



Statlig program for forurensningsovervåking

RAPPORT

M-9/2013

Overvåking av Grenlandsfjordene 2012.

Sedimenter og bløtbunnsfauna



Forord

Overvåkingen i Grenlandsfjordene er en del av Statlig program for forurensningsovervåking, som administreres av Miljødirektoratet (tidligere Klima- og forurensningsdirektoratet) Overvåkingen i 2012 var siste året i langtidsprogrammet 2008 - 2012. Programmet er blitt finansiert av Miljødirektoratet og den lokale industrien (Norsk Hydro v/Herøya Industripark, Eramet Norge as, Ineos Norge as og Noretyl as). Programmet for 2012 dekker miljøgifter i fisk og skalldyr og undersøkelse av dyresamfunn og kjemiske forhold på sedimentbunn. Overvåkingen gjennomføres som et samarbeidsprosjekt mellom NIVA og Havforskningsinstituttet Forskningsstasjon Flødevigen (HI).

Foreliggende rapport presenterer resultatene av sedimentundersøkelsene i 2012. Sedimentovervåkingen dekker stasjoner i Frierfjorden, Eidangerfjorden, Langesundsfjorden og Håøyfjorden. Feltarbeidet for overvåkingen ble gjort av NIVA i mai 2012 ved bruk av forskningsfartøyet "FF Trygve Braarud", Universitetet i Oslo.

Nøkkelpersonell for de forskjellige delene av undersøkelsen har vært:

- Innsamling av fauna og sedimentprøver: Bjørnar Beylich og Sigurd Øxnevad
- Fotoregistrering av bunnsedimentene, bildeanalyse og delrapportering: Bjørnar Beylich
- Kjemisk analyse av sedimentprøver: Kine Bæk
- Dataanalyse og delrapportering av sedimentkjemiske resultater: Torgeir Bakke
- Opparbeidelse av faunaprøver, dataanalyse og delrapportering: Gunhild Borgersen
- Rapport: Torgeir Bakke, Bjørnar Beylich og Gunhild Borgersen

Prosjektleder har vært Torgeir Bakke.

Oslo, 30/10/2013

Torgeir Bakke
Seniorforsker, prosjektleder

Forsidebilde: Sedimentprofil fra Frierfjorden Stasjon Ø30. Foto: B. Beylich

Innhold

1. Sammendrag.....	5
2. Summary	7
3. Bakgrunn og målsetning	9
4. Gjennomføring	11
4.1 Feltarbeid og prøveopparbeidelse.....	11
4.1.1 SPI-fotografering.....	13
4.1.2 Innsamling av sedimenter til miljøgiftanalyser	13
4.1.3 Innsamling av faunaprøver	14
4.2 Analyser.....	15
4.2.1 SPI-bilder	15
4.2.2 Miljøgifter i sediment.....	15
4.2.3 Bløtbunnsfauna	15
5. Miljøgifter i sedimentene	17
5.1 Dioksiner og non-orto PCB	17
5.2 Klororganiske forbindelser	17
5.3 Tinnorganiske forbindelser	18
5.4 Sammenlikning med tidligere resultater	19
5.4.1 Dioksiner	20
5.4.2 Klororganiske forbindelser	21
6. Resultater bunnfauna	23
6.1 Faunatilstand ut fra grabbprøver	23
6.2 Faunatilstand ut fra SPI-registreringene.....	29
6.3 Sammenlikning mellom fauna- og SPI-klassifiseringen	32
6.4 Sammenlikning med tidligere faunaundersøkelser.....	33
7. Konklusjoner	37
8. Litteratur	39
9. Vedleggsoversikt.....	41

1. Sammendrag

Denne rapporten beskriver og tolker resultatene på sedimentforurensning og bunnfauna fra 2012. Målet med denne delen av overvåkingen var å kartlegge dagens forhold mht. forurensningsgrad i sedimentene og i dybdeutbredelse og tilstand hos sedimentfaunaen. Feltarbeidet ble utført i perioden 29-31 mai 2012 fra fartøyet "FF Trygve Braarud" og omfattet sedimentprofil-foto (SPI), grabbprøver av bunnfauna og kjerneprøver av sedimentene. Stasjonsnettet dekker 17 stasjoner i Frierfjorden langs en linje fra 20 m dyp utenfor Versvika på østsiden via dypeste punkt på 93 m til 20 m dyp utenfor Balsøya på nordvestsiden, samt en stasjon i dypområdet i henholdsvis Eidangerfjorden, Langesundsfjorden og Håøyfjorden. Sedimentkjerner ble bare tatt fra to stasjoner i Frierfjorden og stasjonen i Langesundsfjorden.

Sedimentanalysene omfattet dioksiner (PCDD og PCDF) og non-*orto* PCB, andre klororganiske stoffer (HCB, OCS og DCB) og en rekke tinnorganiske forbindelser. Analysene dekker primært de øvre 0-2 cm, men fra kjerneprøvene også vertikalfordeling i de øvre 20 cm. SPI-bildene ble brukt til å beregne miljøindeksen BHQ, faunaprøvene til beregning av ulike indekser for diversitet og sårbarhet.

Det høyeste dioksinnivået ble funnet i overflatesedimentet i Frierfjorden på 30 m dyp på stasjon Ø30 sør for Herøya (se Figur 1 for stasjonsplassering). Stasjon V93 på 93 m dyp i Frierfjorden hadde betydelig lavere dioksinnivå enn begge prøvene fra stasjon Ø30. Dioksin-nivået i den dypeste delen av Langesundsfjorden (stasjon F8) var langt lavere enn i Frierfjorden, og vertikalfordelingen indikerte at tilførselen er redusert over tid. Sammenlikning med tidligere data viser at det har vært en gradvis forbedring i dioksinforurensningen i de øvre 2 cm både i dypområdet i Frierfjorden og i grunnområdet sør for Herøya siden 1989, og i Langesundsfjorden iallfall siden 1997. Nivåene av dioksiner er likevel langt over grenseverdien for klasse V.

HCB, OCS og DCB viser i stor grad innbyrdes lik vertikalfordeling i sedimentet. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i 5-10 cm sedimentdyp på stasjon Ø30, med en kraftig nedgang i nivå for alle tre stoffene dypere i sedimentet enn dette. Nivåene på stasjon V93 var omtrent en faktor 4 lavere enn på stasjon Ø30, og uten tydelig endring med sedimentdyp. Nivåene på stasjon F8 var like høye som (DCB) eller litt lavere enn (HCB og OCS) på V93. I den dype delen av Frierfjorden viser alle stoffene entydig reduksjon i nivå i øvre 2 cm over tid siden 1989. Grunnområdet sør for Herøya viste en bedring mellom 1989 og 1997, men denne synes å ha stoppet opp etter det. I dypområdet av Langesundsfjorden er det bare OCS som viser bedring over tid. Mønstrene er til dels meget usikre på grunn av ulik prøvetaking, stasjonsplassering og analyseusikkerhet.

Høyeste TBT-nivå (Miljødirektoratet klasse V) ble funnet i sjiktet 2-5 cm på stasjon V93. Nivåene i 10-20 cm lå i klasse III. Stasjonene Ø30 og F8 hadde omtrent samme vertikalfordelingsmønster (reduksjon med sedimentdyp) og omtrent samme klassifisering (klasse II - III). Konsentrasjonene på stasjon F8 var noe høyere enn på stasjon Ø30 og forskjellen økte nedover i sedimentet. Det er ikke tilgjengelige TBT-data å sammenlikne med fra tidligere år.

Bløtbunnsfaunaen i Frierfjorden og områdene utenfor har over tid vist en svak, men entydig forbedring. I Frierfjorden har nedre grense for faunaforekomst flyttet seg ca. 10 m nedover i forhold til i 2001, dvs. fra 50-60 m dyp til omtrent 70 m dyp. Undersøkelsen i 2012 viser en svak forverring av faunatilstand sammenlignet med forrige undersøkelse i 2008, spesielt på vestsiden av Frierfjorden. Nedre grense for faunaforekomst er den samme på begge sider av fjorden. På en stasjon i det dypeste området sentralt i Eidangerfjorden og tilsvarende i Langesundsfjorden har det vært en bedring i bløtbunnsfaunaen etter år 2000. Det dypeste område av Håøyfjorden har dårligere faunatilstand enn i Eidangerfjorden og Langesundsfjorden, og her har det ikke vært noen endring siden 1987. Indeksverdiene har gått noe ned i 2012 sammenlignet med 2008, men det er ingen endring i tilstandsklassifiseringen. Det var et rimelig godt samsvar mellom klassifisering av økologisk tilstand i bunnsedimentene mellom de to undersøkelsesmetodene som ble brukt (grabbprøver av bunnfauna (NQI1) og fotoanalyse av sedimentprofilen (BHQ), selv om BHQ i dette tilfellet har en tendens til å gi noe bedre tilstand enn NQI1.

2. Summary

Title: Monitoring in the Grenland fjords 2012. Sediments and soft bottom fauna

Year: 2013

Authors: Torgeir Bakke, Gunhild Borgersen, Bjørnar A. Beylich

Source: Norwegian Institute for Water research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6302-2, NIVA report no 6567-2013/2012. Norwegian Environmental Agency Report M-9/2013.

The report describes the results from monitoring of sediment contamination and macrofauna in the Grenland fjords in 2012.

Field work was conducted May 29 - 31 2012 from RV "Trygve Braarud" and comprised sediment profile imaging (SPI), grab sampling of benthic fauna, and core sampling of sediments. A transect across Frierfjorden from Versvika in SE to Balsøya in NE was covered by 17 single grab stations. In addition one station from the deepest part of Eidangerfjorden, Langesundsfjorden and Håøyfjorden was covered, each with four replicate grab samples. Core sampling was made at two stations in Frierfjorden (30 and 93 m depth) and at the fauna station in Langesundsfjorden.

The sediment analyses covered dioxins (PCDD and PCDF) and non-*ortho* PCBs, HCB, OCS, DCB and organotin compounds, both in the upper 0-2 cm and in a vertical profile to 20 cm sediment depth. The SPI photos were used to calculate the BHQ environmental index and the fauna data to calculate various indices of fauna diversity and sensitivity.

The highest level of sum PCDD/PCDF was found in the upper 2 cm at 30 m depth in Frierfjorden (Station Ø30, cf. Figure 1 for station positions). Station V93 at 93 m depth had far lower levels than both the samples from Station Ø30. The concentrations at the deepest part of Langesundsfjorden (Station F8) were far less than in Frierfjorden and the data indicated an improvement over time. Comparison with earlier data shows a gradual improvement in dioxin contamination in the upper 2 cm at the two sites in Frierfjorden since 1989 and in Langesundsfjorden at least since 1997 (no survey in 1989). Still the dioxin levels are far above the limit for environmental status class V (Extremely polluted).

HCB, OCS, and DCB showed essentially the same vertical distribution in the sediments. Highest levels were found in 5-10 cm depth at Station Ø30. A strong decline for all compounds was seen below this. The levels at Station V93 were a factor 4 less than at Station Ø30 and showed no vertical change. At Station F8 the levels were the same as (DCB) or slightly lower than (HCB and OCS) at Station V93. In the deepest part of Frierfjorden the levels of all the compounds at 0-2 cm had decreased since 1989. In the shallow area south of Herøya an improvement had occurred between 1989 and 1997, but not after that. In the deeper area of Langesundsfjorden only OCs showed improvement over time. These patterns are very uncertain due to differences in station positions, analytical strategy and analytical uncertainty.

The highest TBT level (Norwegian Environmental Agency Quality Class V) was found in the 2-5 cm layer at Station V93, and the levels at 10-20 cm were in Class III. Stations Ø30 and F8 had similar vertical distribution patterns (improvement with depth) and levels (Class II - III). The levels at Station F8 were higher than at Station Ø30, and the difference increased with increasing sediment depth. There are no available data to assess trends in TBT contamination over time.

The sediment fauna of the areas studied has shown a weak but unanimous improvement over time. In Frierfjorden the vertical depth range of the fauna had increased by 10 m since 2001, i.e. from 50-60 m to about 70 m depth. The depth extent was the same on both sides of the fjord. The survey in 2012 showed a slight worsening of the fauna conditions compared to 2008, in particular on the western side. The fauna of the deepest part in Eidangerfjorden and Langesundsfjorden also showed an improvement after year 2000. The fauna condition in the deep part of Håøyfjorden was worse than in these fjords, and showed no change since 1987. The index values have decreased slightly from 2008 to 2012, but not sufficiently to change the classification of the ecological condition.

There is a reasonably good correspondence between the classification according to the SPI registration (the BHQ index) and the fauna analysis (the NQI1 index), even though the BHQ values seem to suggest a slightly better condition than the NQI1.

3. Bakgrunn og målsetning

Miljøovervåkingen i Grenlandsfjordene er en del av et langtidsprogram (2008-2012) med årlige undersøkelser av miljøgifter i organismer, undersøkelse av bløtbunnsfauna i 2008 og 2012 og av sedimentforurensning i 2012. Denne rapporten beskriver og tolker resultatene på sedimentforurensning og bunnfauna fra 2012. Målet med denne delen av overvåkingen var å kartlegge dagens forhold mht. forurensningsgrad i sedimentene og i dybdeutbredelse og tilstand hos sedimentfaunaen.

Innholdet av miljøgifter i bunnsedimentene er tidligere undersøkt i 1989 (Næs og Oug 1991), 1997 (Næs 1999) og 2006 (Næs et al 2009). Resultatene viste en halvering i nivå av klorerte forbindelser som kunne knyttes til Hydro Porsgrunn (bl.a. dioksiner og heksaklorbenzen) mellom 1989 og 1997, og for området på ca. 30 m dyp utenfor Versvika en videre ca. 40 % reduksjon mellom 1997 og 2006. Det hadde også vært mindre endringer i nivå av PAH og kvikksølv. Sedimentene var likevel fortsatt til dels betydelig forurenset i 2006.

Tilførsel av partikler, organisk stoff, nitrogen og fosfor til innelukkede fjordområder kan føre til høy sedimentering av organisk materiale som forbraker bunnvannets oksygen når det brytes ned. Mange slike områder er derfor preget av oksygensvikt, dannelse av hydrogensulfid og død bunn. Dette kan ha naturlige årsaker eller være forsterket av menneskeskapt tilførsel (eutrofi). I løpet av de siste 10-20 årene er slike utslipp til Frierfjorden og områdene utenfor blitt redusert og man kan derfor forvente en gradvis bedring i oksygenforholdene på dypere vann.

Makrovertebrater eller i dette tilfellet bløtbunnsfauna er dyr større enn 1 mm som graver i leiremudder- eller sandbunn eller lever på overflaten av sedimentet. Vanligste dyregrupper i bløtbunnsfaunaen er børstemark, muslinger, snegler, krepsdyr og pigghuder. Antall arter på en bløtbunnslokalitet er som oftest mellom 50 og 200. Antall individer er vanligvis mellom 1000 og 3000 pr. kvadratmeter. Ved forurensningspåvirkning og annen stress kan mange av artene forsvinne, slik at artsmangfoldet (diversiteten) blir lavere. Dyrene er følsomme for flere typer av miljøpåvirkninger og følsomheten varierer med art og forurensningstype. Endringer i faunastrukturen kan derfor brukes til å si noe om tilstanden på lokaliteten. Hvis mange av de ømfintlige artene har blitt borte, klassifiseres tilstanden som moderat eller dårligere. Sammensetning av sedimentfauna er derfor en av de viktigste miljøkvalitetsindikatorer i Vannforskriften.

Faunasamfunnet på bløtbunn i Frierfjorden er undersøkt flere ganger tidligere (1987, 1994, 1998, 2001 og 2008). Undersøkelsene ble gjort langs en dypprofil fra 15 - 50 m de to første gangene, i 1998, 2001 og 2008 langs en linje (transekt) fra 20 m dyp utenfor Versvika på østsiden av fjorden via dypeste punkt på 93 m til 20 m dyp utenfor Balsøya på nordvestsiden. Resultatene fram til og med 2001 viste at bløtbunnsfauna manglet på større dyp enn 50-60 m (Rygg, 2002) mens den i 2008 viste en bedring i og med at utbredelsen strakte seg til ca. 70 m dyp (Bakke m. fl. 2009).

Bløtbunnsfaunaen i Eidangerfjorden er undersøkt i 1986, 1994, 2003, 2007 og 2008; Langesundsfjorden i 1986, 1987, 1994, 1995, 1996, 1997, 2003, 2008 og Håøyfjorden i 1987, 1994, 1996, 1997, 2003, 2008 (Rygg, 1995, 1998; Oug, 2006, Bakke m. fl. 2009). Disse undersøkelsene har dekket en stasjon i det dypeste området i hvert fjordavsnitt. Resultatene har vist en svak bedring etter år 2000 i Eidangerfjorden og Langesundsfjorden, men ingen endring i Håøyfjorden siden 1987.

Disse undersøkelsene baserer seg på grabbprøver av sedimentet. I 2006, 2008 og 2012 ble også de øvre ca. 20 cm av sedimentets vertikalprofil fotografert ved bruk av SPI-kamera (Sediment Profile Imaging) på de samme stasjonene. Bildene brukes til en visuell klassifisering av sedimentene økologiske status og supplerer således faunaundersøkelsene.

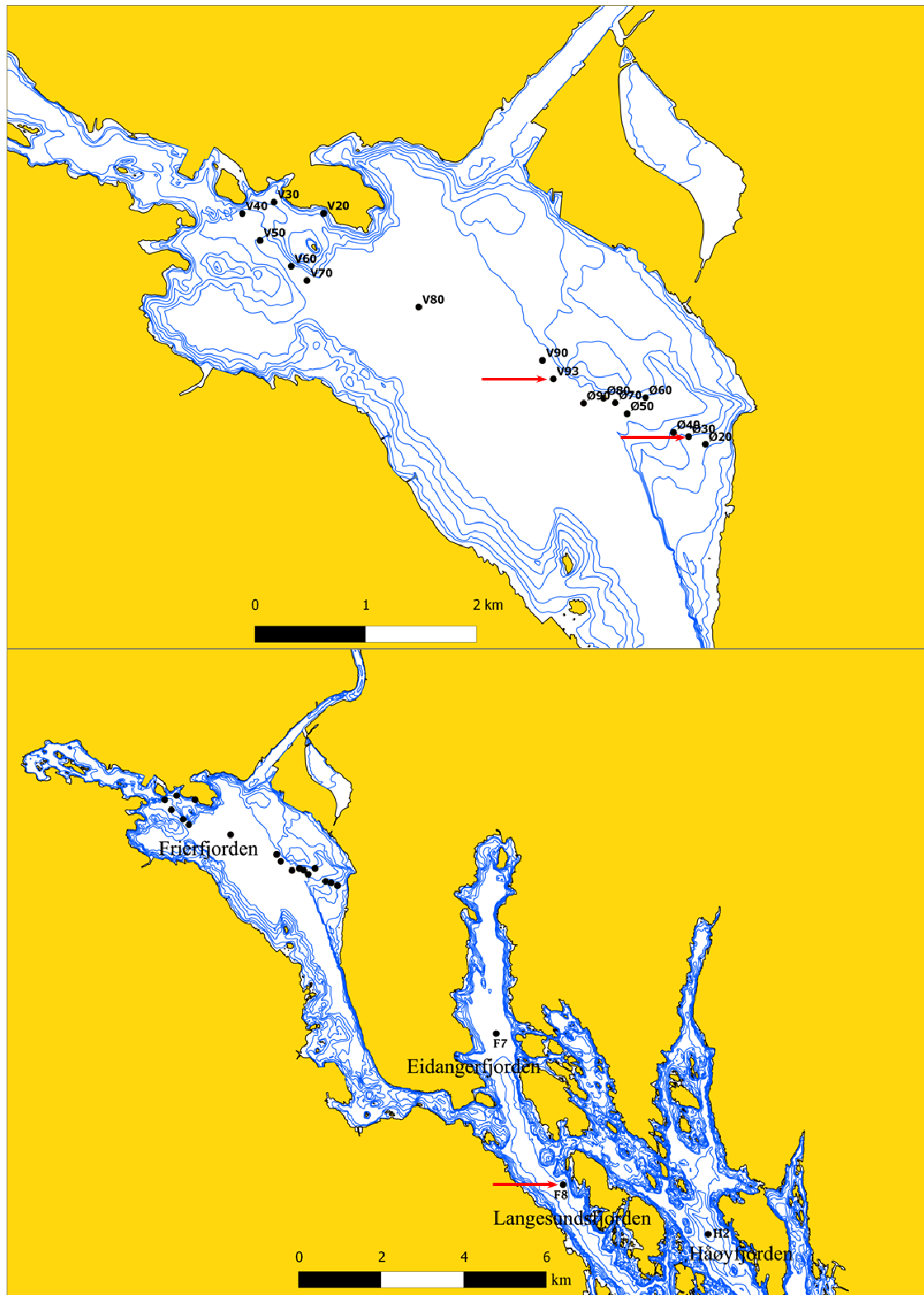
4. Gjennomføring

4.1 Feltarbeid og prøveopparbeidelse

Feltarbeidet ble utført fra fartøyet "FF Trygve Braarud". SPI-fotograferingen ble gjort 30.-31. mai 2012, innsamlingen av bunnfauna på de samme stasjonene 29.-30. mai 2012. Stasjonsplasseringen fremgår av Tabell 1 og Figur 1.

Tabell 1 Koordinater (i WGS84 desimalgrader) og dyp på stasjonene.

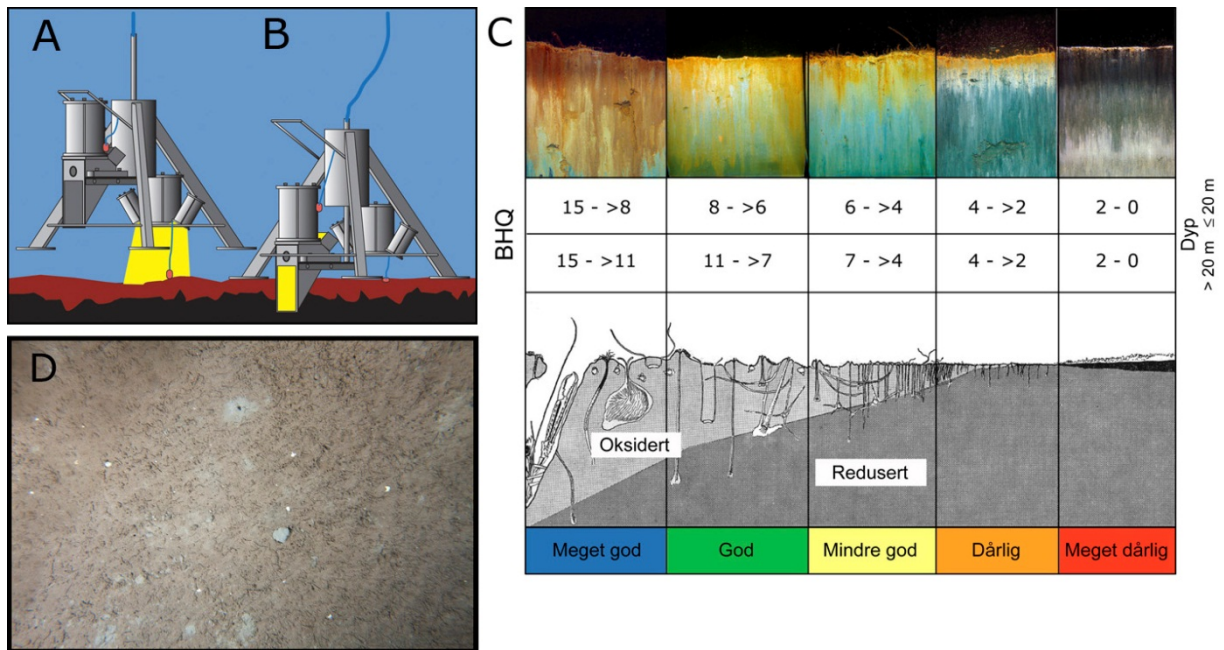
Stasjon	Område	Lengdegrad	Breddegrad	Dyp
V20	Frierfjorden	9.58345	59.11833	20
V30	Frierfjorden	9.57560	59.11927	30
V40	Frierfjorden	9.57062	59.11837	40
V50	Frierfjorden	9.57335	59.11617	49
V60	Frierfjorden	9.57825	59.11407	60
V70	Frierfjorden	9.58070	59.11289	70
V80	Frierfjorden	9.59828	59.11067	80
V90	Frierfjorden	9.61771	59.10625	90
V93	Frierfjorden	9.61942	59.10473	93
Ø20	Frierfjorden	9.64330	59.09934	22
Ø30	Frierfjorden	9.64065	59.09996	29
Ø40	Frierfjorden	9.63828	59.10030	39
Ø50	Frierfjorden	9.63100	59.10187	52
Ø60	Frierfjorden	9.63391	59.10315	60
Ø70	Frierfjorden	9.62912	59.10275	70
Ø80	Frierfjorden	9.62730	59.10315	78
Ø90	Frierfjorden	9.62415	59.10273	92
F7	Eidangerfjorden	9.70975	59.06673	100
F8	Langesundsfjorden	9.73730	59.03366	106
H2	Håøyfjorden	9.79828	59.02253	205



Figur 1. Kart over stasjoner for SPI-fotografering, bløtbunnsfauna og miljøgifter i sediment (siste angitt ved piler).

4.1.1 SPI-fotografering

Sedimentprofil-fotografering (SPI) er en rask metode for visuell kartlegging og klassifisering av sediment og bløtbunnfauna. Teknikken kan sammenlignes med et omvendt periskop som ser horisontalt inn i de øverste dm av sedimentet. Bildet som blir 17,3 cm bredt og 26 cm høyt, tas nede i sedimentet uten å forstyrre strukturer i sedimentet. Et digitalt kamera med blits er montert i et vanntett hus på en rigg med tre ben (Figur 2). Denne senkes ned til sedimentoverflaten slik at en vertikal glassplate presses ca. 20 cm ned i sedimentet. Bildet tas gjennom glassplaten via et skråstilt speil som til sammen utgjør et prisme. Resultatet er digitale fotografier med detaljer både av strukturer og farger av overflatesedimentet. På riggen er det også montert et overflatekamera som tar et bilde ($\approx 1/4\text{m}^2$) av sedimentoverflaten rett før riggen når sedimentoverflaten.



Figur 2. Prinsippskisse for SPI-kamera og bildeanalyse. (A) Rigg over bunnen. Gult antyder at bilde av overflaten tas. (B) Kamera med prismet som har trent ned i sedimentet og SPI bildet eksponeres. (C) Figuren viser en modell av endringer i faunatype fra upåvirkede bunnsedimenter med en rik, dyptgravende fauna (Meget god) til en grunnlevende, fattig fauna i påvirkede områder (Meget dårlig). Sedimentprofilbildet er vist i toppen av figuren, der brunt farget sediment indikerer oksidert, bioturbert sediment mens sortfarget sediment indikerer reduserte forhold. Grenseverdier for BHQ-miljøkvalitetsindeks for vanddyb ≤ 20 meter og > 20 m i samme skala som benyttes for marine sedimenter i EUs vanddirektiv (Pearson & Rosenberg 1978, Nilsson & Rosenberg 1997, Rosenberg m. fl. 2004, Nilsson & Rosenberg 2006 er vist). (D) Eksempel av et overflatebilde med strukturer og børstemarkrør synlig.

4.1.2 Innsamling av sedimenter til miljøgiftanalyser

Innsamlingen ble gjort ved bruk av en Gemini kjerneprøvetaker (Figur 3). Denne tar to parallelle sylindriske kjerneprøver ned til maksimum ca. 50 cm sedimentdyb avhengig av sedimentenes fasthet.

Fra hver av stasjonene V93 og Ø30 i Frierfjorden og F8 i Langesundsfjorden (Tabell 1) ble det tatt to parallelle kjerner. Hver kerne ble snittet i sjiktene 0-2 cm, 2-5 cm, 5-10 cm og deretter i 5 cm tykke sjikt ned til kjernens bunn. Nederste snitt fra stasjon V93 var i 35-40 cm sedimentdyb, fra stasjon Ø30 i 25-30 cm dyp og fra stasjon F8 i 20-25 cm dyp. Snittene ble frosset separat på brente glass.



Figur 3. Gemini kjerneprøvetaker. Prøvetakeren tar to parallelle kjerner (foto A. Helland).

4.1.3 Innsamling av faunaprøver

Innsamlingen ble gjort ved bruk av en standard langarmet vanVeen-grabb ((Figur 4). Denne tar ut en prøve av de øvre 5 cm (sand) til 10 cm (mudder) av sedimentet i et areal på 0,1 m². På hver stasjon i Frierfjorden ble det tatt én grabbprøve (V- og Ø-stasjoner). På hver stasjon i Eidangerfjorden (F7), Langesundsfjorden (F8) og Håøyfjorden (H2) ble det tatt fire grabbprøver. Prøvene ble vasket på 5 mm og 1 mm sikter om bord for fjerning av finmateriale og fiksert i 4-6 % nøytralisert formaldehydløsning.

I laboratoriet ble prøvene sortert under stereolupe og alle dyr plukket ut og lagret i sprit. Alle dyr ble identifisert, og antall individer av hver art notert. Identifiseringen er i hovedsak utført til artsnivå.

Følgende indekser ble benyttet:

- artsmangfold ved Shannon-Wiener indeksen H' (\log_2) og Hurlberts diversitetsindeks $ES(100)$ (forventet antall arter per 100 individer)
- ømfintlighet ved indeksen ISI (forholdet mellom tolerante og sensitive arter)
- kvalitetsindeksene $NQI1$ og $NQI2$, sammensatte indekser som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet. Indeks $NQI1$ vektlegges i norsk klassifisering av miljøtilstand () siden den er interklaibrent med flere land.

Indeksverdiene ble beregnet for hver grabbprøve og videre ble stasjonens middelverdi beregnet. Middelverdien gir grunnlag for å klassifisere miljøtilstanden i henhold til vanddirektivets klassifiseringssystem (Tabell 5).



Figur 4. vanVeen-grabb brukt til prøvetaking av sedimentfauna. Foto: Jarle Håvardstun

4.2 Analyser

4.2.1 SPI-bilder

Fra bildene kan en beregne en miljøindeks (Benthic Habitat Quality index; BHQ-indeks) ut fra strukturer i sedimentoverflaten (rør av flerbørstemark, fødegrop og ekskrementhaug) og strukturer under sedimentoverflaten (bløtbunnsfauna, faunagang og oksiderte hulrom i sedimentet) samt redox-forhold i sedimentet. Indeksen varierer på en skala fra 0 til 15. Denne indeksen kan siden sammenlignes med Pearson og Rosenbergs (1978) klassiske modell for faunaens suksesjon. Fra denne modellen klassifiseres bunnmiljøet i samme skala som benyttes i EUs vanddirektiv (Rosenberg m. fl. 2004). BHQ-indeksen har god korrelasjon med parameterene brukt i tradisjonelle bunnfaunaundersøkelser (Rosenberg m. fl. 2004). Fra overflatebildene kan en studere og kvantifisere dyr på sedimentoverflaten og spor av deres aktivitet.

4.2.2 Miljøgifter i sediment

Et utvalg av sedimentprøvene ble sendt til analyse av miljøgifter (Tabell 2). Analyse av dioksiner og non-*ortho* PCB ble gjort av NILU, analyse av totalt tørrstoff-innhold og klororganiske forbindelser (heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekalorlobifenyl (DCB, samme som PCB209)) ble gjort av NIVA og analyse av tinnorganiske forbindelser (MBT, DBT, TBT, TeBT, MOT, DOT, TPhT OG TCHT) av Eurofins. Analyseprinsipper er gitt i Vedlegg 1.

4.2.3 Bløtbunnsfauna

I laboratoriet ble prøvene sortert under stereolupe og alle dyr plukket ut og lagret i sprit. Alle dyr ble identifisert, og antall individer av hver art notert. Identifiseringen er i hovedsak utført til artsnivå.

Følgende indekser ble benyttet:

- artsmangfold ved Shannon-Wiener indeksen H' (\log_2) og Hurlberts diversitetsindeks $ES(100)$ (forventet antall arter per 100 individer)
- ømfintlighet ved indeksen ISI (forholdet mellom tolerante og sensitive arter)
- kvalitetsindeksene NQI1 og NQI2, sammensatte indekser som kombinerer både artsmangfold og ømfintlighet

Indeksverdiene ble beregnet for hver grabbprøve og videre ble stasjonens middelerverdi beregnet. Middelerverdien gir grunnlag for å klassifisere miljøtilstanden i henhold til vanddirektivets klassifiseringssystem (Tabell 5).

Tabell 2. Analyseprogram for miljøgifter i sedimentprøvene. X angir hvilke kjernesnitt som er gått til hvilke analyser. Ubrukte kjernesnitt er oppbevart frosset hos NIVA.

Stasjon V93	Kjerne 1	Kjerne 2	Kjerne 2	Kjerne 2
Snitt (cm)	Dioksiner og non-orto PCB	TTS %	Klororganiske stoffer	Tinnorganiske
0-2	X	X	X	X
2-5		X	X	X
5-10		X		X
10-15		X	X	X
15-20		X		X
20-25				
25-30				
30-35				
35-40				

Stasjon Ø30	Kjerne 1	Kjerne 2	Kjerne 2	Kjerne 2
Snitt (cm)	Dioksiner og non-orto PCB	TTS %	Klororganiske stoffer	Tinnorganiske
0-2	X	X	X	X
2-5		X	X	X
5-10		X	X	X
10-15	X	X		X
15-20		X	X	X
20-25				
25-30				

Stasjon F8	Kjerne 1	Kjerne 2	Kjerne 2	Kjerne 2
Snitt (cm)	Dioksiner og non-orto PCB	TTS %	Klororganiske stoffer	Tinnorganiske
0-2	X	X	X	X
2-5		X	X	X
5-10		X	X	X
10-15	X	X		X
15-20		X	X	X
20-25				

5. Miljøgifter i sedimentene

5.1 Dioksiner og non-orto PCB

Resultatene er vist i Tabell 3 (rådata i Vedlegg 2). Alle sedimentene er i Klasse V (svært dårlige forhold) etter Miljødirektoratets veileder TA-2229/2011.

Det høyeste dioksinnivået ble funnet i overflatesedimentet i Frierfjorden på 30 m dyp på stasjon Ø30. I 10-15 cm sedimentdyp på samme stasjon var konsentrasjonen under halvparten av dette. Normalt ville man kunne tolke dette som at området er blitt tilført dioksiner i senere tid, men dette står i motsats til en sammenlikning med tidligere undersøkelser som indikerer at overflatesedimentene i området har hatt en nedgang i dioksiner over tid siden 1989 (se Figur 7). Næs et al. (2009) fant en spennvidde i dioksinkonsentrasjoner på $\pm 30\%$ rundt middelverdien av 10 parallelle overflateprøver fra et område nær Ø30. Dersom et tilsvarende spenn er gjeldende for de to sedimentsjiktene fra 2012 er det ikke usannsynlig at reelt gjennomsnittsnivå var likt, eventuelt også kan ha vist motsatt tendens. Ut fra ^{210}Pb -datering fant Næs et al. (2009) en midlere sedimentasjonshastighet på ca. 1 mm/år på en stasjon nær Ø30 i 2006. Denne hastigheten indikerer at sjiktet 10-15 cm ble dannet for 100-150 år siden, dvs langt tidligere enn den industrielle aktiviteten. Dette betyr at det må ha vært senere større omveltninger av sedimentene i området, noe som også dateringsanalysene indikerte. Totalt sett mener vi derfor at analyseresultatene fra 2012 ikke er egnet til å beskrive tidsforløpet i dioksintilførsel til sedimentene på stasjon Ø30.

De øvre 0-2 cm av sedimentet på stasjon V93 på 93 m dyp hadde betydelig mindre dioksinnivå enn i begge prøvene fra stasjon Ø30.

Dioksin-nivået på stasjon F8 i Langesundsfjorden var langt lavere enn i Frierfjorden, og også noe lavere i 0-2 cm enn i 10-15 cm sjiktet, men med samme argument som ovenfor indikerer forskjellen neppe noen tidsutvikling på stasjonen.

Tabell 3. Innhold av dioksiner (PCDD/PCDF) og non-orto PCB i sedimentprøvene (ngTE/kg t.v.), samt konsentrasjonsforholdet mellom dioksiner og no-PCB.

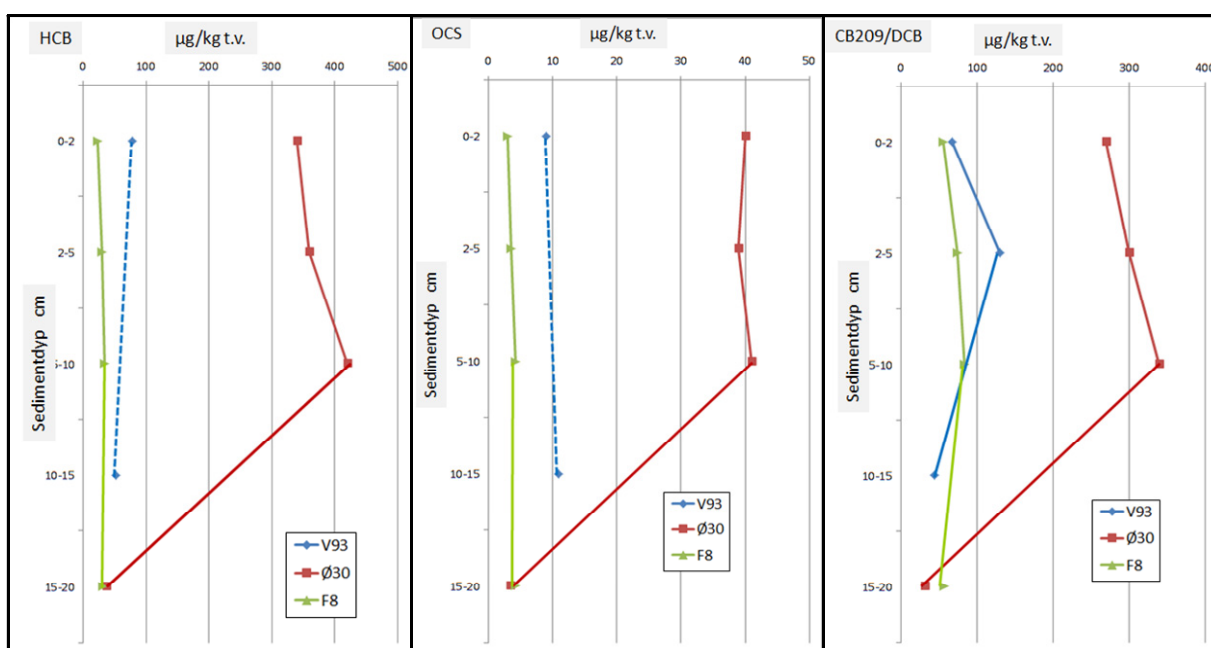
Stasjon	Snitt (cm)	dioksiner	no-PCB	Dioksin:no-PCB
V93	0-2	1681	4,33	388
Ø30	0-2	6414	16,2	396
	10-15	2809	6,64	423
F8	0-2	977	3,08	317
	10-15	1274	3,90	327

5.2 Klororganiske forbindelser

Vertikalfordelingen av de klororganiske forbindelsene HCB, OCS og DCB er vist i Figur 5. (Rådata i Vedlegg 2). De tre stoffene viser i stor grad det samme mønsteret. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i 5-10 cm sedimentdyp på stasjon Ø30. På denne stasjonen viste HCB og DCB en svak tendens til økning nedover til 5-10 cm sedimentdyp, mens OCS ikke endret seg i samme intervallet. Fra sjiktet 5-10 cm og 15-20 cm var det en kraftig nedgang i nivå for alle tre stoffene på denne stasjonen.

Konsentrasjonen av alle tre forbindelsene var ca. en faktor 4 lavere på den dypeste stasjonen i Frierfjorden (V93) og med omtrent lik konsentrasjon i øverste (0-2 cm) og nederste (10-15 cm) sjikt i kjernen. For DCB var konsentrasjonen dobbelt så høy i 2-5 cm sedimentdyp som i snittet ovenfor og ca. tre ganger så høy som på 10-15 cm dyp. På grunn av interferens i kromatogrammet kunne ikke tilsvarende nivå av de to andre stoffene i 2-5 cm sjiktet kvantifiseres.

Nivåene av HCB og OCS var litt lavere på stasjonen i Langesundsfjorden enn på dypeste stasjon i Frierfjorden, og det var ingen endring med sedimentdyp ned til 15-20 cm. For DCB var det ikke systematisk forskjell fra stasjon V93 i Frierfjorden, og en svak topp ble registret i sjiktet 5-10 cm.



Figur 5. Vertikalfordeling (µg/kg t.v.) av HCB, OCS og DCB (PCB209) i sedimentet på to stasjoner i Frierfjorden (Ø30 og V93) og en stasjon i Langesundsfjorden (F8). NB ulik skala på horisontalaksen. Klasse V: > 50 µg/kg t.v.

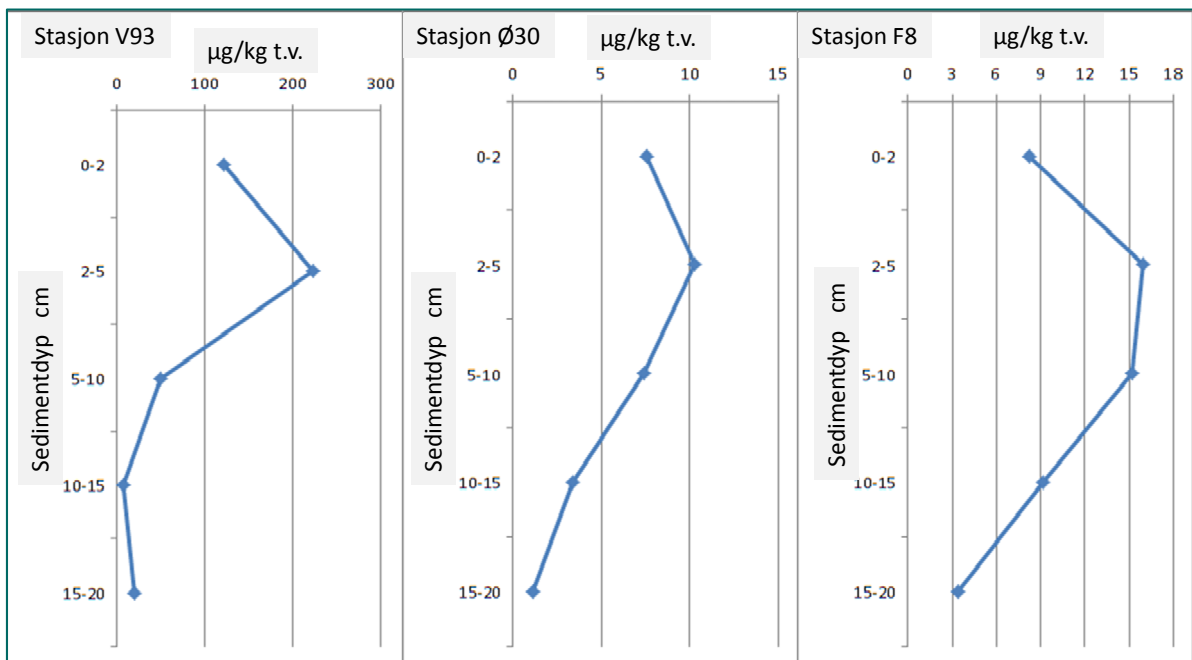
5.3 Tinnorganiske forbindelser

Analyseresultatene omfatter 8 tinnorganiske stoffer: mono-, di-, tri- og tetra-butyltinn, mono- og di-oktyltinn, trifenylyltinn og trisykloheksylyltinn. Vertikalfordelingen av den miljømessig viktigste forbindelsen tributyltin (TBT) på de tre stasjonene er vist i Figur 6 og klassifisert i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2229/2007 i Tabell 4. Analysedata for de øvrige forbindelsene er gitt tabellarisk i Vedlegg 2.

Høyeste TBT-nivå ble funnet i sjiktet 2-5 cm på den dype stasjonen (V93) i Frierfjorden. De øvre 5 cm lå her i klasse V. Nivåene var lavere dypere nede i sedimentet, men lå fortsatt i klasse III på 15-20 cm dyp. Stasjonene Ø30 i Frierfjorden og F8 i Langesundsfjorden hadde omtrent likt vertikalfordelingsmønster av TBT (Figur 6) og omtrent samme klassifisering (Tabell 4). Konsentrasjonene på stasjon F8 var noe høyere enn i tilsvarende sjikt på stasjon Ø30 og denne forskjellen økte nedover i sedimentet.

Tabell 4. Vertikalfordeling av TBT ($\mu\text{g}/\text{kg t.v.}$) i sedimentet på to stasjoner i Frierfjorden (V93 og Ø30) og en stasjon i Langesundsfjorden (F8). Fargene angir tilstandsklassifisering i henhold til Miljødirektoratets veileder TA-2229/2007: grønt: klasse II (god); gult: klasse III (moderat); oransje: klasse IV (dårlig); rødt: klasse V (svært dårlig).

Sedimentdyp cm	Stasjon		
	V93	Ø30	F8
0-2	122	7,54	8,25
2-5	224	10,3	16
5-10	50,3	7,42	15,2
10-15	7,36	3,39	9,19
15-20	19,5	1,14	3,4



Figur 6. Vertikalfordeling av tributyltinn (TBT) i sedimentet på to stasjoner i Frierfjorden (V93 og Ø30) og en stasjon i Langesundsfjorden (F8). NB ulik skala på horisontalaksen.

5.4 Sammenlikning med tidligere resultater

Tidligere sedimentundersøkelser er gjort i 1989, 1997, og 2006, men har omfattet litt andre stasjoner enn i 2012. De dekker heller ikke vertikalfordeling av stoffene, med unntak av en stasjon fra undersøkelsen i 2006. Stasjon 13c fra 1997 stemmer godt overens med posisjonen for stasjon V93 og hadde samme dyp (94 m), mens den samme stasjonen synes å ha ligget grunnere (ca. 60 m) i 1989. Vi har derfor bare ansett en sammenlikning med 1997 for å være gyldig. Det var ingen analyse fra dette området i 2006.

Tidligere undersøkelser har ingen enkeltstasjon som samsvarer med Ø30. Det nærmeste er en stasjon 5 som med tre prøver dekker en strekning på 20 m dyp fra Herøyakanalen til utenfor Lia litt syd for Versvik. Disse ble tatt både i 1989 og 1997. De tre prøvene ble slått sammen før analyse. Undersøkelsen i 2006 omfattet en stasjon GFG1 utenfor Versvika som overlapper litt med stasjon 5 fra tidlige. Vi har sammenliknet Ø30 med alle disse.

Stasjon F8 i Langesundsfjorden ble lagt på samme sted som stasjon 18b fra 1989 og 1997, slik at sammenlikningen er gyldig. Stasjonen ble ikke undersøkt i 2006.

De tidligere analysene har ikke omfattet tinnorganiske forbindelser. Undersøkelsen i 2006 omfattet bare dioksiner.

5.4.1 Dioksiner

Dioksinanalysene i 1989, 1996, 2006 og 2012 er utført av samme laboratorium (NILU).

Dypområdet i Frierfjorden

I 1997 ble tre parallelle prøver fra 0-2 cm på stasjon 13c analysert hver for seg. Nivåene av sum PCDD/PCDF varierte fra 1911 til 2072 ngTE/kg t.v. Gjennomsnittet var 2007 ngTE/kg t.v., som er noe høyere enn på stasjon V93 (1681 ngTE/kg t.v., se også Figur 7). Ut fra analysevariabilitet og ulike stasjonsposisjoner kan man ikke si noe om hvorvidt forskjellen indikerer en reduksjon i nivå over tid.

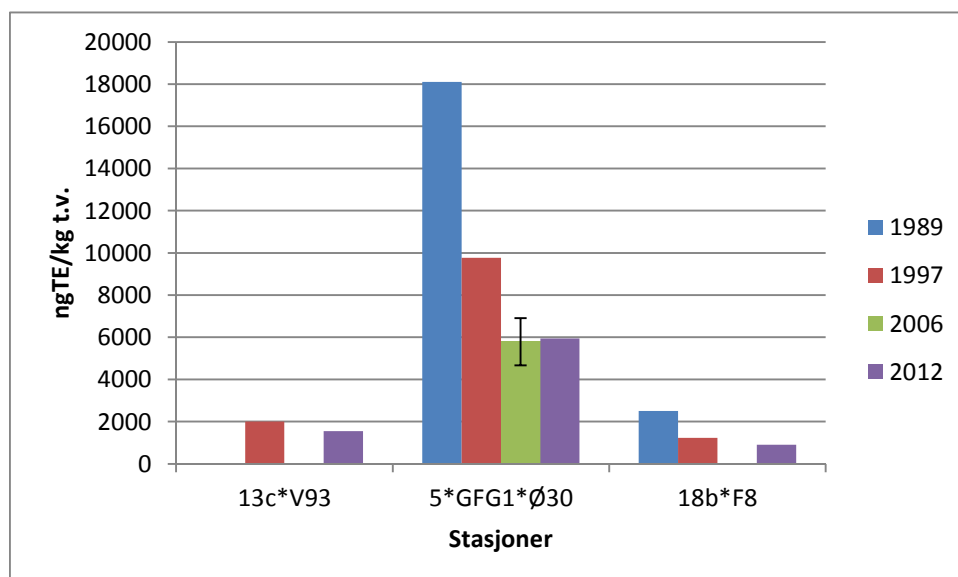
Grunnområdet utenfor Versvika

Sum PCDD/PCDF i blandprøven fra de øvre 0-2 cm på stasjon 5 var i 1989 18100 ngTE/kg t.v. og i 1997 9760 ngTE/kg t.v. I samme området var gjennomsnittet av 10 paralleller i 2006 5784 ngTE/kg t.v., dvs på linje med 2012 (Figur 7). Selv om stasjonsplasseringen ikke er helt den samme, kan resultatet tyde på en forbedring over tid iallfall fram til 2006. Legger man standardavviket rundt 2006-gjennomsnittet til grunn kan det ikke utelukkes at forbedringen har fortsatt til 2012. Tidsforløpet indikerer likevel at forbedringen er i ferd med å flate ut, og det på et nivå ca. 10 ganger over grensen til klasse V (svært dårlige forhold) etter Miljødirektoratets veileder TA-2229/2011. Litt interessant er det videre å merke seg at både i 1997 og i 2012 hadde grunnområdet utenfor Versvika klart høyere dioksinnivå i øvre 0-2 cm av sedimentet enn det dypeste området i fjorden.

Dypområdet i Langesundsfjorden

På stasjon F8 var sum PCDD/PCDF i de øvre 0-2 cm i 1997 1232 ngTE/kg t.v. mot 977 ngTE/kg t.v. i 2012 (Figur 7).

I alle de undersøkte områdene så synes altså dioksinnivået i de øvre 2 cm av sedimentet å ha sunket de siste 15 årene, selv om det må tas et forbehold om ulik stasjonsplassering og analysevariabilitet.



Figur 7. Tidsutvikling av dioksininnhold (PCDD/PCDF) i de øvre 0-2 cm av sedimentet på de tre stasjonene tatt i 2012. Stasjonsbetegnelse er gitt som 1989*1997*2012. Stasjon GFG1 fra 2006 er tatt med siden den ligger i samme område som Ø30. Her er gjennomsnittet \pm standardavvik for 10 parallelle prøver angitt.

5.4.2 Klororganiske forbindelser

Dypområdet i Frierfjorden

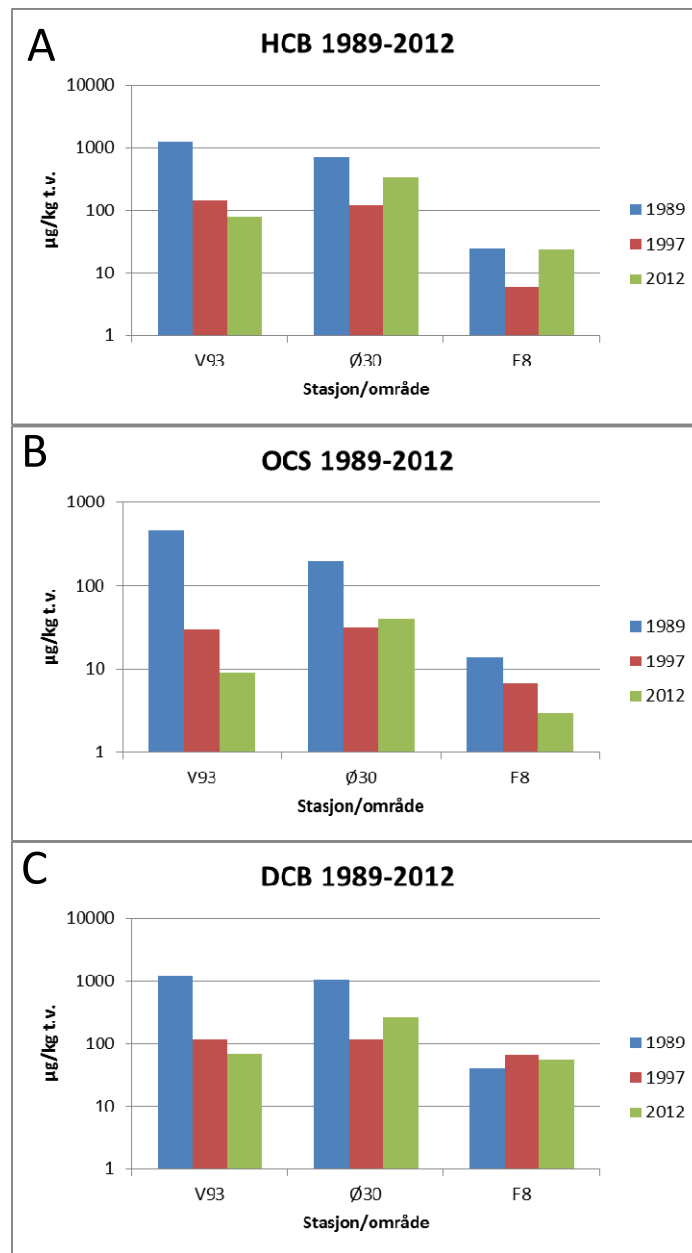
Fra stasjon 13c i 1997 ble tre parallelle prøver fra 0-2 cm analysert hver for seg. Nivåene av HCB varierte fra 141 til 158 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v. med gjennomsnitt på 147 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v. som er det dobbelte av nivået på stasjon V93 i 2012 (se også Figur 8A). Nivået av OCS var på 25-34 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v., i snitt 30 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v., i 1997 som er tre ganger nivået på V93 i 2012 (Figur 8B). Tilsvarende var nivået av DCB 208-123 $\mu\text{g}/\text{kg}$ t.v. i 1997 som er noe under det dobbelte av nivået i 2012 (Figur 8C). Tidsutviklingen vist i Figur 8 er ganske lik for de tre stoffene, og indikerer at det har vært en reduksjon i nivå av alle i de øvre 0-2 cm i den dypeste delen av Frierfjorden fra 1989 til 2012.

Grunnområdet utenfor Versvika

Også i dette området viser de tre forbindelsene ganske likt mønster over tid. Nivået av HCB i 1989 var dobbelt så høyt som i 2012 (Figur 8A), mens blandprøven fra stasjon 5 fra 1997 var nesten 3 ganger lavere enn på stasjon Ø30 i 2012. Alle konsentrasjonene av HCB er i Klasse IV (dårlig tilstand) etter Miljødirektoratets veileder (TA_2229/2007). OCS og DCB viser samme tendens (Figur 8B og C). Tallene tyder på at det kan ha vært en reduksjon i nivåene mellom 1989 og 1997, men at dette har stoppet etter 1997. Det er vanskelig å tillegge den tilsynelatende økningen fram til 2012 noen vekt, både fordi trenden er basert på ulikt antall og posisjon for prøvene, hvert punkt er kun basert på en analyseverdi og fordi mønsteret for dioksiner ikke viser en tilsvarende økning. En forventet analyseusikkerhet på ± 25 -30 % (M. Schlabach, NILU, pers. inf.) svekker også muligheten for å se en utvikling over tid.

Dypområdet i Langesundsfjorden

De tre forbindelsene viser ulikt mønster over tid (Figur 8 til høyre). For HCB er mønsteret ganske likt det som ble funnet utenfor Versvika. Nivået i 1989 var det samme som i 2012. For HCB har det derfor ikke vært noen entydig tidsendring fra 1989 til 2012 (Figur 8A). OCS viser en entydig reduksjon over tid siden 1989 (Figur 8B). DCB viser ingen utvikling over tid (Figur 8C). Det er ingen åpenbar grunn til at de tre stoffene skulle oppføre seg innbyrdes ulikt over tid i Langesundsfjorden så lenge de har omtrent parallell utvikling i Frierfjorden.



Figur 8. Tidsutvikling i nivå av HCB (A), OCS (B) og DCB (C) i perioden 1989-2012 i den dypeste del av Frierfjorden (stasjon V93), i grunnområdet utenfor Versvika (stasjon Ø30) og dypområdet midt i Langesundsfjorden (stasjon F8). NB: logaritmisk skala på vertikalaksen.

6. Resultater bunnfauna

6.1 Faunatilstand ut fra grabbprøver

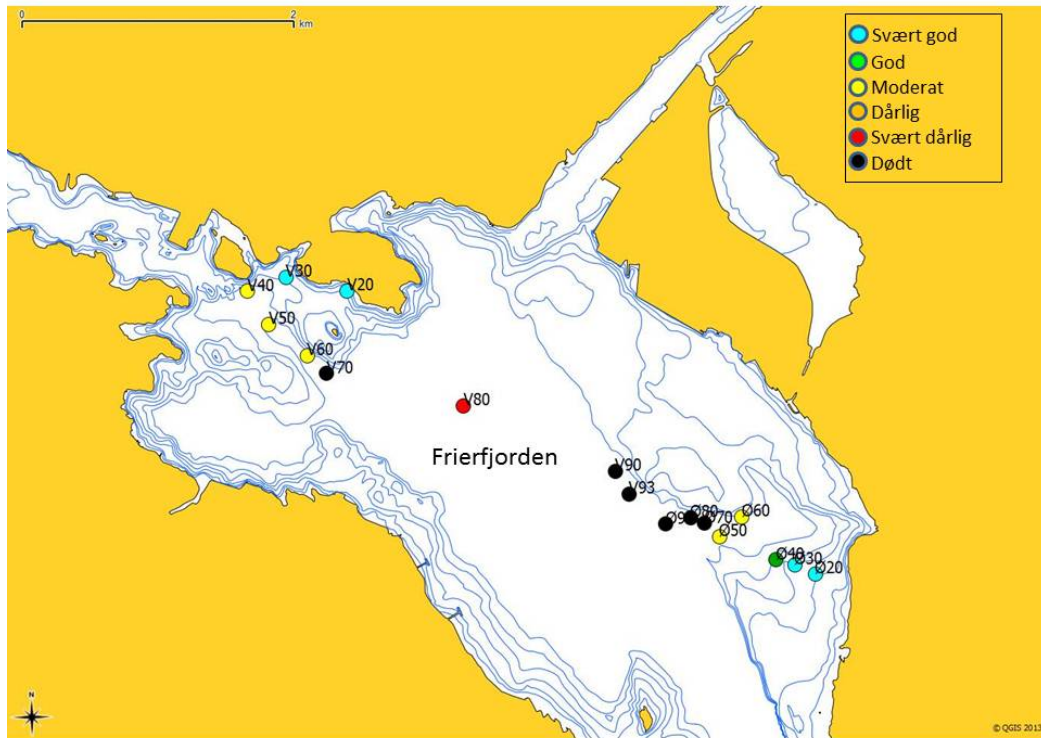
Artslister fra faunaanalysene er gitt i Vedlegg 3.

Faunatilstanden basert på NQI1-indeksen (Norwegian Quality Index version 1, vektlegges i forbindelse med Vanddirektivet) på stasjonene i 2012 er vist på Figur 9 og Figur 10. Tilstanden på hver stasjon er angitt med farger i følge klassifiseringssystemet (Tabell 5). Tabell 6 viser indeksverdier og klassifisering basert på de indekser som er inkludert i det norske systemet.

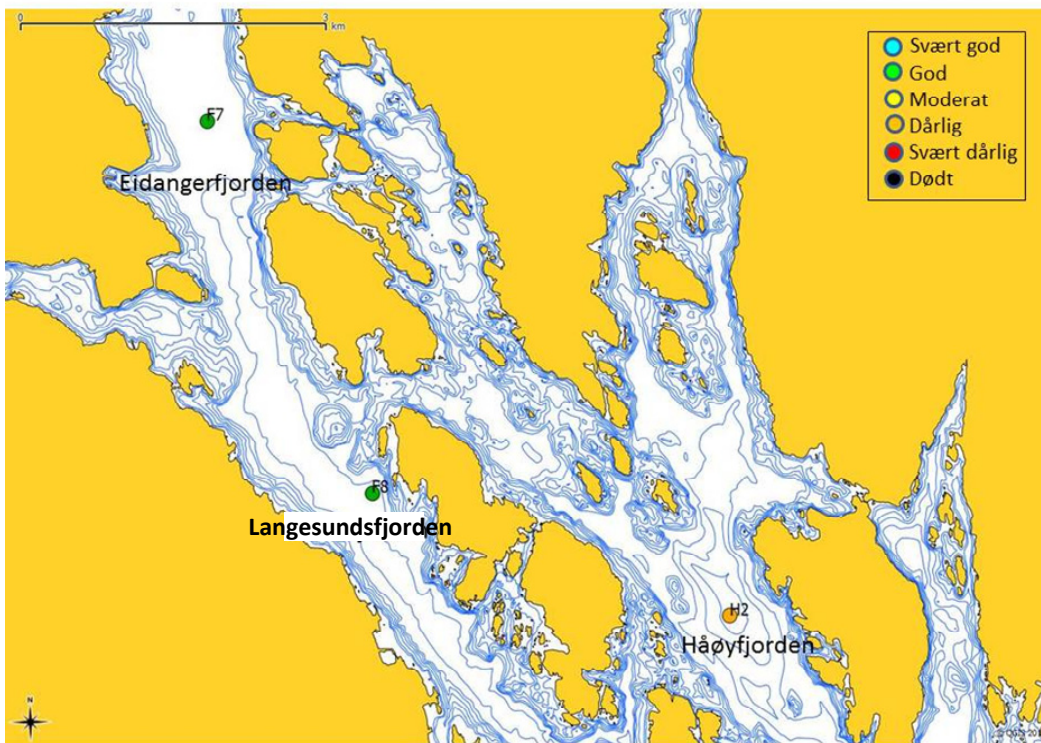
I Frierfjorden variert tilstanden fra meget god (klasse I) på de grunne stasjonene (20-30 m) til død bunn på de dypeste (70-90 m). Stasjonene på 40-60 meters dyp hadde i hovedsak moderat tilstand (klasse III). Det var en klar gradient i tilstand samsvarende med dyp (**Error! Reference source not found.**). I det ytre området varierte tilstanden ut ifra NQI1 fra god (klasse I) i Eidangerfjorden (F7) og Langesundsfjorden (F8) til dårlig (Klasse IV) i Håøyfjorden (H2) (Figur 10). Det var rimelig bra sammenheng mellom klassifiseringen på basis av ulike faunaindekser (Tabell 6).

Tabell 5. Klassifiseringssystemet (Miljødirektoratet/Klif veileder 01:2009).

Klasse	I	II	III	IV	V	Dødt
Parameter	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig	
NQI1	>0,72	0,63-0,72	0,49-0,63	0,31-0,49	<0,31	0
NQI2	>0,65	0,54-0,65	0,38-0,54	0,20-0,38	<0,20	0
H'	>3,8	3,0-3,8	1,9-3,0	0,9-1,9	<0,9	0
ES100	>25	17-25	10-17	5-10	<5	0
ISI	>8,4	7,5-8,4	6,1-7,5	4,2-6,1	<4,2	0



Figur 9 Tilstandsindeks (NQI1) på stasjonene i Frierfjorden i 2012.

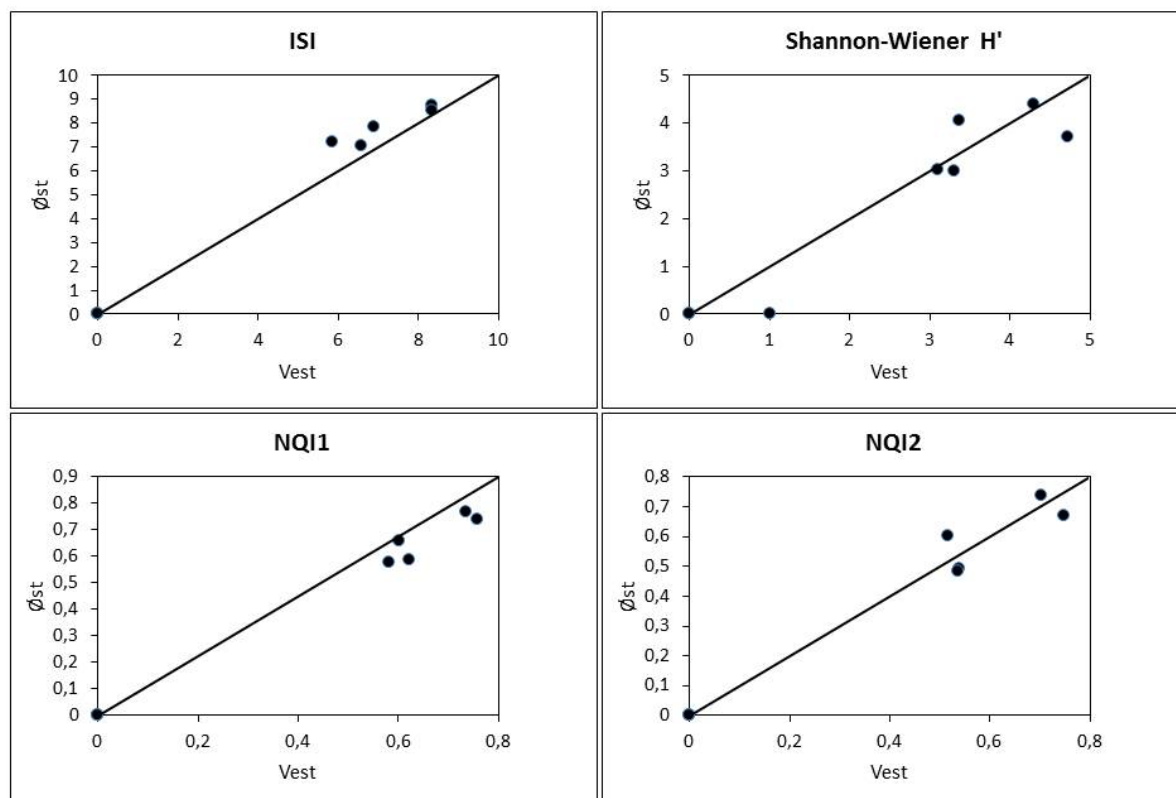


Figur 10 Tilstandsindeks (NQI1) på stasjonene i Eidangerfjorden, Langesundsfjorden og Håøyfjorden i 2012.

Tabell 6 Indekser, tilstandsparmetre og klassifisering av bløtbunnsprøvene per grabb (0,1 m²) i 2012.

STASJON	GRABB	S	N	SN	J'	ES50	AMBI	ISI	ES100	H'(log2)	NQI1	NQI2
F7	G1	41	401	2,074	0,726	16,2	3,583	8,086	21,7	3,890	0,623	0,568
F7	G2	38	512	1,987	0,747	16,2	3,547	7,853	21,5	3,919	0,611	0,573
F7	G3	46	393	2,142	0,732	17,3	3,360	7,703	24,3	4,044	0,652	0,597
F7	G4	42	441	2,069	0,711	15,5	3,427	8,016	21,5	3,833	0,634	0,575
F8	G1	47	622	2,068	0,721	17,6	3,328	8,141	23,5	4,004	0,642	0,596
F8	G2	42	507	2,043	0,778	18,3	3,338	8,026	24,0	4,196	0,636	0,611
F8	G3	45	453	2,102	0,729	16,9	3,542	7,681	23,0	4,004	0,632	0,581
F8	G4	43	415	2,094	0,782	18,4	3,138	7,664	24,6	4,244	0,659	0,630
H2	G1	8	229	1,229	0,312	4,6	4,288	6,584	6,0	0,935	0,416	0,272
H2	G2	5	342	0,912	0,458	4,3	4,197	5,242	4,9	1,063	0,367	0,289
H2	G3	8	212	1,239	0,357	4,4	4,200	5,510	5,7	1,070	0,424	0,289
H2	G4	5	290	0,928	0,281	3,5	4,340	5,242	4,2	0,653	0,359	0,244
V20	G1	44	251	2,214	0,863	23,1	2,024	8,344	31,5	4,714	0,757	0,748
V30	G1	35	174	2,167	0,836	20,0	2,180	8,341	27,8	4,289	0,734	0,702
V40	G1	27	159	2,031	0,708	15,5	3,695	6,902	21,9	3,365	0,601	0,516
V50	G1	22	157	1,907	0,693	13,5	3,086	6,564	18,5	3,092	0,622	0,537
V60	G1	19	181	1,786	0,778	12,9	3,354	5,849	16,1	3,304	0,582	0,536
V70	G1	0	0			0,0	7,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,000
V80	G1	2	2		1,000	2,0			2,0	1,000		
V90	G1	0	0			0,0	7,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,000
V93	G1	0	0			0,0	7,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,000
Ø20	G1	22	57	2,213	0,832	20,1	1,929	8,758	22,0	3,712	0,739	0,672
Ø30	G1	34	138	2,211	0,864	21,6	1,802	8,523	29,7	4,396	0,766	0,738
Ø40	G1	42	286	2,157	0,750	20,2	3,263	7,873	28,7	4,046	0,660	0,604
Ø50	G1	28	298	1,915	0,631	13,7	3,664	7,066	18,7	3,034	0,587	0,491
Ø60	G1	25	264	1,873	0,644	12,4	3,698	7,205	16,6	2,990	0,576	0,485
Ø70	G1	0	0			0,0	7,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,000
Ø80	G1	0	0			0,0	7,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,000
Ø90	G1	0	0			0,0	7,000	0,000	0,0	0,000	0,000	0,000

Sammenlikning av diversitet på samme dyp mellom vestsiden og østsiden Frierfjorden viste ingen entydig tendens. Indeksen NQI1 viste svakt bedre økologisk tilstand på østsiden enn på vestsiden, mens sensitivitetsindeksen ISI viste bedre faunaforhold på vestsiden enn på østsiden. Shannon-Wiener H' og NQI2 viste ingen klar tendens (Figur 11).



Figur 11. Forholdet mellom faunaindeks på vestsiden og østsiden av Frierfjorden på stasjoner på samme dyp. Linjen indikerer et forhold 1:1 (samme indeksverdi i øst som i vest).

Tabell 7 og Tabell 8 viser de vanligste artene på hver stasjon. Siden det ble tatt én grabbprøve per stasjon i Frierfjorden og fire per stasjon i de andre fjordene ble individtallene på V- og Ø-stasjonene multiplisert med 4 for å vise sammenlignbare individtettheter.

Alle de vanligste artene som ble registrert i Grenlandsfjordene i 2012 er typiske for eller opptrer ofte på lokaliteter med moderat organisk belastning. De dominerende slektene hører hovedsakelig til gruppen flerbørstemark. I Eidangerfjorden (F7) var flerbørstemarken *Chaetozone setosa* og dens nære slektning *Aphelochaeta* (fam. Cirratulidae) vanligst, i tillegg til *Prionospio cirrifera*, *Scalibregma inflatum* og *Paramphinome jeffreysii*. Alle artene er regnet som opportunistiske, dvs de er lite konkurransedyktige, men tåler belastning, og kan dominere i forurenset sediment. Også i Langesundsfjorden (F8) var faunaen dominert av denne typen arter som flerbørstemarken *Heteromastus filiformis* og *Spiophane kroyeri* (fam. Spionidae) og *Chaetozone* og *Aphelochaeta* (fam. Cirratulidae). I Håøyfjorden (H2) er det innslag av andre dyregrupper blant de vanligste artene, som muslingen *Thyasira sarsi* og slimorm (Nemertea). Det ble funnet et høyt antall av den opportunistiske flerbørstemarken *Chaetozone setosa* på denne stasjonen (~900 individer per 0,4 m²) (Tabell 7).

På de grunne stasjonene (20-30 m) i Frierfjorden dominerer arter som enten er sensitive for forurensning eller lite påvirket av denne, f.eks. slangestjerner (Ophiurida) og flerbørstemark som *Mugga wahrbergi*, *Diplocirrus glaucus*, *Terebellides stroemii* og påfuglmark (fam. Sabellidae). På de dypere stasjonene (40-60 m) var det dominans av opportunistiske arter av flerbørstemark, samt muslingen *Thyasira equalis*. På de dypeste stasjonene (70-90 m) ble det ikke funnet dyr (abiotisk) (Tabell 8).

Tabell 7. De fem vanligste artene på hver stasjon i 2012; antall individer pr. 0,4 m².
 F7: Eidangerfjorden, F8: Langesundsfjorden og H2: Håøyfjorden.

STASJON	ART	ANTALL
F7	Chaetozone setosa	340
F7	Prionospio cirrifera	238
F7	Aphelochaeta sp.	196
F7	Scalibregma inflatum	190
F7	Paramphinome jeffreysii	116

F8	Heteromastus filiformis	285
F8	Paradoneis eliasoni	240
F8	Chaetozone sp.	191
F8	Aphelochaeta sp.	158
F8	Spiophanes kroyeri	147

H2	Chaetozone setosa	894
H2	Thyasira sarsi	89
H2	Nemertea	53
H2	Paramphinome jeffreysii	17
H2	Nereimyra punctata	11

Tabell 8. De fem vanligste artene på hver stasjon i Frierfjorden i 2012; antall individer pr. 0,4 m².

*pelagisk

STASJON	ART	ANTALL	STASJON	ART	ANTALL
V20	Ophiurida indet	104	Ø20	Terebellides stroemii	52
V20	Mugga wahrbergi	96	Ø20	Abyssoninoe hibernica	44
V20	Diplocirrus glaucus	80	Ø20	Prionospio fallax	20
V20	Terebellides stroemii	72	Ø20	Diplocirrus glaucus	20
V20	Nemertea indet	60	Ø20	Nemertea indet	12
V30	Sabellidae indet	100	Ø30	Terebellides stroemii	92
V30	Mugga wahrbergi	80	Ø30	Jasmineira caudata	52
V30	Prionospio cirrifera	72	Ø30	Euchone sp.	44
V30	Prionospio fallax	60	Ø30	Sabellides octocirrata	40
V30	Terebellides stroemii	56	Ø30	Mediomastus fragilis	32
V40	Prionospio cirrifera	248	Ø40	Pseudopolydora paucibranchiata	396
V40	Ampharetidae indet	80	Ø40	Chaetozone setosa	84
V40	Thyasira equalis	60	Ø40	Aphelochaeta sp.	68
V40	Prionospio fallax	44	Ø40	Prionospio cirrifera	52
V40	Caulleriella sp.	24	Ø40	Euchone papillosa	44
V50	Thyasira equalis	268	Ø50	Pseudopolydora paucibranchiata	576
V50	Prionospio cirrifera	68	Ø50	Thyasira equalis	128
V50	Pseudopolydora paucibranchiata	52	Ø50	Aphelochaeta sp.	64
V50	Spiophanes kroyeri	48	Ø50	Paramphinome jeffreysii	60
V50	Paramphinome jeffreysii	40	Ø50	Thyasira sarsi	56
V60	Thyasira equalis	216	Ø60	Pseudopolydora paucibranchiata	448
V60	Prionospio cirrifera	104	Ø60	Thyasira equalis	184
V60	Pseudopolydora paucibranchiata	100	Ø60	Aphelochaeta sp.	80
V60	Spiophanes kroyeri	56	Ø60	Nemertea indet	72
V60	Hesionidae indet	44	Ø60	Nereimyra punctata	48
V80	Lunatia pallida	4	Ø70	INGEN FAUNA	0
V80	Chaetognatha indet*	1	Ø80	INGEN FAUNA	0
			Ø90	INGEN FAUNA	0
V70	INGEN FAUNA	0			
V90	INGEN FAUNA	0			
V93	INGEN FAUNA	0			

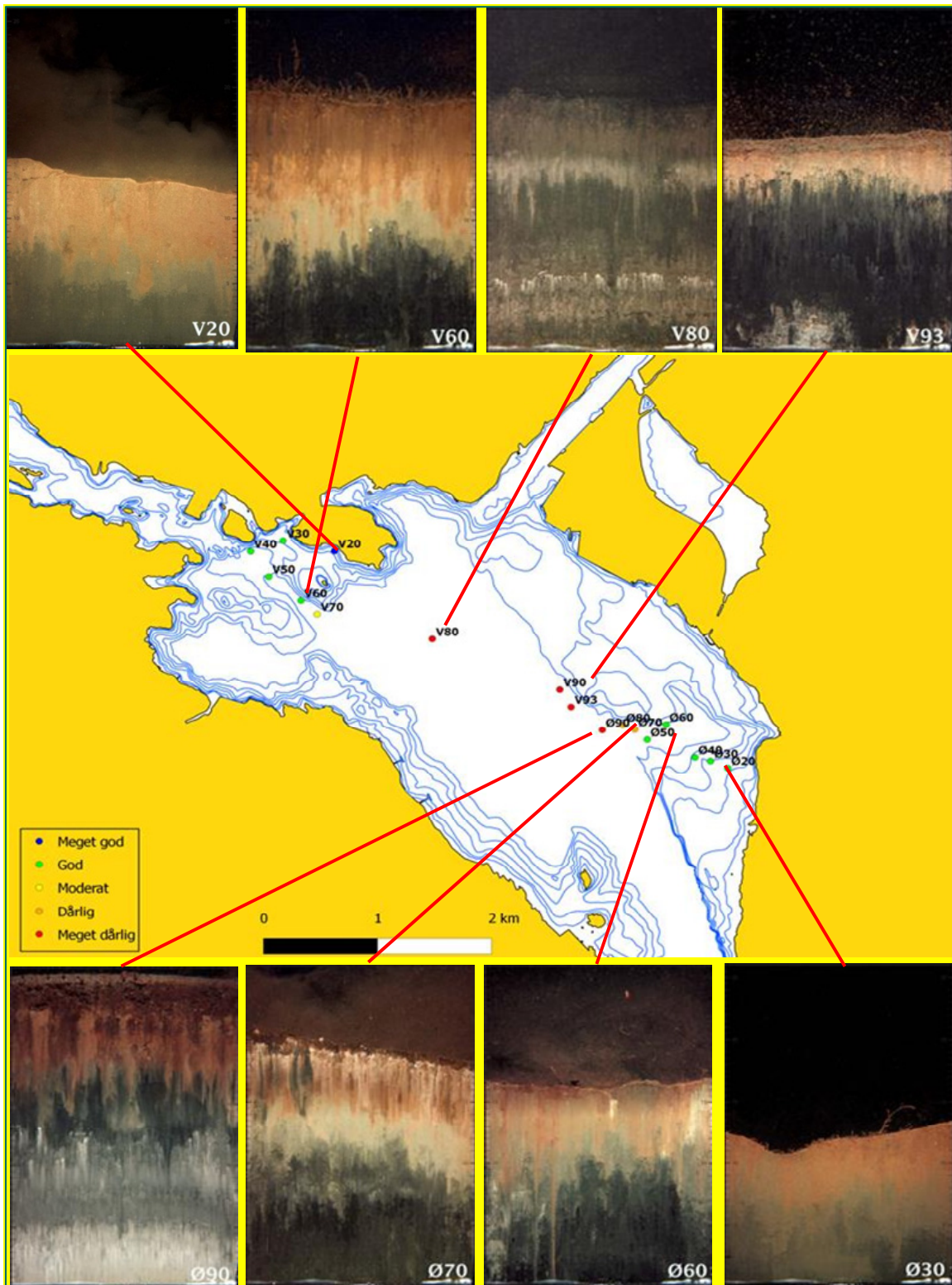
6.2 Faunatilstand ut fra SPI-registreringene

Resultatene fra SPI-undersøkelsen i Frierfjorden viste at det var gode forhold (tilstandsklasse II) for fauna basert på BHQ-indeksen ned til 60 meters dyp både på øst- og vestsiden av fjorden. Fra 70 til 93 meters dyp er tilstanden basert på SPI moderat til meget dårlig (Tabell 9, Figur 12). På bildene er det tilsynelatende dårlige oksygenforhold som er årsaken til at tilstanden forverres på dypet.

Tabell 9. Resultater fra SPI-undersøkelsene. Stasjonskoordinater i WGS84, vanddyb, tilstandsklasse, BHQ (Benthic Habitat Quality), tykkelse av oksisk oveflatesediment (aRPD: apparent Redox Potential Discontinuity), antall replikater (n), kameraets penetrasjonsdyp i sedimentet, og ekstra loddvekt satt på kameraet for å øke penetrasjonsdypet.

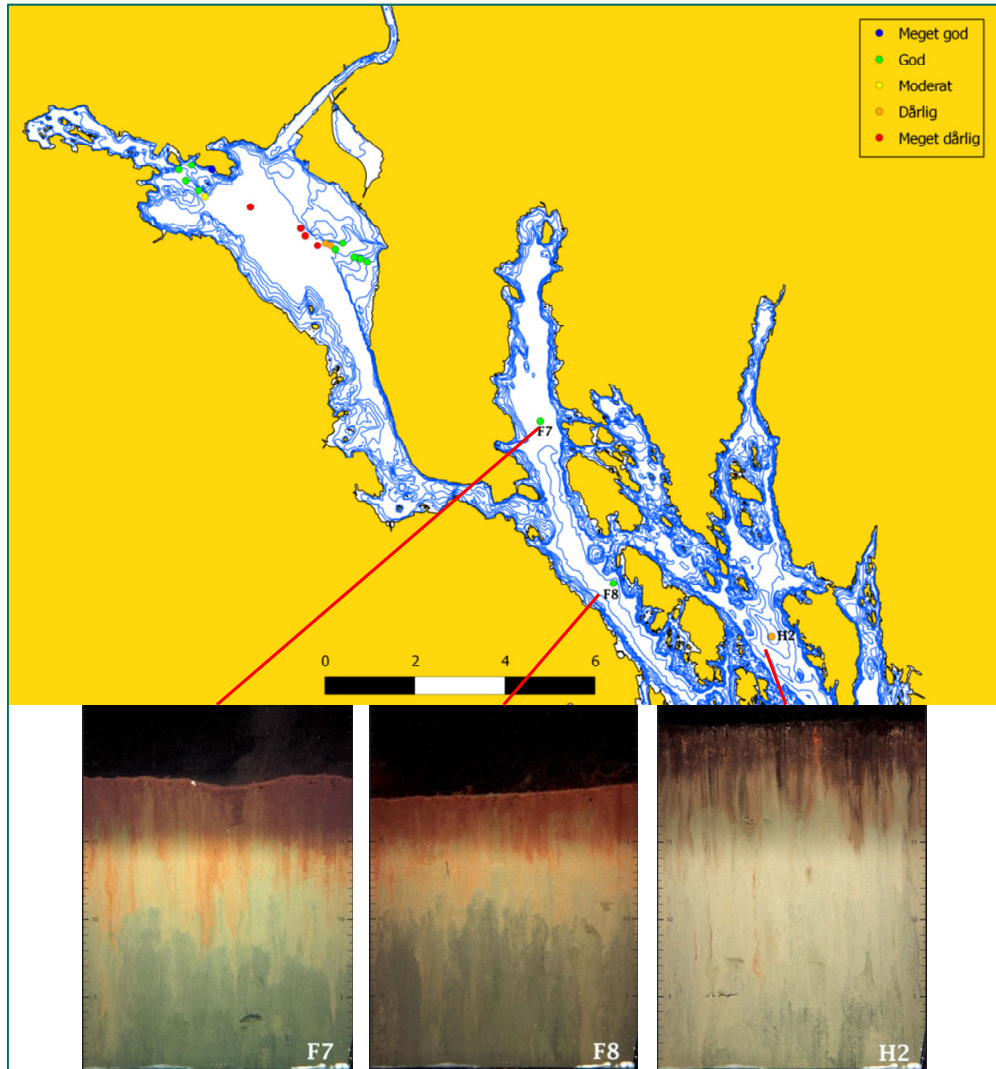
Stasjon	Lengde-grad	Bredde-grad	Dyp (m)	Tilstands-klasse	BHQ	aRPD (cm)	n	Penetrasjons dyp (cm)	Lodd (kg)
V20	9.58345	59.11833	20	1	8.7	3.4	3	12	16.8
V30	9.57560	59.11927	30	2	8.3	3.7	4	16	16.8
V40	9.57062	59.11837	40	2	10.3	5.5	4	23	16.8
V50	9.57335	59.11617	49	2	8.8	4.7	4	21	0.0
V60	9.57825	59.11407	60	2	9.0	5.9	4	22	0.0
V70	9.58070	59.11289	70	3	6.5	3.7	4	23	0.0
V80	9.59828	59.11067	80	5	0.0	0.0	4	20	0.0
V90	9.61771	59.10625	90	5	0.3	0.0	4	14	0.0
V93	9.61942	59.10473	93	5	1	0.0	4	17	0.0
Ø20	9.64330	59.09934	22	2	8.5	4.0	4	15	16.8
Ø30	9.64065	59.09997	29	2	8.5	3.7	4	16	16.8
Ø40	9.63828	59.10030	39	2	10.7	5.5	3	20	16.8
Ø50	9.63100	59.10187	52	2	10.0	4.9	4	16	0.0
Ø60	9.63391	59.10315	59	2	9.5	4.6	2	16	16.8
Ø70	9.62912	59.10275	70	4	3.0	0.0	2	18	16.8
Ø80	9.62730	59.10315	78	4	2.3	0.0	3	18	0.0
Ø90	9.62415	59.10273	92	5	1	0.0	1	25	16.8
F7	9.70975	59.06673	100	2	8.0	3.3	5	18	16.8
F8	9.73730	59.03366	106	2	8.4	3.4	5	17	16.8
H2	9.79828	59.02253	205	4	3.3	0.0	4	23	0.0

På de dype stasjonene Ø70, Ø80, Ø90 og V93 ligger det et lag med mer eller mindre oksidert materiale på toppen som kunne vært tolket som en aRPD (apparent Redox Potential Discontinuity) og tegn til oksygen og liv og dermed bedre forhold (Figur 12). Ut fra at sedimentet viser lite tegn til bioturbasjon og at laget er mørkere på toppen enn lenger nede i sedimentet, antar vi likevel heller at dette skyldes at det har sedimentert terrestrisk materiale som allerede er oksidert og derfor vil holde denne fargen til det har blitt redusert. Faunaanalysene som viser at disse stasjonene er abiotiske forsterker tilliten til denne hypotesen. Det er også mulig at V60 har fått en noe bedre tilstandsklasse enn forholdene burde tilsi grunnet den samme typen sedimentering.



Figur 12. SPI-stasjoner i Frierfjorden 2012 farget etter tilstandsklasse, med bildeeksempler fra enkelte stasjoner.

BHQ-klassifiseringen av de 3 stasjonene utenfor Frierfjorden gir god tilstand i Eidangerfjorden (F7) og Langesundsfjorden (F8), og dårlig tilstand i Håøyfjorden (H2). Forklaring til dette er antagelig dårligere oksygenforhold på H2 fordi den ligger på 200 meters dyp. F7 og F8 ligger på henholdsvis 100 og 106 meters dyp. Resultatene er vist i Tabell 9 og Figur 13.



Figur 13. Klassifisering og bilder av sedimenttilstand i Eidangerfjorden (F7), Langesundsfjorden (F8) og Håøyfjorden (H2) som BHQ -indeks fra SPI-registreringene.

6.3 Sammenlikning mellom fauna- og SPI-klassifiseringen

De tre stasjonene utenfor Frierfjorden fikk samme tilstandsklassifisering med BHQ (SPI) og NQ1 (fauna) (Tabell 10). For Frierfjorden er det noe større sprik mellom de to metodene, og BHQ-indeksen har en tendens til å gi bedre tilstandsklassifisering enn NQ1 (unntatt de grunne stasjonene). Dette kan dels skyldes de to indeksene er basert på forskjellige egenskaper ved sedimentøkosystemet. Synlige grave ganger og børstemarkrør på SPI-bildene regnes som liv i BHQ, men kan være fra dyr som har dødd i etterkant. De dypeste stasjonene som grabbprøvene registrerer som livløse viser altså tegn til liv på grunnlag av SPI-bildene. Dette kan tyde på at det i perioder er bedre oksygenforhold på disse stasjonene.

Selv om klassifiseringen er noe forskjellig på den enkelte stasjon viser begge metodene en klar forbedring av faunaen fra de dype til de grunne områdene.

Tabell 10. Klassifisering ut fra indeksene NQ1 (fauna) og BHQ (SPI-bilder) på alle stasjonene i undersøkelsen i 2012. For NQ1 oppgis stasjonenes gjennomsnittlige indeksverdi, for BHQ oppgis klassen.

STASJON	NQ1 2012	BHQ 2012
Frierfjorden		
V20	0,757	1
V30	0,734	2
V40	0,601	2
V50	0,622	2
V60	0,582	2
V70	0,000	3
V80		5
V90	0,000	5
V93	0,000	5
Ø20	0,739	2
Ø30	0,766	2
Ø40	0,660	2
Ø50	0,587	2
Ø60	0,576	2
Ø70	0,000	4
Ø80	0,000	4
Ø90	0,000	5
Eidangerfjorden		
F7	0,630	2
Langesundsfjorden		
F8	0,642	2
Håøyfjorden		
H2	0,392	4

6.4 Sammenlikning med tidligere faunaundersøkelser

Endringene i tilstandsklassifisering av bløtbunnsfaunaen over tid er vist i Tabell 11. Faunasamfunnet på vestsiden av Frierfjorden viser en forverring siden siste undersøkelse i 2008, med unntak av den grunneste stasjonen (V20). De øvrige stasjonene har lavere NQ1 enn i 2008, og på V40 og V50 har tilstanden gått fra god (klasse 2) til moderat (klasse 3). Tilstanden på V20 har derimot gått fra god (klasse 2) til svært god (klasse 1). Fra 70 meters dyp og dypere er det hovedsakelig død bunn, og dette er det samme som i 2008.

Også på østsiden av Frierfjorden har NQ1-indeksen gått noe ned på flere av stasjonene sammenlignet med 2008, men tilstandsklassifiseringen har ikke endret seg. Unntaket er Ø30, hvor tilstanden har gått fra god (klasse 2) til svært god (klasse 1). Fra 70 meters dyp og dypere er det hovedsakelig død bunn, og dette er det samme som i 2008.

Resultatene viser nedgang i NQ1 også utenfor Frierfjorden sammenlignet med 2008, men ingen endring i tilstandsklassifiseringen.

Tabell 11. Indeksverdier og tilstandsklassifisering for NQ1 i perioden 1986-2012. Antall arter og individer er summert for stasjonen, mens indeksene er oppgitt som gjennomsnittsverdier.

STASJON	ÅR	ARTER	INDIVIDER	ES(100)	H'	ISI	NQ1
F7	1986	44	677	20,18	3,31	7,94	0,620
F7	1994	28	323	17,94	3,15	7,62	0,569
F7	2003	58	460	30,27	4,48	8,57	0,679
F7	2007	38	215	25,43	3,88	8,93	0,648
F7	2008	30	93	30,18	4,30	8,82	0,714
F7	2012	79	1747	22,23	3,92	7,91	0,630
F8	1986	38	1652	13,14	2,42	8,04	0,543
F8	1986	65	3240	15,15	2,28	8,41	0,575
F8	1987	48	595	23,35	3,04	8,94	0,623
F8	1994	38	424	20,80	3,27	8,37	0,623
F8	1995	28	321	15,87	2,65	7,70	0,557
F8	1996	22	460	12,54	2,25	7,54	0,518
F8	1997	27	682	12,99	2,36	7,39	0,548
F8	2003	60	788	27,16	4,23	8,00	0,648
F8	2008	37	262	25,20	4,10	8,28	0,650
F8	2012	80	1997	23,78	4,11	7,88	0,642

Forts.

STASJON	ÅR	ARTER	INDIVIDER	ES(100)	H'	ISI	NQ11
H2	1987	11	1302	4,77	1,30	6,71	0,417
H2	1994	12	383	8,23	1,57	5,94	0,455
H2	1996	1	5		0,32	2,68	0,138
H2	1997	5	44		1,87	5,38	0,413
H2	2003	11	209	8,77	1,76	5,95	0,479
H2	2008	8	161	7,53	2,15	5,47	0,472
H2	2012	11	1073	5,18	0,93	5,64	0,392
V20	1998	15	38		3,41	7,32	0,713
V20	2001	24	172	19,88	3,84	7,76	0,762
V20	2008	25	87		3,95	8,58	0,715
V20	2012	44	251	31,53	4,71	8,34	0,757
V30	1998	12	28		3,07	7,51	0,701
V30	2001	19	53		3,63	7,90	0,760
V30	2008	22	54		3,86	8,91	0,759
V30	2012	35	174	27,79	4,29	8,34	0,734
V40	1998	8	14		2,90	5,84	0,611
V40	2001	30	96		3,89	7,33	0,737
V40	2008	16	50		3,19	7,04	0,632
V40	2012	27	159	21,88	3,36	6,90	0,601
V50	1998	7	29		1,54	5,06	0,465
V50	2001	21	383	12,38	2,24	5,95	0,528
V50	2008	18	56		2,86	7,41	0,660
V50	2012	22	157	18,54	3,09	6,56	0,622
V60	1998	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V60	2001	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V60	2008	16	42		3,54	6,97	0,655
V60	2012	19	181	16,10	3,30	5,85	0,582
V70	1998	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V70	2001	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V70	2008	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V70	2012	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000

Forts.

STASJON	ÅR	ARTER	INDIVIDER	ES(100)	H'	ISI	NQ11
V80	1998	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V80	2001	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V80	2008	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V80	2012	2	2	2,00	1,00		
V90	1998	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V90	2008	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V90	2012	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V93	1998	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V93	2001	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V93	2008	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
V93	2012	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
Ø20	1998	22	68		3,75	8,66	0,745
Ø20	2001	33	145	26,81	3,54	8,39	0,773
Ø20	2008	23	52		3,93	9,03	0,762
Ø20	2012	22	57	22,00	3,71	8,76	0,739
Ø30	1998	18	37		3,83	8,10	0,751
Ø30	2001	33	133	29,93	4,08	8,01	0,794
Ø30	2008	22	74		3,80	7,86	0,695
Ø30	2012	34	138	29,65	4,40	8,52	0,766
Ø40	1998	11	16		3,20	6,51	0,691
Ø40	2001	6	10		2,45	7,84	0,551
Ø40	2008	17	42		3,52	6,93	0,665
Ø40	2012	42	286	28,71	4,05	7,87	0,660
Ø50	1998	8	19		2,71	6,62	0,591
Ø50	2001	23	90		3,34	7,20	0,656
Ø50	2008	6	21		1,93	6,82	0,537
Ø50	2012	28	298	18,71	3,03	7,07	0,587
Ø60	1998	5	22		2,02	4,81	0,452
Ø60	2001	14	294	9,24	1,74	5,68	0,475
Ø60	2008	12	34		2,93	7,34	0,610
Ø60	2012	25	264	16,65	2,99	7,20	0,576

Forts.

STASJON	ÅR	ARTER	INDIVIDER	ES(100)	H'	ISI	NQ11
Ø70	1998	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø70	2001	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø70	2008	1	2		0,00	4,17	0,179
Ø70	2012	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
Ø80	1998	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø80	2001	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø80	2008	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø80	2012	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000
Ø90	1998	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø90	2001	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø90	2008	0	0	0	0,00	0,00	0,000
Ø90	2012	0	0	0,00	0,00	0,00	0,000

7. Konklusjoner

Det høyeste dioksinnivået ble funnet i overflatesedimentet i Frierfjorden på 30 m dyp på stasjon Ø30 sør for Herøya. Stasjon V93 på 93 m dyp i Frierfjorden hadde betydelig mindre dioksinnivå enn begge prøvene fra stasjon Ø30. Dioksin-nivået i den dypeste delen av Langesundsfjorden (stasjon F8) var betydelig lavere enn i Frierfjorden, og vertikalfordelingen indikerte at tilførselen er redusert de senere årene. Sammenlikning med tidligere data viser at det har vært en gradvis forbedring i dioksinforurensningen i de øvre 2 cm i dypområdet i Frierfjorden og i grunnområdet sør for Herøya siden 1989, og i Langesundsfjorden iallfall siden 1997. Nivåene av dioksiner er likevel langt over grenseverdien for klasse V.

Heksaklorbenzen (HCB), oktaklorstyren (OCS) og dekalorlobifenyl (DCB) viser i stor grad innbyrdes lik vertikalfordeling i sedimentet. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i 5-10 cm sedimentdyp på stasjon Ø30, med en kraftig nedgang i nivå for alle tre stoffene dypere i sedimentet enn dette. Nivåene på stasjon V93 var omtrent en faktor 4 lavere enn på stasjon Ø30, og uten tydelig endring med sedimentdyp. Nivåene var like (DCB) eller litt lavere (HCB og OCS) på stasjon F8 i Langesundsfjorden enn på V93 i Frierfjorden. I den dype delen av Frierfjorden viser alle stoffene entydig reduksjon i nivå i øvre 2 cm over tid siden 1989. Grunnområdet sør for Herøya viste en bedring mellom 1989 og 1997, men denne synes å ha stoppet opp etter det. I dypområdet av Langesundsfjorden er det bare OCS som viser bedring over tid. Mønstrene er til dels meget usikre på grunn av ulik prøvetaking, stasjonsplassering og analyseusikkerhet.

Høyeste TBT-nivå (klasse V) ble funnet i sjiktet 2-5 cm på stasjon V93. Nivåene i 10-20 cm lå i klasse III. Stasjonene Ø30 og F8 hadde omtrent likt vertikalfordelingsmønster og omtrent samme klassifisering. Konsentrasjonene på stasjon F8 var noe høyere enn i tilsvarende sjikt på stasjon Ø30 og denne forskjellen økte nedover i sedimentet. Det er ikke tilgjengelige TBT-data å sammenlikne med fra tidligere år.

Bløtbunnsfaunaen i Frierfjorden og områdene utenfor har over tid vist en svak, men entydig forbedring. I Frierfjorden har nedre grense for faunaforekomst flyttet seg ca. 10 m nedover i forhold til i 2001, dvs. fra 50-60 m dyp til omtrent 70 m dyp. Undersøkelsen i 2012 viser en svak forverring sammenlignet med forrige undersøkelse i 2008, spesielt på vestsiden av Frierfjorden. Nedre grense for faunaforekomst er den samme på begge sider.

Stasjoner i det dypeste området sentralt i Eidangerfjorden og Langesundsfjorden har også vist bedring i bløtbunnsfaunaen etter år 2000. Det dypeste område av Håøyfjorden har dårligere faunatilstand enn disse og her har det ikke vært noen endring siden 1987. Dette kan skyldes dårlige oksygenforhold. Indeksverdiene har gått noe ned i 2012 sammenlignet med 2008, men det er ingen endring i tilstandsklassifiseringen.

Det var et rimelig godt samsvar mellom klassifisering av økologisk tilstand i bunnsedimentene mellom de to undersøkelsesmetodene som ble brukt (grabbprøver av bunnfauna (NQI1) og fotoanalyse av sedimentprofilen (BHQ), selv om BHQ i dette tilfellet har en tendens til å gi noe bedre tilstand enn NQI1.

8. Litteratur

- Nilsson HC, Rosenberg R (1997) Benthic habitat quality assessment of an oxygen stressed fjord by surface and sediment profile images. *Journal of Marine Systems* 11:249-264
- Nilsson HC, Rosenberg R (2006) Collection and interpretation of Sediment Profile Images (SPI) using the Benthic Habitat Quality (BHQ) index and successional models. NIVA Report No. 5200-2006 26 s.
- Næs, K. Oug, E. (1991). Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder. O-895903/E-90406. Rapport 1: Konsentrasjon og mengder av klororganske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyseolje. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr 2570-1991. 193 s.
- Næs, K. (1999). Overvåking av miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene 1997. Overvåkningsrapport nr. 765/99. TA-1645/99. 146 s.
- Oug, E., 2006. Infauna. In: Buhl-Mortensen, L., Aure, J., Alve, E., Husum, K., Oug, E. Effekter av oksygenstres på fjordfauna: Bunnfauna og miljø i fjorder på Skagerrakkysten. *Fisken og Havet* nr. 3-2006, 108 pp, p. 59-70.
- Pearson TH, Rosenberg R (1978) Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr Mar Biol Ann Rev* 16:229-311.
- Rosenberg R, Blomqvist M, Nilsson HC, Cederwall H, Dimming A (2004) Marine quality assessment by use of benthic species-abundance distributions: a proposed new protocol within the European Union Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 49:728-739.
- Rygg, B., 1995. Undersøkelser av bløtbunnsfauna i Grenlandsfjordene 1994. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-3320. 50 s.
- Rygg, B., 1998. Overvåking av Grenlandsfjordene. Bløtbunnsfaunaundersøkelser 1997. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-3783. 20 s.
- Rygg, B., 2002. Bløtbunnsfauna i Frierfjorden etter fem år med stagnant dypvann. Undersøkelser våren 2001. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport l. nr OR-4522. 20 s.
- Walday, M. et al 2012. Overvåking av Ytre Oslofjord i 2007-2011. 5-årsrapport. Norsk institutt for vannforskning (NIVA). Rapport nr OR-6352. 102 s.

9. Vedleggsoversikt

Vedlegg 1: kjemiske analyseprinsipper

Vedlegg 2: rådata kjemiske analyser

Vedlegg 3: artslister fauna

Vedlegg 1. Kjemiske analyseprinsipper

Tørrstoff

Tørrstoffinnholdet bestemmes ved at en kjent mengde prøve tørkes til tørrhet ved 105 °C, og den gjenværende rest veies.

Dioksiner

Prøven tørkes ved 45 - 50 °C, knuses og siktes gjennom 2 mm før de tilsettes 13C-merket internstandard. Deretter ekstraheres prøven (soxhlett) med toluen, hvoretter den dampes inn og løses i sykloheksan og diklormetan. Prøven renses vha. et multikolonne-system med ulike typer silika, aluminiumoksid og aktivt karbon før bestemmelse av forbindelsene vha. gasskromatografi med høyoppløsende massespektrometri (GC/MS) med kvantifisering på grunnlag av den interne standarden. Konsentrasjonen oppgis som sum giftighetsekvivalenter (TE) av hver forbindelse i forhold til bidraget fra den mest giftige komponenten 2,3,7,8-tetraklordibenzo-*p*-dioksin (TCDD). TE-verdiene fastsettes på samme måten som for dioksiner i organismer etter Van den Berg et al. (1998).

Klororganiske forbindelser

Prøven tilsettes indre standard og ekstraheres med organiske løsemidler. Ekstraktet gjennomgår ulike rensetrinn for å fjerne interfererende stoffer. Til slutt analyseres ekstraktet ved bruk av gasskromatograf utstyrt med elektroninnfangningsdetektor (GC/ECD). De klor-organiske forbindelsene identifiseres ut fra de respektives retensjonstider. Kvantifisering utføres ved hjelp av indre standard.

Tinnorganiske forbindelser

Prøven tilsettes en indre standard og oppsluttes med alkoholisk lut. Etter pH-justering og direkte derivatisering ekstraheres de tinnorganiske forbindelsene med organiske løsemidler og prøven renses ved hjelp av gel-permeasjons-kromatografi og oppkonsentreres. Prøven analyseres ved bruk av gasskromatografi og atomemisjons-deteksjon (GC-AED). De ulike forbindelsene identifiseres ved hjelp av retensjonstidene som oppnås, og selve kvantifiseringen utføres ved hjelp av den indre standarden.

Van den Berg, M., Birnbaum, L., Bosveld, A.T.C., Brunström, B., Cook, P., Feeley, M., Giesy, J.P., Hanberg, A., Hasegawa, R. Kennedy, S.W., Kubiak, T., Larsen, J.C., Leeuwen, F.X.R. van, Liem, A.K.D., Nolt, C., Peterson, R.E., Poellinger, L., Safe, S., Schrenk, D., Tillitt, D., Tysklind, M., Younes, M., Wærn, F. og T. Zacharewskim.fl., 1998. Toxic equivalency factors (TEFs) for PCBs, PCDDs, PCDFs for humans and wildlife. Environ Hlth. Perspect. 106:775-792.

Vedlegg 2. Rådata fra kjemianalysene

2.1 Klororganiske forbindelser

Stasjon V93	TTS %	dioksiner	CB209/DCB	HCB	OCS
Snitt (cm)		pgTE/g	ng/g tv	ng/g tv	ng/g tv
0-2	7,52	1546	68	78	9
2-5	15,40		130	inteferens	interferens
5-10	46,88				
10-15	64,79		44	53	11
15-20	53,10				
Stasjon Ø30					
Snitt (cm)					
0-2	49,20	5932	270	340	40
2-5	44,37		300	360	39
5-10	47,00		340	420	41
10-15	58,07	2579			
15-20	59,07		32	37	3,4
Stasjon F8					
Snitt (cm)					
0-2	32,70	895	56	24	3
2-5	25,04		75	30	3,6
5-10	38,13		84	34	4,2
10-15	42,37	1166			
15-20	42,12		57	32	4,2

2.2 Dioksiner

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8930

NILU sample number: 12/2202B

Customer: NIVA

Customers sample ID: Frierfjorden

: St. V.93 0-2

Sample type: Sediment

Sample amount: 2,05 g

 Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VD135

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	25,9	67	25,9	25,9	25,9
12378-PeCDD	151	72	75,5	151	151
123478-HxCDD	108	75	10,8	10,8	10,8
123678-HxCDD	221	72	22,1	22,1	22,1
123789-HxCDD	173		17,3	17,3	17,3
1234678-HpCDD	1 130	60	11,3	11,3	11,3
OCDD	2 494	52	2,49	0,25	0,75
SUM PCDD			165	239	239
Furanes					
2378-TCDF	1 068	88	107	107	107
12378/12348-PeCDF	1 465		14,7	73,3	44,0
23478-PeCDF	570	75	285	285	171
123478/123479-HxCDF	3 386	81	339	339	339
123678-HxCDF	2 273	74	227	227	227
123789-HxCDF	1 444		144	144	144
234678-HxCDF	1 311	72	131	131	131
1234678-HpCDF	9 019	71	90,2	90,2	90,2
1234789-HpCDF	4 194		41,9	41,9	41,9
OCDF	39 159	72	39,2	3,92	11,7
SUM PCDF			1 419	1 442	1 307
SUM PCDD/PCDF			1 584	1 681	1 546
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	87,7	74		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	15,7			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	40,7	77		4,07	4,07
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	24,6	77		0,25	0,74
SUM TE-PCB				4,33	4,82

TE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

x : Samplingstandard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8930

NILU sample number: 12/2201B

Customer: NIVA

Customers sample ID: Frierfjorden

: St. Ø30, 10-15

Sample type: Sediment

Sample amount: 2,00 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VD135

Compound	Concentration	Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	44,2	57	44,2	44,2	44,2
12378-PeCDD	236	71	118	236	236
123478-HxCDD	212	68	21,2	21,2	21,2
123678-HxCDD	359	71	35,9	35,9	35,9
123789-HxCDD	281		28,1	28,1	28,1
1234678-HpCDD	1 859	69	18,6	18,6	18,6
OCDD	3 726	63	3,73	0,37	1,12
SUM PCDD			270	385	385
Furanes					
2378-TCDF	1 935	75	193	193	193
12378/12348-PeCDF	2 498	x	25,0	125	74,9
23478-PeCDF	969	74	484	484	291
123478/123479-HxCDF	6 109	81	611	611	611
123678-HxCDF	3 653	76	365	365	365
123789-HxCDF	2 275	x	228	228	228
234678-HxCDF	1 951	74	195	195	195
1234678-HpCDF	14 808	82	148	148	148
1234789-HpCDF	6 858	x	68,6	68,6	68,6
OCDF	65 474	90	65,5	6,55	19,6
SUM PCDF			2 384	2 425	2 194
SUM PCDD/PCDF			2 653	2 809	2 579
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	104	56		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	24,7			0,00	0,01
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	62,6	62		6,26	6,26
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	36,9	69		0,37	1,11
SUM TE-PCB				6,64	7,38

IE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

x : Samplingstandard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8930

NILU sample number: 12/2199

Customer: NIVA

Customers sample ID: Frierfjorden

: ST.F 8 0-2

Sample type: Sediment

Sample amount: 2,06 g

Concentration units: pg/g

Data files: M_05-11-12

Total sample amount:

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	14,5	61	14,5	14,5	14,5
12378-PeCDD	85,0	78	42,5	85,0	85,0
123478-HxCDD	72,0	77	7,20	7,20	7,20
123678-HxCDD	128	78	12,8	12,8	12,8
123789-HxCDD	118		11,8	11,8	11,8
1234678-HpCDD	829	71	8,29	8,29	8,29
OCDD	2 105	71	2,11	0,21	0,63
SUM PCDD			99,2	140	140
Furanes					
2378-TCDF	496	77	49,6	49,6	49,6
12378/12348-PeCDF	740	x	7,40	37,0	22,2
23478-PeCDF	362	76	181	181	109
123478/123479-HxCDF	2 110	79	211	211	211
123678-HxCDF	1 173	77	117	117	117
123789-HxCDF	733	x	73,3	73,3	73,3
234678-HxCDF	756	73	75,6	75,6	75,6
1234678-HpCDF	6 489	79	64,9	64,9	64,9
1234789-HpCDF	2 509	x	25,1	25,1	25,1
OCDF	24 762	89	24,8	2,48	7,43
SUM PCDF			830	837	755
SUM PCDD/PCDF			929	977	895
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	115	64		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	11,1			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	29,2	70		2,92	2,92
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	15,0	75		0,15	0,45
SUM TE-PCB				3,08	3,39

IE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

x : Samplingstandard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8930

NILU sample number: 12/2198

Customer: NIVA

Customers sample ID: Frierfjorden

: ST. F 8 10-15

Sample type: Sediment

Sample amount: 2,06 g

Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: M_05-11-12

Compound	Concentration	Recovery	TE(nordic) *	TE (1998)	TE (2005)
	pg/g	%	pg/g	pg/g	pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	18,4	63	18,4	18,4	18,4
12378-PeCDD	113	70	56,5	113	113
123478-HxCDD	86,2	67	8,62	8,62	8,62
123678-HxCDD	159	71	15,9	15,9	15,9
123789-HxCDD	144		14,4	14,4	14,4
1234678-HpCDD	924	69	9,24	9,24	9,24
OCDD	1 851	67	1,85	0,19	0,56
SUM PCDD			125	180	180
Furanes					
2378-TCDF	716	79	71,6	71,6	71,6
12378/12348-PeCDF	997	x	9,97	49,8	29,9
23478-PeCDF	473	69	237	237	142
123478/123479-HxCDF	2 680	72	268	268	268
123678-HxCDF	1 593	71	159	159	159
123789-HxCDF	948	x	94,8	94,8	94,8
234678-HxCDF	1 014	67	101	101	101
1234678-HpCDF	7 960	72	79,6	79,6	79,6
1234789-HpCDF	2 988	x	29,9	29,9	29,9
OCDF	32 465	74	32,5	3,25	9,74
SUM PCDF			1 084	1 094	986
SUM PCDD/PCDF			1 209	1 274	1 166
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	135	67		0,01	0,01
344'5'-TeCB (PCB-81)	13,6			0,00	0,00
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	36,9	70		3,69	3,69
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	19,9	71		0,20	0,60
SUM TE-PCB				3,90	4,30

TE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

x : Samplingstandard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

Results of PCDD/PCDF and nonortho-PCB Analysis



Encl. to measuring report: O-8930

NILU sample number: 12/2200

Customer: NIVA

Customers sample ID: Frierfjorden

: St.Ø30 0-2

Sample type: Sediment

Sample amount: 2,05 g

 Total sample amount:

Concentration units: pg/g

Data files: VD131_151112

Compound	Concentration pg/g	Recovery %	TE(nordic) * pg/g	TE (1998) pg/g	TE (2005) pg/g
Dioxins					
2378-TCDD	123	58	123	123	123
12378-PeCDD	559	75	279	559	559
123478-HxCDD	492	72	49,2	49,2	49,2
123678-HxCDD	835	72	83,5	83,5	83,5
123789-HxCDD	697		69,7	69,7	69,7
1234678-HpCDD	4 080	74	40,8	40,8	40,8
OCDD	7 529	76	7,53	0,75	2,26
SUM PCDD			653	926	927
Furanes					
2378-TCDF	4 254	73	425	425	425
12378/12348-PeCDF	5 610	x	56,1	280	168
23478-PeCDF	1 989	70	995	995	597
123478/123479-HxCDF	13 747	71	1 375	1 375	1 375
123678-HxCDF	8 933	68	893	893	893
123789-HxCDF	5 407	x	541	541	541
234678-HxCDF	4 611	68	461	461	461
1234678-HpCDF	34 456	73	345	345	345
1234789-HpCDF	16 067	x	161	161	161
OCDF	131 970	86	132	13,2	39,6
SUM PCDF			5 383	5 489	5 005
SUM PCDD/PCDF			6 036	6 414	5 932
nonortho - PCB					
33'44'-TeCB (PCB-77)	231	56		0,02	0,02
344'5'-TeCB (PCB-81)	55,7			0,01	0,02
33'44'5'-PeCB (PCB-126)	152	64		15,2	15,2
33'44'55'-HxCB (PCB-169)	97,0	66		0,97	2,91
SUM TE-PCB				16,2	18,1

TE(nordic) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the nordic model (Ahlborg et al., 1988)

TE (1998) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 1998)

TE (2005) : 2378-TCDD toxicity equivalents according to the WHO model (M. Van den Berg et al., 2005)

< : Lower than detection limit at signal-to-noise 3 to 1

i : Isotope ratio deviates more than 20 % from theoretical value.

This may be due to instrumental noise or/and chemical interference

b : Lower than 10 times method blank

g : Recovery is not according to NILUs quality criteria

* : Samplingstandard NS-EN 1948

* : Not according to NS-EN ISO / IEC 17025

2.3 Tinnorganiske forbindelser

merking	Parameter		Enhet
V93 0-2	Tørrstoff	7,52	%
V93 0-2	Monobutyltinn (MBT)	46,70	µg/kg tv
V93 0-2	Dibutyltinn (DBT)	27,10	µg/kg tv
V93 0-2	Tributyltinn (TBT)	122,00	µg/kg tv
V93 0-2	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 6,66	µg/kg tv
V93 0-2	Monooktyltinn (MOT)	128,00	µg/kg tv
V93 0-2	Dioktyltinn (DOT)	363,00	µg/kg tv
V93 0-2	Trifenyltinn (TPhT)	< 6,66	µg/kg tv
V93 0-2	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 26,6	µg/kg tv
V93 2-5	Tørrstoff	15,40	%
V93 2-5	Monobutyltinn (MBT)	11,00	µg/kg tv
V93 2-5	Dibutyltinn (DBT)	24,50	µg/kg tv
V93 2-5	Tributyltinn (TBT)	224,00	µg/kg tv
V93 2-5	Tetrabutyltinn (TetraBT)	3,74	µg/kg tv
V93 2-5	Monooktyltinn (MOT)	52,30	µg/kg tv
V93 2-5	Dioktyltinn (DOT)	< 3,22	µg/kg tv
V93 2-5	Trifenyltinn (TPhT)	< 3,22	µg/kg tv
V93 2-5	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 7,62	µg/kg tv
V93 5-10	Tørrstoff	46,88	%
V93 5-10	Monobutyltinn (MBT)	< 2,01	µg/kg tv
V93 5-10	Dibutyltinn (DBT)	5,84	µg/kg tv
V93 5-10	Tributyltinn (TBT)	50,30	µg/kg tv
V93 5-10	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 2,01	µg/kg tv
V93 5-10	Monooktyltinn (MOT)	29,80	µg/kg tv
V93 5-10	Dioktyltinn (DOT)	< 2,01	µg/kg tv
V93 5-10	Trifenyltinn (TPhT)	< 2,01	µg/kg tv
V93 5-10	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 4,01	µg/kg tv
V93 10-15	Tørrstoff	64,79	%
V93 10-15	Monobutyltinn (MBT)	< 1,21	µg/kg tv
V93 10-15	Dibutyltinn (DBT)	1,53	µg/kg tv
V93 10-15	Tributyltinn (TBT)	7,36	µg/kg tv
V93 10-15	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,21	µg/kg tv
V93 10-15	Monooktyltinn (MOT)	30,60	µg/kg tv
V93 10-15	Dioktyltinn (DOT)	69,80	µg/kg tv
V93 10-15	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,21	µg/kg tv
V93 10-15	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 2,42	µg/kg tv
V93 15-20	Tørrstoff	53,10	%
V93 15-20	Monobutyltinn (MBT)	< 1,79	µg/kg tv
V93 15-20	Dibutyltinn (DBT)	2,43	µg/kg tv
V93 15-20	Tributyltinn (TBT)	19,50	µg/kg tv
V93 15-20	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,79	µg/kg tv
V93 15-20	Monooktyltinn (MOT)	30,30	µg/kg tv
V93 15-20	Dioktyltinn (DOT)	136,00	µg/kg tv
V93 15-20	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,79	µg/kg tv
V93 15-20	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 3,58	µg/kg tv

Ø30 0-2	Tørrstoff	49,20	%
Ø30 0-2	Monobutyltinn (MBT)	3,67	µg/kg tv
Ø30 0-2	Dibutyltinn (DBT)	3,39	µg/kg tv
Ø30 0-2	Tributyltinn (TBT)	7,54	µg/kg tv
Ø30 0-2	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 2	µg/kg tv
Ø30 0-2	Monooktyltinn (MOT)	63,60	µg/kg tv
Ø30 0-2	Dioktyltinn (DOT)	300,00	µg/kg tv
Ø30 0-2	Trifenyltinn (TPhT)	< 2	µg/kg tv
Ø30 0-2	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 4	µg/kg tv
Ø30 2-5	Tørrstoff	44,37	%
Ø30 2-5	Monobutyltinn (MBT)	5,98	µg/kg tv
Ø30 2-5	Dibutyltinn (DBT)	5,16	µg/kg tv
Ø30 2-5	Tributyltinn (TBT)	10,30	µg/kg tv
Ø30 2-5	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,12	µg/kg tv
Ø30 2-5	Monooktyltinn (MOT)	88,80	µg/kg tv
Ø30 2-5	Dioktyltinn (DOT)	350,00	µg/kg tv
Ø30 2-5	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,12	µg/kg tv
Ø30 2-5	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 2,24	µg/kg tv
Ø30 5-10	Tørrstoff	47,00	%
Ø30 5-10	Monobutyltinn (MBT)	5,08	µg/kg tv
Ø30 5-10	Dibutyltinn (DBT)	4,04	µg/kg tv
Ø30 5-10	Tributyltinn (TBT)	7,42	µg/kg tv
Ø30 5-10	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,12	µg/kg tv
Ø30 5-10	Monooktyltinn (MOT)	110,00	µg/kg tv
Ø30 5-10	Dioktyltinn (DOT)	346,00	µg/kg tv
Ø30 5-10	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,12	µg/kg tv
Ø30 5-10	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 2,25	µg/kg tv
Ø30 10-15	Tørrstoff	58,07	%
Ø30 10-15	Monobutyltinn (MBT)	< 1,80	µg/kg tv
Ø30 10-15	Dibutyltinn (DBT)	< 1,75	µg/kg tv
Ø30 10-15	Tributyltinn (TBT)	3,39	µg/kg tv
Ø30 10-15	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,75	µg/kg tv
Ø30 10-15	Monooktyltinn (MOT)	39,30	µg/kg tv
Ø30 10-15	Dioktyltinn (DOT)	125,00	µg/kg tv
Ø30 10-15	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,75	µg/kg tv
Ø30 10-15	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 3,51	µg/kg tv
Ø30 15-20	Tørrstoff	59,24	%
Ø30 15-20	Monobutyltinn (MBT)	< 1,12	µg/kg tv
Ø30 15-20	Dibutyltinn (DBT)	< 1,12	µg/kg tv
Ø30 15-20	Tributyltinn (TBT)	1,14	µg/kg tv
Ø30 15-20	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,12	µg/kg tv
Ø30 15-20	Monooktyltinn (MOT)	7,43	µg/kg tv
Ø30 15-20	Dioktyltinn (DOT)	20,70	µg/kg tv
Ø30 15-20	Trifenyltinn (TPhT)	1,42	µg/kg tv
Ø30 15-20	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 4,39	µg/kg tv

F8 0-2	Tørrstoff	32,70	%
F8 0-2	Monobutyltinn (MBT)	5,04	µg/kg tv
F8 0-2	Dibutyltinn (DBT)	4,97	µg/kg tv
F8 0-2	Tributyltinn (TBT)	8,25	µg/kg tv
F8 0-2	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,46	µg/kg tv
F8 0-2	Monooktyltinn (MOT)	4,90	µg/kg tv
F8 0-2	Dioktyltinn (DOT)	9,49	µg/kg tv
F8 0-2	Trifenyltinn (TPhT)	3,10	µg/kg tv
F8 0-2	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 2,93	µg/kg tv
F8 2-5	Tørrstoff	25,04	%
F8 2-5	Monobutyltinn (MBT)	3,97	µg/kg tv
F8 2-5	Dibutyltinn (DBT)	9,74	µg/kg tv
F8 2-5	Tributyltinn (TBT)	16,00	µg/kg tv
F8 2-5	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 2,03	µg/kg tv
F8 2-5	Monooktyltinn (MOT)	10,60	µg/kg tv
F8 2-5	Dioktyltinn (DOT)	18,60	µg/kg tv
F8 2-5	Trifenyltinn (TPhT)	2,88	µg/kg tv
F8 2-5	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 4,06	µg/kg tv
F8 5-10	Tørrstoff	38,13	%
F8 5-10	Monobutyltinn (MBT)	5,95	µg/kg tv
F8 5-10	Dibutyltinn (DBT)	6,75	µg/kg tv
F8 5-10	Tributyltinn (TBT)	15,20	µg/kg tv
F8 5-10	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,29	µg/kg tv
F8 5-10	Monooktyltinn (MOT)	7,27	µg/kg tv
F8 5-10	Dioktyltinn (DOT)	16,60	µg/kg tv
F8 5-10	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,29	µg/kg tv
F8 5-10	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 2,58	µg/kg tv
F8 10-15	Tørrstoff	42,37	%
F8 10-15	Monobutyltinn (MBT)	2,62	µg/kg tv
F8 10-15	Dibutyltinn (DBT)	3,86	µg/kg tv
F8 10-15	Tributyltinn (TBT)	9,19	µg/kg tv
F8 10-15	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,12	µg/kg tv
F8 10-15	Monooktyltinn (MOT)	3,55	µg/kg tv
F8 10-15	Dioktyltinn (DOT)	7,33	µg/kg tv
F8 10-15	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,12	µg/kg tv
F8 10-15	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 2,23	µg/kg tv
F8 15-20	Tørrstoff	42,12	%
F8 15-20	Monobutyltinn (MBT)	2,05	µg/kg tv
F8 15-20	Dibutyltinn (DBT)	2,09	µg/kg tv
F8 15-20	Tributyltinn (TBT)	3,40	µg/kg tv
F8 15-20	Tetrabutyltinn (TetraBT)	< 1,14	µg/kg tv
F8 15-20	Monooktyltinn (MOT)	1,46	µg/kg tv
F8 15-20	Dioktyltinn (DOT)	2,74	µg/kg tv
F8 15-20	Trifenyltinn (TPhT)	< 1,14	µg/kg tv
F8 15-20	Trisykloheksyltinn (TCHT)	< 2,28	µg/kg tv

Vedlegg 3. Fullstendig faunaliste fra stasjonene i Grenlandsfjordene 2012.

STASJON	GRUPPENAVN	FAMILIENAVN	ARTSNAVN	G1
V20	ANTHOZOA	Cerianthidae	Cerianthidae	1
V20	NEMERTEA		Nemertea	15
V20	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cirrhosa	1
V20	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	2
V20	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	1
V20	POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesione klatti	1
V20	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2
V20	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1
V20	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	4
V20	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	6
V20	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	9
V20	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	2
V20	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	1
V20	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	3
V20	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	1
V20	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp.	3
V20	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	5
V20	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	2
V20	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	20
V20	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta	7
V20	POLYCHAETA	Maldanidae	Chirimia biceps	1
V20	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene sp.	4
V20	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis	5
V20	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	10
V20	POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	24
V20	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata	12
V20	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus cf. plumosus	1
V20	POLYCHAETA	Trichobanchidae	Terebellides stroemii	18
V20	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata	4
V20	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae	1
V20	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Onoba sp.	4
V20	OPISTHOBANCHIA	Philineidae	Philine sp.	1
V20	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	1
V20	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	7
V20	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis	1
V20	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	5
V20	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	2
V20	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium sp.	14
V20	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	14

V20	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis sp.	1
V20	DECAPODA	Callianassidae	Callianassa subterranea	3
V20	SIPUNCULIDA		Thysanocardia procera	1
V20	OPHIUROIDEA		Ophiurida	26
V20	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	4
V30	NEMERTEA		Nemertea	10
V30	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana sp.	2
V30	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	2
V30	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	1
V30	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.	3
V30	POLYCHAETA	Nephtyidae	Nephtys incisa	1
V30	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1
V30	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris fragilis	4
V30	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	4
V30	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	18
V30	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	15
V30	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	8
V30	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	1
V30	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	1
V30	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	1
V30	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	1
V30	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	8
V30	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta	2
V30	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	1
V30	POLYCHAETA	Maldanidae	Praxillella affinis	3
V30	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	2
V30	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria (Pectinaria) belgica	1
V30	POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	20
V30	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata	1
V30	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	14
V30	POLYCHAETA	Sabellidae	Sabellidae	25
V30	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	2
V30	BIVALVIA	Limidae	Limatula hyperborea	2
V30	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	1
V30	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis	1
V30	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	9
V30	AMPHIPODA	Melitidae	Cheirocratus sp.	1
V30	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus	2
V30	OPHIUROIDEA		Ophiurida	2
V30	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	4
V40	NEMERTEA		Nemertea	2
V40	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	4
V40	POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce sp.	1

V40	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	4
V40	POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis sp.	5
V40	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	4
V40	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1
V40	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	1
V40	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. cirrifera	62
V40	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	11
V40	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	1
V40	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp.	6
V40	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	2
V40	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	1
V40	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	1
V40	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	2
V40	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	1
V40	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina sp.	1
V40	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	5
V40	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	3
V40	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae	20
V40	POLYCHAETA	Terebellidae	Terebellidae	2
V40	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone cf. papillosa	1
V40	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	1
V40	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	1
V40	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	15
V40	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	1
V50	NEMERTEA		Nemertea	1
V50	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	10
V50	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce cf. rosea	1
V50	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	1
V50	POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis sp.	2
V50	POLYCHAETA	Hesionidae	Kefersteinia cirrata	2
V50	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	1
V50	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	3
V50	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1
V50	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	17
V50	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	2
V50	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	13
V50	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	12
V50	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	1
V50	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	2
V50	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	3
V50	POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	10
V50	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.	2
V50	BIVALVIA	Pectinidae	Pseudamussium sp.	2
V50	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	67

V50	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella	3
V50	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus	1
V60	PORIFERA		Porifera	3
V60	NEMERTEA		Nemertea	7
V60	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	1
V60	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce sp.	1
V60	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera	1
V60	POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae	11
V60	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	3
V60	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	26
V60	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	2
V60	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	25
V60	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	14
V60	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	8
V60	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	2
V60	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	1
V60	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	9
V60	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	1
V60	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.	9
V60	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.	3
V60	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	54
V70	ABIOTISK		ABIOTISK	0
V80	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Lunatia pallida	1
V80	CHAETOGNATHA		Chaetognatha	1
V90	ABIOTISK		ABIOTISK	0
V93	ABIOTISK		ABIOTISK	0
Ø20	NEMERTEA		Nemertea	3
Ø20	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eumida bahusiensis	1
Ø20	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1
Ø20	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	11
Ø20	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	2
Ø20	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. fallax	5
Ø20	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	1
Ø20	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	5
Ø20	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	1
Ø20	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymeninae	1
Ø20	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	13
Ø20	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Trichobranchus roseus	1
Ø20	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata	1
Ø20	PROSOBRANCHIA	Naticidae	Lunatia pallida	1
Ø20	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	1
Ø20	BIVALVIA	Limidae	Limatula hyperborea	1
Ø20	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis	1

Ø20	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira flexuosa	3
Ø20	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium sp.	1
Ø20	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa	1
Ø20	DECAPODA	Callianassidae	Callianassa subterranea	1
Ø20	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1
Ø30	ANTHOZOA	Edwardsiidae	Edwardsiidae	1
Ø30	NEMERTEA		Nemertea	7
Ø30	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cirrhosa	1
Ø30	POLYCHAETA	Pilargidae	Pilargis sp.	2
Ø30	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1
Ø30	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoninoe hibernica	2
Ø30	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra	3
Ø30	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	6
Ø30	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	1
Ø30	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	1
Ø30	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	7
Ø30	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina modesta	2
Ø30	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	8
Ø30	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharete sp.	2
Ø30	POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	6
Ø30	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata	10
Ø30	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	23
Ø30	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone sp.	11
Ø30	POLYCHAETA	Sabellidae	Jasmineira caudata	13
Ø30	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Onoba sp.	6
Ø30	BIVALVIA	Limidae	Limatula hyperborea	1
Ø30	BIVALVIA	Lucinidae	Myrtea spinifera	1
Ø30	BIVALVIA	Thyasiridae	Axinulus croulinensis	1
Ø30	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	1
Ø30	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	4
Ø30	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sp.	5
Ø30	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium sp.	1
Ø30	BIVALVIA	Corbulidae	Corbula gibba	2
Ø30	CUMACEA	Diastylidae	Diastylidae	2
Ø30	ISOPODA	Bopyroidea	Bopyroidea	1
Ø30	AMPHIPODA	Lysianassidae	Tryphosites longipes	1
Ø30	DECAPODA	Callianassidae	Callianassa subterranea	1
Ø30	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	3
Ø30	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1
Ø40	NEMERTEA		Nemertea	10
Ø40	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	3
Ø40	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cirrhosa	4
Ø40	POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce sp.	5
Ø40	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	1

Ø40	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	2
Ø40	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	1
Ø40	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	4
Ø40	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Abyssoinoe hibernica	1
Ø40	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	13
Ø40	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	4
Ø40	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	99
Ø40	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	3
Ø40	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	17
Ø40	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	21
Ø40	POLYCHAETA	Cirratulidae	Macrochaeta sp.	1
Ø40	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	3
Ø40	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	3
Ø40	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	5
Ø40	POLYCHAETA	Opheliidae	Ophelina cf. modesta	1
Ø40	POLYCHAETA	Capitellidae	Mediomastus fragilis	2
Ø40	POLYCHAETA	Maldanidae	Euclymene sp.	3
Ø40	POLYCHAETA	Pectinariidae	Pectinaria (Amphictene) auricoma	1
Ø40	POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	7
Ø40	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata	7
Ø40	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma bairdi	1
Ø40	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone papillosa	11
Ø40	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	3
Ø40	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	2
Ø40	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella lenticula	3
Ø40	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella solidula	1
Ø40	BIVALVIA	Limidae	Limatula hyperborea	3
Ø40	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira dunbari	9
Ø40	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	10
Ø40	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium sp.	3
Ø40	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata	2
Ø40	SCAPHOPODA	Dentaliidae	Antalis sp.	1
Ø40	CUMACEA	Diastylidae	Diastylidae	1
Ø40	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus	1
Ø40	OPHIUROIDEA		Ophiurida	1
Ø40	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	2
Ø40	HOLOTHUROIDEA	Synaptidae	Labidoplax buskii	11
Ø50	NEMERTEA		Nemertea	5
Ø50	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	15
Ø50	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.	1
Ø50	POLYCHAETA	Hesionidae	Hesionidae	2
Ø50	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	3
Ø50	POLYCHAETA	Pilargidae	Glyphohesionella klatti	1

Ø50	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	2
Ø50	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	2
Ø50	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	2
Ø50	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	5
Ø50	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	144
Ø50	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	13
Ø50	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	16
Ø50	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	4
Ø50	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	1
Ø50	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	1
Ø50	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	1
Ø50	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	1
Ø50	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	3
Ø50	POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	5
Ø50	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata	6
Ø50	POLYCHAETA	Terebellidae	Neoamphitrite grayi	1
Ø50	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone papillosa	13
Ø50	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	32
Ø50	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi	14
Ø50	BIVALVIA	Cardiidae	Parvicardium sp.	1
Ø50	AMPHIPODA	Isaeidae	Gammaropsis cf sophiae	1
Ø50	SIPUNCULIDA		Phascolion (Phascolion) strombus strombus	3
Ø60	NEMERTEA		Nemertea	18
Ø60	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	2
Ø60	POLYCHAETA	Phyllodoceidae	Phyllodoce sp.	2
Ø60	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata	12
Ø60	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1
Ø60	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	9
Ø60	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	112
Ø60	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	2
Ø60	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	20
Ø60	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	7
Ø60	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	1
Ø60	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus	1
Ø60	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	8
Ø60	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata	1
Ø60	POLYCHAETA	Ampharetidae	Mugga wahrbergi	6
Ø60	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sabellides octocirrata	4
Ø60	POLYCHAETA	Sabellidae	Euchone papillosa	5
Ø60	CAUDOFOVEATA		Caudofoveata	1
Ø60	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	46
Ø60	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella sp.	1
Ø60	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella	1

Ø60	AMPHIPODA	Isaeidae	Gammaropsis sophiae	1
Ø60	OPHIUROIDEA		Ophiurida	1
Ø60	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1
Ø60	HEMICHORDATA		Hemichordata	1
Ø70	ABIOTISK		ABIOTISK	0
Ø80	ABIOTISK		ABIOTISK	0
Ø90	ABIOTISK		ABIOTISK	0

Fullstendig faunaliste fra stasjonene i Eidangerfjorden, Brevikfjorden og Håøyfjorden 2012.

STAS- JON	GRUPPE- NAVN	FAMILIE- NAVN	ARTSNAVN	G1	G2	G3	G4
F7	NEMERTEA		Nemertea	17	15	4	7
F7	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	17	17	19	63
F7	POLYCHAETA	Aphroditidae	Aphrodita aculeata	1			
F7	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana cf. amondseni			1	
F7	POLYCHAETA	Polynoidae	Harmothoe sp.	1			
F7	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Chaetoparia nilssoni			1	
F7	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone longa			1	
F7	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera	1		3	
F7	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica			1	2
F7	POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis sp.	1			
F7	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata				1
F7	POLYCHAETA	Hesionidae	Ophiodromus flexuosus			1	
F7	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	11	13	12	18
F7	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba		2	1	1
F7	POLYCHAETA	Goniadidae	Goniada maculata	1	1	1	2
F7	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris fragilis			1	1
F7	POLYCHAETA	Arabellidae	Drilonereis filum		1		
F7	POLYCHAETA	Dorvilleidae	Ophryotrocha sp.			1	
F7	POLYCHAETA	Orbiniidae	Orbinia norvegica		1		1
F7	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	10	5	3	2
F7	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis lyra		5	3	6
F7	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	53	68	48	69
F7	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio dubia	1		2	1
F7	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio fallax	2	4		1
F7	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata		2	1	2
F7	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	25	34	20	36
F7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochoeta sp.	44	79	38	35
F7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella killariensis	14			
F7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella sp.		17	9	7
F7	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	93	81	79	87
F7	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	2	1		1
F7	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	39	68	54	29

F7	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	16	18	9	4
F7	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	1	3	1	2
F7	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata		2	2	1
F7	POLYCHAETA	Ampharetidae	Ampharetidae		2	1	
F7	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata		3	2	2
F7	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	1			2
F7	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista lornensis	1			
F7	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma bairdi		1		
F7	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	1	1	1	
F7	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.			2	1
F7	OLIGOCHAETA		Oligochaeta		1		
F7	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Onoba sp.			1	1
F7	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis			1	
F7	BIVALVIA	Nuculanidae	Nuculana pernula	1			
F7	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella lenticula	7	14	12	
F7	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella solidula			1	
F7	BIVALVIA	Pectinidae	Pseudamussium peslutrae			1	
F7	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa			1	
F7	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	14	22	28	25
F7	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella			4	
F7	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra longicallus	2	1		1
F7	BIVALVIA	Cuspidariidae	Tropidomya abbreviata				6
F7	OSTRACODA	Cypridinidae	Philomedes globosus		1		2
F7	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella emarginata	2	6	6	3
F7	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella truncatula				1
F7	CUMACEA	Leuconidae	Leucon (Leucon) nasica	2	4	4	
F7	CUMACEA	Leuconidae	Leucon sp.				6
F7	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea	5	3		
F7	ISOPODA	Gnathidae	Gnathia maxillaris				1
F7	AMPHIPODA	Leucothoidae	Leucothoe lilljeborgi	1			
F7	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhis phyllonyx	1	1		
F7	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus			1	
F7	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes packardi	1			
F7	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes cf. packardi			1	1
F7	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monoculodes sp.	1			
F7	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.		1	1	1
F7	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Leptophoxus falcatus	1	2		1
F7	AMPHIPODA	Aoridae	Aoridae	1			
F7	AMPHIPODA	Aoridae	Autonoe longipes (Liljeborg, 1852)			3	
F7	AMPHIPODA	Isaeidae	Gammaropsis sophiae				3
F7	MYSIDACEA		Mysida	1			
F7	DECAPODA		Decapod larver		1		1
F7	SIPUNCULIDA		Golfingiida	1			

F7	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp	5	11	4	4
F7	OPHIUROIDEA		Ophiurida	1			
F7	OPHIUROIDEA	Ophiuridae	Ophiura sp.	1			
F7	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera			2	
F8	PLATYHEL- MINTHES		Turbellaria		1		
F8	NEMERTEA		Nemertea	16	19	14	12
F8	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	10	17	11	16
F8	POLYCHAETA	Polynoidae	Bylgides sp.				1
F8	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana amondseni	2			
F8	POLYCHAETA	Polynoidae	Gattyana sp.		1		
F8	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Eteone longa		2		1
F8	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce cf. groenlandica				1
F8	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Phyllodoce rosea	2	1		
F8	POLYCHAETA	Phyllodocidae	Sige fusigera	3	3		
F8	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe baltica	1	5	2	3
F8	POLYCHAETA	Pholoidae	Pholoe pallida	1			
F8	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata			1	
F8	POLYCHAETA	Nereidae	Ceratocephale loveni	24	23	16	38
F8	POLYCHAETA	Glyceridae	Glycera alba	3	5	2	2
F8	POLYCHAETA	Lumbrineridae	Lumbrineris fragilis	1	2		2
F8	POLYCHAETA	Paraonidae	Levinsenia gracilis	5	2	1	3
F8	POLYCHAETA	Paraonidae	Paradoneis eliasoni	174	22	21	23
F8	POLYCHAETA	Spionidae	Laonice bahusiensis	2			
F8	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cirrifera	2			
F8	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. cirrifera	57	22	9	27
F8	POLYCHAETA	Spionidae	Prionospio cf. fallax	27	8	4	16
F8	POLYCHAETA	Spionidae	Pseudopolydora paucibranchiata	2		2	
F8	POLYCHAETA	Spionidae	Spiophanes kroyeri	34	52	31	30
F8	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	28	85	45	
F8	POLYCHAETA	Cirratulidae	Caulleriella killariensis	16	7	13	1
F8	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	52	33	64	42
F8	POLYCHAETA	Cossuridae	Cossura longocirrata	1			
F8	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Brada villosa	1			
F8	POLYCHAETA	Flabelligeridae	Diplocirrus glaucus				2
F8	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Polyphysia crassa	1	2		
F8	POLYCHAETA	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum	17	26	47	21
F8	POLYCHAETA	Capitellidae	Heteromastus filiformis	50	72	93	70
F8	POLYCHAETA	Maldanidae	Maldane sarsi			1	
F8	POLYCHAETA	Maldanidae	Rhodine loveni	1	1	5	3
F8	POLYCHAETA	Oweniidae	Galathowenia oculata			1	
F8	POLYCHAETA	Ampharetidae	Anobothrus gracilis	1			1
F8	POLYCHAETA	Ampharetidae	Melinna cristata	7	11	8	13
F8	POLYCHAETA	Ampharetidae	Sosanopsis wireni				1

F8	POLYCHAETA	Terebellidae	Amaeana trilobata		1		
F8	POLYCHAETA	Terebellidae	Neoamphitrite affinis		1		
F8	POLYCHAETA	Terebellidae	Pista cristata	14	16	5	5
F8	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus plumosus	2	1		2
F8	POLYCHAETA	Terebellidae	Polycirrus sp.			1	
F8	POLYCHAETA	Terebellidae	Streblosoma bairdi	1	2	1	
F8	POLYCHAETA	Trichobranchidae	Terebellides stroemii	1	4	1	
F8	POLYCHAETA	Sabellidae	Chone sp.	14	4		2
F8	OLIGOCHAETA		Oligochaeta	3		1	1
F8	PROSOBRANCHIA	Rissoidae	Onoba sp.			1	1
F8	OPISTHOBANCHIA	Scaphandridae	Cylichna alba				1
F8	BIVALVIA	Nuculidae	Ennucula tenuis	7	5	1	4
F8	BIVALVIA	Nuculidae	Nucula sp.			3	
F8	BIVALVIA	Nuculanidae	Nuculana pernula			1	
F8	BIVALVIA	Nuculanidae	Yoldiella lenticula	3	9	4	12
F8	BIVALVIA	Thyasiridae	Mendicula ferruginosa	1	1		
F8	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis	22	32	26	37
F8	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi		1		2
F8	BIVALVIA	Lasaeidae	Kurtiella sp.			1	
F8	BIVALVIA	Lasaeidae	Tellimya tenella	1		2	3
F8	BIVALVIA	Scrobiculariidae	Abra longicallus		1	3	
F8	BIVALVIA	Thraciidae	Thracia septentrionalis	1			
F8	BIVALVIA	Cuspidariidae	Cuspidaria obesa	1			
F8	CUMACEA	Leuconidae	Eudorella truncatula				3
F8	CUMACEA	Leuconidae	Leucon (Leucon) cf. nasica	1		2	2
F8	CUMACEA	Nannastacidae	Campylaspis undata			1	
F8	CUMACEA	Diastylidae	Diastylidae			1	
F8	TANAIDACEA	Parathanidae	Tanaidacea				1
F8	AMPHIPODA	Leucothoidae	Leucothoe lilljeborgi		2	1	
F8	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Arrhis phyllonyx	3	1	1	2
F8	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Bathymedon longimanus		1	1	1
F8	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Monocolodes cf. packardi		2		
F8	AMPHIPODA	Oedicerotidae	Synchelidium cf. haplocheles				1
F8	AMPHIPODA	Phoxocephalidae	Harpinia sp.			1	
F8	DECAPODA		Braciur larve		1		
F8	DECAPODA		Decapod larver				1
F8	DECAPODA	Axiidae	Calocaris cf. macandreae			1	
F8	SIPUNCULIDA		Nephasoma sp	4			2
F8	OPHIUROIDEA		Ophiurida			1	
F8	OPHIUROIDEA	Amphiuridae	Amphiura chiajei	1		1	
F8	ECHINOIDEA	Brissidae	Brissopsis lyrifera	1			3
H2	NEMERTEA		Nemertea	10	17	8	18
H2	POLYCHAETA	Amphinomidae	Paramphinome jeffreysii	3	8	1	5
H2	POLYCHAETA	Hesionidae	Gyptis rosea	1			

H2	POLYCHAETA	Hesionidae	Nereimyra punctata		7	3	1
H2	POLYCHAETA	Cirratulidae	Aphelochaeta sp.	1			
H2	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone setosa	194	273	168	259
H2	POLYCHAETA	Cirratulidae	Chaetozone sp.	1			
H2	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira equalis			1	
H2	BIVALVIA	Thyasiridae	Thyasira sarsi	16	37	29	7
H2	EUPHAUSIACEA		Euphausiacea	3		1	
H2	HEMICHORDATA		Hemichordata			1	



BIBLIOTEKSKJEMA

Utførende institusjon

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

ISBN-nummer kan tas ut (Frivillig å bruke)

978-82-577-6302-2

Oppdragstakers prosjektansvarlig

Torgeir Bakke

Kontaktperson

Eli Mathisen

M-nummer

M-9/2013

År

2013

Sidetall

67

Miljødirektoratets kontraktnummer

7012015

SPFO-nummer

SPFO 1152/2013

Utgiver

Norsk institutt for vannforskning
NIVA-rapport 6567-2013
Prosjekt nr. 28120/2

Prosjektet er finansiert av

Miljødirektoratet, Herøya industripark (HIP), Ineos Norge,
Noretyl, Eramet Norway

Forfatter(e)

Torgeir Bakke, Gunhild Borgersen, Bjørnar A. Beylich

Tittel - norsk og engelsk

Overvåking i Grenlandsfjordene 2012. Sedimenter og bløtbunnsfauna
Monitoring in the Greenland fjords 2012. Sediments and soft bottom fauna

Sammendrag - summary

Bløtbunnsfauna er undersøkt på 20 stasjoner i Grenlandsfjordene ved bruk av SPI og grabbprøver. Fra tre av stasjonene er vertikalfordelingen av dioksiner, HCB, OCS, DCB og tinnorganiske stoffer analysert. Høyeste nivå av de klorerte miljøgiftene ble funnet på 30 m dyp sør for Herøya. Nivåene var lavere på 93 m dyp og for dioksiner enda lavere i Langesundsfjorden. Tilstanden synes i ulik grad å ha forbedret seg siden 1989. Dypområdet i Frierfjorden hadde høyest TBT-nivå, Nivåene var lavere og innbyrdes omtrent like på grunt vann i Frierfjorden og i Langesundsfjorden. Faunatilstanden i Frier-, Eidanger- og Langesundsfjorden har bedret seg over tid. Utbredelsen i Frierfjorden går nå ned til 70 m dyp. Faunatilstanden i Håøyfjorden var verre enn i de andre områdene og har ikke endret seg siden 1987.

4 emneord

PCDF/PCDD ("dioksiner")
Klororganiske forbindelser
Tinnorganiske forbindelser
Sedimentfauna

4 subject words

PCDF/PCDD ("dioxins")
Organochlorine compounds
Organotin compounds
Sediment fauna

Miljødirektoratet

Telefon: 03400/73 58 05 00 | Faks: 73 58 05 01

E-post: post@miljodir.no

Nett: www.miljodirektoratet.no

Post: Postboks 5672 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøksadresse Trondheim: Brattørkaia 15, 7010 Trondheim

Besøksadresse Oslo: Strømsveien 96, 0602 Oslo

[Brødtekst]