstand mens EUs prioriterte miljøgifter legges til grunn for kjemisk tilstandsvurdering, målt mot fastsatte miljøkvalitetsstandarder, såkalte EQS-verdier (Environmental Quality Standards), også kalt grenseverdier. Det kvalitetselementet som har dårligst tilstand styrer utfallet av tilstandsklassifiseringen. Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat tilstand (farget gult), styrer den økologiske tilstanden. I figuren er kjemisk tilstand bestemt av at en eller flere miljøgifter er over EQS-verdi, slik at tilstanden

klassifiseres til Ikke god (farget rødt). Vannregionspesifikke stoffer inngår i den økologiske tilstandsklassifiseringen, mens EUs prioriterte stoffer gir grunnlaget for kjemisk tilstand.

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging.

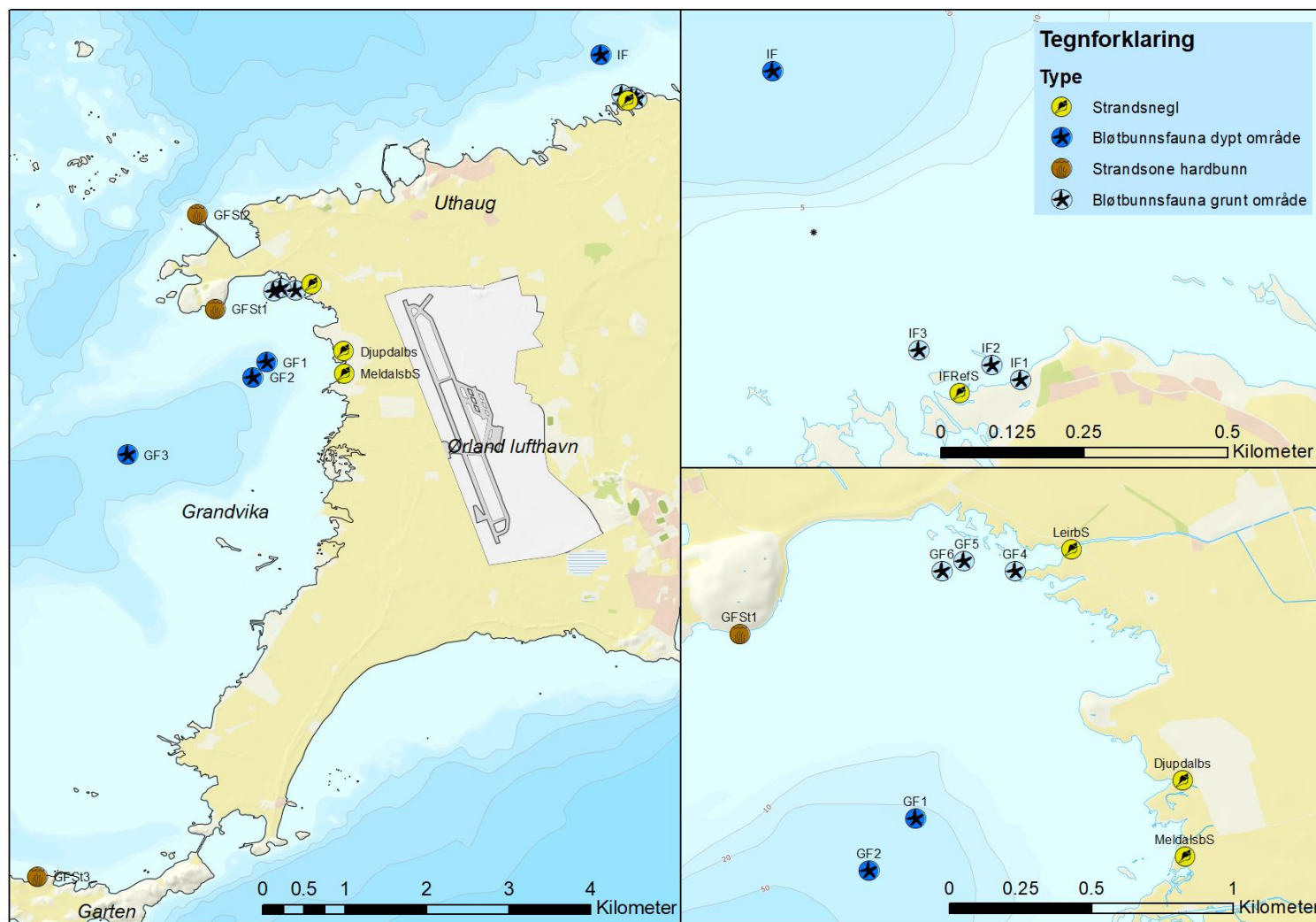
## 2 Materiale og metoder

### 2.1 Stasjonene i undersøkelsen

Prosjektet har bestått av følgende deler:

- Bestemmelse av økologisk tilstand ved undersøkelse av bunnfaunaen i de dype områdene av Grandefjæra
- Undersøkelse av artsmangfoldet for bunnfaunaen i det grunne området i Grandefjæra
- Undersøkelse av artsmangfoldet på hardbunn, både i strandsonen og på dypere vann
- Analyse av perfluorerte alkylforbindelser i sedimentprøver og strandsnegl
- Analyse av nitrogen i sedimentprøver

I undersøkelsen er det også gjort prøvetakinger i Innstrandfjæra, som ligger i Bjugnfjorden, nordøst for flystasjonen. Innstrandfjæra er brukt som referanselokalitet. Stasjonene som er undersøkt i prosjektet er vist i **Figur 3**.



**Figur 3.** Kart over stasjonene for innsamling av bløtbunnsfauna, undersøkelse av hardbunn strandsone og stasjoner for innsamling av strandsnegl. Stasjonene IF, IF1, IF2, IF3 og IRefS i Innstrandfjæra er referansestasjoner.

## 2.2 Bløtbunnsfauna

### 2.2.1 Bunnfauna i den dype delen av Grandefjæra

Feltarbeidet fant sted 14. juni 2017 med fartøyet «Varna». Stasjonene er oppgitt i **Tabell 1** og vist i **Figur 3**. Fire stasjoner ble prøvetatt; tre stasjoner i Grandefjæra og en stasjon som referanse i Innstrandfjæra. Stasjonene i Grandefjæra ble plassert langs et transekt med økende dyp, og referansestasjonen ble plassert på dyp omtrent tilsvarende midlere dyp til stasjonene i Grandefjæra. Tokrapport er gitt i Vedlegg A.

Bløtbunnsprøvene ble innsamlet med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Tre replikate prøver ble tatt på hver stasjon til analyse av fauna. Hver grabbprøve ble beskrevet visuelt mht. sedimentets beskaffenhet, farge, lagdeling, synlige dyr og andre karakteristika. Fargen ble beskrevet vha. Munsells fargekart for jord og sedimenter. Bunnmaterialet ble siktet med sjøvann gjennom sikter med hullstørrelse på 5 mm og 1 mm. Sikteresten ble overført forsiktig til bøtten og konservert med 10-20% bufret formalin-sjøvannsløsning. 1 ss boraks ble tilsatt for ytterligere bufring.

På laboratoriet ble prøvematerialet sortert under lupe til taksonomiske hovedgrupper. Utplukket materiale ble oppbevart på etanol (minst 80 %) etter sortering, og deretter identifisert av spesialister på de respektive gruppene. Artslistene ble lagt inn i NIVAs bløtbunnsdatabase, hvor artsnavnene er oppdatert iht. World Register of Marine Species ([www.marinespecies.org](http://www.marinespecies.org)) for å sikre at gyldig nomenklatur benyttes.

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004.

**Tabell 1.** Posisjoner og dyp for bløtbunnsprøvetakingen for Grandefjæra i 2017 (posisjon er gjennomsnittet av posisjonene for prøvene fra stasjonen).

Stasjonskode	Dato	Nord	Øst	Dyp (m)
GF-1	14.06.17	63,70370	9,557168	22-24
GF-2	14.06.17	63,70192	9,554177	50-51
GF-3	14.06.17	63,69232	9,524940	86
IF-Ref	14.06.17	63,74031	9,633029	40-43

### 2.2.2 Bunnfauna i den grunne delen av Grandefjæra

Også grunnere bløtbunnsområder ble undersøkt. Det er generelt gjennomført få undersøkelser av bløtbunnsfauna i littoralsonen, i motsetning til sublittoralen som rutinemessig inngår i miljøundersøkelser. Således er det heller ingen standardisert metodikk for feltinnsamling og behandling og tolkning av resultater. I så måte var hensikten med undersøkelse av de grunne bløtbunnsområdene i hovedsak å danne grunnlag for evt. oppfølgende undersøkelser eksempelvis ved økt aktivitet og utslipp fra flyplassen. I den grad det var mulig, var formålet også å vurdere hvorvidt biomangfoldet på de grunne områdene i Grandefjæra viste tegn til å være påvirket.

Tre stasjoner ble prøvetatt i Grandefjæra og det ble tatt prøver fra tre stasjoner (referanse) i Innstrandfjæra (**Tabell 2**). Det ble lagt tre stasjoner langs et transekt med økende avstand fra land på hver lokalitet. Artssammensetningen og utvalgte indekser skal gi en orientering om tilstanden og forskjellen mellom de to områdene. Det ble i tillegg målt biomasse (våtvekt) til de ulike

faunagruppene for hver stasjon, noe som kan gi informasjon om bunnsamfunnenes verdi som næringsgrunnlag.

**Tabell 2.** Posisjoner for bløtbunnsprøvetakingen i de grunne delene av Grandefjæra og Innstrandfjæra i 2017.

Stasjonskode	Dato	Nord	Øst
GF-4	11.10.17	63.711754	9.562735
GF-5	11.10.17	63.711929	9.55901
GF-6	11.10.17	63.711543	9.557512
IF1	11.10.17	63.735828	9.642672
IF2	11.10.17	63.736021	9.641594
IF3	11.10.17	63.736161	9.639008

Feltundersøkelsen er lagt opp ut fra metodikk utarbeidet på NIVA, som beskrevet nedenfor:

#### Bunndyr på -og i sedimentet

Alle arter og individer innenfor et bestemt areal samles inn og bestemmes. Forekomsten av bunndyr kartlegges dels visuelt og dels ved å ta prøver av bunnsedimentet. Ved visuell vurdering observeres tilstedeværelse av følgende dyr:

- Fjæremark/sandmark (observeres på basis av sandhauger og groper)
- Rørbyggende mark
- Strandsnegl
- Strandkrabber
- Hjerteskjell

I sedimentprøvene undersøkes det for levende individer av følgende «nøkkelarter»: hjerteskjell, fjæreskjell, tallerkenskjell, knivskjell, nettsnegl, muddersnegl, sjømus, fjærenereis (børstemark) og andre større børstemark.

- Høy tetthet:  $>10/m^2$ , eller  $>10$  i sedimentprøvene
- Lav tetthet:  $<10/m^2$ , eller  $<10$  i sedimentprøvene

#### Substrattypen skal vurderes visuelt

- Svært blandet sediment – mudder/sand med innslag av grus og stein
- Sand og mudder i blanding
- Mudder
- Ren sand eller grus

#### Innhold av hydrogensulfid i sedimentet

Vurderingen gjøres visuelt ved at det graves et dypsnitt i sedimentet ved lavvann.

- Ingen lukt, lyst/brunt sediment til  $>10$  cm dybde
- Svak lukt, sverting av sediment under 5-10 cm dybde
- Sterk lukt, svart sediment under 1-5 cm dybde

#### Blåskjell, alger eller gressvegetasjon på sedimentet

- Blåskjellbanker,  $>50$  % dekning av bunnflaten
- Ansamlinger av blåskjell,  $<50$  % dekning av bunnflaten
- «siv», tang, tare eller spredt ålegras tilstede



- Løstliggende grønnalger i strandsonen

Feltarbeidet fant sted 11.10.2017 og ble gjort til fots i fjæra. Innstrandfjæra ble prøvetatt først. Det ble lagt ut en 17x17 cm ramme (overflate 289 cm<sup>2</sup>) og benyttet en håndspade til å grave opp sedimentet ned til om lag 10 cm. Prøvene ble tatt ved lavvann da strandflaten var delvis tørrlagt. Deretter ble Grandefjæra prøvetatt. Det var da mer høyvann slik at et corer-rør (diameter 8,4 cm) i stedet ble benyttet (overflate 55,4 cm<sup>2</sup>). Igjen ble 10 cm av sedimentet innsamlet. På stasjon GF6 ble det tatt 4 rør (221,6 cm<sup>2</sup>), men fordi dette ga svært mye sediment, ble det på stasjon GF4 og GF5 tatt 3 rør (166,2 cm<sup>2</sup>). Prøvene ble siktet med 1 mm feltsikt. Sikteresten ble overført forsiktig til bøtten og konservert med 10-20% bufret formalin-sjøvannsløsning.

På hver stasjon ble det også tatt en sedimentprøve for analyse av TOC og TN (0-1 cm) og en prøve til analyse av kornstørrelse (0-5 cm). Dette ble utført med corer-røret.

Metodikken på laboratoriet tilsvarte metodikken for dypområdet, men også biomassen ble her beregnet som våtvekt for hver hovedgruppe av fauna.

## 2.3 Sediment

Det ble tatt sedimentprøver for analyse av perfluorerte alkylforbindelser fra de fire dype stasjonene der det ble gjort undersøkelse av bløtbunnsfauna i de dype områdene av Grandefjæra og Innstrandfjæra (GF-1, GF-2, GF-3, IF-ref). Et separat grabbskudd ble samlet inn for kjemisk analyse, analyse av kornfordeling (mengde finstoff, %<0,063 mm), innhold av totalt organisk karbon (TOC) i sedimentet og TotN. Prøven for analyse av perfluorerte alkylforbindelser ble tatt av de øverste 0-10 cm av sedimentet. Sedimentprøvene ble tatt ut av grabben ved hjelp av en håndcorer, og så overført til et rent prøveglass. Prøvene ble analysert for PFOS og PFOA av Eurofins.

Mengden normalisert organisk karbon gir et grovt mål på mengden næring som er tilgjengelig for bunnfaunaen, og benyttes som støtteparameter for faunaen. Det ble også målt mengde nitrogen i sedimentet. Sammen med mengden karbon kan disse resultatene benyttes til å få en indikasjon på opphavet til det organiske materialet i sedimentet. Kornfordeling ble tatt fra fraksjonen 0-5 cm, mens TOC og TN fra 0-1 cm.

## 2.4 Strandsnegl

Strandsnegl ble samlet inn på tre lokaliteter i Grandefjæra og på én lokalitet i Innstrandfjæra. I Grandefjæra ble det samlet inn strandsnegl ved utløpet av Leirbekken, utløpet av Meldalsbekken og ved utløpet av Djupdalsbekken. Innsamlingen ble foretatt den 11. oktober, og det ble samlet inn minst 40 strandsnegl fra hver lokalitet. Strandsneglene ble frosset ned, og ble senere opparbeidet på laboratoriet. Prøvene ble analysert av Eurofins – GfA Lab Service GmbH.

## 2.5 Hardbunnsundersøkelser

Det ble foretatt fjæresoneregistreringer på tre stasjoner i Grandefjæra; en stasjon på hver side av Grandvika (GFSt1 og GFSt3) og en referansestasjon (GFSt2) nord for Grandevika. For å få ett inntrykk av forholdene på dypere vann ble det i tillegg gjort undersøkelser med et nedsenkbart videokamera

(droppkamera) ved de tre stasjonene. Registreringene ble gjennomført 11-12. oktober 2017. Stasjonene er vist i **Figur 4**, og posisjonene er gitt i **Tabell 3**.



**Figur 4.** Plassering av hardbunnsstasjonene i Grandefjæra.

**Tabell 3.** Posisjoner til fjæresonestasjonene undersøkt 11-12. oktober 2017

Stasjonskode	Dato	Nord	Øst
GFSt1	11.10.17	63.735828	9.642672
GFSt2	11.10.17	63.736021	9.641594
GFSt3	11.10.17	63.736161	9.639008

### 2.5.1 Fjæresoneundersøkelser

Ved alle hardbunnsstasjonene ble det foretatt en registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i fjæresonen og ned til øvre del av sjøsonen i henhold til de retningslinjer som er gitt i vannforskriften. Undersøkelsen ble utført ved snorkling. På hver stasjon ble det undersøkt ca. ti meter av strandlinjen. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala (% dekningsgrad):

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (0 - 10 %)
- 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (25 - 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (50 - 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

De organismene som ikke kunne identifiseres i felt ble samlet inn og senere bestemt under mikroskop. Stasjonenes fysiske karakteristika (beskrivelse av blant annet dominerende habitattyper og dominerende arter av makroalger og dyr) ble registrert på et skjema for verdisetting av fjæra, iht. Veileder 02:2013-revidert 2015.

Det ble tatt bilder av samtlige stasjoner, og i tillegg ble karakteristiske trekk ved alle stasjoner dokumentert med fotografering av fjæresonen.

## 2.5.2 Sjøsonundersøkelser

For å få et inntrykk av forholdene på dypere vann, og også en mulig indikasjon på nedre voksegrense for makroalger ble det gjort videoregistreringer i sjøsonen ved de tre fjæresonestasjonene. Videoregistreringen foregikk fra en lettboat. Det ble filmet i linjer (transekter) fra strandkanten (0 m) og ned til maksimalt 33 m. På stasjon GF1 ble det undersøkt ett transekt, mens på stasjon GF2 og GF3 ble det undersøkt tre transekter ved hver stasjon. Det ble tatt videoopptak kontinuerlig gjennom alle 7 transektene.

Nedre voksedyp for tare og evt. nederste dyp for opprette alger (altså ikke skorpeformete alger) ble registrert (dersom observert). Det ble også gjort notater om substrattypen og evt. forekomst av andre arter. En tabell med GPS-posisjoner, dyp og evt. merknader er gitt i **Vedlegg C**.

Nedre voksegrenseindeksen (MSMDI) er foreløpig kun gyldig for bruk i Skagerrak, og det anbefales da at dykking blir benyttet som metode for å fastslå nedre voksegrense (Veileder 02:2013-revidert 2015). Det vil derfor kun gis en beskrivelse av observasjonene gjort med droppkamera ved de tre stasjonene.

## 2.5.3 Bløtbunnsfauna

### Indekser og klassifisering

Fordi klassifiseringsverktøyet ikke nødvendigvis kan anvendes for svært grunne områder, er det kun bløtbunn fra det dype området som her er klassifisert.

Ut fra artslistene og individtall er følgende indekser for artsmangfold og ømfintlighet beregnet (iht. Veileder 02:2013 – rev 2015):

- artsmangfold ved indeksene  $H'$  (Shannons diversitetsindeks) og  $ES_{100}$  (Hurlberts diversitetsindeks)
- ømfintlighet ved indeksene  $ISI_{2012}$  (Indicator Species Index) og  $NSI$  (Norwegian Sensitivity Index)
- den sammensatte indeksen  $NQI1$  (Norwegian Quality Index), som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet
- $DI$ , som er en indeks for individtetthet, utviklet spesielt for tilfeller med svært individfattig fauna (for eksempel ved svært høye miljøgiftkonsentrasjoner eller lite oksygen) eller svært individrik fauna (for eksempel ved stor grad av organisk beriking).

Indeksene beregnes både ut fra gjennomsnittet av de enkeltvise grabbene og for stasjonsverdien (dvs. kumulert grabbverdi), og ut fra disse beregnes  $nEQR$ -verdier. Både grabb- $nEQR$  og stasjons- $nEQR$  presenteres. Til slutt regnes det ut en  $nEQR$ -verdi (normalised Ecological Quality Ratio), som angir samlet klassifisering ut fra de ulike indeksene. Tilstanden spenner fra klasse I («svært god» tilstand) til klasse IV («svært dårlig» tilstand). For å tilfredsstille kravet i vannforskriften, må det oppnås en  $nEQR$  over 0,6 (grenseverdien mellom «god» og «moderat» tilstand).

DI er en relativt ny indeks. Erfaringer har vist at indeksen i mange tilfeller gir avvikende tilstandsklasse fra de øvrige indeksene, og at den ut fra faglige vurderinger i enkelte tilfeller kan være misledende. På grunn av disse erfaringene har Miljødirektoratet anbefalt å ta ut DI i beregning av samlet økologisk tilstand, inntil det foreligger en ny vurdering av klassifiseringsmetodikken. Indeksen skal heller ikke klassifiseres, men likevel presenteres. Vi har valgt å følge denne anbefalingen i den foreliggende rapporten.

For det grunne området har vi kun regnet ut indeksen  $H'$  for å kunne sammenlikne mellom de to områdene. Denne er ikke klassifisert. Indeksene som tar hensyn til artenes grad av ømfintlighet er ikke beregnet fordi disse er utviklet mht. arter som lever i sublittoralen. Vi har i tillegg beregnet indeksen  $J'$  (Pielou's jevnhet), gitt ved  $H'/\log(S)$ , som er et mål på hvor jevnt individene er fordelt mellom artene.

Totalt organisk karbon (TOC) er en støtteparameter som kan gi informasjon om graden av organisk belastning, men den inngår ikke i den endelige klassifiseringen. Vi har valgt å inkludere totalt nitrogen (TN) i analysene ettersom forholdet mellom TOC og TN kan brukes til å få informasjon om opphavet til det organiske materialet. TOC og TN ble analysert med en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet i syredamp.

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

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

hvor F er andelen finstoff (partikkelstørrelse  $< 63 \mu\text{m}$ ).

Til klassifisering av TOC benyttes grenseverdier fra SFT-veileder 97:03 som er inkludert i Veileder 02:2013 – rev 2015.

Kornstørrelse er også hjelp for tolkning av artssammensetning ettersom sedimentets fysiske struktur, har stor betydning for faunaens artssammensetning. Sedimentets finfraksjon ( $\% < 0,063 \text{ mm}$ ) ble her bestemt ved våtsikting.

#### Multivariate analyser

Likhet i artssammensetning på de ulike stasjonene ble analysert vha. multivariat statistikk. Dette ble utført for både det grunne og dype området, hvor Grandefjæra ble sammenliknet med Innstrandfjæra.

Det ble utført en klassifikasjon (Cluster-analyse) og en ordinasjon (MDS - Multi Dimensional Scaling) som ut ifra prøvelikhet grupperer stasjoner med relativt lik artssammensetning. Disse metodene bygger på Bray-Curtis likhetsindeks, som er beregnet for alle par av prøver i datasettet. Forut for likhetsberegningen ble artsdataene transformert for å nedskalere betydningen til de mest dominerende artene samt tilfeldig variasjon. Det ble her valgt logaritmisk transformasjon pga. stor dominans av enkeltarter. I grunnområdet var det videre ulikt prøvetakingsareal, og sterk transformasjon nedjusterer variasjonen knyttet til dette. I cluster-analysen grupperes prøvene sammen med en avstand som er avhengig av likheten mellom dem. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. To prøver med identisk arts- og individfordeling vil få verdien 0 (0 % ulikhet), mens to stasjoner uten like arter, vil få verdien 100 (100 % ulikhet). I MDS-ordinasjonen fremstilles prøvene som punkter, hvor avstanden reflekterer ulikheten mellom dem.

Her får man også ut en «stress-faktor» (plassert øverst i høyre hjørne på MDS-plottet) som angir hvor godt det to-dimensjonale plottet reflekterer det flerdimensjonale datasettet.

De multivariate analysene ble utført med den statistiske programpakken PRIMER (Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research).

#### **2.5.4 Hardbunn**

I henhold til vannforskriften er norske vannforekomster delt inn i seks regioner (Veileder 02:2013-revidert 2015). For makroalger har vi per i dag to indekser (Fjæresamfunn – RSLA/RSL og Nedre voksegrense-indeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper (Veileder 02:2013-revidert 2015). Nedre voksegrenseindeksen er foreløpig kun godkjent for Skagerrak, mens fjæreindeksen er godkjent i enkelte vanntyper fra Korsfjorden ved Bergen til Polarsirkelen i Nordland. I foreliggende undersøkelse er fjæreindeksen beregnet.

Fjæreindeksene, RSLA (Reduced Species List with Abundance) og RSL (Reduced Species List), baseres på en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt justering for en verdisetting av de fysiske forhold i fjæra. Det er utviklet forskjellige klassegrenser for indeksene alt etter hvilken vanntype en undersøker. For RSLA er det utarbeidet klassegrenser og artslister for bruk i vanntypene 1 (Åpen eksponert kyst), 2 (Moderat eksponert kyst/fjord) og 3 (Beskyttet kyst/fjord), dvs. for de stasjoner som inngår denne undersøkelsen. Her inngår også abundans, som defineres som prosent dekningsgrad eller forekomst etter en semi-kvantitativ skala. I ferskvannspåvirkete fjorder gjelder foreløpig en eldre indeks, RSL, med noen andre klassegrenser og artslister i vanntypene 4 (ferskvannspåvirket beskyttet fjord) og 5 (sterkt ferskvannspåvirket fjord). Abundans inngår ikke i RSL-indeksen (Veileder 02:2013-revidert 2015).

Basert på artslister og den fysiske beskrivelsen av fjæresonen beregnes en nEQR (Normalisert Ecological Quality Ratio) – verdi automatisk i et regneark utviklet av NIVA.

For å tilfredsstille kravene i vannforskriften må det oppnås en EQR over 0,6 (grenseverdien mellom god og moderat tilstand). Dersom EQR er lavere enn 0,6 skal det vurderes å sette inn tiltak (Veileder 02:2013-revidert 2015).

## **2.6 Kjemisk analyse**

Prøvetakingen og opparbeidingen ble gjort i henhold til NS-EN ISO 5667-19:2004 for kjemiske parametere. Analyser av prioriterte miljøgifter og vannregionspesifikke stoffer ble utført av Eurofins akkrediterte analyselaboratorium.

## **2.7 Klassifisering av kjemisk tilstand**

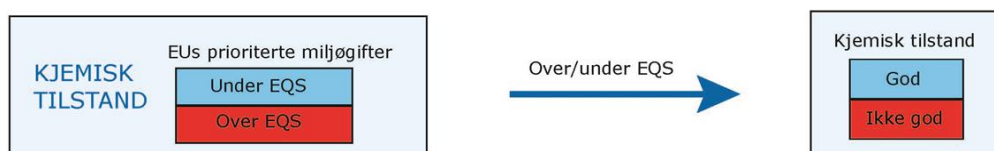
Resultatene er klassifisert i forhold til EQS-verdier gitt i vannforskriften og Miljødirektoratets veileder M-608/2016 (grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota). Det er viktig å understreke at miljøkvalitetsstandardene for organismer som er oppgitt i veileder M-608/2016 ikke er spesifikke vedrørende art eller vev. Miljøkvalitetsstandardene er risikobaserte, dvs. basert på toksikologiske tester og skal beskytte det akvatiske miljøet mot mulige skader.

I undersøkelsen er det analysert for perfluorerte alkylforbindelser (PFAS) i sediment fra fire stasjoner og i blandprøver av strandsnegl fra fire stasjoner. Perfluoroktylsulfonat (PFOS) er en av de prioriterte miljøgiftene (Veileder M-608/2016). Miljøkvalitetsstandardene for PFOS er vist i **Tabell 4**. For å oppfylle vannforskriftens krav til god kjemisk tilstand må konsentrasjoner av PFOS være lavere enn miljøkvalitetsstandarden.

**Tabell 4.** Miljøkvalitetsstandarder (EQS) for PFOS.

Stoff	Miljøkvalitetsstandard i sediment mg/kg tørrstoff	Miljøkvalitetsstandard i biota µg/kg våtvekt
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	0,00023	9,1

Kjemisk tilstand klassifiseres etter prinsipp som vist i **Figur 5**, dvs. «Ikke god kjemisk tilstand» oppnås dersom målte konsentrasjoner av EUs prioriterte miljøgifter er høyere enn EQS-verdier gitt for disse stoffene i vannforskriften (Lovdata, 2015).



**Figur 5.** Prinsippkisse for bestemmelse av kjemisk tilstand.

## 2.8 Klassifisering av økologisk tilstand

For å kunne klassifisere den økologiske tilstanden for de biologiske kvalitetselementene er det utviklet indekser for hvert biologiske kvalitetselement som er egnet til å måle responsen på en gitt påvirkning. For å måle avviket fra referansetilstanden er forholdet mellom observerte verdier og vanntypespesifikke referanseverdier for den aktuelle parameteren eller indeksen beregnet. Dette forholdet kalles økologisk kvalitetskvotient (ecological quality ratio, EQR). For å kunne sammenligne EQR-verdiene for de ulike kvalitetselementene blir det beregnet normalisert EQR (nEQR). De absolutte indeksverdiene ble regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

$$\text{Normalisert EQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) / (\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}) * 0.2 + \text{nedre normaliserte EQR klassegrense}$$

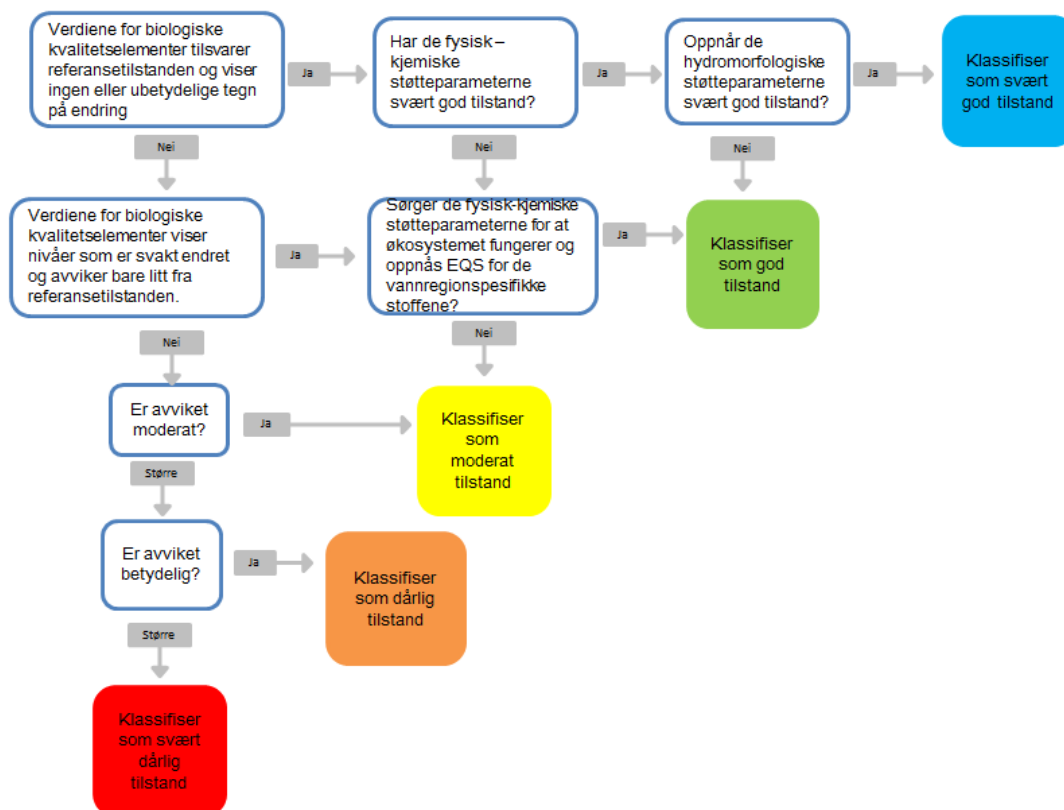
De normaliserte EQR verdiene brukes både til å bestemme tilstandsklassen og angir også hvor i tilstandsklassen man er. Slike verdier kan derfor brukes til å måle endringer over tid også innen en tilstandsklasse. nEQR-verdien varierer fra 0 (meget dårlig) til 1 (meget god) (**Tabell 5**). For beregning av samlet nEQR-verdi for vannforekomsten beregnes gjennomsnittet på nEQR-verdiene på stasjonene i hvert område. På grunnlag av artslistene og individantall er det beregnet indekser for bløtbunnsfauna på de dype stasjonene og for fjæresamfunn på hardbunn. Indeksene ble regnet om til normaliserte EQR-verdier.

**Tabell 5.** Klassegrenser for n-EQR verdiene (Veileder 02:2013-revidert 2015).

nEQR-verdi	0,8 – 1,0	0,6 – 0,8	0,4 – 0,6	0,2 – 0,4	0 – 0,2
Statusklasser	Meget God	God	Moderat	Dårlig	Meget Dårlig



Den økologiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt etter flytdiagrammet som vist i **Figur 6**.



**Figur 6.** Flytdiagram som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

Perfluoroktansyre (PFOA) er ett av de vannregionspesifikke stoffene. Miljøkvalitets-standard for PFOA er vist i **Tabell 6**. Ved overskridelse av miljøkvalitetsstandard kan denne bidra til å justere ned økologisk tilstand for en stasjon.

**Tabell 6.** Miljøkvalitetsstandard (EQS) for PFOA.

Stoff	Miljøkvalitetsstandard i sediment mg/kg tørrstoff	Miljøkvalitetsstandard i biota µg/kg våtvekt
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,071	

## 3 Resultater

### 3.1 Bunnfauna i den dype delen av Grandefjæra

Bløtbunnsfauna er virvelløse dyr som lever på overflaten av leire-, mudder- eller sandbunn eller graver i bunnen. Siden bløtbunnsartene er relativt stasjonære, vil artssammensetningen i stor grad reflektere miljøforholdene. Overvåking av bløtbunn er derfor en viktig metode for å dokumentere miljøtilstanden. Bløtbunnsfaunaundersøkelser gjøres på lokaliteter med sedimentbunn, fortrinnsvis der det er flat bunn med finkornet sediment (høy andel av leire og silt).

Bløtbunnsfauna er et av de biologiske kvalitetselementene i vannforskriften som responderer på flere typer miljøbelastninger ved at faunaen da får dominans av forurensningstolerante arter og redusert biodiversitet. Statusen til bløtbunnsfaunasamfunnene vil generelt indikere hvorvidt tilførsler av uorganiske partikler, organisk stoff, og eventuelt forsterket biologisk produksjon ved økte næringsstofftilførsler belaster miljøet. Videre gir det informasjon om bunnfaunaens verdi som næringsobjekt.

#### 3.1.1 Resultater og diskusjon

Faunaindeksene med tilhørende klassifisering og beregnet normalisert EQR (nEQR) er vist i **Tabell 7**, og en oversikt over de mest dominerende artene er gitt i **Tabell 8**, og støtteparametere er gitt i **Tabell 9**. Fullstendig artsliste er gitt i Vedlegg B.

Det ble totalt funnet 159 ulike arter og 8811 individer på de fire undersøkte stasjonene. Antall arter varierte lite mellom stasjonene, og var i snitt fra 57 (IF-ref) til 66 (GF3), se Tabell 7. Antall individ varierte mer; fra minimum 390 på stasjon IF-ref til 1013 på stasjon GF1. Individantallet var generelt høyt, og artsantallet normalt til høyt. Generelt var sedimentet grovkornet, med finfraksjon på 29-54%. Slike sedimenter er ofte også heterogene, som typisk gir opphav til mange nisjer og en rik fauna. Generelt bestod faunaen mest av børstemark, men det var også muslinger tilstede blant de mest dominerende artene (**Tabell 8**). Dette er en svært vanlig fordeling.

Samtlige stasjoner fikk «god» tilstand ut fra EQR-verdien, som altså tilfredsstillt kravet i vannforskriften for dette kvalitetselementet. Verdien var høyest for stasjonene GF3 og IF-ref, og lavere for GF1 og GF2, men alle var innenfor samme klasse. Også støtteparameteren TOC viste «god» tilstand. TN klassifiseres ikke, men verdien anses som normal for kystnære områder.

Det kan samtidig være verdt å merke at stasjon GF1 og dels GF2 fikk «moderat» tilstand ut fra indeksene H' og NSI. Også DI var her svært høy. Begge disse hadde stor dominans av den rørbyggende børstemarken *Pseudopolydora paucibranchiata*, som utgjorde over halvparten av individene og om lag 500 individ pr. 0,1 m<sup>2</sup>. Slik dominans «slår ut» både på H', som beregnes ut fra fordelingen av individ mellom artene, og for NSI, som beregnes ut fra fordelingen mellom ømfintlige og mer tolerante arter. Denne arten er typisk for lokaliteter preget av mye næring og er også regnet for å være generelt forurensningstolerant. Samtidig må det påpekes at arten kan ha høye tettheter uten at det nødvendigvis er en klar påvirkningsfaktor tilstede, og at det altså ikke er noen klar negativ stressbelastning. Arten er observert i svært høye tettheter bl.a. i Rogaland, også i disse tilfellene uten at det er spesifikk forurensningskilde i bildet (Fagerli m.fl., 2017).

Av artene som ellers var tilstede på alle de fire stasjonene, var det innslag av en del tolerante arter som ofte finnes når det er mye næring eller annen påvirkning tilstede, slik som de små børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* og *Mediomastus fragilis*. Samtidig var det også mer ømfintlige arter, for eksempel den filtrerende børstemarken *Jasmineira caudata* og «bambusmarken» *Rhodine gracilor*. Videre var det mange forskjellige taksonomiske grupper tilstede (se Vedlegg B), som også er en indikasjon på gode miljøforhold. Det biologiske mangfoldet er altså relativt høyt, samtidig som det er indikasjoner på at samfunnene er noe preget av organisk beriking.

Forholdet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var om lag 7-8 (**Tabell 9**). Dette kan indikere at detritusmateriale hovedsakelig har sin opprinnelse i planteplankton fordi planteplankton er relativt rikt på nitrogen.

**Tabell 7.** Økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet bløtbunnsfauna for hver stasjon i Grandefjæra (GF) og referansestasjonen i Innstrandfjæra (IF-ref), juni 2017. Antall arter (S) og antall individer (N) er også vist. Indekser med tilhørende nEQR-verdi er beregnet både for grabbvise og stasjonsvise data (uten DI). Blå=svært god tilstand, grønn=god tilstand, gul=moderat tilstand.

Økologisk tilstand for bløtbunnsfauna										
Stasjon	Grabb/stasjon	S	N	NQI1	H'	ES <sub>100</sub>	ISI <sub>2012</sub>	NSI	DI	Gj.snitt EQR
GF-1	Grabbverdi	61,3	1013	0,64	2,90	20,10	8,99	19,74	0,95	
	nEQR (grabb)			0,61	0,58	0,64	0,74	0,59		0,63
	Stasjonsverdi	97	3039	0,65	2,98	20,55	9,20	19,72	0,95	
	nEQR (stasjon)			0,62	0,60	0,64	0,76	0,59		0,64
GF-2	Grabbverdi	58,7	912,3	0,64	2,98	21,57	9,14	19,90	0,91	
	nEQR (grabb)			0,61	0,60	0,65	0,76	0,60		0,64
	Stasjonsverdi	89	2737	0,65	3,04	21,75	9,83	19,90	0,91	
	nEQR (stasjon)			0,62	0,60	0,66	0,81	0,60		0,66
GF-3	Grabbverdi	66	665,7	0,76	4,13	27,81	9,81	22,83	0,77	
	nEQR (grabb)			0,74	0,73	0,73	0,81	0,71		0,74
	Stasjonsverdi	109	1997	0,78	4,33	28,50	10,24	22,80	0,77	
	nEQR (stasjon)			0,76	0,75	0,74	0,84	0,71		0,76
IF-ref	Grabbverdi	56,7	389,7	0,72	4,09	30,18	9,41	21,66	0,54	
	nEQR (grabb)			0,69	0,72	0,76	0,78	0,67		0,72
	Stasjonsverdi	98	1169	0,73	4,35	32,03	9,82	21,60	0,54	
	nEQR (stasjon)			0,71	0,75	0,78	0,81	0,66		0,74

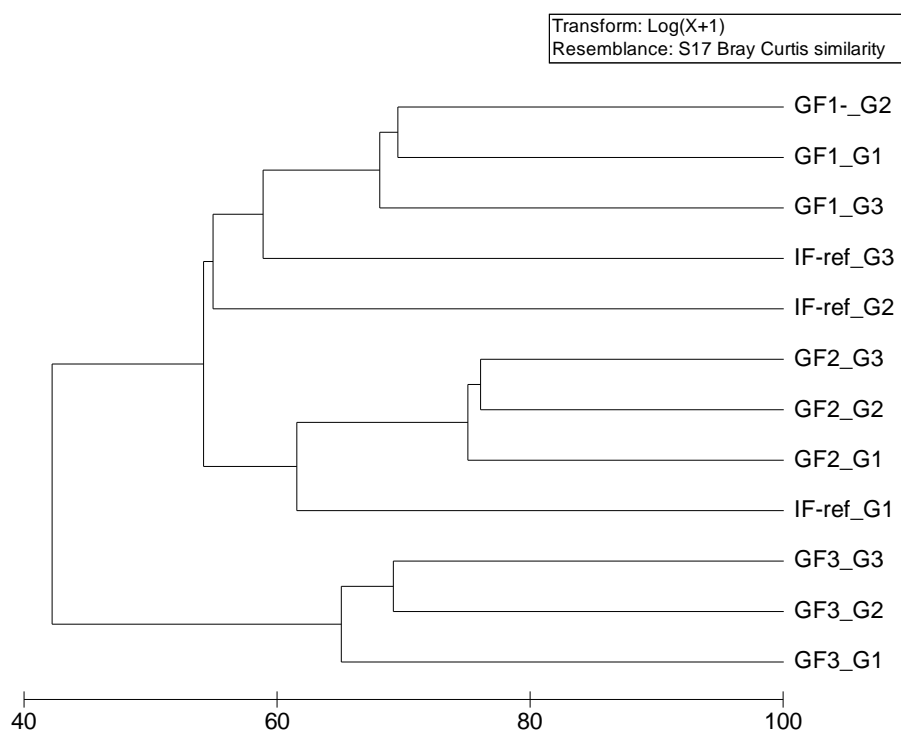
**Tabell 8.** Oversikt over de ti mest dominerende artene pr. stasjon (gjennomsnitt antall pr. 0,1 m<sup>2</sup>) i dypområdet i Grandefjæra (GF) og referansestasjonen i Innstrandfjæra (IF-ref), juni 2017. Faunagruppe er oppgitt i parentes, hvor B=Børstemark og M=Mollusk (snegl eller musling). Prosentandel av den total individtettheten pr. stasjon oppgitt i parentes.

GF-1	Ind/0,1 m <sup>2</sup> (%)	GF-2	Ind/0,1 m <sup>2</sup> (%)
<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (B)	558,7 (55,4)	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (B)	490,7 (54,1)
<i>Galathowenia oculata</i> (B)	138,0 (13,7)	<i>Galathowenia oculata</i> (B)	142,0 (15,7)
<i>Jasmineira caudata</i> (B)	49,3 (4,9)	<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	24,7 (2,7)
<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	42,7 (4,2)	<i>Prionospio cirrifera</i> (B)	20,0 (2,2)
<i>Mediomastus fragilis</i> (B)	18,7 (1,9)	<i>Diplocirrus glaucus</i> (B)	18,3 (2,0)
<i>Scoloplos armiger</i> (B)	15,3 (1,5)	<i>Paramphinome jeffreysii</i> (B)	17,3 (1,9)
<i>Prionospio cirrifera</i> (B)	13,0 (1,3)	<i>Ampharete octocirrata</i> (B)	14,7 (1,6)
<i>Syllis cornuta</i> (B)	10,3 (1,0)	<i>Pholoe baltica</i> (B)	13,3 (1,5)
<i>Lepidochitona cinerea</i> (M)	9,7 (1,0)	<i>Rhodine gracilior</i> (B)	12,3 (1,4)
<i>Notomastus latericeus</i> (B)	8,7 (0,9)	<i>Polycirrus plumosus</i> (B)	11,7 (1,3)
GF-3	Ind/0,1 m <sup>2</sup> (%)	IF-ref	Ind/0,1 m <sup>2</sup> (%)
<i>Paramphinome jeffreysii</i> (B)	192,7 (30,0)	<i>Galathowenia oculata</i> (B)	99,0 (26,1)
<i>Galathowenia oculata</i> (B)	73,7 (11,5)	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i> (B)	91,3 (24,0)
<i>Melinna cristata</i> (B)	56,0 (8,7)	<i>Jasmineira caudata</i> (B)	18,0 (4,7)
<i>Pista cristata</i> (B)	36,3 (5,7)	<i>Prionospio cirrifera</i> (B)	17,3 (4,6)
<i>Pholoe baltica</i> (B)	32,3 (5,0)	<i>Pholoe baltica</i> (B)	11,0 (2,9)
<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	32,0 (5,0)	<i>Thyasira flexuosa</i> (M)	8,3 (2,2)
<i>Owenia borealis</i> (B)	31,3 (4,9)	<i>Exogone naidina</i> (B)	8,3 (2,2)
<i>Diplocirrus glaucus</i> (B)	27,0 (4,2)	<i>Mediomastus fragilis</i> (B)	8,0 (2,1)
<i>Ampharete octocirrata</i> (B)	11,0 (1,7)	<i>Diplocirrus glaucus</i> (B)	8,0 (2,1)
<i>Notomastus latericeus</i> (B)	10,0 (1,6)	<i>Goniada maculata</i> (B)	7,0 (1,8)

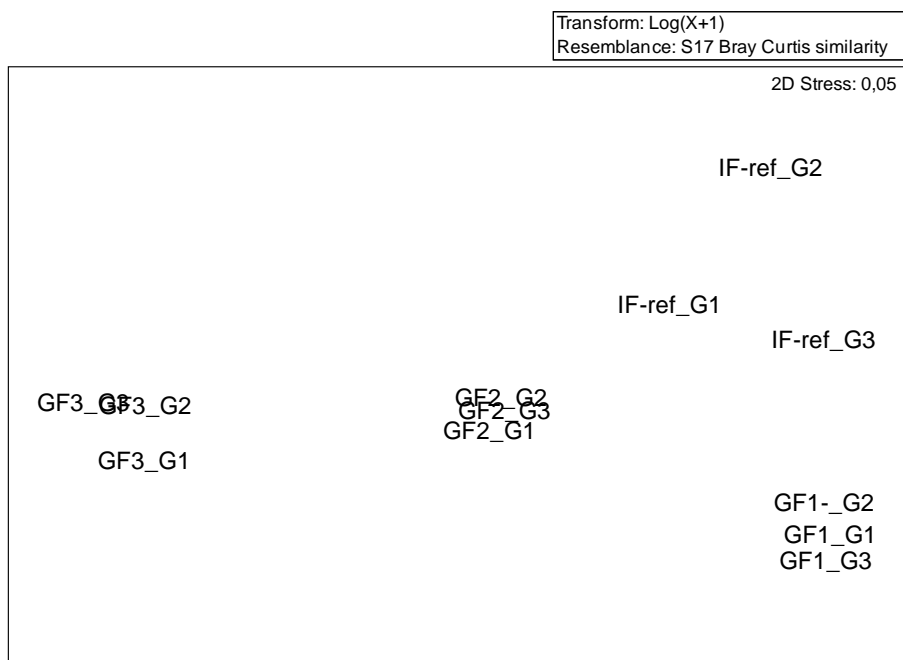
**Tabell 9.** Innhold av finstoff, organisk karbon (TOC), normalisert organisk karbon, totalt nitrogen (TN) og C/N-forhold på stasjonene i Grandefjæra og referansestasjonen i Innstrandfjæra, juni 2017. Normalisert organisk karbon er klassifisert iht. grenseverdier i SFT veileder 97:03; gjengitt i Veileder 02:2013 – rev 2015. Grønn=god tilstand.

	Korn %<63µm	TOC µg/mg	Norm. TOC	TN µg/mg	C/N-forhold
GF-1	29	8,9	21,68	1,1	8,09
GF-2	42	11,4	21,84	1,4	8,14
GF-3	54	13,8	22,08	1,8	7,67
IF-ref	30	7,7	20,30	1,1	7,00

Likhet i faunasammensetning ble analysert vha. clusteranalyse (Figur 7) og MDS-ordinasjon (Figur 8). «Stress-verdien» i MDS-plottet var lav, hvilket viser at plottet gir en svært god gjengivelse av datasettet. I clusteranalysen dannet replikatene fra stasjon GF3 en egen gruppe, som ble separert fra de andre ved en likhet på 40%. De andre prøvene var mer like, men GF1 og GF2 ble gruppert i hver sine clustre. Prøvene fra Innstrandfjæra ble derimot gruppert sammen med GF1 og GF2. I MDS-plottet ble prøvene fra Grandefjæra gruppert sammen etter stasjon langs x-aksen, som tolkes å representere dypet. Prøvene fra Innstrandfjæra var mer innbyrdes ulike enn prøvene fra Grandefjæra, slik det også fremkom av clusteranalysen. Disse ble plassert øverst til høyre i plottet. Y-aksen synes derfor å representere variasjonen mellom lokalitetene.



**Figur 7.** Likhetsanalyse (Clusteranalyse) av faunaen i dypområdet i Grandefjæra (GF) og referansestasjonen i Innstrandfjæra (IF-ref), juni 2017.



**Figur 8.** Likhetsanalyse (MDS-ordinasjon) av faunaen i dypområdet i Grandefjæra (GF) og referansestasjonen i Innstrandfjæra (IF-ref), juni 2017.

### 3.1.2 Oppsummering

Samtlige stasjoner fikk «god» økologisk tilstand ut fra kvalitetselementet bløtbunnsfauna. Også støtteparameteren TOC viste «god» tilstand. Riktignok er det indikasjoner på at faunaen er i en berikingsfase, særlig på de to grunneste stasjonene i Grandefjæra, men det biologiske mangfoldet er likevel relativt høyt og det er innslag av ømfintlige arter. I clusteranalysen fremkom det at prøvene fra Innstrandfjæra ble plassert sammen med prøvene fra de to grunne stasjonene i Innstrandfjæra, hvilket også er en indikasjon på at det ikke er noen stor grad av påvirkning i Grandefjæra spesielt. Det er mye landbruk i området, som kan forklare hvorfor næringstilgangen generelt synes å være god.

## 3.2 Bunnfauna i den grunne delen av Grandefjæra

Fjæresonen er det området hvor land møter havet, og som blir oversvømt ved flo og lagt bar ved fjære. Et annet ord for fjæra er tidevannssonen. Det er svært få leveområder som er mer skiftende med hensyn til fysiske miljøfaktorer. Ved flo utgjør miljøet et tredimensjonalt habitat, mens ved fjære kan området bli tørrlagt. Organismer som lever i dette området, er derfor sterkt påvirket av faktorer som saltholdighet, temperatur, uttørking, vannbevegelse, ferskvannspåvirkning, substrat-type og himmelretning. Disse faktorene er med på å påvirke den lokale artssammensetningen, og gjør at arter som lever i fjæresonen må være svært tilpasningsdyktige mot ytre påvirkninger.

Dyrelivet i fjæra er variert og kan bestå av mange ulike grupper virvelløse dyr. Artssammensetningen og tettheten av de ulike artene vil kunne variere både lokalt, regionalt og sesongmessig.

Substratsammensetningen, slik som kornstørrelsen, er en viktig faktor for artssammensetningen i et område. Dyregrupper som svamper, nesledyr, flatormer, slimormer, snegler, muslinger, børstemark, krepsdyr, pigghuder, mosdyr og sekkedyr kan alle observeres i fjæresonen. De mest dominerende dyregruppene er børstemark og muslinger. Fjæresonen trenger ikke nødvendigvis å være artsrik, men tettheten, biomassen og produktiviteten kan likevel være meget høy, bl.a. pga. rik tilgang på næringsstoffer både ved utvasking fra land og tilførsler fra dypere lag.

I tillegg til de fysiske miljøfaktorene vil også biologiske interaksjoner påvirke hvor og hvilke arter som lever i de ulike delene av fjæra. Børstemarken *Hediste diversicolor* er en toppredator i bløtbunnsfjæra, og tilstedeværelsen av arten kan påvirke resten av faunaen. Om vinteren må ofte store arter som *H. diversicolor* finne nye områder for å skaffe seg nok mat, fordi mange flerbørstemarken enten dør ut eller forlater området som følge av lav toleranse for frost. De store artene må dermed ofte etablere seg i området på nytt etter vinteren.

Bølgebeskyttede bløtbunnsstrender er ofte høyproduktive områder. Mange bløtbunnsområder er av stor økologisk betydning og er verneverdige, fordi naturtypen er særlig viktig som næringsområder for fisk ved høyvann og for fugl ved lavvann. Det finnes dessverre lite informasjon om økologiske samfunn i bløtbunnsfjæra i Norge. Den foreliggende undersøkelsen er derfor primært tiltenkt å danne basis for evt. oppfølgende undersøkelser ved for eksempel økte utslipp. Først da kan man sammenlikne endring over tid.

### 3.2.1 Resultater og diskusjon

Visuell beskrivelse av stasjonene ut fra observasjoner i felt er gitt i **Tabell 10**, ut fra oppsett utviklet på NIVA. Bilder gitt i Vedlegg C. Sedimentparametere er gitt i **Tabell 11**. Generelt var det lite spor av dyr og alger, men det kan være verdt å merke at det var mer spor av dyreaktivitet og gravehull i



Grandefjæra enn i Innstrandfjæra. Alger er ikke festet til løst substrat, og er således ikke forventet å finne på selve sedimentet.

Sedimentets beskaffenhet var ulikt i de to undersøkte fjærområdene (**Tabell 10** og **Tabell 11**). I Grandefjæra var sedimentet svært grovkornet på alle tre stasjonene, med finfraksjon på kun 1-2%. Innstrandfjæra hadde finere sediment, men også langt mer variabelt mellom stasjonene. Finfraksjonen var 7% på IF3, 24% på IF2 og 7% på IF3. Et mer grovkornet sediment i Grandefjæra enn i Innstrandfjæra tilsier at området også er mer bølgeeksponert.

Mengden TOC var lavt på alle stasjonene, og TN var under deteksjonsgrensen. C/N-forholdet kunne derfor ikke regnes ut. TOC-innholdet skal normaliseres iht. mengden finstoff, hvilket ga stort utslag her som følge av at sedimentet var så grovt. Tilstanden ble «god» på alle stasjonene i Grandefjæra og en av stasjonene i Innstrandfjæra, og «svært god» på to av stasjonene i Innstrandfjæra. Ettersom sedimentet var såpass ulikt mellom lokalitetene og klassen ble minst «god», er det ikke indikasjoner på påvirkning i Grandefjæra ut fra dette. Det ble heller ikke registrert lukt av hydrogensulfid på noen av stasjonene, som støtter denne konklusjonen. Heller ikke grønnalger ble observert, hvilket ofte er tilfelle ved forhøyet produksjon. Funnene mht. substrat og næringstilgang synes å være typisk for uforstyrrede bløtbunnsstrender.

**Tabell 10.** Visuell beskrivelse av sediment og observert tilstedeværelse av arter på sedimentoverflaten på stasjonene i Grandefjæra (GF) og Innstrandfjæra (IF), 11. oktober 2017. Kode: 0- ingen, 1- lav tetthet, 2- høy tetthet, - betyr manglende observasjon.

Stasjonskarakteristika	GF-4	GF-5	GF-6	IF-1	IF-2	IF-3
Tørrlagt ved lavvann	Ja	Mulig	Mulig	Ja	Ja*	Ja*
Substrattype	Fin sand	Sand Stein	Sand	Sand Grus Leire	Mudder Stein Leire	Sand Stein Leire
Lukt av hydrogensulfid (H <sub>2</sub> S)	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei	Nei
Farge (Munsell)	-	5Y 3/2	5Y 1.5/1	5Y 2,5/1	5Y 3/2	Gley1 3/10Y
<b>Tilstedeværelse av dyr, alger eller vegetasjon</b>						
Fjæremark	0	0	0	0	0	0
Rørbyggende mark	0	0	0	0	0	0
Strandsnegl	2	1	0	1	0	1
Strandkrabber	0	0	0	0	0	0
Hjerteskjell	0	1	0	1**	0	0
Blåskjell	0	0	0	0	0	0
Gravehull etter børstemark	1	1	1	0	0	1
Spor etter dyreaktivitet	1	1	1	1	0	0
Siv	0	0	0	0	0	0
Tang	0	0	0	0	0	0
Tare	0	0	0	0	0	0
Ålegras	1	0	0	0	0	0
Løstliggende grønnalger	0	0	0	0	0	0

\*noen kulper med vann

\*\* tomme

Øvrige kommentarer fra feltarbeidet:

- GF-4: øvre del grenser mot siv  
GF-5: beskrivelse i **Tabell 10** fra akkurat der hvor corer ble tatt, ellers vanlig med blæretang og grisetang
- GF-6: beskrivelse i **Tabell 10** fra akkurat hvor corer ble tatt, ellers vanlig med grisetang
- IF-1: øvre del grenser mot siv. Svart lag nede i sedimentet.
- IF-3: Innenfor 10 m fra der hvor prøven ble tatt, finnes det blåskjell og høy tetthet med grisetang spredt rundt

**Tabell 11.** Innhold av finstoff, organisk karbon (TOC), normalisert organisk karbon, totalt nitrogen (TN) på stasjonene i fjæresonen i Grandefjæra og referansestasjonen i Innstrandfjæra, oktober 2017. Normalisert organisk karbon er klassifisert etter klassegrenser i SFT veileder 97:03; gjengitt i Veileder 02:2013 – rev 2015. Blå=svært god tilstand, grønn=god tilstand.

	Korn %<63 µm	TOC µg/mg	Norm. TOC	TN µg/mg
GF-4	2	3	20,64	<1,0
GF-5	2	4,2	21,84	<1,0
GF-6	1	2,4	20,22	<1,0
IF-1	24	1,9	15,58	<1,0
IF-2	70	2,6	8,00	<1,0
IF-3	7	4	20,74	<1,0

Artssammensetningen i Grandefjæra og Innstrandfjæra er gitt i **Tabell 12**. Totalt ble det registrert 479 individ fordelt på 22 arter. Antall individ pr. arealenhet var høyere i Grandefjæra enn i Innstrandfjæra. Det var også noe høyere artsantall, men disse tallene kan ikke sammenliknes direkte pga. ulikt innsamlingsareal. Diversiteten ( $H'$ ) var adskillig høyere i Grandefjæra enn i Innstrandfjæra på den innerste stasjonen, lik på den midterste og høyere i Grandefjæra på den ytterste igjen. Også her vil imidlertid innsamlingsarealet kunne spille inn. Det var ingen konsistente ulikheter mellom områdene mht. jevnhet ( $J'$ ). Den totale biomassen (uten store dyr) varierte fra 3,8 g/m<sup>2</sup> (IF1) til 36,7 g/m<sup>2</sup> (GF6) (**Tabell 13**). Den var generelt høyere i Grandefjæra enn i Innstrandfjæra. En rikere fauna i Grandefjæra enn i Innstrandfjæra kan antakelig dels forklares av at sedimentet var ulikt. Et mer grovkornet sediment har typisk flere nisjer og en mer arts- og individrik fauna, se også kapittel 3.1.1.

**Tabell 12.** Artssammensetning i det grunne området av Grandefjæra og Innstrandfjæra, oktober 2017.

Gruppe	Familie	Art (WoRMS)	GF-4	GF-5	GF-6	IF-1	IF-2	IF-3
Amphipoda	Gammaridae	<i>Gammarus duebeni</i>	1					
Isopoda	Idoteidae	<i>Idotea granulosa</i>		1	1			
Malacostraca	Mysidae	<i>Praunus flexuosus</i>					1	
Nematoda		Nematoda indet	2	5	1		2	
Nemertea		Nemertea indet		2	2			1
Oligochaeta	Naididae	<i>Tubificoides benedii</i>	107	92	20	37	2	25
Asciacea	Molgulidae	<i>Molgula sp.</i>	4	1				
Bivalvia	Periplomatidae	<i>Cochlodesma praetenuae</i>			1			
Bivalvia	Tellinidae	<i>Macoma calcarea</i>		1	5		1	3
Bivalvia	Veneridae	<i>Timoclea ovata</i>					1	
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Ecrobia ventrosa</i>	1			2		
Gastropoda	Hydrobiidae	<i>Peringia ulvae</i>	17			2	20	3
Gastropoda	Littorinidae	<i>Littorina littorea</i>			2	1		1
Polychaeta	Capitellidae	<i>Capitella capitata</i>		3				
Polychaeta	Capitellidae	<i>Mediomastus fragilis</i>						2
Polychaeta	Fabriciidae	<i>Fabricia stellaris stellaris</i>	6	8				
Polychaeta	Nereididae	<i>Hediste diversicolor</i>	19		2	1	18	
Polychaeta	Phyllodocidae	<i>Eteone longa/flava</i>						1
Polychaeta	Phyllodocidae	<i>Phyllodoce mucosa</i> <i>Spirorbis (Spirorbis)</i>						1
Polychaeta	Serpulidae	<i>spirorbis</i>				1		
Polychaeta	Spionidae	<i>Pygospio elegans</i>	8	13	10			3
Polychaeta	Spionidae	<i>Spiophanes bombyx</i>		13	1			1
Total individer			165	139	45	44	45	41
Total arter			9	10	10	6	7	10
H'			1,78	1,80	2,44	0,99	1,81	2,13
J'			0,56	0,54	0,73	0,38	0,65	0,64
Innsamlet areal (cm <sup>2</sup> )			166	166	222	289	289	289
Antall individer/m <sup>2</sup>			9940	8373	2027	1522	1557	1419

**Tabell 13.** Biomasse for faunagruppene i stasjonene i Grandefjæra (GF) og referansestasjonene i Innstrandfjæra (IF), oktober 2017. Enheten er i g i den nederste raden og mg i de øverste.

Gruppe	GF-4	GF-5	GF-6	IF-1	IF-2	IF-3
Polychaeta u/rør	318,9	41,3	39,5	14,1	370,9	13,3
Polychaeta m/rør	-	-	-	3,6	-	-
Bivalvia	-	40,2	713	-	1068,4	234,9
Gastropoda	49,7	-	5707,9	24,4	40,6	205,1
Crustacea	37,3	0,3	13,8	-	24,2	-
Oligochaeta	184,8	175,4	2,6	66,6	1,5	34,9
Varia	1,8	12,1	31,2	-	0,2	0,2
Total biomasse (mg)	592,5	269,3	6508,0	108,7	1505,8	488,4
Total biomasse uten store individ (mg)	592,5	269,3	800,1	108,7	437,4	488,4
Innsamlet areal (cm <sup>2</sup> )	166	166	222	289	289	289
Total biomasse uten store individer g/m <sup>2</sup>	35,7	16,2	36,0	3,8	15,1	16,9

Siden det ikke er utviklet indekser for bruk i grunne bløtbunnsområder, har vi i tolkningen av resultater lagt vekt på artssammensetningen. Litteratur benyttet er Pearson og Rosenberg (1978), Leinaas m.fl. (1987), Oug m fl. (1991), Oug (2001) og Snelli (1968).

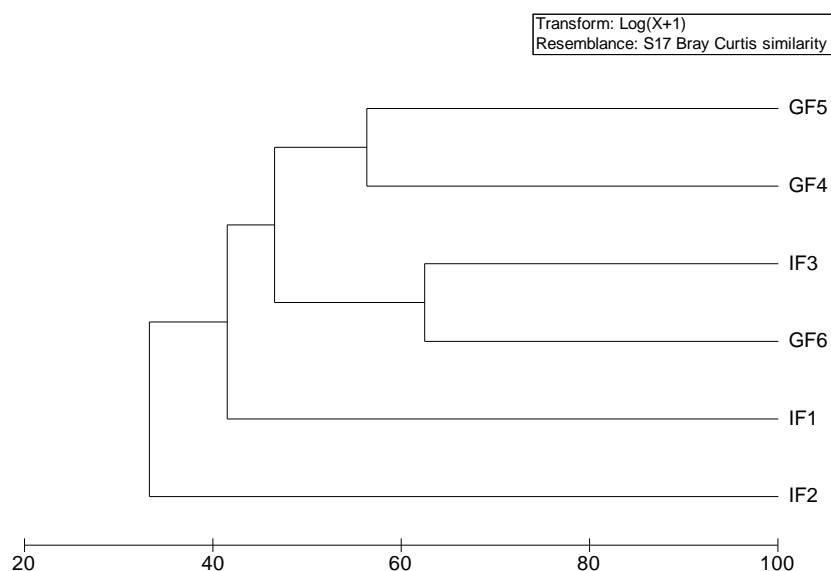
De fleste artene ble registrert både i Grandefjæra og i Innstrandfjæra, riktignok med ulik tetthet. Fåbørstemarken (*Oligochaeta*) ble registrert mest hyppig totalt sett (se **Tabell 12**), og utgjorde også mye av biomassen (**Tabell 13**). Dominans av denne gruppen er typisk i fjæresamfunn, helt fra høyarktisk til tropene. Fåbørstemarkene lever nedgravd i sedimentet og blir derfor ikke beitet vesentlig på av fugl og fisk, hvilket muligens kan forklare den høye tettheten. Fåbørstemarken *Tubificoides benedii* er en av de vanligste fåbørstemarkene i littoralen. Den er svært tolerant, og kan bl.a. finnes i høy tetthet ved næringspåvirkning og oksygensvinn.

Utover fåbørstemark ble det registret børstemark, snegl, muslinger, krepsdyr, nematoder og nemertini (slimorm). Børstemarken *Pygospio elegans* er en rørbyggende art som også er typisk for littoralsonen, og som lever av organisk materiale på sedimentoverflaten. Den kan ofte finnes i områder preget av forstyrrelse. Den filtrerende børstemarken *Fabricia stellaris stellaris* er også vanlig i fjæra, og kan ofte være en av de tallmessig mest dominerende evertebratene i den øvre delen av fjæra i nordlige deler av Norge. Den er tolerant ovenfor frost, og lager sin egen «frostvæske». Den rovlevende børstemarken *Hediste diversicolor* tåler derimot ikke frost, og må forflytte seg om vinteren. Også denne arten er typisk i fjæresonen, hvor den er en viktig art som byttedyr for fugl og fisk. De to beslektede børstemarkene *Capitella capitata* og *Mediomastus fragilis* ble også registrert, men i lave tettheter. Disse er typiske opportuniste som ofte finnes når det er mye organisk materiale. Den lille sneglen *Peringia ulvae* viste relativt stort individtall på den innerste stasjonen i Grandefjæra og den midterste stasjonen i Innstrandfjæra. Denne tåler brakt vann, og finnes ofte høyt i tidevannssonen, herunder i midt-Norge. Også denne er anslått å være forurensningstolerant.

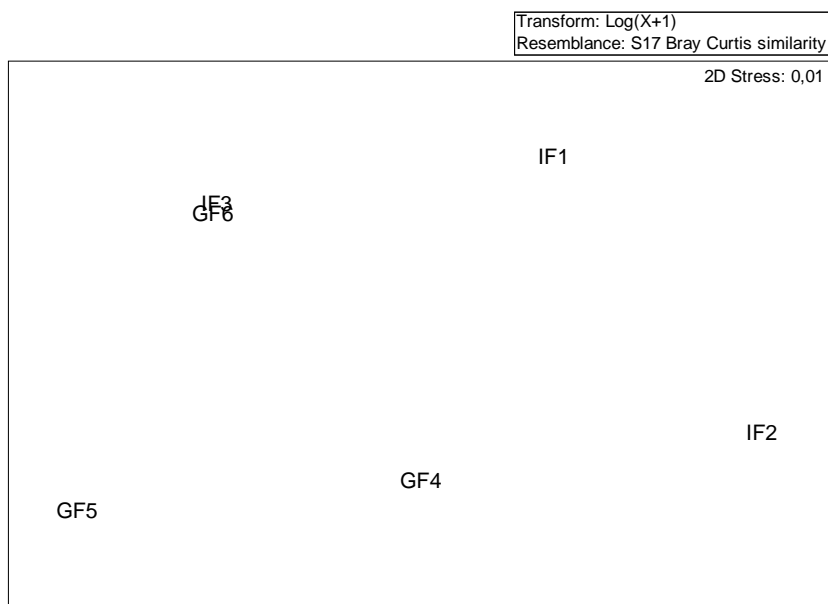
Fjæremarken *Arenicola marina* ble ikke observert, heller ikke spor etter den. Den kan bli 20 cm lang, og graver i sandbunn på ganske grunt vann hvor den danner U-formede ganger. Denne arten dominerer vanligvis bløtbunnstrender i Nord-Norge, men har oftest ikke like høy tetthet lenger sør og mangler vanligvis på typiske mudderflater (Leinaas m.fl., 1987; Oug pers. com.). I Grandefjæra var det et relativt tynt lag med grovt sediment øverst, og blåleire under. Blåleiren er et for kompakt habitat for at denne arten, hvilket kan forklare hvorfor den ikke ble registrert. Mangel på denne arten tolkes altså ikke som indikasjon på forstyrrelse.

Den ovennevnte gjennomgangen viser at artene som ble registrert i undersøkelsen, synes å være typiske for slike grunne bløtbunnsområder. Videre fremkom at de ofte også opptrer under organisk belastning eller annen form for forstyrrelse. Her er det imidlertid svært viktig å være klar over at artene i fjæresonen har generelt høy grad av toleranse ettersom de er tilpasset store fluktuasjoner i bl.a. temperatur, saltholdighet og oksygen. De samme egenskapene gjør at artene generelt også er robuste ovenfor andre forstyrrelser og forurensning. Slik sett blir det også vanskelig å detektere forurensningseffekter. Sist nevnes at området antas å være gjenstand for avrenning av organisk materiale fra omkringliggende landbruksområder. Det anses altså ikke å være grunnlag for å konkludere med at utslipp fra flyplassen gir effekter på artssammensetningen i gruntområdene.

Cluster- og MDS plott er gitt i hhv. **Figur 9** og **Figur 10**. Her var det de ytterste stasjonene IF3 og GF6 som viste størst grad av likhet. Disse var altså mer like enn de innerste stasjonene, og også likere hverandre enn de var med stasjonene lenger inn i samme «strand». De to innerste stasjonene i Grandefjæra viste større likhet med hverandre enn stasjonene i Innstrandfjæra.



**Figur 9.** Clusteranalyse av faunaen i det grunne området av Grandefjæra (GF) og i Innstrandfjæra (IF), oktober 2017.



**Figur 10.** MDS-ordinasjon av faunaen i det grunne området av Grandefjæra (GF) og Innstrandfjæra (IF), oktober 2017.

### 3.2.2 Oppsummering

Totalt sett indikerer resultatene at det er noe større produksjon i Grandefjæra enn i Innstrandfjæra, hvilket støttes av mengden organisk karbon i sedimentet, observasjoner i felt og at det var flere dyr og høyere biomasse der. Samtidig er det ikke grunnlag for å konkludere med at det er noen vesentlig påvirkning i Grandefjæra, ettersom tilstanden ble «god» ut fra mengden TOC, innholdet av totalt nitrogen var svært lavt og det ikke var noen grønnalger eller lukt av hydrogensulfid i sedimentet. Videre var sedimentet her svært grovkornet, hvilket ofte gir opphav til en rik fauna. Artssammensetningen anses å være typisk for grunne bløtbunnsområder.

Det foreligger svært lite informasjon om bløtbunnsfauna på grunt vann, herunder ingen «standard» resultatene kan sammenliknes mot. Den foreliggende undersøkelsen er derfor tiltenkt å danne basis for oppfølgende undersøkelser slik som ved økt aktivitet og utslipp. Mht. vurdering av evt. økte utslipp er det viktig å være klar over at svært bølgebekyttede områder ofte kan være mer sårbare fordi påvirkningen kan vedvare over tid, slik som for eksempel partikler eller oljesøl. Slike samfunn kan dermed trenge lang tid for å gjenopprette normale populasjoner etter ytre påvirkninger.

## 3.3 Hardbunnsundersøkelser

Makroalger og fastsittende/lite bevegelige dyr har ikke mulighet for å flytte til andre steder dersom forholdene skulle bli dårligere og er derfor gode miljøindikatorer for forholdene på de stedene de lever på. For eksempel vil utslipp av avløpsvann kunne gi endrete vekstforhold til fastsittende alger og dyr: En svak overkonsentrasjon av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Høyere konsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid gi redusert artsantall med dominans av noen få arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger som øker i mengde og dominerer. De flerårige algene blir lett overgrodd av de hurtigvoksende algene og kan resultere i at tang og tare reduseres og etter hvert forsvinner.

Fastsittende alger finnes i forskjellige soner fra øvre del av strandsonen og ned til nederste voksedyp. Artssammensetning og sonering varierer med forhold som lys, temperatur, saltholdighet, eksponering, strøm og næringstilgang. Vertikalutbredelsen til de fastsittende algene er avhengig av hvor langt ned sollyset går. Reduksjon i lysgjennomtrengelighet og dermed nedre voksegrense for alger har en klar sammenheng med graden av overgjødning (Veileder 02:2013-revidert 2015).

Artssammensetningen i fjæra vil gjenspeile de samlede vekstforholdene (lokale og regionale) over de siste uker/måneder og år, og undersøkelser av algesamfunnet er ofte benyttet for å vurdere tilstanden i et område.

### 3.3.1 Fjæresoneundersøkelser

Basert på makroalgevegetasjonen i fjæra i Grandefjæra, er det «god» tilstand på to stasjoner (GFSt1 og GFSt2) og «moderat» tilstand på én stasjon (GFSt3). Samlet gir det «god» tilstand i begge vannforekomstene (**Tabell 14**). EQR-verdier for alle parameterne som inngår i beregning av nEQR-verdi på stasjonen er gitt i **Vedlegg E**.

**Tabell 14.** nEQR-verdier og status for vannkvalitet på stasjonene i Grandefjæra, samt en samlet vurdering for de to vannforekomstene. Stasjon GFSt2 var ment å være referansestasjon.

Stasjon	GFSt1	GFSt3	GFSt2
Vannforekomst	0321010100-1-C Grandevika		0321010200-C Lyngholmsråsa
nEQR-verdi	0,71	0,56	0,67
Status for vannkvalitet	God	Moderat	God
nEQR-verdi for vannforekomsten	0,64		0,67
Status for vannkvalitet i vannforekomsten	God		God

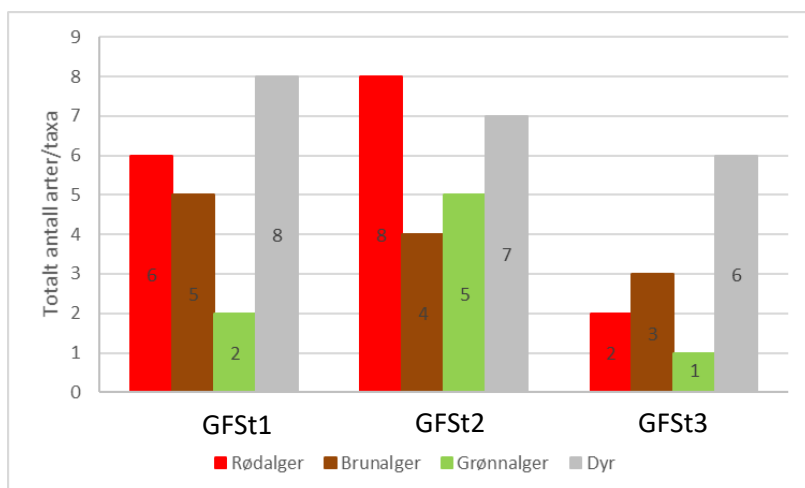
På alle stasjonene (**Figur 4**) viste parameteren «Normalisert rikhet (antall arter)» «moderat» tilstand (GFSt1 og GFSt2) eller «dårlig» tilstand (GFSt3) (**Vedlegg E**). Det vil si at antall arter på stasjonen er lavt i forhold til det man forventer å finne på en stasjon med «god/meget god» tilstand, med det fjærepotensialet som er beregnet for stasjonene.

På stasjon GFSt1 og GFSt3 var artsantallet (som benyttes til beregning av EQR) under 14, og dermed skal ikke EQR-verdiene for prosentandel arter rødalger og ESG-forhold benyttes i beregning av middelveidien (nEQR) (Veileder 02:2013-revidert 2015).

På stasjon GFSt2 viste også parameteren «Prosentandel opportuniste» «moderat» tilstand (**Vedlegg E**). Det vil si at andelen opportunistiske arter på stasjonen er høyere enn det man forventer å finne på en stasjon med «god/meget god» tilstand.

På stasjon GFSt3 viste også parameteren «Sum forekomst brunalger» «dårlig» tilstand (**Vedlegg E**). Det vil si at forekomsten av brunalger er lavere enn det man forventer å finne på en stasjon med «god/meget god» tilstand.

I Grandefjæra ble det registrert totalt 20 taxa/arter alger og 8 taxa/arter dyr. Fullstendig artsliste for de tre undersøkte stasjonene er gitt i **Vedlegg F. Figur 11** viser fordelingen mellom antall arter/taxa av rød-, brun- og grønnalger og dyr på de tre undersøkte stasjonene. Det ble registrert flest arter på stasjon GFSt2 (24 taxa) og færrest på stasjon GFSt3 (12 taxa). På stasjon GF3 ble det registrert svært få rød- og grønnalgetaxa/arter (hhv. 2 og 1). Det ble også registrert lavere forekomst av tangarter (*Fucus*/*Pelvetia*/*Ascophyllum*) på stasjon GFSt3 sammenliknet med de andre stasjonene. På stasjon GFSt1 og GFSt2 ble det registrert store forekomster av hurtigvoksende grønnalger i slekten *Ulothrix* og/eller *Urospora*, samt blågrønnalger på stasjon GFSt1. Disse algene dannet et belegg på fjellet. Det ble registrert store forekomster rur (*Balanus* spp) på alle stasjonene.



**Figur 11.** Fordelingen av antall taxa rød-, brun- og grønnalger og dyr registrert på de tre fjæresone-stasjonene undersøkt i 2017. Tallet i midten av kolonnene viser antall arter/taxa registrert.

**Figur 12** viser bilder fra fjæresoneundersøkelsen.





**Figur 12.** Fjærestasjonene i Grandefjæra. a. Stasjon GFSt1. Oversiktsbilde. b. Stasjon GFSt1. Blæretang (*Fucus vesiculosus*) (1), grisetang (*Ascophyllum nodosum*) (2), rur (*Balanus* spp.) (3) på fjell. c. Stasjon GFSt2. Oversiktsbilde. d. Stasjon GFSt2. Belegg med grønnalgene *Urospora* spp og/eller *Ulothrix* spp., fjærehinne (*Porphyra* cf. *umbilicalis*) (2) på fjell. e. Stasjon GFSt3. Oversiktsbilde. f. Stasjon GFSt3. Sautetang (*Pelvetia canaliculata*) (1) på fjell (Foto: Siri Moy).

### 3.3.2 Sjøsonundersøkelser

Videre følger en beskrivelse av observasjonene gjort med droppkamera i sjøsonen ved de tre stasjonene (**Figur 4**).

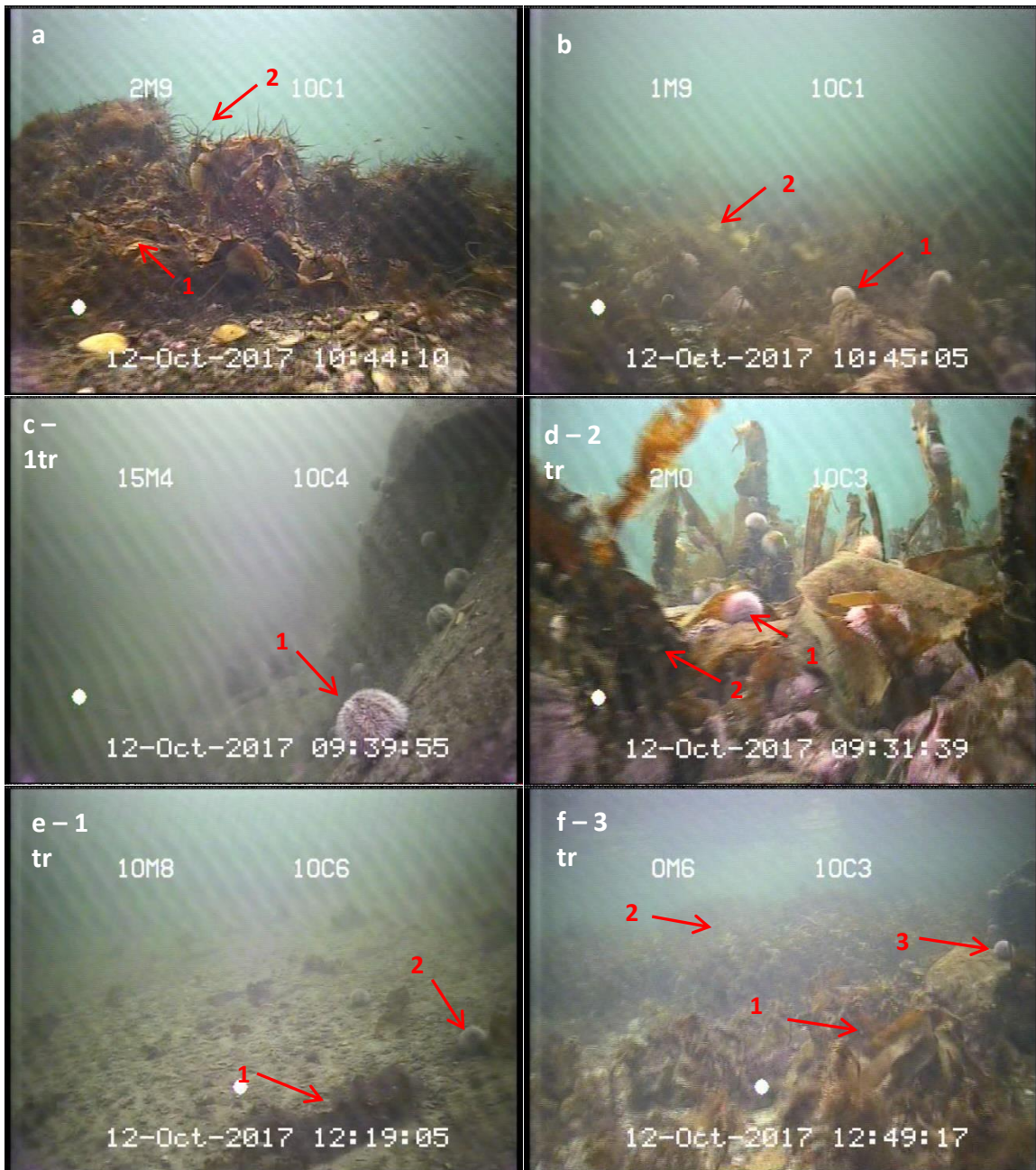
Ved stasjon GFSt1 ble det kun undersøkt ett transekt. I området utenfor stasjonen er det en langstrakt sandbanke med maksimalt dyp på ca. 5 m. Sandbanken strekker seg ca. 3,8 nautiske mil (informasjon fra lokal skipper). Stasjonen er derfor ikke egnet til å undersøke nedre voksegrense. Det ble registrert vanlig forekomst av sukkertare (*Saccharina latissima*) og svartstjerner (*Ophiocoma nigra*), og spredte forekomster av røde kråkeboller (*Echinus esculentus*) i transektet (**Figur 13 a og b**). Tare opp til 0,5 m.

Ved stasjon GFSt2 ble det undersøkt tre transekter. Maksimalt undersøkt dyp var 33 m. I det første transektet ble det observert spredte forekomster av røde kråkeboller på 31 m dyp. Det var ingen synlig vegetasjon på fjellet; noe som tyder på kråkebollenedbeiting. Det var en blanding av fjell, sandbunn og fjell dekket med mye sediment i alle transektene. Den dypeste registreringen av makroalger var sukkertare på 16 m i transekt to. Sukkertare var vanlig på alle stasjonene, grunnere enn 10 m dyp. Det ble observert spredte forekomster av stortare (*Laminaria hyperborea*) og draughtare (*Saccorhiza polyschides*) i alle transektene. Det ble registrert tare opp til 0,5 m dyp i alle transektene. Det ble observert spredte forekomster av røde kråkeboller i alle transektene, på alle dyp, med høyere forekomster grunnere enn 10 m dyp (**Figur 13c**). Det ble også observert mye tarestilker uten lamina (blad) og kråkeboller som beitet på taren (**Figur 13d**).

På stasjon GFSt3 ble det undersøkt tre transekter. Maksimalt undersøkt dyp var 21,5 m. Det var hovedsakelig sandbunn med enkelte stein i alle transektene, med steinbunn grunnere enn 2-3 m og fjell i fjæra. Det ble observert enkelte røde kråkeboller i alle transektene, på alle dyp, med høyere forekomster grunnere enn 5 m (**Figur 13f**). Den dypeste registreringen av makroalger var sukkertare på 16 m dyp. Sukkertare var vanlig på alle stasjonene, grunnere enn 7 m. Det ble observert spredte forekomster av stortare og draughtare i alle transektene. Det ble registrert tare opp til 0,5 m dyp i alle transektene (**Figur 13f**).

Observasjonene gjort i droppkameraundersøkelsene viser at sjøsonen i Grandefjæra er preget av kråkebollenedbeiting, og det er store områder med sandbunn. Nedre voksegrense er derfor ikke en egnet undersøkelsesmetode for området.





**Figur 13.** Bilder fra droppkameraundersøkelsene. a. Stasjon GFSt1. 2,9 m. Sukkertare (1) dekket med svartstjerner (2). b. Stasjon GFSt1. 1,9 m. Røde kråkeboller (1) som beiter på suk kertare (2). c. Stasjon GFSt2. 15,4 m. Røde kråkeboller (1) på sedimentert fjell. d. Stasjon GF2. 2,0 m. Røde kråkeboller (1) beiter på draugtare (2). e. Stasjon GFSt3. Spredte forekomster av suk kertare (1) og en rød kråkebolle (2) på sandbunn. f. Stasjon GFSt3. 0,6 m. Tare (1), sagtang (*Fucus serratus*) (2) og en rød kråkebolle (3) på fjell.

### 3.4 Sediment

Det var lave konsentrasjoner av nitrogen i sedimentprøvene (**Tabell 11**), og derfor ingen kjemiske indikasjoner på utslipp av urea (som inneholder nitrogen).

Det ble påvist PFOS i sedimentprøven ytterst i Grandefjæra (GF-3), og i sedimentprøven fra Innstrandfjæra (IF) (**Tabell 15**). På de andre stasjonene ble det ikke påvist PFOS eller PFOA i sedimentet.

**Tabell 15.** Konsentrasjoner av PFOS og PFOA ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt) i sedimentprøver fra de dype områdene utenfor Grandefjæra og Innstrandfjæra.

Stoff	GF-1	GF-2	GF-3	IF-ref
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	< 0,10	< 0,10	0,15	0,10
Perfluoroktansyre (PFOA)	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10

Resultatene for PFOS og PFOA i sediment er ved en feil bare gitt i våtvekt. Miljøkvalitetsstandardene (EQS) er gitt i tørrvekt, og vi kan derfor ikke klassifisere sedimentprøvene i henhold til disse. Vanninnholdet i sedimentprøvene har betydning for måleresultatene. I tørrvekt ville konsentrasjonen av PFOS gitt høyere konsentrasjon. EQS for PFOS i sediment er  $0,23 \mu\text{g}/\text{kg}$  tørrvekt. En tørrvektspersent lavere enn 65 % vil gi overskridelse av EQS for PFOS på stasjon GF-3, og en tørrvektspersent lavere enn 44 % vil gi overskridelse av EQS for PFOS på stasjon IF-ref. Det er ikke usannsynlig at det var overskridelse av EQS på én eller begge disse sedimentstasjonene.

### 3.5 Strandsnegl

Det ble påvist perfluoreerte alkylforbindelser (PFAS) i prøvene av strandsnegl fra Grandefjæra og i sneglene som var plukket i Innstrandfjæra (**Tabell 16**).

**Tabell 16.** Konsentrasjoner av perfluoreerte alkylforbindelser (PFAS) i strandsnegl fra Grandefjæra og Innstrandfjæra. Alle resultater er gitt i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt. EQS for PFOS er  $9,1 \mu\text{g}/\text{kg}$  våtvekt.

Rød celle = «ikke god kjemisk tilstand». Blå celle = «god kjemisk tilstand».

Stoff	Leirbekken	Djupdalsbekken	Meldalsbekken	Innstrandfjæra
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	15,3	0,855	1,14	0,074
Perfluoroktansyre (PFOA)	0,176	< 0,0495	0,0727	0,0487
Perfluorbutansyre (PFBA)	0,243	< 0,0495	< 0,0465	< 0,0474
Perfluordekansyre (PFDCa)	0,117	< 0,0495	0,0594	< 0,0474
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	0,139	< 0,0743	< 0,0697	< 0,0710
Perfluorheksansyre (PFHxA)	0,255	< 0,0495	< 0,0465	< 0,0474
Perfluorheptansyre (PFHpA)	0,375	< 0,0495	0,152	< 0,0474
Perfluornonansyre (PFNA)	0,245	< 0,0495	0,0850	< 0,0474
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	0,324	< 0,0495	< 0,0465	< 0,0474
Perfluorpentansyre (PFPeA)	0,140	< 0,0495	< 0,0465	< 0,0474
Perfluorundekansyre (PFUDA)	0,0646	< 0,0495	0,0685	< 0,0474
Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 0,0480	< 0,0495	0,0497	< 0,0474
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	3,33	0,147	0,208	< 0,0710
Klassifisering av kjemisk tilstand	Ikke god	God	God	God

Analysereportene er vist i **Vedlegg G**.

Det var høyest konsentrasjoner av PFAS-forbindelser i strandsnegl fra utløpet av Leirbekken. På den stasjonen var konsentrasjonen av PFOS høyere enn grenseverdien (EQS) for PFOS i biota. Stasjonen klassifiseres derfor til å være i «*ikke god kjemisk tilstand*». Det var lavere konsentrasjoner av PFOS i strandsneglene som var plukket fra utløpet av Djupdalsbekken og utløpet av Meldalsbekken. Nivåene av PFAS-forbindelser i strandsnegl fra Grandefjæra var på omtrent samme nivå som i undersøkelsen fra november 2015 (Amundsen, 2016). Det ble imidlertid påvist PFAS-forbindelser i strandsnegl fra Innstrandfjæra (PFOS og PFOA) i 2017. Disse stoffene ble ikke påvist i strandsnegl fra Innstrandfjæra i forrige undersøkelse (Amundsen, 2016). Dette indikerer at det har skjedd spredning av PFAS-forbindelser til Innstrandfjæra siden 2015.

## 4 Oppsummering

For å bestemme økologisk tilstand ble det gjort undersøkelse av bløtbunnsfauna i det dype området av Grandefjæra. Artsmangfoldet i Grandefjæra synes ikke å være negativt påvirket av avrenningen fra flyplassen. De undersøkte stasjonene var i «*god økologisk tilstand*».

Artsmangfoldet i den grunne delen av Grandefjæra ble også undersøkt. Det var flere dyr og høyere biomasse av dyr i Grandefjæra sammenlignet med Innstrandfjæra, men ikke grunnlag for å konkludere med at det er noen vesentlig påvirkning som følge av organisk belastning i Grandefjæra. Det var normalt nivå av TOC (totalt organisk karbon), lavt innhold av totalt nitrogen og det var ikke grønnalger eller lukt av hydrogensulfid i sedimentet.

Det ble gjort undersøkelser av artsamangfoldet på hardbunn, og basert på makroalgevegetasjonen i fjæra var det «*god*» og «*moderat*» tilstand på de undersøkte stasjonene. Observasjonene gjort med droppkamera viser at den dypere sjøsonen i Grandefjæra er preget av kråkebollenedbeiting.

Det ble påvist PFOS i sediment fra den dype delen av Grandefjæra og i sediment fra den dype delen av Innstrandfjæra. Vi har imidlertid ikke nok grunnlag for å vurdere kjemisk tilstand for disse stasjonene. Det ble påvist perfluoreerte alkylforbindelser i strandsnegl fra Grandefjæra og Innstrandfjæra. De høyeste konsentrasjonene var i strandsnegl samlet inn ved utløpet av Leirbekken. Konsentrasjonen av PFOS i strandsnegl fra Leirbekken overskred grenseverdien (EQS) for PFOS i biota. Det er derfor «*ikke god kjemisk tilstand*» for denne stasjonen.

## 5 Referanser

Amundsen, C.E. 2016. PFAS ved Ørland hovedflystasjon. Tiltaksvurderinger 1. mars 2016. Forsvarsbygg rapport 868/2016.

Fagerli, C.W., Naustvoll, L.J., Trannum, H.C., Gitmark, J.K., Norderhaug, K.M., Kile, M.R., Tveiten, L., 2017. ØKOKYST – delprogram Rogaland. Årsrapport 2016. Miljødirektoratet-rapport 728, 68 s.

Leinaas, H. P., Berge, J. A., & Skeie, G. (1987). Bløtbunnsamfunn i fjæra i Troms og Finnmark.

M-608. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota. Miljødirektoratet veileder M-608/2016.

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

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

Oug, E., 2001. Polychaetes in intertidal rocky and sedimentary habitats in the region of Tromsø, northern Norway. *Sarsia*, 86(1), 75-83.

Oug, E., Lein, T. E., Küfner, R., & Falk-Petersen, I.-B., 1991. Environmental effects of a herring mass mortality in northern Norway. Impact on and recovery of rockyshore and soft-bottom biotas. *Sarsia*, 76(3), 195-207.

Pearson, T.H. and Rosenberg, R., 1978. Macrobenthic Succession in Relation to Organic Enrichment and Pollution of the Marine Environment. *Oceanography and Marine Biology—An Annual Review*, 16, 229-311.

Sneli, J.-A. 1968. The intertidal distribution of polychaetes and molluscs on a muddy shore in Nord-Møre, Norway. *Sarsia*, 31(1), 63-68.

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

# 6 Vedlegg

## Vedlegg A.

### Toktrapport

Toktrapport Grandefjæra – bløtbunn 2017 Side 1/4

Norsk  
Institutt  
for  
Vannforskning

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 22 18 51 00  
Fax: 22 18 52 00

ANALYSE  
RAPPORT



---

### Toktrapport bløtbunn Grandefjæra

Forfattere og feltdeltakere: Hilde Cecilie Trannum og Jarle Håvardstun

---



Feltarbeidet fant 14. juni 2017 med fartøyet Varna og to stk. mannskap (ansvarlig Magne Auren). Det var overskyet og fin, rolig sjø. Utover dagen blåste det litt mer opp.

Fire stasjoner ble prøvetatt; tre stasjoner i Grandefjæra og en stasjon som referanse i Innstrandfjæra. Stasjonenes posisjoner og dyp er vist i Tabell 1. Beskrivelser av grabbprovene er gitt i Tabell 2. Referansestasjonen ble lagt på en egnet lokalitet på omtrent midlere dyp til de tre stasjonene. Fra hver stasjon ble det tatt tre prøver til faunaanalyse med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen-grabb. Det ble i tillegg tatt sedimentprøver fra hver stasjon for analyse av kornstørrelse fra 0-5 cm sjiktet samt total organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) fra 0-1 cm sjiktet fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate. Sist ble det tatt prøver til miljøgifter fra 0-10 cm sjiktet. Disse ble fordelt på to glass.

Prøvetaking og behandling ble utført i henhold til NS-EN ISO 16665:2013 og NS-EN ISO 5667-19:2004. For å bestemme fargen på sedimentets overflatelag ble det brukt Munsells fargekart for jord og sedimenter. Volum ble bestemt vha. målepinne tilhørende grabben.


Ingen avvik ble registrert under feltarbeidet.

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

Tabell 1. Posisjoner og dyp for botbunnsprøvetakingen for Grandefjæra i 2017. Det ble tatt waypoints med GPS for hvert grabbskudd. Oppgitt posisjon er gjennomsnittet av posisjonene for stasjonen.

Stasjonskode	Dato	Nord	Øst	Dyp (m)
GF-1	14.06.17	63,70370	9,557168	22-24
GF-2	14.06.17	63,70192	9,554177	50-51
GF-3	14.06.17	63,69232	9,52494	86
IF-Ref	14.06.17	63,74031	9,633029	40-43

Tabell 2. Sedimentbeskrivelse for bløtbunnsprøver for Tilstanden i Grandefjæra 2017


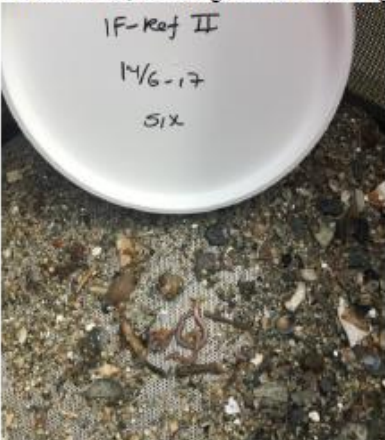
Stasjon	Beskrivelse
GF-1	<p>Olivenfarget siltig og kompakt sediment med noe skjellrester. 8-10 l.</p> <p>Synlige fauna bestående av mye rørbyggende (<i>Owenia</i>, <i>Galathowenia</i>) og frittlevende (<i>Glycera</i>, <i>Gulmus</i>) børstemark, sjøpølse og kuskjell.</p> <p>Sedimentprøver til TOC, TN, kornfordeling og miljøgifter ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate.</p> <p>Munsell 5Y 3/2.</p> <p>To bomskudd.</p> 

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.



<b>GF-2</b>	<p>Olivenfarget siltig, kompakt, sediment med noe skjellrester. 10-12 l.</p> <p>Synlige fauna bestående av mye rørbyggende borstemark, sjøpolser, sjømus og eremittkreps.</p> <p>Sedimentprøver til TOC, TN, kornfordeling og miljøgifter ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate</p> <p>Munsell 5Y 3/2.</p> 
-------------	---

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

<b>GF-3</b>	<p>Olivenfarget siltig, kompakt og hardt sediment med skjellrester. 10-12 l.</p> <p>Synlige fauna bestående av mye rørbyggende (<i>Owenia</i> mm.) og frittlevende borstemark (Gullmus mm), sjøsterne, slangestjerne og tangloppe. Mye dyr.</p> <p>Sedimentprøver til TOC, TN, kornfordeling og miljøgifter ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate.</p> <p>Munsell 5Y 3/2.</p> 
<b>IF-Ref</b>	<p>Olivenfarget, homogent sediment bestående av silt/sand med innslag av skjellrester. 5-8 l. Mye sikterest.</p> <p>Synlige fauna bestående av rørbyggende borstemark (Gullmus mm), slangestjerner og sjøpølser.</p> <p>Sedimentprøver til TOC, TN, kornfordeling og miljøgifter ble tatt fra grabb med uforstyrret sedimentoverflate</p> <p>Munsell 5Y 4/2.</p> <p>To bomskudd; et fordi grabben var lekk og et pga. slimål.</p> 

Denne analyserapporten får kun kopieres i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

## Vedlegg B.

Artsliste for bløtbnunnsprøvene fra dypvannsområdet i Grandefjæra (GF) og referanseområdet i Innstrandfjæra (IF-ref), 14. juni 2017. Kvantitative prøver tatt med 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb.

Gruppe	Stasjon Art Replikat	GF-1			GF-2			GF-3			IF-ref		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Anthozoa	Anthozoa indet	1		1			1		1			3	5
	Cerianthus lloydii						1						
	Edwardsia sp	1				1						2	
Asciacea	Molgula sp.		5		3	3	4				3		1
Caudofoveata	Caudofoveata	1	3	1	4	2	2	1	4		4	1	2
Holothuroidea	Leptopentacta elongata	2	2		1	1	3		1				
	Psolidium oloughlini	1											
	Psolus squamatus										1	1	1
	Labidoplax buskii						1						
	Echinocucumis hispida	1	1	3					2	5		1	1
	Panningia hyndmani									2			
	Pseudothyone raphanus				1			7	7	10		2	3
Nemertea	Nemertea indet	1	3	3	2	3		2			2	1	
Phoronida	Phoronis muelleri		6	9	5	3	4				1	1	
Priapulida	Priapulus caudatus	2	2	1									
Scaphopoda	Antalis entalis				2	1	2	2	1		1		1
Sipunculidae	Sipunculidae indet	1											
	Nephasoma (Nephasoma) minutum									1		8	
	Phascolion (Phascolion) strombus	2	1			1					2	1	3
Amphipoda	Ampelisca macrocephala			1	2								
	Ampelisca macrocephala							1		3	1		
	Ampelisca sp.							1		1	1	1	
	Byblis sp.							2	1				
	Haploops sp.					1			1		1		
	Atylus vedlomensis		1							2			
	Unciola planipes								2	1			
	Gammaridea indet	1	1	2			3		4			2	
	Acidostoma sp.								1				
	Tryphosites longipes							1					
	Eriopisa elongata									1			
	Westwoodilla caecula	1		1	1	1	1		1			2	
	Harpinia antennaria				1	3	1		2		4	7	1
Harpinia sp.							1		1				
Podoceridae indet							1	1					
Copepoda	Calanoida indet		1										1
Crustacea	Crustacea juvenil												2
Cumacea	Brachydiastylis resima							13	5	2			
	Diastylis sp.							4	1	4			
	Hemilamprops roseus							1	1				
	Eudorella sp.								2				3
	Leucon sp.								1	1			
	Campylaspis costata							3		3			
Decapoda	Galathea sp.	1											
	Paguridae indet		1										
	Liocarcinus pusillus	2										2	
Isopoda	Gnathia sp.				1	1							
Ostracoda	Ostracoda indet								1			1	
Tanaidacea	Asellota indet							1					

Gruppe	Stasjon Art Replik	GF-1			GF-2			GF-3			IF-ref		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Echinoidea	Echinocardium cordatum		1										
Asteroidea	Pseudarchaster parelii								1				
Bivalvia	Arctica islandica	7	5	8	8	4	10	1	2	1	3		3
	Cerastoderma edule		2	1								1	
	Laevicardium crassum			1									
	Acanthocardia echinata	3	2				1	4	9	5	1		
	Corbula gibba					1							
	Cuspidaria cuspidata					1			1				
	Hiatella arctica	3	2	3									3
	Limaria loscombi							3		1			
	Myrtea spinifera								1	2			
	Mya arenaria							4	1	1			
	Modiolula phaseolina								1				
	Nuculana minuta					2		4	2	5			
	Nucula nitidosa	1						1					
	Ennucula tenuis									1			
	Aequipecten opercularis								3	2			
	Palliolium striatum	1											
	Pectinidae indet											1	
	Gari depressa	2	1	1			1						
	Abra alba	2			3	1			2	2			
	Abra nitida			1		2	1	11	9	3	1	3	
Thyasira flexuosa	44	38	46	25	20	29	42	36	18	2	14	9	
Thyasira sarsii								3				1	
Gastropoda	Gastropoda indet					1							
	Aporrhais pespelecani	2	1										
	Ariadnaria borealis	1											
	Cylichna cylindracea		1	2	1							2	
	Vitreolina philippi	2											
	Lepidochitona (Lepidochitona) cinerea	6	9	14							1	3	9
	Euspira montagui				1								
	Euspira nitida			1									1
	Philine aperta					1		1					
	Turritella communis	3	3	2									
Ophiuroidea	Ophiuroidea indet	1		5					1			1	
	Amphiura chiajei				2	1	3	8	5	2	1	1	1
	Amphiura filiformis		1		14	9	4	4	10	9			4
	Ophiocomina nigra			1									
	Ophiura albida							4					
	Ophiura sp.		1										
Polychaeta	Ampharete baltica											5	
	Ampharete finmarchica	4	2	8	4	1	1		1		3	3	2
	Ampharete sp.			1					1	2			
	Amphicteis gunneri	7											
	Melinna cristata	1	4		4	4	2	9	50	109	3		
	Paramphinome jeffreysii				18	19	15	247	209	122			1
	Ampharete octocirrata	2			8	13	23	8	10	15	12		
	Samytha sexcirrata						1						
	Aphrodita aculeata					1				1			
	Dasybranchus caducus							1					
Mediomastus fragilis	29	16	11	5	14	6	3	3		8	7	9	

Gruppe	Stasjon Art Replikat	GF-1			GF-2			GF-3			IF-ref		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	Notomastus latericeus	14		12	8	5	9	4	15	11	6	3	4
	Aphelochaeta sp.			5				1	3	1			
	Chaetozone setosa	3		3				4	6	6		8	2
	Chaetozone sp.				1				2	1			
	Cirratulidae indet									2			
	Cirratulus caudatus								1	1			
	Cirratulus cf. incertus	5	5	6								1	2
	Cirratulus cirratus	1		1				1					
	Cirratulus sp.				1								
	Dodecaceria concharum			2									
	Eunice pennata												2
	Diplocirrus glaucus	2	1	8	24	17	14	25	33	23	10	12	2
	Glycera alba	2	1	2	1	2	3				3		2
	Goniada maculata	8	8	3	7	5	6	3	4	1	5	12	4
	Nereimyra punctata			2	1	2			2	1		1	5
	Abyssoninoe hibernica						1	3	5	5		1	1
	Lumbrineris cf. cingulata	16	1	7		3		1		2			2
	Scoletoma fragilis										1		
	Chirimia biceps								1	2			
	Euclymene droebachiensis				3	4	6	4	8	3	1		
	Maldane sarsi				1	1		3					
	Nicomache lumbricalis			1	2			1		1			
	Notoproctus sp.								1				
	Petaloproctus tenuis			9									
	Praxillella affinis				4				1	1			1
	Rhodine gracilior	15	4	7	9	15	13	6	4		6	3	5
	Rhodine loveni	2						1	1				
	Nephtys hombergii	1	1			3					1	1	2
	Eunereis longissima			1									
	Neanthes fucata		1	1									2
	Platynereis dumerilii			1									
	Ophelina cylindricaudata								1				
	Ophelina norvegica				1							2	1
	Orbinia latreillii										1		
	Phylo norvegicus											1	
	Scolelepis (Scolelepis) foliosa	2											
	Scoloplos armiger	18	19	9	7	6	3	1	2		3		2
	Galathowenia oculata	86	169	159	122	168	136	78	80	63	107	101	89
	Owenia borealis	2		1		1		27	13	54	3	4	1
	Paradoneis eliasoni	1		1		2				1		3	
	Amphictene auricoma	3		4	8	2	1				1	2	
	Lagis koreni					1			2				1
	Pholoe baltica	9	1	5	11	16	13	27	39	31	10	10	13
	Pholoe pallida				1	1				1		2	
	Eteone longa/flava	1				1			1		1		
	Eumida sanguinea	2	1			4	3	4	5	7			2
	Phyllodoce maculata	1		2	4	3	2						
	Phyllodoce mucosa					1	3						
	Pseudomystides limbata			1									
	Enipo kinbergi				1	1							
	Gattyana cirrhosa												2
	Harmothoe glabra	4	4	7	1	7	4		2		2	5	7

Gruppe	Stasjon Art Replikat	GF-1			GF-2			GF-3			IF-ref		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
	<i>Bispira crassicornis</i>			1	1	1		1					2
	<i>Chone fauveli</i>			1		1							
	<i>Chone</i> sp.					1	1	1	1				
	<i>Euchone papillosa</i>											1	
	<i>Jasmineira caudata</i>	75	22	51				2			20		34
	<i>Jasmineira</i> sp.							1			2		
	Sabellidae indet												1
	<i>Lipobranchius jeffreysii</i>												1
	<i>Polyphysia crassa</i>					1							
	<i>Scalibregma inflatum</i>	3	1	1	1		1						
	<i>Hydroides norvegica</i>	5	3	17							3	4	3
	<i>Spirobranchus triqueter</i>			1									
	<i>Fimbriosthenelais zetlandica</i>			1		2						1	
	<i>Sphaerodorum gracilis</i>							3					
	<i>Laonice</i> sp.									1			
	<i>Prionospio cirrifera</i>	9	16	14	8	33	19		3	6	15	14	23
	<i>Pseudopolydora paucibranchiata</i>	412	636	628	515	467	490	8	6	15	162	66	46
	<i>Spio filicornis</i>		1	1	3	3	3						
	<i>Erinaceusyllis erinaceus</i>	1											
	<i>Exogone naidina</i>	6	11	6							3	10	12
	<i>Parexogone hebes</i>												1
	<i>Pionosyllis</i> sp.												3
	<i>Syllis cornuta</i>	9	11	11	4	3	6	10	12	8	1		3
	<i>Syllis gracilis</i>												1
	<i>Syllis hyalina</i>												1
	<i>Amphitrite cirrata</i>		1		4	4	3			1		1	2
	<i>Hauchiella tribullata</i>				2					2			
	<i>Lysilla loveni</i>				1								
	<i>Paramphitrite tetrabranchia</i>								2	1		1	
	<i>Pista cristata</i>				9	9	12	36	39	34	1		1
	<i>Polycirrus plumosus</i>	5	3	8	12	8	15	7		1	3	5	8
	<i>Polycirrus</i> sp.							2					
	<i>Streblosoma intestinale</i>						3						
	<i>Thelepus cincinnatus</i>				4								1
	<i>Terebellides stroemii</i>	1	1	1	2	1	5		8	3	3	6	3
	<i>Trichobranchus glacialis</i>										2		
	<i>Trichobranchus roseus</i>	3	5		5	6	10	3			7	2	3



## Vedlegg C.

Fotografier fra feltarbeidet i det grunne området av Grandefjæra og Innstrandfjæra. (foto: Siri Moy).

**GF4**



**GF5**





GF6



IF1





**IF2**



**IF3**



## Vedlegg D.

Posisjoner og notater fra droppkameraundersøkelsene gjort ved de tre stasjonene i Grandefjæra i 2017. Posisjoner er gitt i wgs84.

Stasjon	Transekt nr	Lat	Long	Dyp (m)	Substrat	Kommentar
GFSt1	1	63,70694	9,543756	3,3	Sand, stein og skjellrester. Fjell øverste 0,5 m	Langstrakt sandbank på ca 5 m
		63,70829	9,543652	2,9		Spredt-vanlig med sukkertare ( <i>Saccharina latissima</i> ) og svarte slangestjerner ( <i>Ophiocoma nigra</i> ). Spredt med røde kråkeboller ( <i>Echinus esculentus</i> )
		63,70905	9,543552	0		Fjæra. Tare opp til 0,5m
GFSt2	1	63,72054	9,537793	31	Fjell med mye sand på flatere parti. Noe stein	Bart fjell med røde kråkeboller
		63,72036	9,537191	16		Sand og stein (trolig fjell under). Enkeltfunn av juvenil sukkertare på ca 15m
		63,72028	9,537149	13		Spredte forekomster av sukkertare
		63,71955	9,537939	2		Dominerende med nedbeitet draughtare ( <i>Saccorhiza polyschides</i> )
		63,71939	9,53808	0		Fjæra. Tare opp til 0,5m.
GFSt2	2	63,72058	9,536841	21,3	Fjell med mye sediment	Endel <i>Echinus esculentus</i>
		63,72024	9,537181	12		Spredt med sukkertare
		63,71918	9,537624	0		Fjæra. Tare opp til 0,4m
GFSt2	3	63,72058	9,53536	32,7	Skjellsand opp til 23m. Fjell videre opp. Endel sand på fjell på flatere parti	Skjellsand
		63,7202	9,536028	10		Spredt med sukkertare
		63,72013	9,536157	6		Vanlig med sukkertare, spredt med draughtare og stortare
		63,71911	9,537043	0		Fjæra. Tare opp til 0,5m
GFSt3	1	63,64747	9,509129	20,5	Sand med stein. Stein fra ca 2m, og fjell i fjæra	Sand med enkelte stein. Enkelte røde kråkeboller
		63,64695	9,510302	15		Enkeltfunn av tare (trolig stortare?)
		63,6456	9,511765	0		Fjæra. Tare opp til 0,5m
GFSt3	2	63,64742	9,510106	19,7	Sand med stein. Stein fra ca 2m, og fjell i fjæra	Sand med småstein
		63,64669	9,510885	15,7		Første observasjon av sukkertare
		63,6456	9,511641	0		Fjæra. Tare opp til 0,5m
GFSt3	3	63,64739	9,510099	19,3	Sand med stein. Stein fra ca 3m, og fjell i fjæra	Sand og småstein
		63,64672	9,510476	15,3		Første observasjon av sukkertare 16m
		63,64557	9,511733	0		fjæra

## Vedlegg E.

Verdier og EQR-verdier for parameterne som inngår i beregning av nEQR-verdi på de tre undersøkte stasjonene i Grandefjæra 2017. Fargene illustrerer statusklasse: Blå = meget god tilstand, Grønn = god tilstand, Gul = moderat tilstand, Oransje = Dårlig tilstand. Skraverte celler betyr at EQR-verdien ikke skal inkluderes i beregning av nEQR-verdi for stasjonen grunnet lavt artsantall (under 14).

EQR beregning	GFSt1		GFSt2		GFSt3	
	Verdi	EQR	Verdi	EQR	Verdi	EQR
Normalisert rikhet (ant arter)	14,8	0,59	12	0,47	6	0,28
%grønn/tot	15	0,85	25	0,70	17	0,83
%rød/tot	46	0,82	50	0,83	33	0,67
ESG1/ESG2	1,6	0,89	0,78	0,78	2,0	0,94
%opp/tot	15,4	0,79	25,0	0,60	17	0,77
Sum forekomst brun	45	0,62	55	0,66	22	0,36
<b>nEQR</b>		<b>0,71</b>		<b>0,67</b>		<b>0,56</b>

## Vedlegg F.

Art/taxaliste for dyr og alger i fjæresonen på tre stasjoner undersøkt i Grandefjæra i 2017.  
 1 = enkeltfunn, 2 = spredt forekomst (0 - 10 %), 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %), 4 = vanlig forekomst (25 – 50 %), 5 = betydelig forekomst (50 – 75 %), 6 = dominerende forekomst (75 – 100 %)

Stasjon	GFSt1	GFSt2	GFSt3
Område	Sauvika	Tørresholmen	Nesvikhaugen
Dato/Tid:	12.10.17 11:00	11.10.17 15:12	12.10.17 13:00
<b>Rødalger</b>			
Ceramium rubrum	2	2	
Chondrus crispus	2		
Corallina officinalis	2	2	
Dumontia contorta		1	
Hildenbrandia rubra	3	2	2
Membranoptera alata		2	
Polysiphonia sp.		1	
Porphyra cf. umbilicalis	2	3	
Rød skorpeformet kalkalge	2	2	3
<b>Brunalger</b>			
Ascophyllum nodosum	1		
Elachista fucicola	2	2	3
Fucus spiralis	2	3	
Fucus vesiculosus	5	5	2
Pelvetia canaliculata	3	4	3
<b>Grønnalger</b>			
Blidingia minima		5	2
Cladophora rupestris	2	2	
Ulothrix/Urospora sp.	6	5	
Ulva compressa		2	
Ulva intestinalis		2	
<b>Blågrønnalger</b>			
Cyanophyceae div. indet.	6		
<b>Dyr</b>			
Balanus balanoides	6	5	6
Balanus sp.	5	5	5
Littorina littorea	4	2	3
Littorina obtusata	2	1	
Littorina saxatilis	2	1	
Mytilus edulis	3	2	2
Nucella lapillus	2		3
Patella sp.	4	2	4

## Vedlegg G.

## Analyserapporter



Gaustadalleen 21  
0349 Oslo  
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no



## ANALYSERAPPORT

RapportID: 8299

**Kunde:** Sigurd Ørnevad  
**Prosjektnummer:** O 17198 Redegjørelse av miljøtilstanden i Grandefjæra ved Orlandet flystasjon

	<b>Analyseoppdrag:</b>	626-4500
	<b>Versjon:</b>	1
	<b>Dato:</b>	20.09.2017
26/06/2017 ALR: Kommentar på rekvisisjon: "Ressursnr: 54533 (Freddy Engelstad) Prosjekt 150040 Oppfølgende undersøkelser i Grandefjæra."		

**Provenr.:** NR-2017-06124  
**Provetype:** SEDIMENT  
**Provetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** -

**Provemerking:** GF1/Grandefjæra 1 0-10  
**Stasjon:** : GF1 Grandefjæra1  
**KjerneID/Replikat:** : A  
**Provetakningsdybde:** : 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm  
**Provetakningsmetode:** Grab sampler

## Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluoroktansyre (PFOA)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
Perfluoroktansulfonat (PFOS)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
Sum PFOS/PFOA ekv.	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
LOQ						

**Provenr.:** NR-2017-06125  
**Provetype:** SEDIMENT  
**Provetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** -

**Provemerking:** GF2/Grandefjæra 2 0-10  
**Stasjon:** : GF2 Grandefjæra2  
**KjerneID/Replikat:** : A  
**Provetakningsdybde:** : 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm  
**Provetakningsmetode:** Grab sampler

## Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluoroktansyre (PFOA)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
Perfluoroktansulfonat (PFOS)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
Sum PFOS/PFOA ekv.	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
LOQ						

**Provenr.:** NR-2017-06126  
**Provetype:** SEDIMENT  
**Provetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** -

**Provemerking:** GF3/Grandefjæra 3 0-10  
**Stasjon:** : GF3 Grandefjæra3  
**KjerneID/Replikat:** : A  
**Provetakningsdybde:** : 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm  
**Provetakningsmetode:** Grab sampler

## Kommentar:

## Tegnforklaring:

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

&lt;: Mindre enn, &gt;: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårvækt.

Side 1 av 4

**Provenr.:** NR-2017-06126  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** -

**Prøvemerkning:** GF3/Grandefjæra 3 0-10  
**Stasjon:** GF3 Grandefjæra3  
**KjemeID/Replikant:** A  
**Prøvetakingsdybde:** 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluoroktansyre (PFOA)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,15	µg/kg V.V.			Eurofin
Sum PFOS/PFOA ekvkl.	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,20	µg/kg V.V.			Eurofin

LOQ

**Provenr.:** NR-2017-06127  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** -

**Prøvemerkning:** IF/InnstrandfjæraREF 0-10  
**Stasjon:** IF InnstrandfjæraREF  
**KjemeID/Replikant:** A  
**Prøvetakingsdybde:** 0,00 m Snitt: 0,00-10,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluoroktansyre (PFOA)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	<0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)*	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,10	µg/kg V.V.			Eurofin
Sum PFOS/PFOA ekvkl.	Intern metode (EKSTERN_EF)	0,15	µg/kg V.V.			Eurofin

LOQ

**Provenr.:** NR-2017-06128  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** 15.09.2017 - 15.09.2017

**Prøvemerkning:** GF1/Grandefjæra 1 0-5  
**Stasjon:** GF1 Grandefjæra1  
**KjemeID/Replikant:** A  
**Prøvetakingsdybde:** 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	29	% TS	20%		

**Provenr.:** NR-2017-06129  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** 15.09.2017 - 15.09.2017

**Prøvemerkning:** GF2/Grandefjæra 2 0-5  
**Stasjon:** GF2 Grandefjæra2  
**KjemeID/Replikant:** A  
**Prøvetakingsdybde:** 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	43	% TS	20%		

#### Tegnforklaring

\*: Ikke omfattet av akkrediteringen

Side 2 av 4

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereportoren må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som vårrekt.



**Provenr.:** NR-2017-06130  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** 15.09.2017 - 15.09.2017  
**Prøvemerkning:** GF3/Grandefjæra 3 0-5  
**Stasjon:** : GF3 Grandefjæra3  
**KjerneID/Replikat:** : A  
**Prøvetakingsdybde:** : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	54	% TS	20%		

**Provenr.:** NR-2017-06131  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** 15.09.2017 - 15.09.2017  
**Prøvemerkning:** IF/InnstrandfjæraREF 0-5  
**Stasjon:** : IF InnstrandfjæraREF  
**KjerneID/Replikat:** : A  
**Prøvetakingsdybde:** : 0,00 m Snitt: 0,00-5,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
<63 µm*	Intern metode (INTERN_NIVA)	30	% TS	20%		

**Provenr.:** NR-2017-06132  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** 29.08.2017 - 29.08.2017  
**Prøvemerkning:** GF1/Grandefjæra 1 0-1  
**Stasjon:** : GF1 Grandefjæra1  
**KjerneID/Replikat:** : A  
**Prøvetakingsdybde:** : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	1,1	µg N/mg TS	27%	1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	8,9	µg C/mg TS	20%	1,0	

**Provenr.:** NR-2017-06133  
**Prøvetype:** SEDIMENT  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017  
**Analyseperiode:** 29.08.2017 - 29.08.2017  
**Prøvemerkning:** GF2/Grandefjæra 2 0-1  
**Stasjon:** : GF2 Grandefjæra2  
**KjerneID/Replikat:** : A  
**Prøvetakingsdybde:** : 0,00 m Snitt: 0,00-1,00 cm  
**Prøvetakingsmetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	1,4	µg N/mg TS	21%	1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	11,4	µg C/mg TS	20%	1,0	

#### Tegnforklaring

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

< : Mindre enn, > : Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Deresom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som viltrekt.

**Provenr.:** NR-2017-06134 **Provemerkning:** GF3/Grandefjæra 3 0-1  
**Provetype:** SEDIMENT **Stasjon:** GF3 Grandefjæra3  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00 **KjerneID/Replikant:** A  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017 **Prøvetakingsdybde:** 0,00 m **Snitt:** 0,00-1,00 cm  
**Analyseperiode:** 29.08.2017 - 29.08.2017 **Prøvetakingemetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	1,8	µg N/mg TS	20%	1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	13,8	µg C/mg TS	20%	1,0	

**Provenr.:** NR-2017-06135 **Provemerkning:** IF/InnstrandfjæraREF 0-1  
**Provetype:** SEDIMENT **Stasjon:** IF InnstrandfjæraREF  
**Prøvetakningsdato:** 14.06.2017 00.00.00 **KjerneID/Replikant:** A  
**Prøve mottatt dato:** 26.06.2017 **Prøvetakingsdybde:** 0,00 m **Snitt:** 0,00-1,00 cm  
**Analyseperiode:** 29.08.2017 - 29.08.2017 **Prøvetakingemetode:** Grab sampler

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Total nitrogen	Intern metode (G6-2)	1,1	µg N/mg TS	27%	1,0	
Totalt organisk karbon	Intern metode (G6-2)	7,7	µg C/mg TS	20%	1,0	



Norsk institutt for vannforskning

Trine Olsen

Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

#### Tegnforklaring

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

Side 4 av 4

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som viltvekt.



Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Tel: 02348 / (+47) 22 18 51 00  
E-post: niva@niva.no

## ANALYSERAPPORT

RapportID: 8715

Kunde: Sigurd Ørnevad  
Prosjektnummer: O 17198 Redegjørelse av miljøtilstanden i Grandefjæra ved Ørdandet flystasjon

Analyseoppdrag:	626-4499
Versjon:	1
Dato:	21.11.2017

Provenr.:	NR-2017-06120	Provermerking:	LeirbS Leirbekkensnegl
Provetype:	BIOTA	Stasjon :	LeirbS Leirbekkensnegl
Provetalkningsdato:	11.10.2017 00.00.00	Art :	LITT LIT/Littorina littorea/Storstrandsnegl
Prove mottatt dato:	20.10.2017	Vev :	SB/Whole soft body
Analyseperiode:	06.11.2017 - 06.11.2017	Individnr:	0

## Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	Internal Method 1	< 0,0720	ng/g			Eurofins b)
Perfluorbutansyre (PFBA)	Internal Method 1	0,243	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansulfonat (PFDS)	Internal Method 1	< 0,0720	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansyre (PFDA)	Internal Method 1	0,117	ng/g			Eurofins b)
Perfluordodekansyre (PFDOA)	Internal Method 1	< 0,0480	ng/g			Eurofins b)
)						
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	Internal Method 1	0,139	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheksansyre (PFHxA)	Internal Method 1	0,255	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	Internal Method 1	< 0,0720	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansyre (PFHpA)	Internal Method 1	0,375	ng/g			Eurofins b)
Perfluornonansyre (PFNA)	Internal Method 1	0,245	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	Internal Method 1	0,324	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansyre (PFOA)	Internal Method 1	0,176	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	Internal Method 1	15,3	ng/g			Eurofins b)
Perfluorpentansyre (PFPeA)	Internal Method 1	0,140	ng/g			Eurofins b)
Perfluortetradekansyre (PFTA)	Internal Method 1	< 0,0480	ng/g			Eurofins b)
)						
Perfluortidekansyre (PFTtA)	Internal Method 1	< 0,0480	ng/g			Eurofins b)
Perfluorundekansyre (PFUdA)	Internal Method 1	0,0646	ng/g			Eurofins b)
)						
Perfluor-3,7-dimetylokansyre (PF37DMOA)	Internal Method 1	< 0,0961	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	Internal Method 1	21,9	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	Internal Method 1	22,5	ng/g			Eurofins b)
Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	Internal Method 1	15,5	ng/g			Eurofins b)
Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	Internal Method 1	15,5	ng/g			Eurofins b)
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS, H4PFOS)	Internal Method 1	3,33	ng/g			Eurofins b)

## Tegnforklaring:

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

Side 1 av 4

&lt; : Mindre enn, &gt; : Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.



**Provenr.:** NR-2017-06120 **Provermerking:** LeirbS Leirbekkensnegl  
**Provetype:** BIOTA **Stasjon :** LeirbS Leirbekkensnegl  
**Provetakningsdato:** 11.10.2017 00.00.00 **Art :** LITT LIT/Littorina littorea/Storstrandsnegl  
**Prove mottatt dato:** 20.10.2017 **Vev :** SB/Whole soft body  
**Analyseperiode:** 06.11.2017 - 06.11.2017 **Individnr:** 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
7H-dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	Internal Method 1	< 0,0961	ng/g			Eurofins b)

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

**Provenr.:** NR-2017-06121 **Provermerking:** Djupdalbs Djupdalbekkensnegl  
**Provetype:** BIOTA **Stasjon :** Djupdalbs Djupdalbekkensnegl  
**Provetakningsdato:** 11.10.2017 00.00.00 **Art :** LITT LIT/Littorina littorea/Storstrandsnegl  
**Prove mottatt dato:** 20.10.2017 **Vev :** SB/Whole soft body  
**Analyseperiode:** 06.11.2017 - 06.11.2017 **Individnr:** 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	Internal Method 1	< 0,0743	ng/g			Eurofins b)
Perfluorbutansyre (PFBA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansulfonat (PFDS)	Internal Method 1	< 0,0743	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansyre (PFdCA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluordodekansyre (PFDoA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	Internal Method 1	< 0,0743	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheksansyre (PFHxA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	Internal Method 1	< 0,0743	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansyre (PFHpA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluorononansyre (PFNA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansyre (PFOA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	Internal Method 1	0,855	ng/g			Eurofins b)
Perfluorpentansyre (PFPeA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluortetradekansyre (PFTA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluortridekansyre (PFTTrA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluorundekansyre (PFUdA)	Internal Method 1	< 0,0495	ng/g			Eurofins b)
Perfluor-3,7-dimetyloktansyre (PF37DMOA)	Internal Method 1	< 0,0991	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	Internal Method 1	1,27	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	Internal Method 1	2,46	ng/g			Eurofins b)
Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	Internal Method 1	0,855	ng/g			Eurofins b)
Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	Internal Method 1	0,904	ng/g			Eurofins b)
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS, H4PFOS)	Internal Method 1	0,147	ng/g			Eurofins b)
7H-dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	Internal Method 1	< 0,0991	ng/g			Eurofins b)

Tegnforklaring:

\*: Ikke omfattet av akkrediteringen

Side 2 av 4

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

**Provenr.:** NR-2017-06122      **Provermerking:** MeldalsbS Meldalsbekkensnegl  
**Provetype:** BIOTA      Stasjon : MeldalsbS Meldalsbekkensnegl  
**Prøvetakningsdato:** 11.10.2017 00.00.00      Art : LITT LIT/Littorina littorea/Storstrandsnegl  
**Prøve mottatt dato:** 20.10.2017      Vev : SB/Whole soft body  
**Analyseperiode:** 06.11.2017 - 06.11.2017      Individnr: 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	Internal Method 1	< 0,0697	ng/g			Eurofins b)
Perfluorbutansyre (PFBA)	Internal Method 1	< 0,0465	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansulfonat (PFDS)	Internal Method 1	< 0,0697	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansyre (PFDCa)	Internal Method 1	0,0594	ng/g			Eurofins b)
Perfluordodekansyre (PFDOa)	Internal Method 1	< 0,0465	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	Internal Method 1	< 0,0697	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheksansyre (PFHxA)	Internal Method 1	< 0,0465	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	Internal Method 1	< 0,0697	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansyre (PFHpA)	Internal Method 1	0,152	ng/g			Eurofins b)
Perfluornonansyre (PFNA)	Internal Method 1	0,0850	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	Internal Method 1	< 0,0465	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansyre (PFOA)	Internal Method 1	0,0727	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	Internal Method 1	1,14	ng/g			Eurofins b)
Perfluorpentansyre (PFPeA)	Internal Method 1	< 0,0465	ng/g			Eurofins b)
Perfluortetradekansyre (PFTA)	Internal Method 1	< 0,0465	ng/g			Eurofins b)
Perfluortridekansyre (PFTtA)	Internal Method 1	0,0497	ng/g			Eurofins b)
Perfluorundekansyre (PFUdA)	Internal Method 1	0,0685	ng/g			Eurofins b)
Perfluor-3,7-dimetyloktansyre (PF37DMOA)	Internal Method 1	< 0,0929	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	Internal Method 1	2,25	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	Internal Method 1	3,09	ng/g			Eurofins b)
Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	Internal Method 1	1,22	ng/g			Eurofins b)
Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	Internal Method 1	1,22	ng/g			Eurofins b)
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS, H4PFOS)	Internal Method 1	0,208	ng/g			Eurofins b)
7H-dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	Internal Method 1	< 0,0929	ng/g			Eurofins b)

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00

**Provenr.:** NR-2017-06123      **Provermerking:** IFRefS Innstrandfjærasnegl  
**Provetype:** BIOTA      Stasjon : IFRefS Innstrandfjærasnegl  
**Prøvetakningsdato:** 11.10.2017 00.00.00      Art : LITT LIT/Littorina littorea/Storstrandsnegl  
**Prøve mottatt dato:** 20.10.2017      Vev : SB/Whole soft body  
**Analyseperiode:** 06.11.2017 - 06.11.2017      Individnr: 0

Kommentar:

## Tegnforklaring:

\* : Ikke omfattet av akkrediteringen

&lt;: Mindre enn, &gt;: Større enn, MU: Måleusikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analyserapporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

Side 3 av 4

**Provenr.:** NR-2017-06123  
**Provetype:** BIOTA  
**Prøvetakningsdato:** 11.10.2017 00.00.00  
**Prøve mottatt dato:** 20.10.2017  
**Analyseperiode:** 06.11.2017 - 06.11.2017

**Provemerking:** IFRefS Innstrandfjærasnegl  
 Stasjon : IFRefS Innstrandfjærasnegl  
 Art : LITT LIT/Littorina littorea/Storstrandsnegl  
 Vev : SE/Whole soft body  
 Individnr: 0

Kommentar:

Analysevariabel	Standard (NIVA metodekode)	Resultat	Enhet	MU	LOQ	Underlev.
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	Internal Method 1	< 0,0710	ng/g			Eurofins b)
Perfluorbutansyre (PFBA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansulfonat (PFDS)	Internal Method 1	< 0,0710	ng/g			Eurofins b)
Perfluordekansyre (PFDA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluordodekansyre (PFDoA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	Internal Method 1	< 0,0710	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheksansyre (PFHxA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	Internal Method 1	< 0,0710	ng/g			Eurofins b)
Perfluorheptansyre (PFHpA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluorononansyre (PFNA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktansyre (PFOA)	Internal Method 1	0,0487	ng/g			Eurofins b)
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	Internal Method 1	0,0740	ng/g			Eurofins b)
Perfluorpentansyre (PFPeA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluortetradekansyre (PFTA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluortidekansyre (PFTtA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluorundekansyre (PFUdA)	Internal Method 1	< 0,0474	ng/g			Eurofins b)
Perfluor-3,7-dimetyloktansyre (PF37DMOA)	Internal Method 1	< 0,0947	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser ekskl. LOQ	Internal Method 1	0,123	ng/g			Eurofins b)
Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	Internal Method 1	1,38	ng/g			Eurofins b)
Sum PFOS/PFOA ekskl. LOQ	Internal Method 1	0,123	ng/g			Eurofins b)
Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	Internal Method 1	0,123	ng/g			Eurofins b)
6:2 Fluortelomersulfonat (FTS, H4PFOS)	Internal Method 1	< 0,0710	ng/g			Eurofins b)
7H-dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	Internal Method 1	< 0,0947	ng/g			Eurofins b)

b) Eurofins - GfA Lab Service GmbH, DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00



Norsk institutt for vannforskning

Trine Olsen

Kvalitetsleder

Rapporten er elektronisk signert

#### Tegnforklaring:

\*: Ikke omfattet av akkrediteringen

<: Mindre enn, >: Større enn, MU: Målesikkerhet (dekningsfaktor k=2), LOQ: Kvantifiseringsgrense

Mod: Intern metode basert på angitt standard

Analysereporten må kun gjengis i sin helhet og uten noen form for endringer. Analyseresultatet gjelder kun for den prøven som er testet.

For biota og sediment: Dersom enhet er uten spesifikk basisangivelse, er resultatet oppgitt som våtvekt.

## NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

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



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)