

## *Resipientundersøkelse ved Tjeldbergodden metanolfabrikk, 2015*



Prosess Uni Research Miljø / SAM-marin / Rapportering / Rapportering  
 Godkjent dato 19.01.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)  
 Endret dato 19.01.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)

Dokumentkategori Vedlegg  
 Siste revisjon  
 Neste revisjonsdato



## SAM-Marin



Uni Research Miljø  
 SAM-Marin  
 Thormøhlensgt. 55  
 5008 Bergen, Norway

Tlf: 55 58 44 05  
 E-post: [Sam-marin@uni.no](mailto:Sam-marin@uni.no)  
 Internet: [www.uni.no](http://www.uni.no)  
 Foretaksreg. nr. 985 827 117 MVA

Rapportens tittel: Resipientundersøkelse ved Tjeldbergodden metanolfabrikk, 2015	Dato: 18.03.2016 Antall sider og bilag: 44 s. + vedl.
Forfatter(e): Hatlen K., Hadler-Jacobsen S., Johansen P-O.	Prosjektleder: Kristin Hatlen Prosjektnummer: 809866
Oppdragsgiver: Statoil Tjeldbergodden	Tilgjengelighet: Åpen

**Abstract:** In 2015 a marine survey of the recipient from Tjeldbergodden Metanol factory in Aure was conducted. The survey consisted of analyses of environmental pollutants in sediment and the animals blue mussel (*Mytilus edulis*), common limpet (*Patella vulgata*) and coastal cod (*Gadus morhua*). In addition the soft bottom fauna was monitored. Grain size distribution, total organic matter in the sediment and hydrography of the water column were included as supportive parameters. In the sediment metals and PAH except Indeno[1,2,3-cd]pyren were found in low levels. The stations furthest off Tjeldbergodden contained the highest levels of metals and PAH. In theory these could originate from Tjeldbergodden, however there are other potential sources. The blue mussel cage in the direction of the current was swept away by a rockslide. Blue mussel south and further north of the emission point contained low levels of metals. The highest levels of PFC (perfluorated compounds) in common limpet were found north of the emission point. In total 8 of 23 analysed PFC were detected above limit of quantification (LOQ) in common limpet. In coastal cod from the area west of Tjeldbergodden 12 of 23 were detected above LOQ. Neither limpet nor cod contained PFOS or PFOSA above EQSbiota. The community of benthic soft bottom fauna were rich at all stations analysed. Signs of increased nutrient access were detected at the stations furthest off Tjeldbergodden. This is most likely not a result of the industrial activity.

Keywords: Marine environmental monitoring, metal, PAH, PFC, benthic fauna	Emneord: Resipientundersøkelse, metaller, PAH, PFC, bunnfauna
--	--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 4-2016

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	18.3.2016	Per-Otto Johansen
Prosjektet / undersøkelsen:	18.3.2016	K. Hatlen

Prosess	Uni Research Miljø / SAM-marin / Rapportering / Rapportering	Dokumentkategori	Vedlegg
Godkjent dato	19.01.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)	Siste revlsjon	
Endret dato	19.01.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)	Neste revlsjonsdato	

SAM-marin er en del av Uni Research Miljø (Uni Research AS), og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

#### **Følgende er utført akkreditert ved SAM-marin:**

**Prøvetaking til sediment- og albusnegl analyser, samlet av:** Frøydis Lygre, Kristin Hatlen

**Litoralundersøkelse utført av:** -

**Sortering av sediment utført av:** Linda Bjelland Pedersen, Ragna Tveiten og Natalia Korableva.

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Frøydis Lygre, Øydis Alme

**Faglige vurderinger og fortolkninger utført av:** Per-Otto Johansen

#### **Ikke akkreditert:**

Innhenting av blåskjell (personell ved Tjeldberodden)

Fiske (Asbkørn Skjervø)

Hydrografiundersøkelser (SAM-Marin)

#### **LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** MS Gripar, Båtfører Bjørn Thomassen

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Norsk Miljøanalyse akkrediteringsnummer Test 003

Akkreditert: Sediment: Tungmetall, PAH-16, NPD, THC, TOC, TS. Albusnegl:PFC-23. Kysttorsk: PFC-23. Blåskjell: Tungmetall, TS.

Ikke akkreditert:

**Geologiske analyser utført av:** Sintef Molab akkrediteringsnummer Test 032

Akkreditert: Kornfordeling, glødetap (TOM)

Ikke akkreditert:

**Andre:**

## Innhold

1.	Innledning .....	3
1.1.	Tjeldbergodden industriområde.....	3
1.2.	Utslipp.....	3
	Kjølevannsutslipp .....	3
1.3.	Vannforekomsten .....	4
1.3.1.	Potensielle kilder .....	5
1.3.2.	Spredning fra Tjeldbergodden.....	6
1.4.	Tidligere undersøkelser .....	6
1.5.	Leverandør og underleverandører .....	6
2.	Material og metoder .....	7
2.1.	Stasjoner og prøvetaking.....	7
2.1.1.	Avvik fra program for prøvetaking .....	9
2.2.	Bunnprøvetaking .....	9
2.2.1.	Bløtbunnsfauna .....	9
2.2.2.	Sedimentkarakteristikk .....	11
2.2.3.	Miljøgifter.....	12
2.2.4.	Miljøgifter i sediment.....	16
2.2.5.	Miljøgifter i biota.....	16
	PFC i Albusnegl.....	16
2.2.6.	LOQ.....	18
2.3.	Hydrografi.....	19
2.3.1.	Hydrografi (CTD) og Siktedyp .....	19
3.	Resultat .....	20
3.1.	Hydrografi- Målinger og analyser i vannsøylen .....	20
3.1.1.	CTD-målinger.....	20
3.1.2.	Siktedyp.....	21
3.2.	Sedimentkarakteristikk.....	24

---

3.2.1.	Kornfordeling i sedimentet .....	24
3.2.2.	Organisk innhold .....	24
3.3.	Miljøgifter i sediment .....	26
3.3.1.	Tungmetall .....	26
3.3.2.	Hydrokaroner (PAH, NPD, THC).....	28
3.4.	Miljøgifter i biota .....	30
3.4.1.	Tungmetall i blåskjell.....	30
3.4.2.	PFC i albusnegl.....	31
3.4.3.	PFC i kysttorsk .....	32
3.5.	Bløtbunnsfauna .....	34
4.	Diskusjon og konklusjon.....	40
4.1.	Sedimentkjemi.....	40
4.2.	Miljøgifter i biota .....	40
4.3.	Bunnfauna .....	41
5.	Videre oppfølging.....	42
6.	Litteratur .....	43
7.	Vedlegg.....	44

## 1. INNLEDNING

Uni Research Miljø, har på oppdrag av Statoil Tjeldbergodden utført en resipientundersøkelse utenfor Tjeldbergodden i Aure kommune, på Nordmøre. Her finnes en metanolfabrikk. Hensikten med denne miljøundersøkelsen har vært å undersøke påvirkningsgraden av metanolproduksjonen på resipienten og vannforekomsten. Undersøkelsen er gjennomført i henhold til (Vannforskriften og nasjonale veiledere).

### 1.1. Tjeldbergodden industriområde

Industriområdet ble åpnet i 1997 og består av tre fabrikker; metanolfabrikk, gassmottaksanlegg og luftgassfabrikk. Gass fra Heidrunfeltet på Haltenbanken brukes til produksjon av omtrent 900.000 tonn metanol årlig. Gassen omgjøres til syntesegass, som så komprimeres og omdannes til råmetanol. Denne blir så destillert til ferdig produkt. Biprodukter i form av gasser dannes, som så brennes for å gi energi til prosessen. Som tillegg til dette forbrennes diesel i lavtrykkskjele, nøddaggregater og brannpumper. For sikkerhet og avlastning finnes to fakler til brenning av naturgass og syntesegass.

### 1.2. Utslipp

Industrien på Tjeldbergodden (TBO) har utslipp til luft og det marine miljø. Denne rapporten tar kun for seg effekter av utslipp til det marine miljø.

#### Kjølevannsutslipp

Røret er dykket 15 m under vann og slipper ut ca. 23.000 m<sup>3</sup> kjølevann per time. Temperaturøkningen fra inntak til utslipp ligger på 10°C (Sintef 1994, strømmålingsrapport). For posisjon, se kart. Utslippsvannet analyseres av eksternt laboratorium hvert 3. år. Det oppgis at resultater fra disse analysene tilsier at det ikke slippes ut prioriterte miljøgifter til resipienten. Tjeldbergodden har tillatelse til produksjon av 1.300.000 tonn metanol per år og har utslippstillatelse og faktiske utslipp i henhold til Tabell 1-1.

Tabell 1-1 Utslippstillatelse (omregnet fra ukentlig til årlig) og faktisk utslipp i 2014.

Stoff	Utslippstillatelse (årlig)	Typiske utslippsmengder (årlig)
Olje	7,3 g*	Ca 30 kg (hydrokarboner)
TOC	4,16 tonn	771 kg
Suspendert stoff	1,3 tonn	427 kg
Total-Nitrogen	6,5 tonn	1,07 tonn

\*) 20 mg/døgn som er maksimalverdi og skal overholdes for minst 95% av døgnmålingene.

Det foregår brannøvelser på området, med to typer brannskum. Øvelser foregår på hele industriområdet og

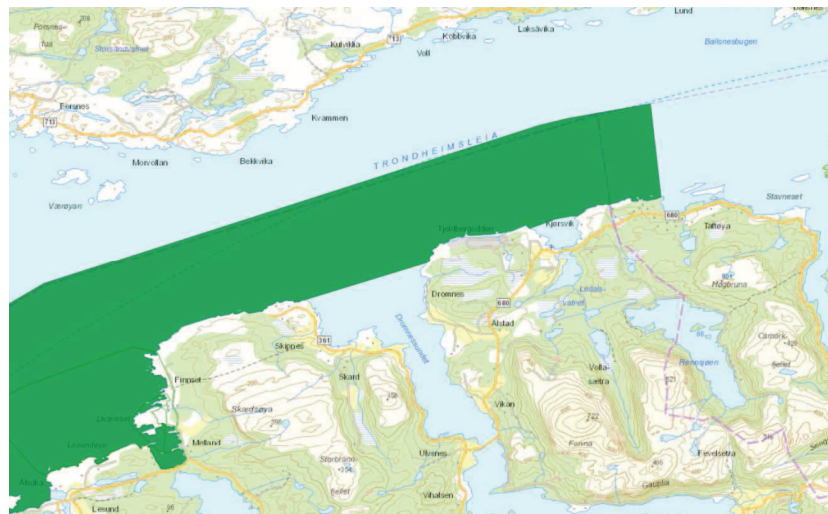
har derfor ikke et spesifikt utslippspunkt. I 2005 gikk man over fra PFOS til andre typer PFC. Årlig er det benyttet 60 liter Arctic FOAM ATC 3-6 % og 5 liter Anzulite low viscosity. Arctic foam inneholder ikke fluorforbindelser. Anzulite inneholder 5 % fluorsurfaktant, hvilket utgjør 250 gram årlig.

### 1.3. Vannforekomsten

Resipienten Trondheimsleia er et sund innenfor Hitra. Utenfor Tjeldbergodden er det et slakt platå på rundt 30-50 m, som deretter skråner raskt ned mot 200-300m. Den dypeste renna i Trondheimsleia ligger på fastlandssiden. Undersøkelingsområdet dekker over tre vannforekomster:

1. Trondheimsleia - Skardsøya - Sør, som i Vann-Nett har blitt klassifisert med økologisk tilstand God, uten at det kommer fram hva denne tilstanden er basert på. Den kjemiske tilstanden for området er udefinert (Figur 1-1).
2. Dromnessundet, som også har økologisk tilstand God og Udefinert kjemisk tilstand (Figur 1-2).
3. Kjørsviksbugen, som har økologisk tilstand Moderat og Udefinert kjemisk tilstand (Figur 1-3).

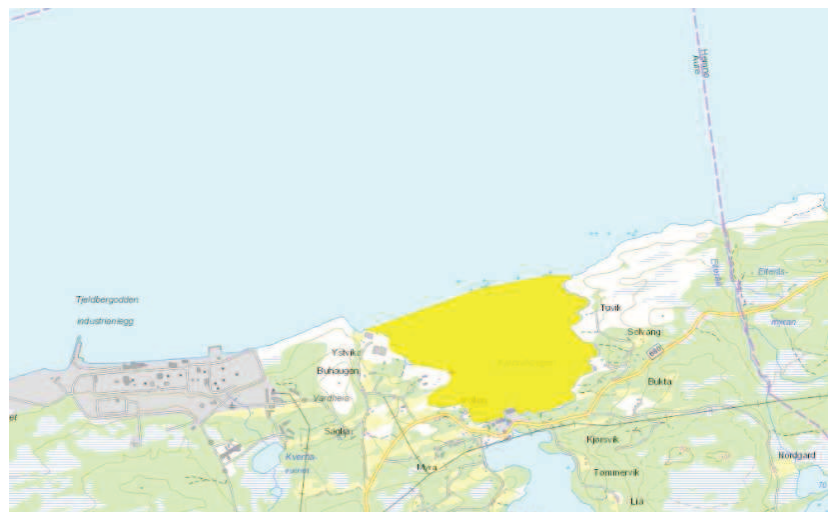
I det hele tatt finnes det lite informasjon om tilstandene i området i Vann-nett, noe denne undersøkelsen kan bøte på.



Figur 1-1 Vannforekomsten Trondheimsleia-Skardsøya-Sør, markert med God økologisk tilstand. Den kjemiske tilstanden er udefinert.



Figur 1-2 Vannforekomsten Dromnessundet, markert med God økologisk tilstand. Den kjemiske tilstanden er udefinert.



Figur 1-3 Vannforekomsten Kjørsviksbugen, markert med Moderat økologisk tilstand. Den kjemiske tilstanden er udefinert.

### 1.3.1. Potensielle kilder

Trondheimsleia er relativt sterkt trafikkert av båter, hvilket kan medføre utslipp av olje (inkludert PAH).

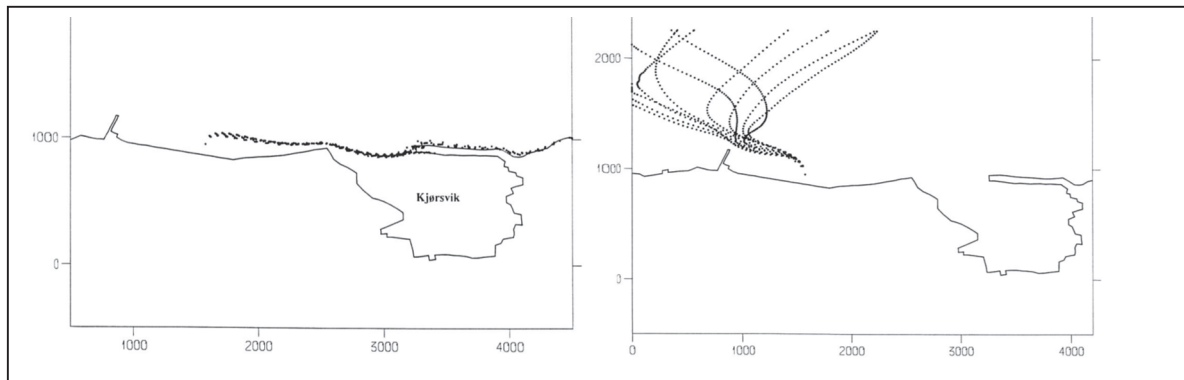
I indre del av Kjørsviksbugen finnes en småbåthavn og et settefiskanlegg. En undersøkelse av settefiskanlegget i 2013 viste nivåer av sink tilsvarende tilstandsklasse I-III og for kobber tilsvarende tilstandsklasse II (iht klassifisering i Rapport M-241) i indre deler av Kjørsviksbugen (Haugen et al 2013). Kjørsviksbugen er også anløp for hurtigbåt som sammen med småbåthavna kan medføre utslipp av olje (inkludert PAH).

I Dromnessundet er det ikke kjente utslippkilder, foruten noe landbruk.



### 1.3.2. Spredning fra Tjeldbergodden

Hovedstrømmen går i nordøstlig retning (Sintef 1994). I 1994 modellerte Sintef det da planlagte kjølevannsutslippets utbredelse ved hjelp av partikkelmodellering i overflaten (Figur 1-4). Med vind fra sørvest vil den nordøstlige transporten av kjølevannet økes og man forventer at utslippet treffer land ved Kjørsvigsbugen. Dette er en bukt hvor det blant annet finnes settefiskanlegg. Modellering tyder på at elva som renner ut innerst i Kjørsvigsbugen, hindrer kjølevannsutslippet å strømme inn i bukten (Sintef 1994). Med vind fra nordøst spres kjølevannet ut i en vifteform fra punktet.



**Figur 1-4 Modelleret partikkelspredning fra kjølevannsutslipp ved frisk bris fra sørvest (t.v.) og frisk bris fra nordøst (t.h.). Hentet fra Sintef-rapport 1994.**

## 1.4. Tidligere undersøkelser

I 1992 ble det utført en grunnlagsundersøkelse ved Tjeldbergodden (Stokland et al 1993 (Sediment og bunnfauna). Denne tok for seg sedimentkjemi og bløtbunnsfauna. Deretter har undersøkelsen blitt gjentatt med modifikasjoner i 2000 (Stokland og Melbye 2001: Sediment og bløtbunnsfauna) og 2006 (Sørheim og Stokland 2007: Sediment og bløtbunnsfauna). I 2006 ble det i tillegg utført en undersøkelse av blåskjell, fjære og dykking (Sørheim et al 2007).

Årets resultater er sammenlignet med historiske data fra de tidligere undersøkelsene.

## 1.5. Leverandør og underleverandører

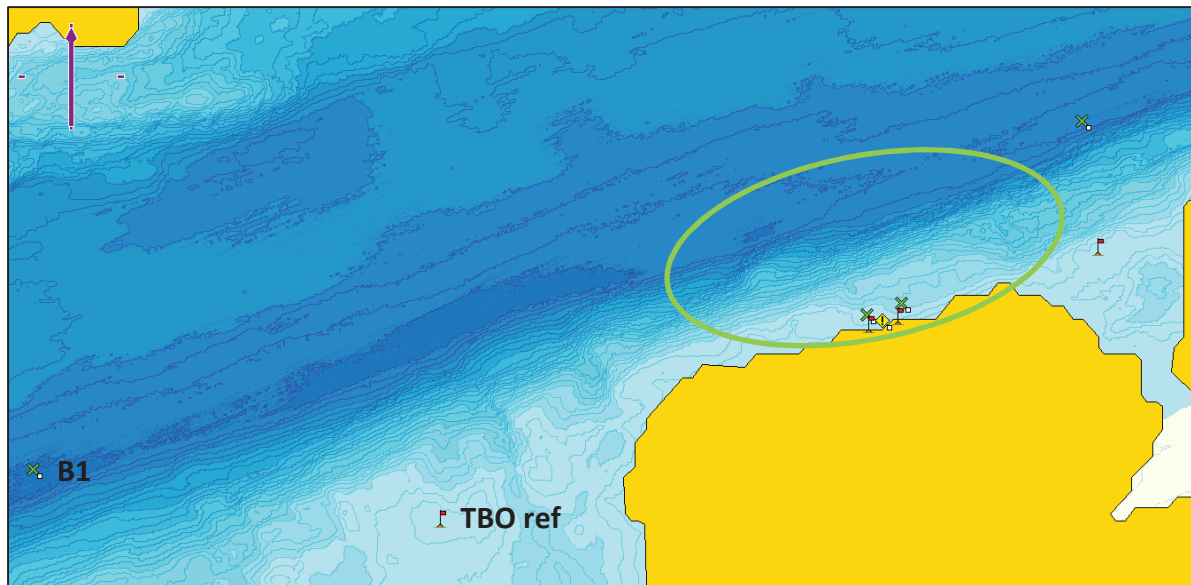
Uni Research Miljø, Seksjon for Anvendt Miljøforskning - marin del (SAM-Marin) SAM-Marin arbeider etter et kvalitetssystem (NS EN-ISO 17025) og er med hensyn til denne undersøkelsen akkreditert for prøvetaking, sortering og taksonomisk analyse, eksponering av blåskjell i bur, samt faglig fortolkning (Test 157). CTD er ikke utført akkreditert, men man har fulgt prosedyrer og retningslinjer fra utstyrets produsent.

Kjemiske analyser er utført akkreditert ved Eurofins Norsk Miljøanalyse (Test 003), mens analyser av sedimentkarakteristikk er gjennomført akkreditert hos Molab AS (Test 032).

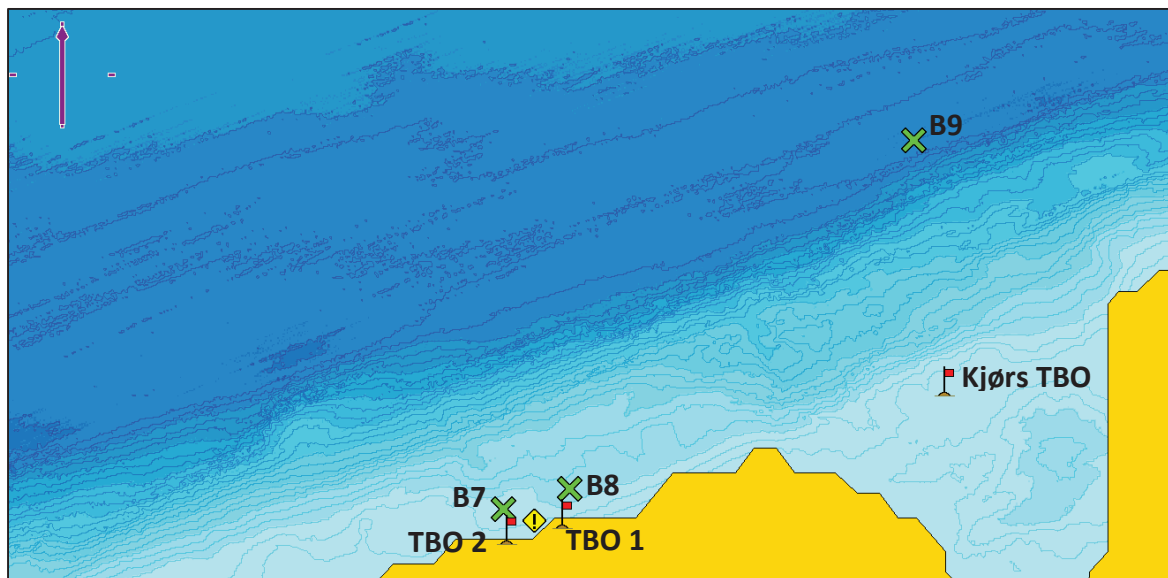
## 2. MATERIAL OG METODER

### 2.1. Stasjoner og prøvetaking

Prøvetakingen ble gjennomført 14-16 september 2015 av personell ved SAM-Marin.



Figur 2-1 Bunnstasjoner (grønne kryss) og biotastasjoner (flagg) undersøkt i september 2015. Området hvor det har blitt fisket kysttorsk (*Gadus morhua*) er markert med grønn sirkel. Punkt for utslipp av kjølevann er markert med gul rute. Kartkilde: Olex.



Figur 2-2 Bunnstasjoner (grønne kryss) og biotastasjoner (flagg) undersøkt i september 2015. Punkt for utslipp av kjølevann er markert med gul rute. Kartkilde: Olex.

Tabell 2-1 Oversikt over stasjoner med posisjon, dyp og sensoriske parametere.

Dato/ Område	Stasjon	Posisjon N	Posisjon Ø	Dyp (m)	Hugg	Glass	Volum (L)	Bruk	Utstyr og sediment
Utslippspunkt		63°24.865	08°41.296	15					
14/9-15 Kjørsvikbugen  1,19 nautiske mil (1.85185 km) nordøst fra utslippspunkt.	B9	63°25.708	08°43.179	268	1 2 3 4 5 6	1 1 1 1	16,5 16,5 16,5 16,5	Bio Bio Bio Bio Geo/Kjemi Geo/Kjemi	Kortarmet van Veen grabb Ekman grabb (til geo/kjemi) Brungrønn myk leire
15/9-15 Tjeldbergodden  134 meter nordvest fra utslippspunkt.	B7	63°24.866	08°41.168	28	3 2	1 1bøtte	3* 5,5	Bio Bio	Kortarmet van Veen grabb Sand/silt/skjellsand/stor stein
15/9-15 Tjeldbergodden  106 meter vest fra utslippspunkt	B10	63°24.889	08°41.143	28	1 5 6 8	2	0,8*	Bio Geo/Kjemi Geo/Kjemi Geo/Kjemi	Kortarmet van Veen grabb Grå/brun/grønn sand med litt småstein
15/9-15 Tjeldbergodden  195 meter nord øst for utslippspunkt.	B8	63°24.935	08°41.471	35	1 2 3 4 5 6 7	3 2 2 2	4,6 2,1* 4,6 3,7	Bio Bio Bio Bio Geo/Kjemi Geo/Kjemi Geo/Kjemi	Kortarmet van Veen grabb Øverst: skjellsand/stein/sand Under: sand/silt
16/9-15 Referanse Dromnessundet  3,66 nautiske mil (5.55556 km) sørvest fra utslippspunkt.	B1	63°24.230	08°33.240	271	1 2 3 4	1 1 1 1	21 21 21 21	Bio/Geo/Kjemi Bio Bio/Geo/Kjemi Bio/Geo/Kjemi	Duograbb Silt/leire/ litt skjellsand
14/9-15, 15/9- 15	Kjørs TBO	63°25.141	08°43.335						Albusnegl, Blåskjell
14/9-15, 15/9- 15	TBO1	63°24.847	08°41.436						Albusnegl, Blåskjell
14/9-15, 15/9- 15	TBO2	63°24.812	08°41.159						Albusnegl, Blåskjell
14/9-15	Alb ref	63°23.990	08°37.095						Albusnegl
15/9-15	TBO ref								Blåskjell

\*) Underkjent pga. lite sedimentvolum i grabben.

### 2.1.1. Avvik fra program for prøvetaking

- På grunn av vanskelige bunnforhold for prøvetaking, ble det etter gjentatte forsøk kun tatt 2 parallelle prøver til analyse av kjemi og sedimentkarakteristikk fra stasjon B9.
- På stasjonene nærmest utslippet, B7 og B8 var det grovt sediment med noe stein. Dette gjorde det vanskelig å skaffe nok sediment i prøvene. Som en konsekvens ble det på B7 tatt prøver fra to forskjellige punkt med 47m mellomrom. På grunn av avstanden er det andre punktet registrert som ny stasjon og kalles B10. Bunnfauna er tatt fra både B7 og B10, mens bunnkjemi kun er tatt fra B10.
- Siktedyp og hydrografiske målinger ved hjelp av CTD ble gjennomført på samtlige stasjoner. På grunn av brudd i membranen ble det ikke gjort troverdige oksygenmålinger på stasjon B1.
- Blåskjellburet nord for utslippet ble tatt av ras og skjellene var ikke mulige å hente opp.

## 2.2. Bunnprøvetaking

Til bunnprøvetaking og hydrografi ble MS Gripar med båtfører Bjørn Thommassen benyttet.

### 2.2.1. Bløtbunnsfauna



På stasjonene B1, B7, B8, B9 og B10 ble det tatt prøver til analyse av bunnfauna. Prøvene ble tatt med to typer van Veen grabb. Grabben er et kvantitativt redskap som tar prøver av et fast areal av bløtbunn. Den ene grabben har et fast areal på 0,1 m<sup>2</sup>, mens den andre (Duograb) er i 0,125 m<sup>2</sup>. Denne kan deles i to kammer med en skillevegg, et på 0,1 m<sup>2</sup> og et på 0,025 m<sup>2</sup>. Dette er tidsbesparende, da man kan ta prøver til analyse av bunnfauna samt sedimentkjemi og - karakteristikk fra samme grabbhugg. Det standardiserte målet muliggjør fastsettelse av antall organismer per areal- eller volumenhet. Hvor dypt grabben graver ned i sedimentet avhenger av hardheten til sedimentet og av vekten til grabben. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve blir sediment-volumet av hver grabbprøve målt. I henhold til ISO16665:2014 skal prøvevolumet være minst 5 L sand og 10 L leire eller mudder, dvs. at grabben minimum tar prøve av de øverste 5-7 cm. Prøver med mindre sediment med dette kan imidlertid være tilstrekkelig for å gi en god beskrivelse av miljøforholdene på stasjonen. Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard, 1973). Prøvene, som består av materialet som ligger igjen i

sikten, ansees som kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Prøvene blir deretter konserverert i 4 % nøytralisert formalin, med tilsatt bengalrosa for farging av levende materiale. Dyrene sorteres ut fra sediment-restene under lupe i laboratoriet, og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring. Prøvetaking er utført akkreditert i henhold til standard ISO16665:2014 (Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna).

Komplett artsliste er presentert i Vedlegg 1. Artslisten omfatter hele materialet, også plankton som er fanget av den åpne grabben på vei ned. Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, slik at analysene kun omfatter dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet. Eksempelvis er krepsdyr som lever fritt på bunnen ikke tatt med. Artssammensetningen i prøvene gir viktige opplysninger om hvordan miljøforholdene er og har vært det siste året. I Vedlegg 2 (generelt vedlegg) er det gitt en kort omtale av de metodene som kan anvendes til beregninger og analyser av det innsamlede bunndyrsmaterialet. Sortering og artsbestemmelse ble utført akkreditert ved SAM-Marin (akkrediteringsnummer TEST 157).

Følgende grupper er tatt med i denne analysen: bløte koralldyr (Anthozoa), børstemark (Polychaeta og Oligochaeta), pølseormer (Sipuncula), krepsdyrene *Verruca stroemi*, *Balanus* sp., *Eriopisa elongata*, *Calocaris macandreae* og *Calocarides coronatus*, bløtdyr (Mollusca), phoroniden *Phoronis* sp., pigghuder (Echinodermata), krageormer (Enteropneusta), armføttinger (Brachiopoda) og sekkedyr (Ascidiacea).

Direktoratsgruppa Vanndirektivet har gitt retningslinjer for klassifisering av miljøkvalitet og tilstand i marine områder (Veileder 02:2013). Denne veilederen erstatter Veileder 01:2009 og på sikt de gjeldende SFT veilederne (SFT 1997; SFT 2008). Ved bruk av bunndyr for klassifisering i henhold til Veileder 02:2013 benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ), Hulberts diversitetsindeks ( $Es_{100}$ ), sammensatt diversitet/ømfintlighetsindeks NQI1, ømfintlighetsindeksene NSI, ISI<sub>2012</sub> og AMBI (komponent i NQI1), samt indeks for individtetthet DI. Indeksverdiene blir omregnet til nEQR-verdier (normalised ecological quality ratio) som gir en tallverdi mellom 0 og 1. Denne omregningen gjør at tallverdiene fra de forskjellige indeksene kan sammenliknes (se Generell vedleggsdel – Analyse av bunndyr). SAM-marin følger anbefalingene fra Miljødirektoratet om ikke å inkludere DI-verdien i snittet for nEQR, da det gjennom ny kunnskap og erfaringer med bruk av DI-indeks har vist seg at denne er mindre egnet som et kvalitetselement for å vurdere bløtbunnsfauna (jfr. skriv fra Miljødirektoratet og Fiskeridirektoratet 05. februar 2016). Verdiene er likevel inkludert i tabellen, men tatt ut av gjennomsnittet som gir nEQR-verdien.

Tilstandsklassen til stasjonen blir bestemt av snittet av de enkelte indeksenes nEQR-verdier - tilstandsverdien sier noe om både hvilken tilstandsklasse stasjonen hører til og hvor høyt eller evt. lavt stasjonen er plassert i denne klassen. Grenseverdier for klassifisering av biologiske indekser og andre parametere er vist i Tabell 2-2. Klassegrenser for nEQR er vist i Tabell 2-3.

Resultater fra stasjon B1 fra en tidligere undersøkelse (2006) inngår i analysene for å dokumentere eventuell endring over tid. Verdiene er hentet fra rapport fra SINTF (Sørheim og Stokland 2007). Resultater fra andre undersøkelser er diskutert i teksten.

**Tabell 2-2** Oversikt over ømfintlighets- og diversitetsindekser ved bruk av klassifisering av tilstand ved hjelp av bunndyrsdata (Direktoratsgruppa for Vanndirektivet, 2013).

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

**Tabell 2-3** Klassegrenser for nEQR i henhold til Direktoratgruppa Vanndirektivet sin veileder 02:2013.

Tilstandsklasse	Basisverdi (nedre grenseverdi)
Klasse 1 (Svært god)	0,8
Klasse 2 (God)	0,6
Klasse 3 (Moderat)	0,4
Klasse 4 (Dårlig)	0,2
Klasse 5 (Svært dårlig)	0,0

### 2.2.2. Sedimentkarakteristikk

Det ble tatt prøver til analyse av sedimentkarakteristikk på stasjonene B1, B7, B8 og B9 (Tabell 2-1). Prøvene ble tatt ut fra de øverste 5 cm av sedimentet. Til analyse av glødetap (% TOM) og kornfordeling ble det tatt blandprøve fra tre grabbhugg og til analyse av totalt organisk karbon (TOC) ble det tatt tre parallelle prøver. Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort. De grovere partikler vil bli liggende igjen. Dette gjenspeiles i kornfordelingen, som da vil vise at mesteparten av partiklene i sedimentet ligger i den grovere del av størrelsesspekteret. I et område med lite strøm vil finere partikler synke til bunns og avleires i sedimentet. Kornfordelingskurven vil da vise at mesteparten av partiklene er i leire/silt fraksjonen dvs. mindre enn 0,063 mm. Kornfordelingen benyttes også som en støtteparameter i vurdering av miljøgiftinnhold, ettersom miljøgifter som tungmetaller, PAH og PCB har stor affinitet for partikler. Fint sediment har større overflate per volumenhet og vil dermed kunne binde mer miljøgifter enn grovere sediment. TA-2229/2007 sier følgende om partikkelfordeling som støtteparameter for miljøgiftanalyser i sediment: «Klassifiseringssystemet for marine sedimenter er beregnet for finkornet

sedimenter (leire-silt). Sedimenter med innslag av grus og grov sand vil ikke være egnet. Miljøgifter er hovedsakelig knyttet til små partikler (silt-leire) og organisk materiale.» Glødetap, samt TOC gir informasjon om mengde organisk innhold i prøven. En høy organisk belastning kan føre til oksygenmangel og dermed nedgang i mengde bunnfauna. Disse er derfor viktige støtteparametere for tolkning av bunnfaunadata.

Analyser av TOM og kornfordeling ble gjennomført akkreditert av Molab AS (Test 032). Kornfordelingen ble bestemt etter metode NS-9423 og glødetapet ble bestemt etter brenning i 2 timer på 550° C (NS-4764). Glødetapet ble analysert av Eurofins Norsk Miljøanalyse (Test 003).

### 2.2.3. Miljøgifter

#### Tilstandsklasser og grenseverdier

Som en del av implementeringen av vanddirektivet for å sikre god miljøtilstand i vann, er det fastsatt miljøkvalitetsstandarder (EQS) for 33 prioriterte stoffer i vann. Direktivet har også åpnet for at landene kan fastsette grenseverdier for sediment og biota, både for de 33 prioriterte stoffene og andre aktuelle stoffer. Miljødirektoratet har fått opprettet og kvalitetssikret grenseverdier og kvalitetssikret tilstandsklasser for 56 stoffer/stoffgrupper. Stoff som ikke finnes naturlig i miljøet har ikke lenger tilstandsklasse I, Bakgrunnsverdi.

Resultatene blir klassifisert i henhold til gjeldende retningslinjer. For miljøgifter i sediment benyttes hovedsakelig grenseverdier for EQS Sed og klassegrenser fra Rapport M-241 (Tabell 2-4). Der disse ikke finnes eller ikke er hensiktsmessige, er klassegrenser og grenseverdier hentet fra Veileder 01:2009 og TA 2229. For miljøgifter i biota benyttes hovedsakelig Veileder TA 1467/1997.

Utslipp av spesielt miljøskadelige stoffer skal i henhold til Miljødirektoratet fases ut innen 2020. Per dags dato er 33 stoff ført opp på denne listen. Av stoffene undersøkt i denne rapporten gjelder dette: Arsen, bly, kadmium, krom, kvikksølv og PAH. For mer informasjon, se Miljøstatus.no.

**Tabell 2-4 Utvalgte miljøgifter med klassegrenser og EQS grenseverdi for sediment (Rapport M-241). \*Prioriterte stoffer iht vanndirektivet.**

Forbindelse	Benevning	Øvre grense Klasse I	Øvre grense Klasse II	Øvre grense Klasse III	Øvre grense Klasse IV	Øvre grense Klasse V	EQS sed
		Bakgrunn	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutte toksiske effekter ved korttids eksponering	Omfattende toksiske effekter	
* Arsen	mg/kg TS	15	18	71	580	>580	18
* Krom	mg/kg TS	60	660	6000	15500	15500-25000	620
* Kadmium	mg/kg TS	0,2	2,5	16	157	>157	2,5
* Bly	mg/kg TS	25	150	1480	2000	2000-2500	150
* Nikkel	mg/kg TS	30	42	271	533	>533	42
* Kvikksølv	mg/kg TS	0,05	0,52	0,75	1,45	>1,45	0,52
Kobber	mg/kg TS	20	84	84	147	>147	84
Sink	mg/kg TS	90	139	750	6690	>6690	139
* Acenaftalen	µg/kg TS	1,6	33	85	8500	>8500	33
* Acenaften	µg/kg TS	2,4	96	195	19500	>19500	100
* Fluoren	µg/kg TS	6,8	150	694	34700	>34700	150
* Fenantren	µg/kg TS	6,8	780	2500	25000	>25000	780
* Pyren	µg/kg TS	5,2	84	840	8400	>8400	84
* Benzo(a)antracen	µg/kg TS	3,6	60	501	50100	>50100	60
* Krysen	µg/kg TS	4,4	280	280	2800	>2800	280
* Dibenzo(ah)antracen	µg/kg TS	12	27	273	2730	>2730	27
* Naftalen	µg/kg TS	2	27	1754	8769	>8769	27
* Antracen	µg/kg TS	1,2	4,8	30	295	>295	4,8
* Fluoranten	µg/kg TS	8	400	400	2000	>2000	400
* Benzo(b)fluoranten	µg/kg TS	90	140	140	10600	>10600	140
* Benzo(k)fluoranten	µg/kg TS	90	135	135	7400	>7400	140
* Benzo(a)pyren	µg/kg TS	6	183	230	13100	>13100	180
* Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/kg TS	20	63	63	2300	>2300	63
* Benzo(g,h,i)perylene	µg/kg TS	18	84	84	1400	>1400	84

**Toksisitet**

Følgende informasjon er hentet fra Miljøstatus i Norge, Folkehelseinstituttet og Hylland et al. 2010.

**Tungmetaller** forekommer naturlig i miljøet og flere er essensielle for levende organismer i små konsentrasjoner. Til tross for dette kan tungmetaller være svært skadelige i høyere konsentrasjoner. Tungmetaller finnes lokalt i store konsentrasjoner langs norskekysten. I fjorder hvor industri har pågått i lang tid, finner man høye nivåer av blant annet kvikksølv, bly og kadmium. Det er flere steder innført kostholdsrad for fisk og skalldyr på grunn av tungmetallforekomst. Kilder er blant annet smelteverk, verft, gruver, avfallsdeponier, utlekking fra forurenset sediment, samt langtransport med havstrømmer. De mest giftige tungmetallene presenteres videre:



- Utslipp av kobber kommer i stor grad fra oppdrettsnøter hvor det brukes som begroingshemmer. I tillegg har kobber tatt over etter TBT som bunnstoff på båter. Utlekking skjer også fra nedlagte gruver og industrivirksomhet. Kobber anses for å være svært giftig for akvatiske organismer, men ikke for mennesker. Metallet kan bioakkumuleres, men transporteres ikke oppover i næringskjeden.
- Kadmium er et metall som har vært brukt i blant annet overflatebehandling og batterier. Mye av utslippene kommer fra nedlagt gruver i tillegg til avrenning fra land og atmosfærisk langtransport. Kadmium er både akutt giftig og kronisk skadelig for mennesker og vannlevende organismer. Det har lang biologisk nedbrytningstid og i praksis akkumulerer mennesker kadmium i kroppen gjennom hele livet. Som konsekvens er metallet kreftfremkallende og kan forårsake hjerte- og nyresykdommer og benskjørhet.
- Bly har historisk sett vært brukt i alt fra batterier og bensin til maling og ammunisjon. Til tross for at mye av bruken nå fases ut, er utslippene fra avrenning og atmosfærisk langtransport betydelig. Bly er akutt giftig for vannlevende organismer og pattedyr i tillegg til at det akkumulerer og gir skader på nervesystem og immunforsvar. Det er også fosterskadelig.
- Den største utslippskilden av Krom er fra impregnert trevirke og forurenset grunn. I havet forekommer det mest av ufarlige treverdige krom, men dette kan oksideres til seksverdig krom som blant annet kan føre til kreft.
- Kvikksølv er vanlig forekommende i naturen, men er utilgjengelig for næringsnettet. I kontakt med anaerobe mikrober i sjøen, vil kvikksølv omdannes til metyl-kvikksølv som er mer fettløselig og dermed tilgjengelig for organismer. Dette stoffet har en dokumentert effekt på reproduksjonssuksess og immunsystemet og fører til nerveskade og endret adferd, samt fosterskader. Metyl-kvikksølv biomagnifiseres i næringskjeden, dvs. øker i konsentrasjon med høyere trofisk nivå (Jæger 2007). Bruk av kvikksølv er nå kun lov i elektroniske produkter, men har tidligere vært brukt i amalgam, pigmenter, batterier og lyskilder (Hylland et. al 2010).

**PAH (Polyaromatiske hydrokarboner)** PAH fremstilles ikke kommersielt, men finnes i petroleum og dannes ved ufullstendig forbrenning av fossilt og annet organisk materiale. Tidligere var aluminiumsproduksjon den største utslippskilden, men dette har bedret seg. Nå er kilden i hovedsak petroleumsaktivitet, vedfyring og utslipp fra forurenset grunn. PAH er en samlebetegnelse på stoff bestående av ringstrukturer med karbon og hydrogen, fra de lett flyktige som Naftalen til tunge stoff bestående av mange ringer. De fleste er fettløselige og løses dårlig i vann. Av disse er 16 stykker valgt ut på grunn av deres egenskaper som gjør dem spesielt skadelige (se kjemisk analysebevis i vedlegg 3). Organismer som får i seg PAH gjennom gjeller, hud eller oral åpning, vil enten akkumulere eller bryte ned stoffene. Ved nedbryting av PAH dannes frie radikaler som kan reagere med makromolekyler i celler. Dersom de akkumuleres, blir de som regel liggende i fettvev og gjør da liten skade. Det er først når organismen tærer på fettlagrene sine (typisk i vinterhalvåret og ved gyting) at stoffene på nytt vil sirkulere. Fisk og høyerestående dyr har et system som er effektivt for nedbryting av PAH, noe som også fører til mer eksponering av skadelige stoffer da metabolittene i mange tilfeller også er skadelige. Flere PAH'er er

akutt toksiske (typisk de med få ringer) og noen er dokumentert mutagene og karsinogene, dvs. fremmer mutasjoner og kan føre til kreftdannelse (gjelder fler-ringede) (Short et al. 2003, AMAP 2002). De gir også nedsatt immunforsvar og kan påvirke reproduksjon hos fisk. PAH kan også skade hormonregulering og immunforsvar og i tillegg føre til genetiske skader, kreft og arteriosklerose hos mennesker (Hoffman et al. 2002).

### Perfluorerte forbindelser (PFC)

Perfluoroktansulfonat (PFOS) er et svært stabilt nedbrytningsprodukt av alle PFOS-relaterte stoffer, er miljøskadelig og akkumulerer i levende organismer. PFOS har antatt halveringstid på over 40 år (Berger og Thomsen). En mulig kilde til perfluorerte forbindelser (PFC) ved Tjeldbergodden er brannskum. I 2007 ble bruk av brannskum med innhold av PFOS eller forbindelser som brytes ned til PFOS og perfluoroktansyre (PFOA) forbudt i Norge, og andre perfluorerte forbindelser erstattet disse. Fluortelomersulfonat (6:2 FTS) er blant erstatningsstoffene for PFOS. FTS er siden funnet i økende konsentrasjoner i miljøet (Haave and Johansen 2012, Hadler-Jacobsen and Heggøy 2012, Haave 2013) men er ifølge produsenter ikke toksisk eller bioakkumulerende, og er heller ikke på ECHAs (European Chemicals Agency) kandidatliste over forbindelser med særlig grunn til bekymring (Substances of Very High Concern- SVHC). Avrenning fra land kan fortsatt bidra med PFOS/PFOA til det marine miljøet. I 2005 gikk man på Tjeldbergodden bort fra å bruke PFOS-basert brannskum, men avrenning fra land kan fortsatt være aktuelt.

Tabell 2-5 Analyserte perfluorerte forbindelser (PFC), med kjemisk navn, forkortelse og kjedelengde.

Kjemisk navn	Forkortelse	Kjedelengde (C-F)
Perfluorbutansulfonat	PFBS	C4
Perfluorbutansyre	PFBA	C4
Perfluorpentansyre	PFPeA	C5
6:2 Fluortelomersulfonat	6:2 FTS	C6
8:2 Fluortelomersulfonat **	8:2 FTS	C8
Perfluorheksansulfonat	PFHxS	C6
Perfluorheksansyre	PFHxA	C6
Perfluorheptansulfonat	PFHpS	C7
Perfluorheptansyre	PFHpA	C7
7H-Dodekafluorheptansyre *	HPFHpA	C7
Perfluor -3,7-dimetyloktansyre*	PF-3,7-DMOA	C8
Perfluoroktansulfonamid	PFOSA	C8
Perfluoroktylsulfonat	PFOS	C8
Perfluoroktansyre	PFOA	C8
Perfluornonansyre	PFNA	C9
2H,2H-Perfluordekansyre *	H2PFDA	C10
Perfluordekansulfonat	PFDS	C10
Perfluordekansyre	PFDA	C10
2H, 2H, 3H, 3H-Perfluorundekansyre *	H4PFUnA	C11
Perfluorundekansyre	PFUnA	C11
Perfluordodekansyre	PFDoA	C12
Perfluortridekansyre	PFTTrA	C13
Perfluortetradekansyre	PFTA	C14

#### 2.2.4. Miljøgifter i sediment

Det ble tatt prøver til analyse av sedimentkjemi fra stasjonene B1, B8, B9 og B10 (Tabell 2-1). Tre replikate grabbhugg ble tatt fra hver stasjon. Den øverste 1 cm av sedimentet i grabben ble overført til Rilsanposer og frosset om bord på båten. Prøven ble holdt frossen fram til ankomst ved analyselaboratoriet (Eurofins Norsk Miljøanalyse AS (Test 003). Her ble prøvene analysert for tungmetall (Cd, Cr, Cu, As, Hg, Ni, Pb og Zn) og hydrokarboner (THC, NPD, PAH-16).

#### 2.2.5. Miljøgifter i biota

For analyse av miljøgifter i biota er det benyttet lever av kysttorsk (*Gadus morhua*), samt bløtvev av albusnegl (*Patella vulgata*) og blåskjell (*Mytilus edulis*). Torsk og albusnegl ble analysert for perfluoreerte forbindelser (PFC-23) og blåskjell ble analysert for tungmetall (As, Pb, Cu, Cd, Cr, Ni, Hg, Zn).

Innsamling av albusnegl og oppsett av blåskjellbur ble gjennomført 14-15 september med Tjeldbergoddens MOB-båt og med god hjelp fra ansatte ved Tjeldbergodden. Fisken ble samlet i september av lokal fisker Asbjørn Skjervø.

##### Tungmetall i blåskjell

Det ble satt opp 3 blåskjellbur ved Tjeldbergodden (Kjørs TBO, TBO1 og TBO2). I Figur 2-4 vises disse på bilde 1, 2 og 3. Se også kart (Figur 2-1 og Figur 2-2). I tillegg ble en prøve med 3 replikat frosset og sendt til analyse utan å ha stått i vannet. Denne prøven fungerer som en referanse (nullprøve). Levende blåskjell ble levert av Snadder og Snaskum as. I utgangspunktet skulle skjellene stå ute i 8 uker, men på grunn av vær, tidevann og lysforhold ble de ikke hentet opp før 21. januar 2016. Da hadde de stått ute i 18 uker. I løpet av denne perioden gikk det et ras som tok med seg buret TBO1 ved lastekaien. Blåskjell frå de andre burene ble hentet opp av ansatte ved Tjeldbergodden etter SAM-Marins instruksjoner, fryst i Rilsan-poser og sendt til analyse hos Eurofins AS. Her ble det analysert akkreditert for tungmetall.

##### PFC i Albusnegl

Albusnegl er stedfaste organismer som kan bli svært gamle. I motsetning til blåskjell, akkumulerer albusnegl PFC, og egner seg derfor godt som organisme for overvåkning av lokal PFC forurensning.

Innsamlingen av albusnegl ble utført 14-15. september 2015 på stasjonene Kjørs TBO, TBO1, TBO2 og Alb ref (Figur 2-1, Figur 2-2). En samleprøve (ca. 500 gram våtvekt) ble samlet inn fra et begrenset område på hver stasjon, som ikke dekket mer enn 5 meter langs strandsonen. Sneglene ble løsnet fra underlaget ved hjelp av en ren stålkniv, og deretter oppbevart frosset ved -20 °C i Rilsan-poser frem til analyse. Gytingen foregår vanligvis i oktober, og PFOS vil da skilles ut, bundet til protein i rogn. Analysene ble utført akkreditert av Eurofins Environment Testing Norway AS (Akkrediteringsnr. Test 003).



Figur 2-3 Følgende stasjoner ble opprettet for biotaprøver: 1. På holmene ytterst i Kjørsvikbugen (Kjørs TBO), 2. Like innenfor kaien ved TBO, nord for kjølevannsutslippet (TBO 1) (denne ble tatt av ras), 3: Langs land sør for utslippet (TBO 2), 4: På vardeholmen i Dromnessundet (referanse albusnegl, Alb ref).

PFC i Fisk

Kysttorsk (*Gadus morhua*) ble innhentet i september og frosset hos Tustna fiskemottak før den ble sendt med frysetransport til SAM-Marins lokaler i Bergen. Fisken ble veid, målt og kjønnsbestemt av personell ved SAM-Marin. I tillegg ble fiskelever ekstrahert for akkreditert analyse av 23 ulike perfluorerte komponenter hos Eurofins AS.

**Tabell 2-6 Lengde, vekt og kjønn av fisk innhentet i september 2015 ved Tjeldbergodden.**

Fisk ID	Lengde (cm)	Vekt (g)	Kjønn (M/F)
TF1	62,7	2163	F
TF2	74,4	3723	M
TF3	58,0	1749	M
TF4	64,5	2899	M
TF5	55,7	1641	M
TF6	60,0	1661	M
TF7	61,0	1621	F
TF8	64,2	2772	F
TF9	73,5	3861	F
TF10	59,0	1305	F
TF11	59,2	1735	F
TF12	52,5	1460	M
TF13	65,2	1650	M
TF14	66,1	3150	M
TF15	62,3	1680	F
TF16	57,4	2025	F
TF17	65,5	2750	M
TF18	75,0	3715	M
TF19	53,4	1523	F
TF20	60,5	2002	M

### 2.2.6. LOQ

Kvantifiseringsgrensen (Limit of Quantification: LOQ) er grensen for å angi konsentrasjonen av en forbindelse ved analyse. LOQ er høyere enn deteksjonsgrensen (LOD), som er grensen for å detektere tilstedeværelsen av en forbindelse i prøven, men da i så små mengder at konsentrasjonen er svært usikker. For konsentrasjoner under LOQ, se resultater i analysebevisene (vedlegg 3-6). En forbindelse som ikke finnes i mengder over LOQ kan likevel være tilstede i prøven i mengder like under LOQ, og dermed bidra til summert verdi der dette oppgis. For å kunne estimere et verste-fall scenario oppgis derfor sum PFC som inklusiv LOQ. For å si noe om nivåene i miljøet faktisk blir målbart høyere vil derimot sum PFC eks LOQ være et godt hjelpemiddel. Det ene er ikke mer korrekt enn det andre, men er ulike måter å vurdere konsentrasjonene på.

## 2.3. Hydrografi

### 2.3.1. Hydrografi (CTD) og Siktedyp

Måling av temperatur, saltholdighet, turbiditet, oksygen og oksygenmetning i vannsøylen ble utført med en CTD/STD-sonde av typen SD204 med påmontert oksygensensor. Sonden måler kontinuerlig og senkes nedover i vannsøylen i et jevnt tempo til bunnen. Dataene lastes over på pc i ettertid. For å hente ut og analysere data, ble den tilhørende programvaren Minisoft SD200w (versjon 3.17.11.164) benyttet.

Oksygeninnholdet i vannet er helt avgjørende for de fleste former for liv i sjøen. I åpne områder med god utskiftning og sirkulasjon er oksygenforholdene som oftest tilfredsstillende. Dersom det tilføres store mengder organisk materiale kan imidlertid oksygeninnholdet bli lavt. Oksygen kan enten oppgis i absolutt konsentrasjon (ml/l) eller som prosentvis metning. Er vannet mettet med oksygen er metningen 100 %. Oksygenmengden i et oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Noen ganger kan det være overmetning, det vil si over 100 % metning. Oksygeninnholdet i oksygenmettet vann varierer med temperatur og saltholdighet. Miljødirektoratets tilstandsklasser for oksygen er oppgitt i Tabell 2-7.

Turbiditet er et mål på partikkelmengden i vannmassene og måles som FTU (Formazin Turbidity Units). Uklart vann med mye partikler gir høye verdier av FTU. Det finnes ingen klassegrenser for FTU i sjøvann, men etter gammel klassifisering for ferskvann tilsvarer FTU<0,5 tilstandsklasse I (Svært god) og FTU <1 tilstandsklasse II (God). Ved en undersøkelse av partikkelforurensning i Vatsfjorden (Johnsen & Dale 2009) ble det tidvis målt opp mot 11 FTU nær et dumpingsområde for fyllmasse, men selv denne konsentrasjonen ble ikke ansett som skadelig for fisk eller skjell.

Siktedypet gir en indikasjon på algeoppblomstring og måles ved å senke en hvit Secchiskive og telle antall meter den er synlig. Se klassegrenser i Tabell 2-7. Siktedyp ble målt og oksygeninnhold ble målt samtidig med de andre undersøkelsene (september).

Oksygeninnhold og siktedyp er støtteparametre for bunnfauna i Vannforskriften (02-2013).

**Tabell 2-7 Miljødirektoratets klassifisering av tilstand for siktedyp i overflatelaget og oksygen i dypvannet, ved saltholdighet over 18 ‰ (Veileder 02:2013, modifisert fra SFT 97:03).**

		Tilstandsklasser				
		I	II	III	IV	V
Måleparameter		Meget god	God	Mindre god	Dårlig	Meget dårlig
Overflatelag sommer	Siktedyp (m)	>7,5	7,5-6	6-4,5	4,5-2,5	<2,5
Dypvann	Oksygen ml/O <sub>2</sub> /l*	<4,5	4,5-3,5	3,5-2,5	2,5-1,5	<1,5
	Oksygenmetning(%)**	>65	65-50	50-35	35-20	<20

\*Omregningsfaktor til mgO<sub>2</sub>/l er 1,42; \*\* Oksygenmetning er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6 °C.

## 3. RESULTAT

### 3.1. Hydrografi- Målinger og analyser i vannsøylen

I vannsøylen er det utført CTD-målinger (oksygen, salinitet, temperatur, turbiditet og tetthet) og målt siktedyp.

#### 3.1.1. CTD-målinger

Målinger foretatt september 2015 er tatt som støtteparameter til bunnstasjonene (B1, B7, B8 og B9) og er målt fra overflaten og ned til bunnen. Alle stasjonene er lokalisert i et strømsterkt område med antatt god utskifting av bunnvann. Stasjon B1 og B9 er lokalisert i den dype rennen midt i leia, mens enn B7 og B8 ligger grunnere oppstrøms og nedstrøms for utløpet for avløpsvannet fra anlegget på Tjeldbergodden (Figur 2-1, Figur 2-2). Resultatene fra målingene er presentert i Figur 3-1 og Figur 3-2.

Oksygenverdiene på stasjon B1 utgår da en defekt membran på CTD gav ugyldige målinger (for høye verdier). På B7 er Oksygeninnholdet er smått svingende nedover i vannsøylen, men har en generelt avtagende trend med økende dybde. Oksygeninnhold i vannmasser er ikke like stabilt som temperatur og saltholdighet, og vil i større grad bli påvirket av små-skala endringer, som for eksempel tidevannsstrømmer og høye konsentrasjoner av planktoniske organismer ved enkelte dyp. Dette ser vi på B8 der man har et sjikt (15-20 meters dybde) der oksygeninnhold er høyest i vannsøylen med målinger opp til 6,0 ml O<sup>2</sup>/ liter (ca. 102 % metningsgrad). Dette sjiktet kan forklares med at man her ser påvirkningene fra kjølevannsutslippet som ligger 195 meter oppstrøms for stasjonen. Oksygeninnholdet i bunnvannet på de andre å stasjonene (B7 og B8) har begge verdier innenfor beste tilstandsklassen, (Tilstandsklasse I- Svært god).

For de øvrige parameterne ser man lignende registreringer for både B7 og B8. Temperaturen ligger rundt 14 grader i overflaten og rundt 12 grader i bunnvannet. For de andre parameterne ser man stabile forhold nedover i vannsøylen.

På både B1 og B9 er det et tydelig sprangsjikt (pyknoklin) ved omtrent 40-50 meter dybde som skiller overflatevannet fra de underliggende vannmassene på undersøkelsestidspunktet. Et sprangsjikt antyder en vertikal inndeling av vannmassene ved at både temperatur og saltholdighet direkte påvirker vannets tetthet og dermed blanding av vannmassene. Sprangsjiktet hindrer effektivt vannmassene i de øvre vannlag fra å blandes med vann nedenfor. Dybden på sprangsjiktet vil variere med dybdefordelingen av temperatur og saltholdighet som følge av årstider og værforhold. På B9 er oksygeninnholdet høyest i de øvre vannlagene med målinger rundt 5,7 ml O<sup>2</sup>/ liter de første 10 meterne av vannsøylen (ca. 97 % metningsgrad). Oksygeninnholdet avtar derfra ned mot 80 % metningsgrad ved 100 meter dybde. Fra 100 meter dybde og nedover mot 250 meter dybde i bunnen av fjorden forholder metningsgraden av oksygen stabilt rundt 80 %. Oksygeninnholdet i bunnvannet ble målt til 5,2 ml O<sup>2</sup>/ liter (79 % metningsgrad) og tilsvarer Miljødirektoratets (SFT 97:03) tilstandsklasse I (svært god).

Det finnes ingen klassegrenser for turbiditet (FTU) i sjøvann, men etter gammel klassifisering for ferskvann tilsvarer FTU<0,5 tilstandsklasse I (Svært god) og FTU <1 tilstandsklasse II (God). Ved en undersøkelse av

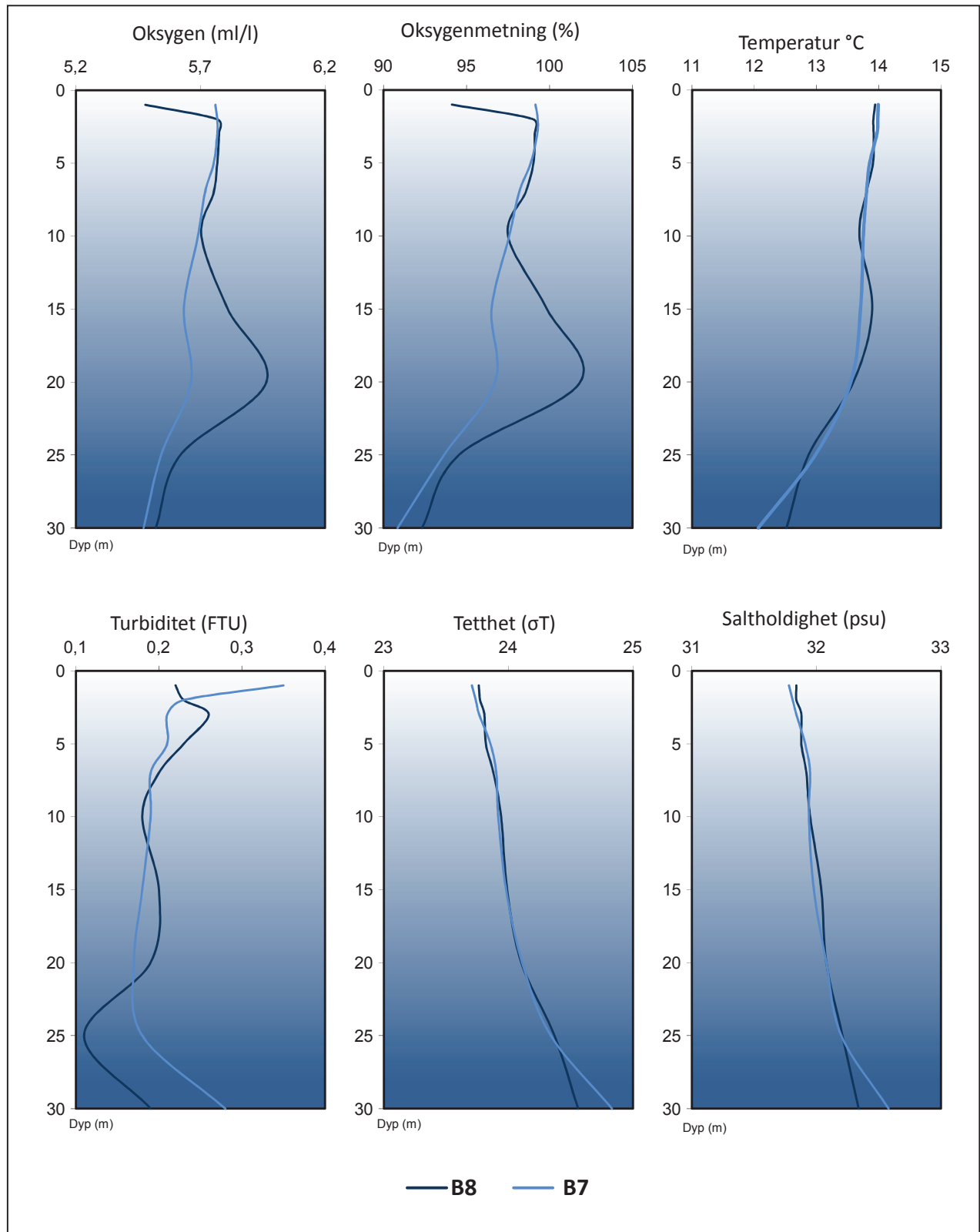
partikkelforurensning i Vatsfjorden (Johnsen & Dale 2009) ble det tidvis målt opp mot 11 FTU nær et dumpingsområde for fyllmasse, men selv denne konsentrasjonen ble ikke ansett som skadelig for fisk eller skjell. På stasjonene med tilknytning til Tjeldbergodden ligger turbiditeten under 1 FTU og dermed langt under det som anses som skadelig.

### 3.1.2. Siktedyp

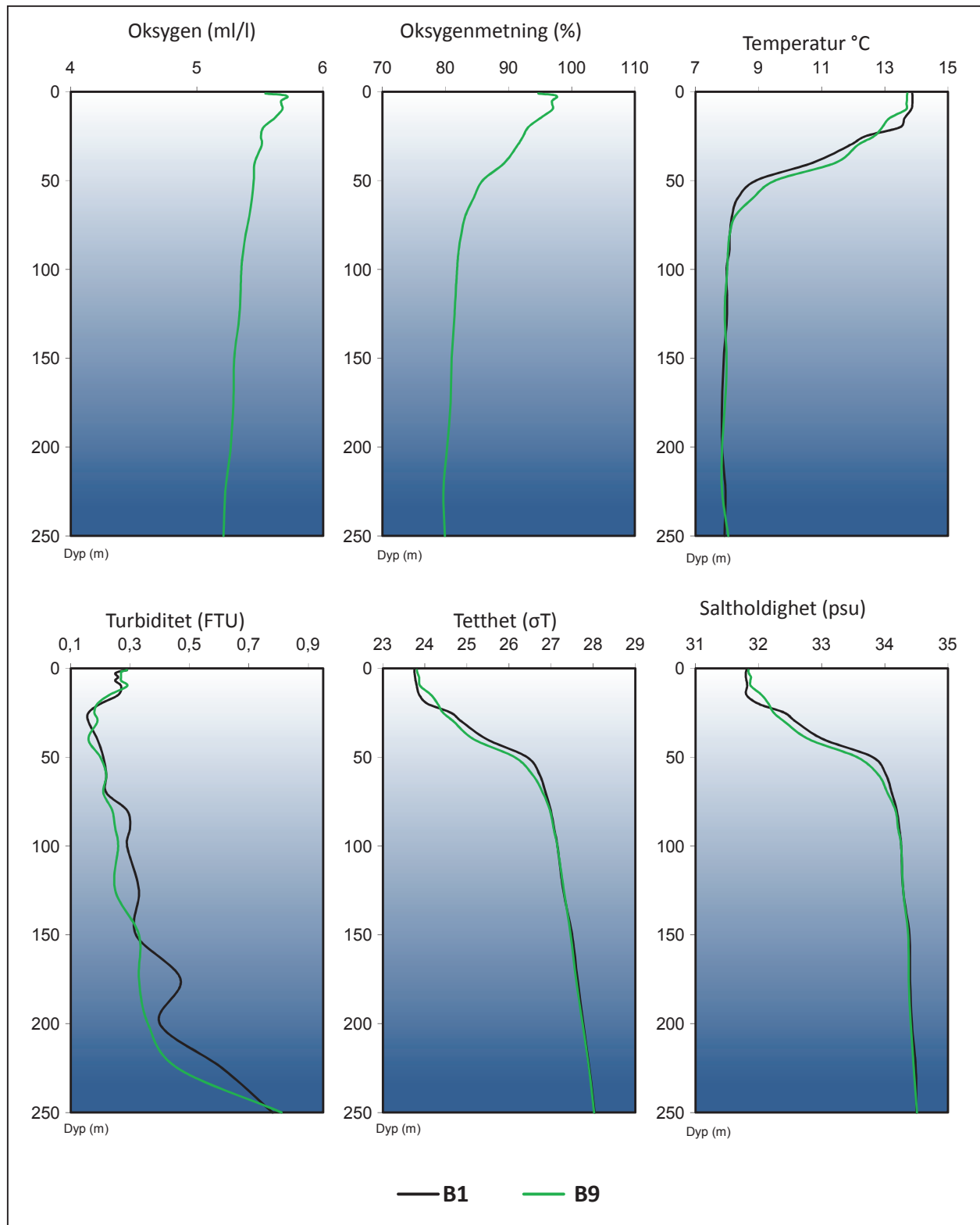
Siktedyp er målt i september 2015 på stasjonene B1, B7, B8 og B9. Se kapittel 2.2.2 for gjennomgang av tilstandsklassifiseringssystemet og grenseverdier.

Samtlige målinger av siktedyp gav et siktedyp på 9 meter. Veileder 02:2013 åpner for å inkludere september i sommerperioden som i hovedsak er juni-august. Klassifiseringsperioden for sommer viser et siktedyp som tilsvarer tilstandsklasse I (Svært god).





**Figur 3-1** Temperatur, salinitet, tetthet, turbiditet og oksygen (% og ml/l) i vannsøylen med til bunnen på bløtbunnstasjonene B7 og B8 ved Tjeldbergodden 2015.



**Figur 3-2** Temperatur, salinitet, tetthet, turbiditet og oksygen (% og ml/l) i vannsøylen med til bunnen på bløtbunnstasjonene B1\* og B9 ved Tjeldbergodden 2015. \*Oksygenmålingene for B1 mangler pga. defekt membran på oksygensensoren.

## 3.2. Sedimentkarakteristikk

Tabell 3-1 oppsummerer sedimentkarakteristikken for bunnsedimentet på de undersøkte bunnstasjonene. Det har blitt analysert for kornfordeling og organisk innhold.

### 3.2.1. Kornfordeling i sedimentet

På 35 meters dyp utenfor Tjeldbergodden, 195 meter nord øst for utslippspunkt, ligger B8. Sedimentet her er dominert av mye sand (72 %), de resterende prosentene er grus og litt silt og leire.

På 268 meters dyp utenfor Kjørsviksbugen ligger B9. Stasjonen ligger 1,19 nautiske mil (1.85185 km) nordøst fra utslippspunkt. Her typisk fint sediment som man finner på dette dypet i norske fjorder. Sediment er dominert av silt og leire (88 %) iblandet noe sand.

B 10 ligger utenfor Tjeldbergodden, 106 meter vest fra utslippspunktet på 28 meters dyp. Sedimentet her består av veldig fin sand der leire og silt utgjør 42 % og sand utgjør 57 %.

Grunnet vanskelige grabbforhold på stasjon B7 har vi ikke sedimentkarakteristikk fra denne stasjonen. Notatene registrert i felt beskriver sedimentet på stasjonen som silt og sand/ skjellsand i blandet stor stein.

På 271 meters dyp i Dromnessundet sør ligger referansestasjonen B1. Bunnsedimentet her er dominert av leire og silt (79 %), de resterende prosentene sand. Dette er en vanlig sedimenttype i dype norske fjorder. Sammenlignet med fordelingen på stasjonen i 2006 (57 leire og silt og 43 % sand og grus; (Sørheim og Stokland 2007)) har vi i år et finere sediment. Fra undersøkelsene i 2000 og 1993 ble det bare oppgitt andel sand og grus. I 2000 ligner fordelingen på den som er registret i 2006, mens det i 1993 antagelig var lignende fordeling som i årets undersøkelse.

### 3.2.2. Organisk innhold

Som mål for organisk innhold i sedimentet er det analysert for glødetap (%) og totalt organisk karbon (TOC). For klassifisering av totalt organisk karbon i sedimentprøver må konsentrasjon i sediment standardiseres for andel finstoff (F) med bruk av formelen:

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

Det er de normaliserte verdiene som brukes i tilstandsklassifiseringen av TOC med bruk av grenseverdier som oppgitt i Tabell 12.

Både glødetapet og normalisert TOC ligger i øvre normalområde for alle stasjonene undersøkt. Både glødetapet og normalisert TOC indikerer lav andel av organisk materiale i bunnsedimentet. Trondheimsleia er strømsterkt og den eventuelle organiske påvirkningen i området vil ha god spredning og ikke sedimentere lokalt. B1 og B9 har høyere verdier for glødetap, men dette er normalt i forhold til dypet stasjonen ligger på.

**Tabell 3-1 Dyp, organisk innhold (% glødetap og mg/g Normalisert TOC klassifisert ihht. Veileder 02:2013), sand- og grusinnhold, samt andelen av finfraksjon (leire + silt) i bunnsedimentet fra stasjonene ved Tjeldbergodden <sup>1)</sup> Data hentet fra Sørheim og Stokland 2007.**

Stasjon	År	Dyp (m)	Organisk innhold (% glødetap)	Normalisert TOC (mg/g)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)	Klassifisering
B 1	2015	271	10,5	8,5	79	21	0	Silt og leire
<sup>1)</sup> B 1	2006	271	n.a.	23,0	57	43		veldig fin sand
<sup>1)</sup> B 1	2000	271	n.a.	28,0	n.a.	50		veldig fin sand
<sup>1)</sup> B 1	1993	271	n.a.	27,0	n.a.	17		Silt og leire
B 8	2015	35	2,3	17,3	15	72	13	Fin sand
B 9	2015	268	12,7	7,5	88	12	0	Silt og leire
B 10	2015	28	3,0	13,4	42	57	1	veldig fin sand

### 3.3. Miljøgifter i sediment

Resultater fra analyse av tungmetall og oljehydrokarboner (PAH-16, NPD og THC) på stasjonene B1, B8, B9 og B10 presenteres i Figur 3-3 til 3-7 og Tabell 3-2 til 3-6.

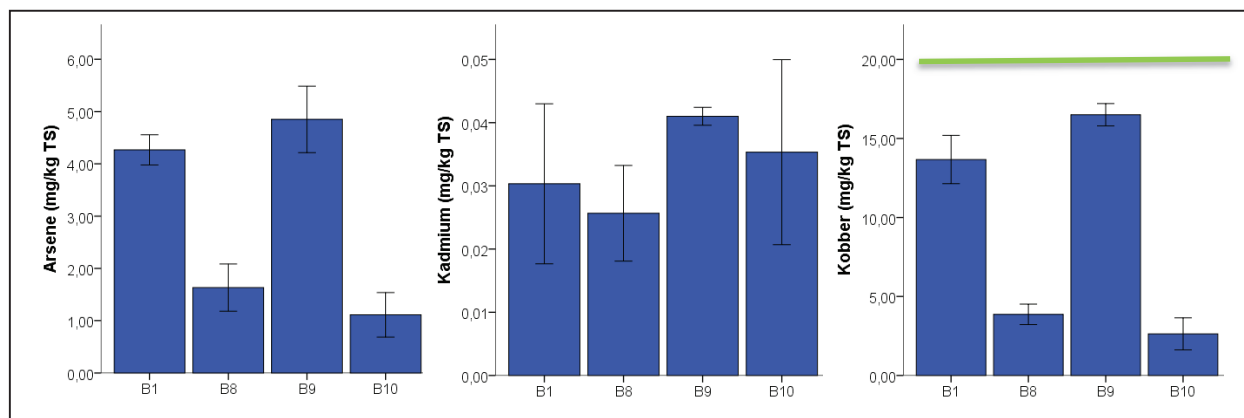
#### 3.3.1. Tungmetall

Samtlige stasjoner hadde nivåer av tungmetallene Arsen (As), Kadmium (Cd), Kobber (Cu), Kvikksølv, (Hg), Krom (Cr), Nikkel (Ni), Sink (Zn) og Bly (Pb) tilsvarende tilstandsklasse I (Bakgrunn) (Figur 3- og 3-4 og Tabell 3-2). De høyeste konsentrasjonene ble funnet på de to dypeste stasjonene B1 og B9, som også ligger lengst fra anlegget.

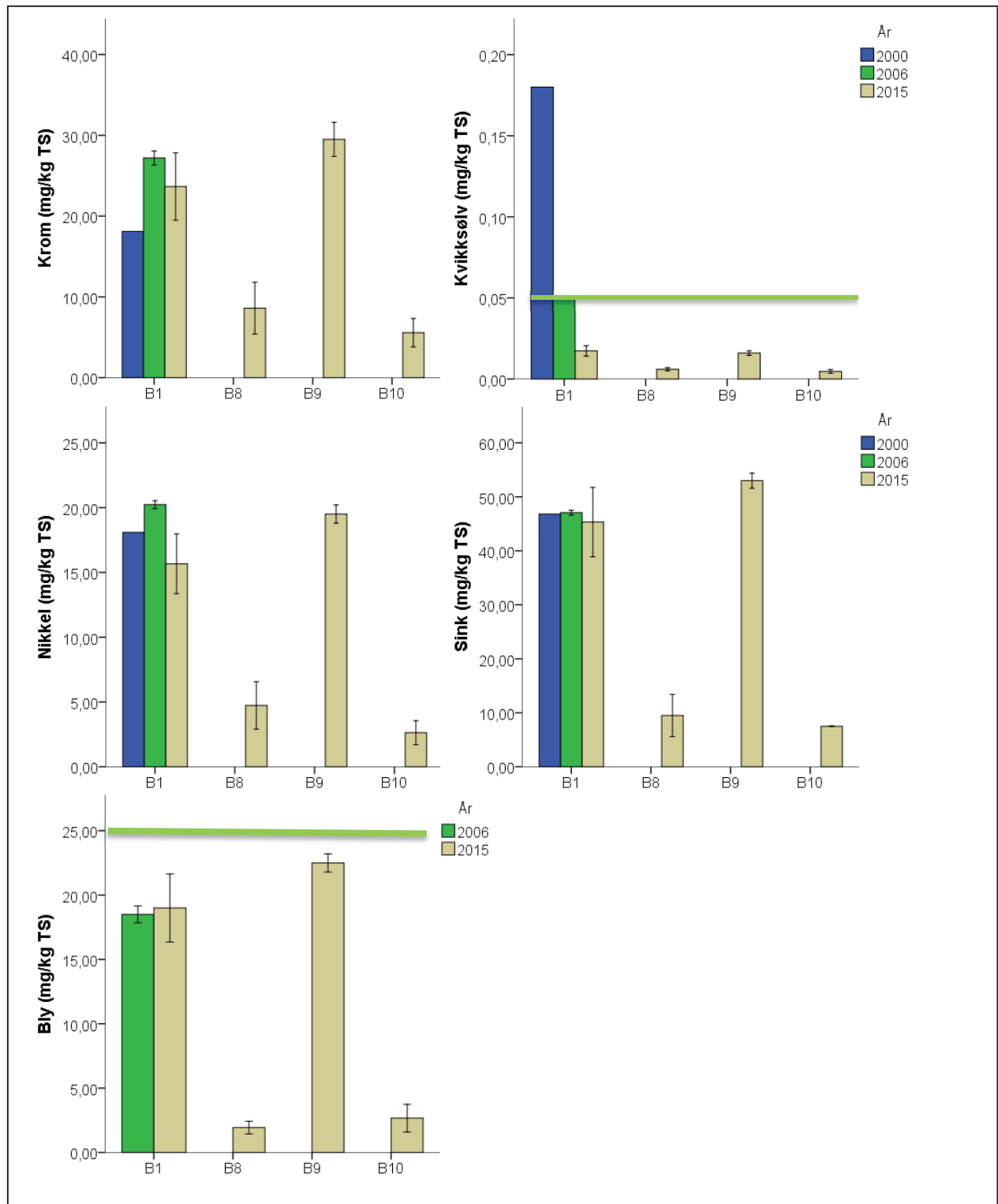
**Tabell 3-2 Gjennomsnittlig konsentrasjon av tungmetaller i mg/kg TS i prøver fra 2015. Blå farge indikerer av verdiene ligger innen tilstandsklasse I (Bakgrunn) i henhold til klassifisering i Rapport M-241.**

Stasjon	Arsen (As)	Bly (Pb)	Kadmium (Cd)	Kobber (Cu)	Krom (Cr)	Kvikksølv (Hg)	Nikkel (Ni)	Sink (Zn)
B1	4,27	19,00	0,04	13,67	23,67	0,02	15,67	45,33
B8	1,63	1,93	0,03	3,87	8,60	0,01	4,73	9,67
B9	4,85	22,50	0,04	16,50	29,50	0,02	19,50	53,00
B10	1,11	2,67	0,04	2,63	5,57	0,00	2,63	<15

Krom, nikkel, sink, kvikksølv og bly ble også analysert i Dromnessundet sør for og motstrøms fra Tjeldbergodden, på B1 i 1993, 2000 og 2006. Kun data fra 2000, 2006 og 2015 er presentert i Figur 3-3 til 3-4. Samtlige undersøkte tungmetall i 1993 lå høyere enn dagens nivå. Mens flere av disse ville ha havnet i tilstandsklasse II og høyere i henhold til dagens klassifisering, lå nivåene fra 2000 og 2006 innen tilstandsklasse I og omtrent på samme nivå som verdiene fra prøvetaking i 2015. Unntaket var kvikksølv som lå over 3 ganger så høyt i 2000 i forhold til i 2006. I 2015 var nivået enda lavere.



**Figur 3-3 Gjennomsnittskonsentrasjoner av 3 grabbprøver med standardavvik for Arsen, Kadmium og Kobber. Nedre grense for Tilstandsklasse II er vist for kobber. For de andre ligger denne grensen utenfor y-aksen.**



Figur 3-4 Gjennomsnittskonsentrasjoner av 3 grabbprøver med standardavvik for tungmetall analysert i 2000 (kun B1), 2006 (kun B1) og 2015. Disse stoffene har ikke vært analysert tidligere. Nedre grense for Tilstandsklasse II (Rapport M-241) er vist for kvikksølv og bly med en grønn linje. For de andre ligger denne grensen utenfor y-aksen.

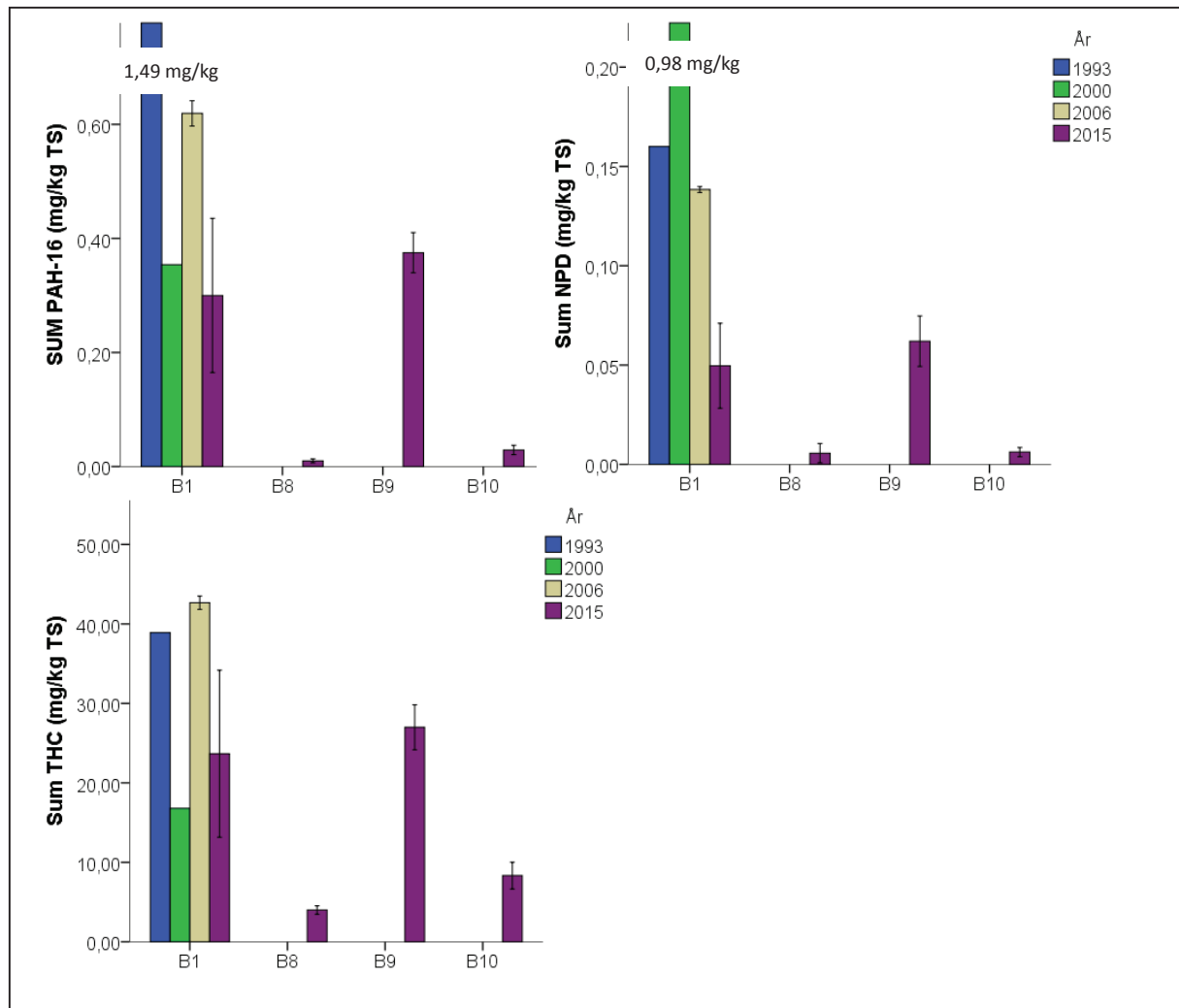
### 3.3.2. Hydrokaroner (PAH, NPD, THC)

I 2015 lå de fleste enkeltforbindelsene av PAH innen tilstandsklasse I eller II på samtlige stasjoner, hvilket indikerer at sedimentet ikke regnes som giftig for disse spesifikke stoffene. Unntaket er Indeno[1,2,3-cd]pyren som havner i tilstandsklasse III (Kroniske effekter ved langtids eksponering) på B1 i Dromnessundet og i tilstandsklasse IV (Akutte toksiske effekter ved korttids eksponering) på B9 utenfor Kjørsviksbugen. Dette gjelder altså stasjonene som ligger et stykke unna Tjeldbergodden. Stasjon B9 ligger i strømreretning fra Tjeldbergodden, men man kan ikke utelukke andre kilder fra andre aktiviteter, eksempelvis hurtigbåtens anløp i Kjørsviksbugen.

**Tabell 3-3 Gjennomsnittskonsentrasjon av PAH i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS fra sedimentprøver ved Tjeldbergodden i 2015. Fargene indikerer tilstandsklasser (TK). TK og grenseverdi ( $\text{EQS}_{\text{sed}}$ ) er hentet fra Rapport M-241. TK for Sum PAH-16 er hentet fra Veileder TA 2229.**

	B1	B8	B9	B10	$\text{EQS}_{\text{sed}}$
Naftalen	2,83	<0,5	3,35	<0,5	27
Acenaftylen	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	33
Acenaften	0,95	0,48	1,06	0,70	100
Fluoren	1,25	<0,5	1,55	<0,5	150
Antracen	3,77	<0,5	3,20	0,59	4,8
Fenantren	12,40	0,87	14,00	1,95	780
Fluoranten	24,00	1,47	27,00	3,50	400
Pyren	16,23	1,00	18,00	2,47	84
Krysen	15,70	0,92	19,00	1,80	280
Benzo[a]antracen	14,57	0,70	18,00	1,63	60
Benzo[b,j,k]fluoranten	76,33	1,97	91,00	5,47	140
Benzo[a]pyren	13,77	0,64	16,00	1,60	180
Indeno[1,2,3-cd]pyren	63,33	1,37	86,00	4,67	63
Benzo[ghi]perylene	51,67	1,39	67,50	4,67	84
Dibenzo[a,h]antracen	6,80	<0,5	10,50	0,25	27
Sum PAH-16	300,00	10,03	375,00	29,00	

Hydrokarboner i form av NPD, PAH-16 og THC har vært analysert helt tilbake til 1993 på stasjon B1 i Dromnessundet. Det har tidvis vært høye nivåer av sum PAH-16 (1993) og sum NPD (2000). Nivåene i 2015 er de laveste som er målt på stasjon B1, med unntak av konsentrasjonen av sum THC i 2000.



Figur 3-5 Sum NPD, PAH-16 og THC i sediment fra årene 1993, 2000, 2006 og 2015.



### 3.4. Miljøgifter i biota

#### 3.4.1. Tungmetall i blåskjell

Tungmetallene som ble analysert i blåskjell er presentert i Tabell 3-4 og Figur 3-6. Ettersom det ikke finnes klassegrenser eller EQS<sub>biota</sub> for samtlige metaller i Rapport M-241, er nyeste gjeldende veileder benyttet (presentert i tabellen). I 2000 og 2006 ble skjellene eksponert i strømpe på rigg i vannfasen, mens de i 2015 lå i bur festet i fjæra. Dette innebærer at posisjonen ikke er eksakt den samme. De historiske stasjonsnavnene er derfor presentert med nærliggende 2015-stasjon i parentes. Buret på TBO1 ble i årets undersøkelse tatt av ras og det finnes derfor ikke tilgjengelige verdier fra umiddelbar nærhet nord for utslippet.

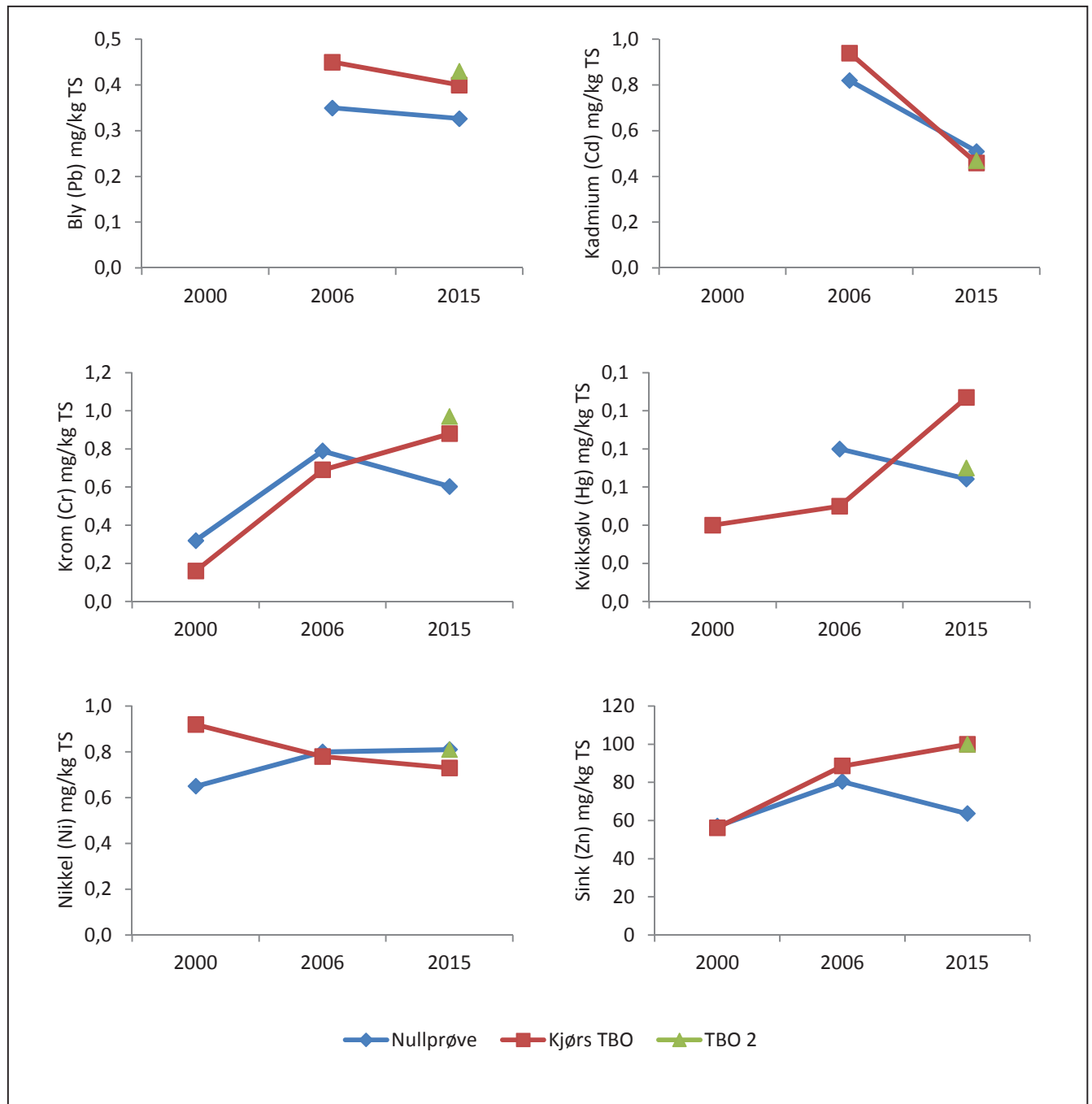
Ingen av tungmetallene fikk tilstandsklasser over TK II («Moderat forurenset») og ingen overskred EQS<sub>biota</sub> (der grenseverdien finnes). Dette gjaldt også nivåene fra 2006 og 2000.

Blåskjellene fra bur i Kjørsviksbugen (Kjørsvik TBO) og bur sør for utslippet (TBO 2) inneholdt i 2015 konsentrasjoner av bly, kadmium, kobber, kvikksølv og nikkel på nivå med skjellene som ikke ble eksponert (nullprøve). For arsen og sink var verdiene tilsvarende tilstandsklasse II på Kjørsvik TBO og TBO2, mens de lå i Tilstandsklasse I («Ubetydelig/Lite forurenset») i nullprøven. For krom ble det også funnet høyere verdier i skjellene som var eksponert ved Tjeldbergodden sammenlignet med nullprøven, men det resulterte ikke i en høyere tilstandsklasse. Nivåene ved Kjørsvik TBO og TBO 2 er tilnærmet like.

På Kjørsvik TBO viser krom og sink i 2015 en liten økning sammenlignet med skjellene i strømpe fra 2006 og 2000. For bly, kadmium, kvikksølv og nikkel er nivåene derimot synkende eller stabile.

**Tabell 3-4 Tungmetaller i mg/kg TS på de undersøkte stasjonen i 2015, samt nærliggende stasjoner i 2000 og 2006. Fargene indikerer tilstandsklasser (Blå: «Ubetydelig/Lite forurenset», Grønn: «Moderat forurenset»). \*Forbindelser som kun har EQS, ikke klassegrenser i M-241.**

Stasjon	År	Område	Arsen	Bly*	Kadmium*	Kobber	Krom	Kvikksølv	Nikkel	Sink	TS (%)
TBO ref	2000	Nullprøve					0,3		0,7	57,1	16,7
	2006	Nullprøve		0,4	0,8		0,8	0,1	0,8	80,4	
	2015	Nullprøve	8,5	0,3	0,5	6,9	0,6	0,1	0,8	63,7	
Kjørsvik TBO	2000	Kjørsviksbugen					0,2	0,0	0,9	56,2	16,0
	2006	Kjørsviksbugen		0,5	0,9		0,7	0,1	0,8	88,6	
	2015	Kjørsviksbugen	11,0	0,4	0,5	5,1	0,9	0,1	0,7	100,0	
TBO 2	2015	Sør for utslipp	10,0	0,4	0,5	5,9	1,0	0,1	0,8	100,0	16,0
Me2 (TBO1)	2006	Nord for utslipp		0,4	0,8		0,8	0,1	0,9	73,1	
Me2 (TBO1)	2000	Nord for utslipp					0,2	0,0	1,1	56,1	
Klassifiseringsstandard			SFT 97/03	Veil.01:2009	Veil.01:2009	SFT 97/03	SFT 97/03	Veil.01:2009	SFT 97/03	SFT 97/03	
EQS biota				15 mg/kg	5 mg/kg			0,5 mg/kg			



Figur 3-6 Tungmetaller analysert i blåskjell i 2015, 2006 og 2000 ved Tjeldbergodden. Merk at stasjonene i 2015 var bur i fjæra, mens det tidligere år var strømper i vannsøylen. Stasjonene er dermed ikke direkte sammenlignbare.

### 3.4.2. PFC i albusnegl

Kvantifiserbare nivåer av PFC i bløtvev fra albusnegl (blandprøver) er presentert i Tabell 3-5. Forbindelser hvor samtlige prøver lå under LOQ er utelatt fra tabellen, men presentert i vedlegg 6.

De høyeste nivåene av samtlige forbindelser i albusnegl ble funnet på stasjon TBO 1, dvs. ved kaianlegget nord for utslippet. På de andre stasjonene ble kun PFOS funnet i kvantifiserbare mengder. Denne forbindelsen fantes

også i albusnegl på referansestasjonen (Alb ref), i omtrent like stor mengde som på de andre stasjonene. Ingen av albusneglprøvene overgikk grenseverdi (EQS<sub>biota</sub>) på 9,1 µg/kg v.v. for PFOS i henhold til Rapport M-241. Samtlige stasjoner hadde nivåer under LOQ for PFOA og LOQ lå under EQS<sub>biota</sub> (91 µg/kg).

På TBO 1 ble det funnet 8 av de 23 analyserte forbindelser over LOQ. Det er gjort sammenlignbare undersøkelser av PFC i albusnegl ved de to industrilokalitetene Kollsnes (Haave notat 2015) og Mongstad (Haave notat 2014). Nær Kollsnes prosessanlegg ble det funnet 15 av 23 forbindelser over LOQ, mens det ved Mongstad ble registrert 8 av 23.

Konsentrasjonen av sum PFC (ekskl. LOQ) var 0,1 µg/kg v.v. på samtlige stasjoner utenom TBO 1, hvor den var 10 ganger så høy. Til sammenligning lå sum PFC i albusnegl fra stasjoner ved Kollsnes mellom 2,9 og 61,2 µg/kg v.v., men den lå på 0,1 µg/kg TS på tilhørende referansestasjon sør for anlegget. Ved stasjoner nær Mongstad varierte sum PFC mellom 0,6 og 5,3 µg/kg v.v. Nivåene ved Tjeldbergodden ligger altså lavere eller på nivå med konsentrasjoner funnet i albusnegl ved lignende lokaliteter hvor brannskum benyttes.

**Tabell 3-5 PFC i albusnegl (µg/kg v.v) presentert med økende kjedelengde nedover. EQS grenseverdi for biota er hentet fra Rapport M-241. Forbindelser hvor samtlige prøver lå under kvantifiseringsgrensen (LOQ) er utelatt fra tabellen, men presentert i vedlegg 6. PFOA er inkludert ettersom det finnes grenseverdi for denne forbindelsen.**

	Kjørs TBO	TBO 1	TBO2	Alb ref	EQS biota
8:2 FTS	< LOQ	0,3	< LOQ	< LOQ	
PFOS	0,1	0,3	0,1	0,1	9,1
PFOA	< LOQ	< LOQ	< LOQ	< LOQ	91,0
PFNA	< LOQ	0,1	< LOQ	< LOQ	
PFDeA	< LOQ	0,1	< LOQ	< LOQ	
PFUnA	< LOQ	0,1	< LOQ	< LOQ	
PFDoA	< LOQ	0,1	< LOQ	< LOQ	
PFTra	< LOQ	0,1	< LOQ	0,1	
PFTA	< LOQ	0,1	< LOQ	< LOQ	
Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	0,1	0,3	0,1	0,1	
Total PFOS/PFOA inkl LOQ	0,1	0,4	0,2	0,1	
Sum PFC eksl. LOQ	0,1	1,1	0,1	0,1	
Sum PFC inkl. LOQ	1,4	2,3	1,5	1,5	

### 3.4.3. PFC i kysttorsk

Kvantifiserbare nivåer av perfluoreerte forbindelser (23 stk) i lever av kysttorsk er presentert i Tabell 3-6. For fullstendig oversikt, se vedlegg 4. Dominerende forbindelser er presentert i Figur 3-7.

Totalt ble 12 forbindelser funnet i kvantifiserbare mengder (>LOQ). PFOSA, etterfulgt av PFOS, PFUnA og PFTra, utgjorde den største andelen av PFC i de fleste individene. I den sammenlignbare undersøkelsen av PFC-23 i lever av kysttorsk nær Kollsnes prosessanlegg (Haave notat 2015), ble det funnet 11 forbindelser over LOQ. Der var PFOS forbindelsen med høyest konsentrasjon, etterfulgt av PFDoA, PFDA, PFOSA og PFUnA, mens PFOSA lå under LOQ i 2015. På referansestasjonen sør for Kollsnes fantes det høyest konsentrasjon av PFOSA, PFUnA og

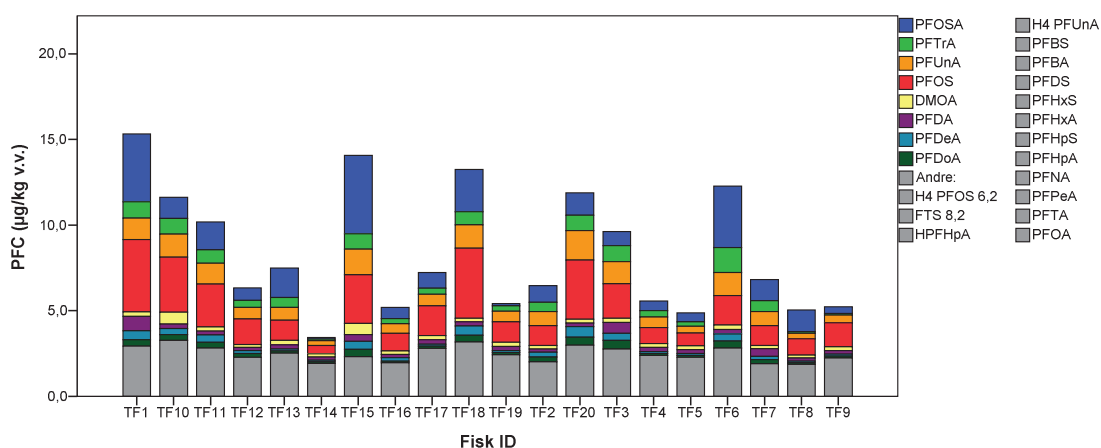
## PFTrA.

I gjennomsnitt ( $\pm$ SD) ble det funnet 5,6 ( $\pm$  3,6)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v. Sum PFC (eksl LOQ) i lever av kysttorsk ved Tjeldbergodden. Til sammenligning ble det funnet 16,6 ( $\pm$  7,7)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v. utenfor Kollsnes prosessanlegg og 1,8 ( $\pm$ 1,8)  $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v. på referansestasjonen.

Ingen av individene ved Tjeldbergodden hadde konsentrasjoner av PFOS eller PFOA over grenseverdi ( $\text{EQS}_{\text{biota}}$ ) på henholdsvis 9,1  $\mu\text{g}/\text{kg}$  og 91  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Ingen av de andre forbindelsene har fått tildelt EQS-verdi.

**Tabell 3-6 PFC i  $\mu\text{g}/\text{kg}$  v.v funnet i kysttorsk utenfor Tjeldbergodden. Tabellen viser kun individer med verdier av PFC over LOQ (skravert). For total oversikt, se vedlegg 4. Forbindelsene er presentert i stigende rekkefølge med tanke på kjedelengde.**

Individ	TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6	TF7	TF8	TF9	TF10	TF11	TF12	TF13	TF14	TF15	TF16	TF17	TF18	TF19	TF20
PFBA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
H2PFDA	0,9	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
PFHxS	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,3	<LOQ	<LOQ	<319	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	<321
PFOSA	4,0	1,0	0,8	0,6	0,5	3,6	1,2	1,3	0,4	1,2	1,6	0,7	1,7	<LOQ	4,6	0,6	0,9	2,5	<LOQ	1,3
PFOS	4,2	1,2	2,0	0,9	0,7	1,7	1,2	0,9	1,4	3,2	2,5	1,5	1,2	0,5	2,8	1,0	1,7	4,1	1,2	3,5
PFOA	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,2	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	<LOQ
PFNA	<LOQ	<LOQ	381,0	<LOQ	<LOQ	312,0	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,7	0,5	0,2	<LOQ	<LOQ	0,2	<LOQ	<LOQ	0,7	<LOQ	0,7
PFDeA	0,5	0,3	0,4	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,3	0,4	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,5	0,2	<LOQ	0,5	<LOQ	0,6
PFUnA	1,3	0,8	1,3	0,6	0,4	1,4	0,8	0,3	0,4	1,4	1,2	0,7	0,8	0,3	1,5	0,6	0,7	1,4	0,6	1,7
PFDoA	0,4	0,3	0,5	<LOQ	<LOQ	0,4	0,3	<LOQ	<LOQ	0,3	0,3	0,2	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	<LOQ	0,4	<LOQ	0,5
PFTrA	1,0	0,5	0,9	0,4	0,3	1,5	0,6	<LOQ	<LOQ	0,9	0,8	0,4	0,6	<LOQ	0,9	0,3	0,4	0,8	0,3	0,9
PFTA	0,3	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ
Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	4,2	1,2	2,0	0,9	0,7	1,7	1,2	0,9	1,4	3,2	2,5	1,7	1,2	0,5	2,8	1,0	1,7	4,5	1,2	3,5
Total PFOS/PFOA inkl LOQ	4,5	1,4	2,3	1,2	1,0	2,0	1,4	1,1	1,6	3,5	2,7	1,7	1,4	0,7	3,0	1,2	2,0	4,5	1,5	3,7
Sum PFC eksl. LOQ	12,5	4,1	6,4	2,5	1,9	9,3	4,1	2,5	2,2	8,8	7,8	4,3	4,2	0,8	11,6	2,8	4,1	11,0	2,2	9,5
Sum PFC inkl. LOQ	18,2	8,9	12,9	8,7	7,8	15,3	9,3	7,6	8,2	14,4	13,0	8,2	10,8	6,1	16,5	7,6	10,4	15,5	8,7	14,2



**Figur 3-7 PFC i filet av kysttorsk utenfor Tjeldbergodden. Forbindelser som utgjorde mindre enn 3 % er slått sammen og presentert med grå farge. For verdier under LOQ er halv LOQ benyttet.**

### 3.5. Bløtbunnsfauna

Resultatene fra bunndyrsundersøkelsene er gitt i Tabell 3-7 og 3-8, Figur 3-8 til 3-10, og i Vedlegg 1. Resultatene fra bunndyrsanalysene gir et bilde av miljøforholdene i resipienten tilhørende anlegget på Tjeldbergodden slik det var i september 2015. På grunn av vanskelige bunnforhold for prøvetaking, ble det kun tatt to hugg til bunnfauna fra stasjon B7. I tillegg er det tatt ett grabbhugg for bunnfauna 47 m lenger unna. På grunn av distansen, ble denne posisjonen behandlet som ny stasjon og fikk navnet B10. Hugg 3 på B7 var underkjent på grunn av lite sediment i prøvene (Tabell 2-1). I tillegg var hugg 2 og 4 ved B8 underkjent. Med underkjent prøve menes det i denne sammenhengen at sedimentvolumet var mindre enn kravene satt i ISO 16665 Bløtbunnprøvetaking. Huggene er likevel inkludert da dyrene likevel kan gi informasjon om miljøforholdene i området.

Makrofauna skal vurderes utfra grenseverdier basert på beregnede indekser i henhold til Direktoratgruppa Vanndirektivets veileder 02:2013. Det er i disse resultatene tatt hensyn til Miljødirektoratets anbefaling om ikke å la DI-indeksen være med å klassifisere stasjonen. Verdiene er likevel tatt med i tabellen, men tatt ut av gjennomsnittet som gir nEQR-verdien. De fleste bløtbunnsarter er flerårige og relativt lite mobile og kan dermed reflektere effekter fra miljøpåvirkning integrert over tid. Miljøforhold basert på bunndyrsanalyser (makrofauna) vurderes i henhold til grenseverdier gitt i gjeldende standarder og veiledere. Historiske data fra B1 i 2006 er inkludert i de biologiske beregningene (indekser samt multivariate beregninger). Øvrige historiske resultater sammenlignes med bakgrunn i resultat gitt i gamle rapporter, da vedlegg med nøyaktige verdier ikke var tilgjengelige.

Referansestasjonen B1 ligger i Dromnessundet på 271 meters dyp 5,5 km sørvest for Tjeldbergodden, mot strømrretningen. Her inneholdt sedimentet til sammen 1760 individer fordelt på 91 arter. Dette tilsvarer svært god diversitetsindeks ( $H'$ : 5,46). Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,78 som tilsvarer **tilstandsklasse II – God** (Veileder 02:2013). Sammenlignet med undersøkelsen i 2006 har faunasammensetningen endret seg noe. Dette vises ved en nær dobling av individtall og at tilstanden har gått fra svært god (nEQR 0,82 i 2006) til god (nEQR 0,78 i 2015) (Tabell 3-7). Det er ikke store endringer i artssammensetningen. Børstemarken *Paramphinome jeffreysii* dominerer noe på denne stasjonen i forhold til de andre artene (Tabell 3-8). Arten utgjør allikevel ikke mer enn 17 % av det totale individantallet og de andre tallrike artene er jevnt fordelt (4-8 %). Det høye individtallet kan tyde på at organismene på stasjonen opplever en stimuli i form av økt organisk tilførsel. Dette støttes opp av at normalisert TOC havner i tilstandsklasse moderat samt at gjødetapet for denne stasjonen er det høyeste målt (Tabell 3-1). Dette er samme trenden som Sørheim og Stokland (2007) så på stasjonen i 2006, der man hadde en betydelig endring i individantall sammenlignet med tilsvarende undersøkelser av stasjonen i 1993 og 2000. Vanlige kilder til økt næringstilgang er avrenning fra landbruksaktivitet eller havbruk i nærrområdet. Da stasjonen ligger oppstrøms fra anlegget er det ikke grunn til å tro at den økte næringstilgangen stammer fra fabrikk. Figur 3-8 viser grafisk en oversikt over fordelingen av arter på geometriske klasser. Meget gode miljøforhold (uforurenset) kjennetegnes ved tilstedeværelse av mange arter uten at noen av disse dominerer. I områder med organisk påvirkning (moderat

forurensing) vil antall dominerende arter øke. Faunastrukturen på B1 som vist i Figur 3-8, indikerer gode miljøforhold med liten påvirkning, både i 2015 og 2006.

B7 ligger på 28 meters dyp 106 meter rett vest for utslippspunktet. Denne stasjonen ligger 47 meter unna B10. Stasjonen hadde vanskelige prøvetakingsforhold og man fikk kun opp to hugg hvor det ene (hugg 3) var underkjent. Det ble likevel funnet 101 arter med til sammen 569 individer. Dette tilsvarer en god diversitetsindeks på 5,54. Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,83 som tilsvarer **tilstandsklasse I– Svært God** (Veileder 02:2013)(Tabell 3-7). Blant de ti mest individrike artene finner man åtte arter børstemark, ett skjell og en pigghud. Artene er svært jevnt fordelt, og ingen av artene dominerer samfunnet (Tabell 3-8).

Stasjonen B10 ligger på 28 meters dyp 134 meter nordvest for utslippspunktet. Det ble kun tatt ett hugg fra denne stasjonen og indeksene er beregnet ut i fra dette hugget. Her ble det registrert 58 arter med til sammen 313 individer. Dette tilsvarer en svært god diversitetsindeksn ( $H'$ ) på 4,64. Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,74 som tilsvarer **tilstandsklasse II– GOD** (Veileder 02:2013) (Tabell 3-7). Blant de ti mest tallrike artene finner man sju børstemark, to skjell, en pigghud og to anemoner (Tabell 3-8). Det er ingen av artene som dominerer i individantall. Også faunastrukturen indikerer gode miljøforhold (Figur 3-8).

B8 ligger på 35 meters dyp, 195 meter nordøst for utslippsledningen. To av huggene (hugg2 og hugg 4) er underkjent ihht volumkrav. De multivariate analysene taler for at alle fire huggene på stasjonen ikke er statistisk ulike og dermed sammenlignbare selv om vi ser at både individantall og artsantall er lavere på disse to huggene, enn ved hugg 1 og 3.

Det ble funnet 1513 individer fordelt på 131 arter. Dette tilsvarer en god diversitetsindeks på 4,88 (Tabell 3-7). Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,82 som tilsvarer **tilstandsklasse I– Svært God** (Veileder 02:2013) (Tabell 3-7). Faunastrukturen som vist i Figur 3-8, indikerer gode miljøforhold med liten påvirkning. De ti mest individrike artene og gruppene bestod av sju børstemarkarter, en skjell-art og to arter pigghuder. Børstemarkene *Melinna elisabethae* og *Galathowenia oculata* har flest individer med henholdsvis 19 % og 10 % av totalt antall (Tabell 3-8).

B9 ligger på 268 meters dyp 1,8 km nordøst for utslippsledningen. Det ble funnet 1756 individer og 77 arter på denne stasjonen. Dette tilsvarer en god diversitetsindeks ( $H'$ ) på 4,39 (Tabell 3-7). Også her kan individtallet tyde på at organismene opplever en stimuli i form av økt organisk tilførsel. Beregnet nEQR på stasjonsnivå gir en tilstandsverdi på 0,75 som tilsvarer **tilstandsklasse II– God** (Veileder 02:2013)(Tabell 3-7). Faunastrukturen som vist i Figur 3-8, indikerer gode miljøforhold med liten påvirkning. De elleve mest individrike artene og gruppene bestod av fem børstemark, fem skjellarter og en art pigghud. Børstemarkene *Paramphinome jeffreysii* og *Myriochele heeri* er mest individrike med henholdsvis 22 % og 17 % av totalt antall.

Multivariate analyser viser faunalikhet på stasjonsnivå (MDS) og hugg-nivå (Cluster) (Figur 3-9 og Figur 3-10). Cluster -analysene viser at faunasammensetningen ikke er statistisk ulike og derfor sammenlignbare på huggnivå. MDS-plottet viser at faunasammensetningen er ulik mellom B1 i 2006 og 2015. Ulikheten kan

begrunnes i økt individantall. B1 og B9 er dype stasjoner og er mer lik hverandre enn de grunne stasjonene.

**Tabell 3-7** Miljøindekser beregnet på bunndyrspopulasjonen på stasjonene B7, B8 og B9 (2015) og referansestasjonen B1 (2006 og 2015) ved Tjeldbergodden i september 2015. Hvert grabb-hugg representerer prøveareal på 0,1 m<sup>2</sup>. Totalt prøveareal pr. stasjon er vist i tabellen. Antall individer og arter er vist for hver enkelt prøve (grabbhuggnummer) og totalt for stasjonen. Miljøtilstand er markert med fargekoder i henhold til Vanddirektivets veileder 02:2013. Underkjent prøve pga. lite sedimentinnhold i grabb er markert med \*.

Stasjon	År	Areal m <sup>2</sup>	Grabbhugg	Antall arter	Antall individer	NQI1 verdi	H' verdi	ES <sub>100</sub> verdi	ISI <sub>2012</sub> verdi	NSI verdi	DI verdi	Tilstands-verdi
B1	2006	0,5	1	58	268	0,83	5,04	37,85	9,63	25,12	0,38	
			2	41	95	0,82	5,04	41,00	10,05	25,08	0,07	
			3	42	147	0,79	4,77	35,39	9,31	24,71	0,12	
			4	60	237	0,80	5,14	40,12	9,94	25,49	0,32	
			5	53	206	0,83	4,97	39,05	10,44	25,58	0,26	
			Sum	90	953	0,82	5,46	41,66	10,38	25,25	0,23	
			Snitt	50,8	190,6	0,81	4,99	38,68	9,87	25,20	0,23	
			nEQR (sum)			0,79	0,95	0,90	0,85	0,81	0,85	0,86
nEQR (snitt)			0,79	0,84	0,86	0,82	0,81	0,85	0,82			
B1	2015	0,4	1	52	305	0,80	4,77	33,04	10,06	22,95	0,43	
			2	62	436	0,82	4,94	33,76	10,28	23,92	0,59	
			3	60	487	0,80	4,67	32,81	10,27	23,55	0,64	
			4	59	532	0,78	4,47	29,62	10,29	22,85	0,68	
			Sum	91	1760	0,80	4,91	33,31	10,21	23,32	0,59	
			Snitt	58,3	440	0,80	4,71	32,31	10,23	23,32	0,59	
			nEQR (sum)			0,78	0,82	0,79	0,84	0,73	0,41	0,79
			nEQR (snitt)			0,78	0,79	0,78	0,84	0,73	0,41	0,78
B7	2015	0,2	2	78	310	0,80	5,38	43,90	10,01	23,55	0,44	
			3*	72	259	0,79	5,34	42,82	9,06	22,67	0,36	
			Sum	101	569	0,78	5,54	43,71	9,77	23,20	0,40	
			Snitt	75,0	284,5	0,79	5,36	43,27	9,54	23,11	0,40	
			nEQR (sum)			0,76	0,96	0,92	0,81	0,73	0,65	0,84
			nEQR (snitt)			0,77	0,92	0,92	0,79	0,72	0,65	0,83
B8	2015	0,4	1	87	470	0,79	5,18	40,41	9,10	23,56	0,62	
			2*	68	307	0,79	4,82	35,73	10,51	25,33	0,44	
			3	82	436	0,78	4,72	37,06	10,14	23,65	0,59	
			4*	65	300	0,77	4,79	37,19	9,49	23,64	0,43	
			Sum	131	1513	0,79	5,19	39,30	10,11	23,92	0,53	
			Snitt	75,5	378,3	0,78	4,88	37,60	9,81	24,05	0,53	
			nEQR (sum)			0,77	0,89	0,87	0,83	0,76	0,49	0,82
			nEQR (snitt)			0,76	0,82	0,84	0,81	0,76	0,49	0,80
B9	2015	0,4	1	52	438	0,77	4,27	28,51	9,53	23,17	0,59	
			2	53	440	0,76	4,08	27,46	10,21	22,79	0,59	
			3	42	405	0,75	4,12	24,98	9,35	22,15	0,56	
			4	55	473	0,78	4,38	29,22	9,84	22,93	0,62	
			Sum	77	1756	0,76	4,39	27,94	9,74	22,77	0,59	
			Snitt	50,5	439	0,76	4,21	27,54	9,73	22,76	0,59	
			nEQR (sum)			0,74	0,75	0,73	0,81	0,71	0,41	0,75
			nEQR (snitt)			0,74	0,73	0,72	0,81	0,71	0,41	0,74
B10	2015	0,1	1	58	313	0,73	4,64	33,52	8,8	22,7	0,45	
			Sum	58	313	0,73	4,64	33,52	8,8	22,7	0,45	
			Snitt	58	313	0,73	4,64	33,52	8,8	22,7	0,45	
			nEQR (sum)			0,70	0,78	0,79	0,72	0,71	0,59	0,74
nEQR (snitt)			0,70	0,78	0,79	0,72	0,71	0,59	0,74			

Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
-----------	-----	---------	--------	--------------

**Tabell 3-8** De mest tallrike artene fra prøvene ved Tjeldbergodden, september 2015. Tabellen oppgir antall individer av hver art, og prosent av antall individer for bunnstasjonene. Prøveareal er 0,5 m<sup>2</sup> for B1 2006, 0,4 m<sup>2</sup> for B1, B8 og B9 2015, 0,2 m<sup>2</sup> for B7 2015 og 0,1 m<sup>2</sup> for B10 2015.

B1 2015	Antall individ	%	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	300	17	17
<i>Kelliella miliaris</i>	146	8	25
<i>Caudofoveata</i> indet.	107	6	14
<i>Sabellidae</i> indet.	106	6	12
<i>Abra nitida</i>	97	6	12
<i>Thyasira sarsi</i>	95	5	11
<i>Terebellides stroemii</i>	77	4	10
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	74	4	9
<i>Aricidea catherinae</i>	69	4	8
<i>Thyasira equalis</i>	64	4	8

B1 2006	Antall individ	%	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	100	10	10
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	66	7	17
<i>Aricidea catherinae</i>	53	6	12
<i>Caudofoveata</i> indet.	53	6	11
<i>Exogone hebes</i>	41	4	10
<i>Kelliella miliaris</i>	39	4	8
<i>Lumbrineris</i> sp.	33	3	8
<i>Levinsenia gracilis</i>	29	3	7
<i>Chone</i> sp.	28	3	6
<i>Amphilepis norvegica</i>	25	3	6

B7 2015	Antall individ	%	Kum. %
<i>Prionospio cirrifera</i>	45	7,9	7,9
<i>Thyasira flexuosa</i>	44	7,7	15,6
<i>Galathowenia oculata</i>	43	7,6	15,3
<i>Sabellidae</i> indet.	42	7,4	14,9
<i>Synaptidae</i> indet.	22	3,9	11,2
<i>Nereimyra punctata</i>	22	3,9	7,7
<i>Hydroides norvegica</i>	22	3,9	7,7
<i>Owenia borealis</i>	21	3,7	7,6
<i>Melinna elisabethae</i>	19	3,3	7,0
<i>Eunereis elittoralis</i>	15	2,6	6,0

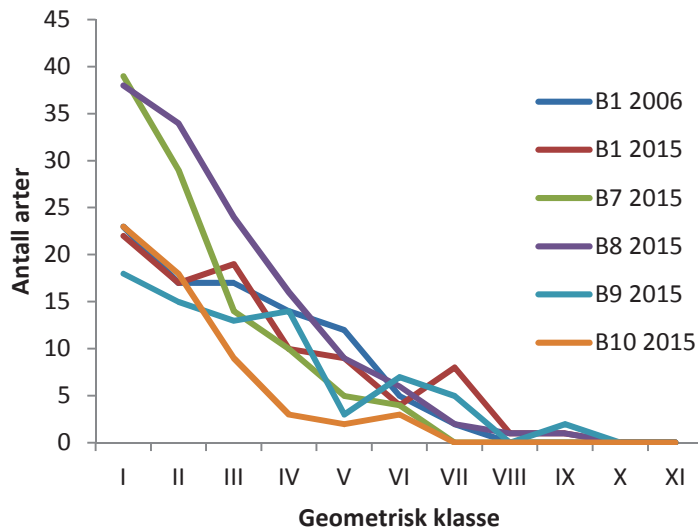
B8 2015	Antall individ	%	Kum. %
<i>Melinna elisabethae</i>	293	19	19
<i>Galathowenia oculata</i>	151	10	29
<i>Prionospio cirrifera</i>	123	8	18
<i>Leptochiton asellus</i>	73	5	13
<i>Owenia borealis</i>	53	4	8
<i>Polydora</i> sp.	52	3	7
<i>Hydroides norvegica</i>	47	3	7
<i>Spatangoidea</i> indet	46	3	6
<i>Synaptidae</i> indet.	38	3	6
<i>Sabellidae</i> indet.	32	2	5

B9 2015	Antall individ	%	Kum. %
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	382	22	22
<i>Myriochele heeri</i>	290	17	38
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	108	6	23
<i>Caudofoveata</i> indet.	85	5	11
<i>Thyasira sarsi</i>	79	4	9
<i>Abra nitida</i>	78	4	9
<i>Kelliella miliaris</i>	72	4	9
<i>Aricidea catherinae</i>	60	3	8
<i>Thyasira equalis</i>	59	3	7
<i>Diplocirrus glaucus</i>	48	3	6
<i>Amphilepis norvegica</i>	48	3	5

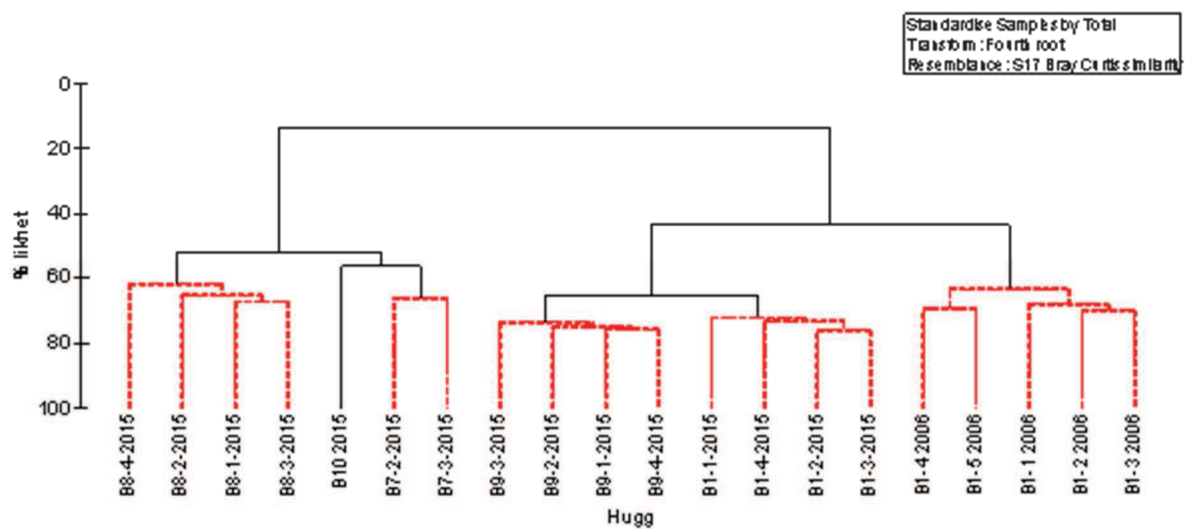
B10 2015	Antall individ	%	Kum. %
<i>Prionospio cirrifera</i>	47	15,0	15,0
<i>Melinna elisabethae</i>	43	13,7	28,8
<i>Galathowenia oculata</i>	32	10,2	24,0
<i>Thyasira flexuosa</i>	24	7,7	17,9
<i>Synaptidae</i> indet.	20	6,4	14,1
<i>Chaetozone</i> sp.	14	4,5	10,9
<i>Sabellidae</i> indet.	11	3,5	8,0
<i>Edwardsia</i> sp.	10	3,2	6,7
<i>Cerianthus lloydii</i>	7	2,2	5,4
<i>Goniada maculata</i>	6	1,9	4,2
<i>Trichobranchus roseus</i>	6	1,9	3,8
<i>Cylichna cylindracea</i>	6	1,9	3,8

Annelida/Polychaeta	Mollusca	Echinodermata	Crustacea	Andre
---------------------	----------	---------------	-----------	-------

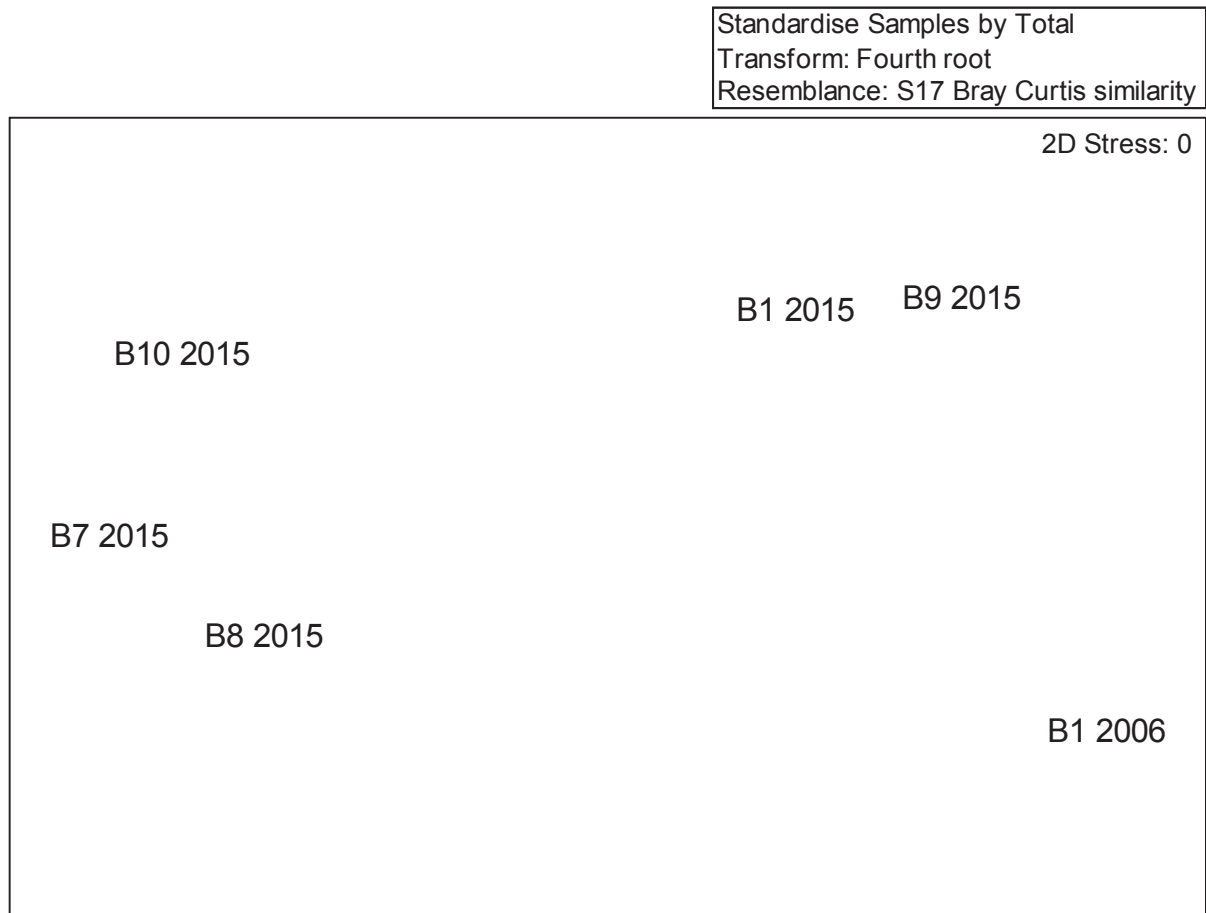




**Figur 3-8** Antall arter (langs y-akse) er plottet mot geometriske klasser (x-akse) i prøvene rundt Tjeldbergodden i september 2015. Hugg 3 ved B7 og hugg 2 og 4 ved B8 var underkjent pga. lite sedimentvolum.



**Figur 3-9** Clusteranalyser - bunndyr. Faunalikhet ved Tjeldbergodden mellom prøvene på hugg nivå fra prøveinnsamlingen i september 2015 sammenstilt med historiske data fra B1 2006. Hugg 3 ved B7 og hugg 2 og 4 ved B8 var underkjent pga. lite sedimentvolum. Røde linjer angir at huggene ikke statistisk sett er ulike.



**Figur 3-10** MDS-plott - bunndyr. Faunalikhet mellom prøvene på stasjonsnivå sammenstilt med historiske data fra prøveinnsamlingen i september 2015 ved Tjeldbergodden. Hugg 3 ved B7 og hugg 2 og 4 ved B8 var underkjent pga. lite sedimentvolum.

## 4. DISKUSJON OG KONKLUSJON

### 4.1. Sedimentkjemi

Alle stasjonene undersøkt hadde lave nivåer av samtlige tungmetaller. De høyeste konsentrasjonene ble funnet på de to dypeste stasjonene B1 og B9, som også ligger lengst fra anlegget.

De fleste enkeltforbindelser av PAH var også lave. Unntaket var Indeno[1,2,3-cd]pyren som havner i tilstandsklasse III (Kroniske effekter ved langtids eksponering) på B1 i Dromnessundet og i tilstandsklasse IV (Akutte toksiske effekter ved korttids eksponering) på B9 utenfor Kjørsviksbugen.

De høyeste nivåene av både tungmetall og hydrokarboner ble funnet i Dromnessundet (B1) og Kjørsviksbugen (B9), på de to stasjonene lengst unna Tjeldbergodden. Disse stasjonene er dypere og har mer finkornet sediment enn de grunnere stasjonene nærmere anlegget. Dette gir en større samlet overflate for miljøgiftene å feste seg på. Med tanke på den nordliggående strømrretningen, kan teoretisk sett forbindelsene funnet i Kjørsviksbugen stamme fra Tjeldbergodden. Man kan heller ikke utelukke lokale kilder eksempelvis hurtigbåtens anløp i Kjørsviksbugen, annen båttrafikk i forbindelse med småbåthavn eller settefiskanlegget. En undersøkelse av settefiskanlegget i 2013 viste nivåer av sink tilsvarende tilstandsklasse I-III og for kobber tilsvarende tilstandsklasse II (ihht klassifisering i Rapport M-241) i indre deler av Kjørsviksbugen (Haugen et al 2013).

### 4.2. Miljøgifter i biota

Tungmetall i blåskjell: Ingen av tungmetallene fikk tilstandsklasser over TK II (tilsvarer «moderat forurenset») og ingen overskred EQS<sub>biota</sub> (der grenseverdien finnes). For arsen og sink og krom var konsentrasjonene noe høyere i blåskjellene som var eksponert ved Tjeldbergodden, sammenlignet med nullprøvene. For de andre metallene var nivåene i blåskjell i bur sammenlignbare med nullprøvene. Nivåene i Kjørsviksbugen og sør for utslippet var tilnærmet like for alle de analyserte metallene. På Kjørsvik TBO viser krom og sink i 2015 en liten økning sammenlignet med skjellene i strømpa fra 2006 og 2000. For bly, kadmium, kvikksølv og nikkel er nivåene derimot synkende eller stabile.

PFC i albusnegl: De høyeste nivåene av samtlige forbindelser i albusnegl ble funnet på stasjon TBO 1, dvs. ved kaianlegget nord for utslippet. På de andre stasjonene ble kun PFOS funnet i kvantifiserbare mengder. Ingen av prøvene overgikk grenseverdi for PFOS og PFOA. På TBO 1 ble det funnet 8 av 23 forbindelser over LOQ, mens kun PFOS ble funnet i de andre prøvene.

PFC i kysttorsk: Totalt ble 12 forbindelser funnet i kvantifiserbare mengder (>LOQ). PFOSA, etterfulgt av PFOS, PFUnA og PFTrA, utgjorde den største andelen av PFC i de fleste individene. Ingen av individene ved Tjeldbergodden hadde konsentrasjoner av PFOS eller PFOA over grenseverdi.

Sammenlignet med undersøkelse ved industri på Vestlandet, ble det funnet færre forbindelser og i lavere

konsentrasjon av sum PFC i kysttorsk og albusnegl ved Tjeldbergodden. Derimot lå nivåene fra Tjeldbergodden noe høyere enn referanseverdiene i kysttorsk fra samme undersøkelse. For albusnegl var konsentrasjonene på nivå med referanse. Ettersom PFOS ikke lenger er i bruk, indikerer dette avrenning fra land eller at nyere komponenter brytes ned til PFOS.

### **4.3. Bunnfauna**

Samtlige stasjoner undersøkt viser et rikt artsamfunn med gode miljøforhold. Samtidig viser stasjonene i dyprennen i Trondheimsleia (B1 og B9) tegn til økt stimuli i form av høye individtall. Dette ses best på B1 der man har historikk fra 1993. Det er imidlertid lite trolig at anlegget på Tjeldbergodden er opprinnelsen til den økte næringstilgangen.

## 5. VIDERE OPPFØLGING

**Anbefalt periode for miljøundersøkelse:** Dette ønsker Statoil Tjeldbergodden å diskutere med Miljødirektoratet. Nivåene virker stabilt lave, men dersom man ser økende nivåer i prøver fra internkontroll, bør nye resipientundersøkelser vurderes.

På hyllen rett vest for anlegget er det vanskelig å ta bunnprøver av på grunn av grovt sediment. Det er lite sannsynlig at det finnes svært gode områder for prøvetaking tett på anlegget. Samtidig er det svært viktig å ha prøver nært utslippet. Det anbefales derfor at man i utgangspunktet beholder prøvetakingsstasjonene benyttet i denne rapporten, med B10 istedenfor B7, da denne var noe bedre egnet for bunnprøvetaking. Dette vil gi kontinuitet i tidsseriene.

Området nord for utslippet er viktig med tanke på spredning av eventuelle miljøgifter. Det anbefales derfor at man ved neste undersøkelse igjen forsøker å sette ut blåskjell for analyse av tungmetall nær TBO1.

Det er observert både økende og nedadgående mengder av perfluorerte komponenter (PFC) ved industri på vestlandet (Haave notat 2015, Haave notat 2014). For å detektere eventuell endring i utslippsmengde av PFC som følge av nylige øvelser med brannskum eller avrenning fra land i forbindelse med tidligere aktivitet, anbefales det å følge opp undersøkelsen av PFC i albusnegl og eventuelt fisk. Dette er spesielt viktig for stasjonen TBO1, hvor konsentrasjonene var høyest.

For økt kunnskap om oksygenforholdene i sedimentet, bør pH/Eh i sedimentet måles under feltarbeid. Ved anoksiske forhold har metaller en tendens til å være sterkere knyttet i sulfidbindinger og vil derfor ikke lekke ut i like stor grad som i sediment med oksygenrikt bunnvann.

Undersøkelsene har påvist gode forhold for bløtbunnsfaunaen ved Tjeldbergodden. Industrien i området har etter vår kunnskap ikke utslipp som kan føre til eutrofiering og dermed tydelige endringer i bunndyrssamfunnet. Det anbefales derfor at bløtbunnsfauna utelates ved neste undersøkelse. Man bør imidlertid beholde kornfordeling og glødetap/TOC. Dersom man observerer en økning i organisk innhold i sedimentet, kan undersøkelse av bløtbunnsfauna på nytt inkluderes.

## 6. LITTERATUR

Skriv fra Miljødirektoratet og Fiskeridirektoratet 05. februar 2016:

<http://www.fiskeridir.no/Akvakultur/Nyheter/2016/0216/Boer-ikke-bruke-DI-indeks-for-klassifisering-av-bloetbunnsfauna>

3M (2003). Environmental and health assessment of perfluorooctanesulphonic acid and its salts, 3M Company US.

Amundsen, C. E., I. Forfang, R. Aasen, T. Eggen, R. Sørheim, R. Hartnik and K. Næs (2008). Screening of polyfluorinated organic compounds at four fire training facilities in Norway. SFT. TA-2444/2008: 88 s.

Berger og Thomsen 2006. Per-og polyfluoreerte alkylstoffer (PFAS). NILU, Tromsø, Nasjonalt folkehelseinstitutt, Divisjon for miljømedisin, Oslo kjemi 2/2006.

Haave, M. (2013). Oppfølgende undersøkelser av perfluoreerte forbindelser (PFC) ved Kollsnes prosessanlegg i 2012. SAM e-rapport. S.-M. Uni Research, Uni Research, SAM-Marin: 75 pp.

Haave, M. and P. Johansen (2012). Analyse av Perfluoreerte forbindelser i Albuesnegl (Patella vulgata) ved Statoil Mongstad SAM notat. S.-M. Uni Miljø, Uni Research: 18.

Hadler-Jacobsen, S. and E. Heggøy (2012). Oppfølgende undersøkelser av perfluoroalkylforbindelsene PFOS og PFOA i albueskjell, torskelever, vann og sediment ved Kollsnes prosessanlegg i 2011. SAM- e-rapport. Uni Miljø, SAM-Marin, Uni Research: 158 s

Møskeland, T., H. P. Arp, J. R. Nyholm, R. Grabic, P. Andersson, A. Karrman, K. Elgh-Dhalgren and M. S. Venzi (2010). Environmental screening of selected "new" brominated flame retardants and selected polyfluorinated compounds 2009. Klif, Statlig Program for Forurensningsovervåkning. **TA-2625/2010**: 157 s.

Veileder (02:2013). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver, Direktoratets gruppa for gjennomføring av vanndirektivet (2013): 263.

Johnsen, T.M. og Dale, T. Partikkelforurensning i Vatsfjorden. NIVA rapportnr. 5823-2009. 24 s.

## 7. VEDLEGG

Vedlegg 1: Prøverapport Benthos artsliste

Vedlegg 2: Generelt vedlegg faunaundersøkelse

Vedlegg 3: Analysebevis sedimentkjemi

Vedlegg 4: Analysebevis PFC i fisk

Vedlegg 5: Analysebevis tungmetall i blåskjell

Vedlegg 6: Analysebevis tungmetall i blåskjell og PFC i albusnegl

Prosess	Uni Research Miljø / SAM-marin / Rapportering / Rapportering	Dokumentkategori	Vedlegg
Godkjent dato	05.02.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)	Siste revisjon	
Endret dato	05.02.2016 (Silje Hadler-Jacobsen)	Neste revisjonsdato	



### SAM-Marin

(Seksjon for anvendt miljøforskning,  
marin del.)  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 44 05  
Mail: sam-marin@uni.no



**Oppdragsgiver (navn og adresse): Statoil Tjeldbergodden, 6699 KJØRSVIKBUGEN**

**Prosjekt nr.: 809866**

**Prøvetakingssted (område): Trondheimsleia; Dromnessundet, området ved Tjeldbergodden og Kjørsvikbugen**

**Dato for prøvetaking: 14. - 16. september 2015**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research Miljø, SAM-marin**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: Hugg 3 på stasjon B7 og hugg 2 på stasjon B8 ble definert som "underkjent", dvs. at huggene ikke overholder volumkrav iht ISO-16665.**

**Artene er identifisert av: Frøydis Lygre og Øydis Alme**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-16665	Test 157	<input type="checkbox"/>

#### Opplysninger om merker i artslisten:

For hver stasjon er nr. på grabbhuggene angitt, og under hvert nummer de dyrene som ble funnet i prøvene.

- + i tabellen angir at det var dyr til stede i prøven, men at de ikke er kvantifisert.
- / i tabellen betyr en deling i voksne og unge individer (eksempel 4/2 betyr 4 voksne og 2 unge).
- cf. mellom slekts- og artsnavn betyr at slektsbestemmelsen er sikker, men at artsbestemmelsen er usikker.
- \* ved arter eller grupper av arter angir arter eller grupper av arter som ikke er med i eventuelle analyser.
- \* ved huggnummer angir at det er knyttet avvik til prøven

#### Andre opplysninger:

Tabellen starter på neste side og består av: 8 sider.

Artslisten skal ikke kopieres i ufullstendig form, uten skriftlig godkjenning fra SAM.

Signatur:.....*Frøydis Lygre*.....  
Godkjent taksonom



s. 1/8 Stasjonsnavn Dato Hugg	B1 2006					B 1 16.09.2015				B 10 15.09.2015	B 7 15.09.2015	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3*
	* Foraminifera indet	29	2	5	1	1						
* Cliona sp.											+	+
* Sycon sp.												1
* HYDROZOA												
* Hydrozoa indet.	1											+
* Corymorpha nutans			1									
* ANTHOZOA												
<i>Kophobelemnon stelliferum</i>							1					
<i>Stylatula elegans</i>		1										
<i>Virgularia mirabilis</i>		1				2	2	1	3	1		
<i>Virgularia tuberculata</i>						1	1	3	2			
<i>Cerianthus lloydii</i>						1				7	6	1
<i>Actinaria</i> indet.											1	1
<i>Edwardsia</i> sp.										10	7	1
<i>Paraedwardsia cf. arenaria</i>						2	1	1/1	1			
<i>Adamsia</i> sp.											1	
* PLATYHELMINTES indet.												1
* NEMERTEA indet.	17	6	10	5	5	1	2	10	5	5	1	2
* NEMATODA indet.	10	2	1	6	4						1	3
POLYCHAETA												
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	25	4	13	27	31	30	45	102	123	1		
<i>Laetmonice filicornis</i>							1					
<i>Polynoidae</i> indet.									1		0/3	
<i>Harmathoe fragilis</i>												1
<i>Pholoe baltica</i>	5			1	2			1		4	3	2
<i>Pholoe inornata</i>											1	
<i>Pholoe pallida</i>	1		1	2	3	5	12	5	6			
<i>Neoleanira tetragona</i>	2	1	1			5	1		1			
<i>Sthenelais limicola</i>											1	
<i>Paranaitis</i> sp.									0/1			
<i>Phyllodoce maculata</i>											1	
<i>Phyllodoce groenlandica</i>			2							0/1	0/1	
<i>Protomystides exigua</i>	1		1				1	2	1			
<i>Eumida bahusiensis</i>												1
<i>Eteone</i> sp.										2		
* <i>Tomopteris helgolandica</i>							1					
<i>Nereimyra punctata</i>											8/1	9/4
<i>Oxydromus flexuosus</i>							1					
<i>Syllidae</i> indet.								1		1	4	3
<i>Exogone</i> sp.									2	3	3	1
<i>Exogone hebes</i>	2	3	2	20	14							
<i>Exogone longicornis</i>				1	2							
<i>Ceratocephale loveni</i>	5	2	1		2	1	1	2				
<i>Eunereis elittoralis</i>											7/4	3/1
<i>Nephtys hystricis</i>								3				
<i>Nephtys ciliata</i>		1										
<i>Nephtys paradoxa</i>	1	2		2	1		1		0/1			
<i>Aglaophamus pulcher</i>						1						
<i>Glycera alba</i>										3	4	3
<i>Glycera lapidum</i>							0/1					
<i>Goniada maculata</i>										5/1	3/1	
<i>Hyalinoecia tubicola</i>										1		
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>						3/3	4	5	2			
<i>Sarsonuphis quadricuspis</i>		1		1	1							
<i>Augeneria tentaculata</i>	5	2	1									
<i>Lumbrineridae</i> indet.							2	9	4	2		1
<i>Lumbrineris</i> sp.	3	2	7	11	10							
<i>Drilonereis</i> sp.				1								
<i>Phylo norvegicus</i>			1									
<i>Scoloplos armiger</i>										5	2	2

s. 2/8 Stasjonsnavn Dato Hugg	B1 2006					B 1 16.09.2015				B 10 15.09.2015	B 7 15.09.2015	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3*
	<i>Aonides paucibranchiata</i>										2	
<i>Laonice sarsi</i>										0/1		
<i>Polydora</i> sp.							1		1	2	1	1
<i>Polydora caeca</i>				2								
<i>Pseudopolydora antennata</i>				4	1							
<i>Pseudopolydora pulchra</i>										1	1	
<i>Prionospio cirrifer</i>			2	1						47	28	17
<i>Prionospio fallax</i>	4	1	3	3	2							
<i>Prionospio dubia</i>						1	4	4	2			
<i>Spio</i> sp.										3	1	
<i>Spiophanes wigley</i>	1	1	3	4	3							
<i>Apistobranchus tullbergi</i>	1	1					2		1			
<i>Spiophanes kroyeri</i>	2	3		1		1	3	1/1	1			
<i>Aricidea catherinae</i>	21	6	8	9	9	6	17	21	25	1		
<i>Aricidea minuta</i>										1		
<i>Levinsenia gracilis</i>	2	6	5	13	3	10	6	10	10			
<i>Paradoneis lyra</i>	8	1	1	2	1							
<i>Paradoneis</i> sp.						1						
<i>Aphelochaeta</i> sp.												1
<i>Chaetozone setosa</i>	2	2		2	3							
<i>Chaetozone</i> sp.						2		6	7	14	3	6
<i>Cirratulus cirratus</i>												5
<i>Dodecaceria concharum</i>											1	1
<i>Tharyx</i> sp.	3			10	2							
<i>Caulleriella</i> sp.										1	3	2
<i>Brada villosa</i>						1	1/1	2	2			
<i>Diplocirrus glaucus</i>	3	2	1	1	8	6	12	7	18	1	3	
<i>Pherusa falcata</i>							8	1	8		1	
<i>Ophelina acuminata</i>								1/1				
<i>Ophelina cylindricaudata</i>	1			2				1				
<i>Ophelina modesta</i>	7		5	1	5							
<i>Scalibregma inflatum</i>				2								
<i>Heteromastus filiformis</i>	6	2	5	2	2	4	1	2	2			
<i>Mediomastus fragilis</i>										2		1
<i>Notomastus latericeus</i>	1	1		3						1/1	0/1	
<i>Praxillella affinis</i>				4	2							
<i>Rhodine loveni</i>	2	2	2		1							
<i>Maldanidae</i> indet.						3	12	5	3		1	2
<i>Myriochele heeri</i>	1	5	1			5	1					
<i>Galathowenia fragilis</i>											1	1
<i>Galathowenia oculata</i>	1					1	1			32	27	16
<i>Myriochele</i> sp.										5	6	3
<i>Owenia borealis</i>										2/3	5/3	12/1
<i>Pectinaria auricoma</i>								1			3	4/1
<i>Pectinaria belgica</i>				1				2	3			
<i>Ampharete</i> sp.				2								
<i>Ampharete lindstroemi</i>											1/1	
<i>Ampharete octocirrata</i>								4			4	2
<i>Sosane sulcata</i>						1	1			1	1/1	1
<i>Anobothrus gracilis</i>										1	4/2	3
<i>Amphicteis gunneri</i>												1
<i>Mugga wahrbergi</i>	7			2			1	1				
<i>Amythasides macroglossus</i>	1	1	1	13	3							
<i>Samytha sexcirrata</i>				1								
<i>Melinna elisabethae</i>										40/3	6/3	9/1
<i>Eupolymnia nesidensis</i>												2
<i>Pista cristata</i>											1	
<i>Pista lornensis</i>									0/1	1	1	
<i>Streblosoma intestinale</i>											1	1
<i>Polycirrus norvegicus</i>										1	3	1

s. 3/8 Stasjonsnavn Dato Hugg	B1 2006					B 1 16.09.2015				B 10 15.09.2015	B 7 15.09.2015	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3*
	<i>Amaeana trilobata</i>						0/1					
<i>Trichobranchus roseus</i>	4			1		0/1	1	0/1	0/2	6	2	2
<i>Terebellides stroemii</i>	2	1	2	9	5	9/1	7/4	21/9	14/12		1	
<i>Sabellidae</i> indet.						13	33	16	44	11	22	20
<i>Jasmineira</i> sp.	1			2								
<i>Chone filicaudata</i>			1									
<i>Chone</i> sp.	4	3	10	9	2							
<i>Euchone incolor</i>	4		2	1	1							
<i>Euchone</i> sp.	3		2	5	1	1	1	2		2	1	1
<i>Hydroides norvegica</i>											9	13
<i>Pomatoceros triqueter</i>											1	9
OLIGOCHAETA indet.	1			3	2							
<i>Sipuncula</i> indet.						1	8	8	1		1	
<i>Golfingia</i> sp.	1		1	2	1							
<i>Phascolion strombus</i>					1		0/1			3		2
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>	21	7	9	11	18	12	30	21	11			
CRUSTACEA												
* <i>Crustacea</i> larve			1									
* <i>Calanoida / Harpactioida</i>					1							
* <i>Calanoida</i> indet	2	2	4	14	49							
* <i>Calanus finmarchicus</i>						1	4	9	4	4	1	
* <i>Euchaeta</i> sp.								2				
* <i>Centropages typicus</i>						10			1			
* <i>Metridia longa</i>						4	1		1			
<i>Verruca stroemia</i>												1
<i>Semibalanus balanoides</i>												1
<i>Ostracoda</i> indet.	1											
<i>Philomedes</i> cf. <i>globosus</i>											1	
<i>Sarsinebalia typhlops</i>				1								
<i>Nebalia</i> sp.						1						
* <i>Mysidacea</i> indet.												1
<i>Eudorella truncatula</i>				2	1	1				1		
<i>Diastylis rostrata</i>						1/2	0/1	1/1	1			
<i>Diastylodes biplicata</i>								0/3	0/5			
<i>Diastylodes serrata</i>	1	1	1	1								
<i>Campylaspis costata</i>				1								
* <i>Tanaidacea</i> indet.			1									
* <i>Gnathia</i> sp.											0/1	
<i>Janira maculosa</i>											1	
* <i>Munna</i> sp.				1				1	1/1			
<i>Amphipoda</i> indet.						4			3	4	6	8
<i>Caprellidea</i> indet						0/1	2/6	15	1			
<i>Caprellidae</i> indet												1
<i>Ampelisca</i> sp.				1								
<i>Parapoxus oculatus</i>	1											
<i>Liljeborgia macronyx</i>	1				1							
<i>Eriopisa elongata</i>		2	3		4			2	1			
<i>Oedicerotidae</i> indet.	1											
<i>Stegocephalidae</i> indet					1							
* <i>Euphausiacea</i> indet.								1				
* <i>Eualus</i> sp.												0/2
<i>Calocaris macandreae</i>			1									
* <i>Galathea</i> sp.											24	12
* <i>Munida</i> cf. <i>rugosa</i>											0/1	
* <i>Paguridae</i> indet.										1	0/1	2/2
* <i>Liocarcinus pusillus</i>											0/1	
* PYCNOGONIDA indet.										2	4	
MOLLUSCA												
<i>Caudofoveata</i> indet.	16	7	19	8	3	38	23	20	26	3	1	1
<i>Solenogastres</i> indet.									3			

s. 4/8 Stasjonsnavn Dato Hugg	B1 2006					B 1 16.09.2015				B 10 15.09.2015	B 7 15.09.2015	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3*
	<i>Leptochiton asellus</i>											9
<i>Emarginula fissura</i>											0/1	
<i>Tectura virginea</i>											1	1
<i>Gibbula tumida</i>												1
<i>Alvania abyssicola</i>	1				1							
<i>Euspira pulchella</i>												1
<i>Mangelia attenuata</i>											1	1
<i>Eulima bilineata</i>									1		1	
<i>Turbonilla crenata</i>										1		
<i>Cylichnina umbilicata</i>							4		2			
<i>Cylichna alba</i>	1											
<i>Cylichna cylindracea</i>										5/1	4	2
<i>Nucula sulcata</i>					2							
<i>Nucula tumidula</i>	16	1	1	1	1	5/1	10	15	7			
<i>Ennucula tenuis</i>											1	2
<i>Yoldiella lucida</i>						4	1	5/1	2			
<i>Modiolula phaseolina</i>											0/1	
<i>Mytilus edulis</i>												0/1
<i>Batharca pectunculoides</i>						1	1	1				
<i>Palliolum striatum</i>												1
<i>Pseudamussium peslutrae</i>							0/1		1/2			
<i>Similipecten similis</i>		1		1	1							
<i>Heteranomia squamula</i>												1
<i>Lucinoma borealis</i>										2	0/1	
<i>Myrtea spinifera</i>												1
<i>Thyasira flexuosa</i>						0/3			0/3	22/2	23/5	14/2
<i>Thyasira obsoleta</i>	1		1	1	3	1	2/2	6/1	0/3			
<i>Thyasira sarsi</i>	1					4/13	16/6	6/11	19/20			
<i>Thyasira equalis</i>	7	3	3	7	3	11	21/1	13/2	15/1			
<i>Axinulus croulinensis</i>				1								
<i>Mendicula ferruginosa</i>						5	7	2	1			
<i>Adontorhina similis</i>	7	3	5	2	5	11	7	7	16			
<i>Devonia perrieri</i>												1
<i>Kurtiella bidentata</i>											1	1
<i>Astarte sulcata</i>					4							
<i>Parvicardium minimum</i>	3			1	11	1	5/1	4/1	9			
<i>Phaxas pellucidus</i>										0/2	0/2	0/1
<i>Abra nitida</i>	3	2	4	6	2	16/2	15/14	6/10	20/14			
<i>Kelliella miliaris</i>	23	3	7	3	3	33	31	54	28			
<i>Timoclea ovata</i>										2	2	0/1
<i>Hiatella sp.</i>										0/1	0/3	3/1
<i>Thracia convexa</i>											0/2	0/1
<i>Cochlodesma praetenuae</i>										0/1		
<i>Cuspidaria obesa</i>					1		0/1	1				
<i>Tropidomya abbreviata</i>	1	1	1	2	2				1/1			
<i>Antalis entalis</i>					1						2	
<i>Antalis occidentalis</i>								1				
<i>Entalina tetragona</i>	3			2		0/1	4/2	0/1	1			
<i>Pulsellum lofotense</i>	4	2	6	1	4		3	0/1				
* PHORONIDA indet.										8	10	5
* BRYOZOA												
* Bryozoa skorpeformet											+	+
* Bryozoa grenet												+
ECHINODERMATA												
<i>Astropecten irregularis</i>							1					
* <i>Ophiuroidea</i> indet.		0/1			0/1							
<i>Ophiopholis aculeata</i>											0/5	1/6
<i>Amphiura filiformis</i>										2	1	1

s. 5/8 Stasjonsnavn Dato Hugg	B1 2006					B 1 16.09.2015				B 10 15.09.2015	B 7 15.09.2015	
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3*
	<i>Amphilepis norvegica</i>	11	3	1	1	9	1/4	4/4	1	2		
<i>Ophiocten affinis</i>						4	5	4	3	1		
<i>Ophiura sarsii</i>						0/1	0/1	0/3	0/2		1	1
<i>Gracilechinus acutus</i>												0/2
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>											0/1	
<i>Echinocyamus pusillus</i>										1	1	
<i>Spatangoidea</i> indet.										0/2		0/2
<i>Echinocardium flavescens</i>												2
HOLOTUROIDEA												
<i>Pseudothyone raphanus</i>										1		
<i>Synaptidae</i> indet.								1		20	9	13
* POGONOPHORA indet.	1											
* <i>Siboglinum fiordicum</i>							1			+	+	+
ENTEROPNEUSTA indet.							1	1		2	2	
* CHAETOGNATHA indet.						1		2	2			
ASCIDIACEA												
<i>Ascidiacea</i> indet.												1
<i>Polycarpa fibrosa</i>							1	1				
* VARIA		2	3	1	1	+	+	+	+			+

Stasjonsnavn Dato Hugg	B 8 15.09.2015				B 9 14.09.2015			
	1	2*	3	4	1	2	3	4
* PORIFERA indet.			+					
* HYDROZOA								
* <i>Hydrozoa</i> indet.		+	+	+			+	
* ANTHOZOA								
<i>Virgularia mirabilis</i>						1		1
<i>Virgularia tuberculata</i>						2		1
<i>Pennatula</i> cf. <i>aculeata</i>						1		
<i>Cerianthus lloydii</i>	4	1	3	2				
<i>Actinaria</i> indet.			1					
<i>Edwardsia</i> sp.	1	1	1	3				
<i>Paraedwardsia</i> cf. <i>arenaria</i>							1	
<i>Adamsia palliata</i>			1					
* NEMERTEA indet.	3	3	6	3	1	5	4	7
* NEMATODA indet.		8		5		1		
POLYCHAETA								
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	1				127	124	54	77
<i>Polynoidae</i> indet.	0/1				0/1			
<i>Malmgrenia mcintoshii</i>	5/6	4/3	10	3				
<i>Harmathoe fragilis</i>		0/3	0/3	1/2				
<i>Harmothoe glabra</i>						1		1
<i>Pholoe baltica</i>	13	2	5	2	1			1
<i>Pholoe pallida</i>					13	12	6	10
<i>Neoleanira tetragona</i>					3	1		4
<i>Sthenelais limicola</i>				1				
<i>Phyllodoce groenlandica</i>				2				
<i>Phyllodoce rosea</i>				1				
<i>Eumida bahusiensis</i>		1		1				
<i>Eulalia viridis</i>	1							
<i>Eulalia</i> sp.	1	1						1
* <i>Tomopteris helgolandica</i>					2	1		
<i>Kefersteinia cirrata</i>	6/1							
<i>Nereimyra punctata</i>	1/1	1						
<i>Oxydromus flexuosus</i>					1			
<i>Syllidae</i> indet.	1		1					

s. 6/8 Stasjonsnavn Dato Hugg	B 8 15.09.2015				B 9 14.09.2015			
	1	2*	3	4	1	2	3	4
	<i>Exogone</i> sp.	3		1	1		1	1
<i>Ceratocephale loveni</i>					2	3	2	4
<i>Eunereis elittoralis</i>		1						
<i>Nephtys hystricis</i>					2/1	1		
<i>Nephtys hombergii</i>				1				
<i>Nephtys paradoxa</i>								3/1
<i>Sphaerodorum flavum</i>	1							
<i>Glycera alba</i>	1	2						
<i>Glycera lapidum</i>	6	2	7/2	1	0/2			
<i>Glycinde nordmanni</i>		1						
<i>Goniada maculata</i>	1	1	2/1	2/1				
<i>Paradiopatra quadricuspis</i>					1	5		2/1
<i>Lumbrineridae</i> indet.	8	1	3		2	1	4	3
<i>Scoloplos armiger</i>	1		2	4				
<i>Aonides paucibranchiata</i>	1	2	1	5				
<i>Laonice bahusiensis</i>		1	0/1					
<i>Laonice sarsi</i>		1						
<i>Polydora</i> sp.	28	2	18	4				
<i>Pseudopolydora pulchra</i>			1					
<i>Prionospio cirrifera</i>	29/1	35	27	31				
<i>Prionospio dubia</i>					4	3		1
<i>Apistobranchnus tullbergi</i>					1			
<i>Spiophanes kroyeri</i>	1	1	1			1	2	0/1
<i>Spiochaetopterus typicus</i>							1	
<i>Aricidea catherinae</i>			2	2	19	12	14	15
<i>Aricidea minuta</i>	1							
<i>Levinsenia gracilis</i>					11	7	2	4
<i>Paradoneis</i> sp.	1	2		2				
<i>Aphelochaeta</i> sp.	1						1	1
<i>Chaetozone</i> sp.	4	2	8	10				
<i>Cirratulus cirratus</i>		1	1	1				
<i>Caulleriella</i> sp.	6	3	7	3				
<i>Brada villosa</i>					4	1	0/1	5
<i>Diplocirrus glaucus</i>			2		13	9	19	7
<i>Pherusa falcata</i>					1		2	1
<i>Asclerocheilus</i> sp.				1				
<i>Heteromastus filiformis</i>					4	3	1	3
<i>Mediomastus fragilis</i>	6		2	1				
<i>Notomastus latericeus</i>	5		1	2				
<i>Maldanidae</i> indet.	1	1			5		3	4
<i>Myriochele heeri</i>					34	72	93	91
<i>Galathowenia oculata</i>	38	24	47	42				
<i>Owenia borealis</i>	7/3	7/3	6/8	15/4				
<i>Pectinaria auricoma</i>	5		3		1			
<i>Lagis koreni</i>					1			
<i>Pectinaria belgica</i>					2	2	1	1
<i>Petta pusilla</i>	2							
<i>Ampharete lindstroemi</i>	5	2	1	4				
<i>Ampharete octocirrata</i>	1	3	1	1				
<i>Sosane sulcata</i>	2/2	4	1/1	5				
<i>Anobothrus gracilis</i>			1	1				
<i>Lysippe fragilis</i>	1		1					
<i>Amphicteis gunneri</i>			2					
<i>Amythasides macroglossus</i>	2	1	4					
<i>Melinna elisabethae</i>	67/13	37/6	101/14	46/5				
<i>Paramphitrite birulai</i>	0/3	0/1						
<i>Eupolymnia nesidensis</i>			1/1	1/1				
<i>Pista lornensis</i>	0/1	1	2/1	1				
<i>Lanice conchilega</i>			1					
<i>Streblosoma intestinale</i>		1	1	0/1				

s. 7/8 Stasjonsnavn Dato Hugg	B 8 15.09.2015				B 9 14.09.2015			
	1	2*	3	4	1	2	3	4
	<i>Polycirrus norvegicus</i>	8	1	1			1	
<i>Polycirrus plumosus</i>	1		1			1		
<i>Trichobranchus gracialis</i>		1						
<i>Trichobranchus roseus</i>	5/1	1	3	1	3	1		1
<i>Terebellides stroemii</i>	2	1	1		8	5/3	11/4	5/4
<i>Sabellidae</i> indet.	1	20	5	6				1
<i>Euchone</i> sp.	1		2	1		1	1	
<i>Hydroides norvegica</i>	17	17	7	6				
<i>Pomatoceros triqueter</i>		9	1	5/1				
<i>Spirorbis</i> sp.	2							
OLIGOCHAETA indet.			1					
<i>Sipuncula</i> indet.	2		1		2	1	6	6
<i>Golfingia vulgaris</i>	1							
<i>Phascolion strombus</i>	5	1/1	1	1				
<i>Onchnesoma steenstrupii</i>					22	19	19	48
CRUSTACEA								
* <i>Calanus finmarchicus</i>	1	1			35	48	9	1
* <i>Centropages typicus</i>					2	3		1
* <i>Metridia longa</i>						4		1
<i>Cypridina</i> sp.								1
<i>Prionotoleberis norvegica</i>						1		
* <i>Mysida</i> indet.					1			
<i>Eudorella truncatula</i>			1					2
<i>Diastylis rostrata</i>					1/1		1/1	0/2
<i>Diastylodes biplicata</i>						0/1		1
* <i>Gnathia</i> sp.		0/1	0/1			1		
* <i>Eurydice</i> sp.	0/1	1	2	1				
* <i>Argulus</i> sp.						1		
<i>Amphipoda</i> indet.	3	11	6	1	1			3
<i>Eriopisa elongata</i>					2	1	5	1
* <i>Decapoda</i> larve	0/1							
* <i>Pandalina brevisrostris</i>		1	0/1					
* <i>Upogebia deltaura</i>	1	0/1	1/1					
* <i>Galathea</i> sp.	3/5	6/4	5	4/2				
* <i>Pagurus prideaux</i>			2					
* <i>Paguridae</i> indet.	6	1/2	9	0/2				
* <i>Liocarcinus pusillus</i>		1						
* PYCNOGONIDA indet.		1						
MOLLUSCA								
<i>Caudofoveata</i> indet.	3		3	1	25	36	10	14
<i>Solenogastres</i> indet.					1	1		
<i>Leptochiton asellus</i>	19/7	26/2	9/6	2/2				
<i>Ischnochiton albus</i>		1		0/1				
<i>Gibbula tumida</i>	0/1							
<i>Euspira montagui</i>	3	1	1	1/1				
<i>Eulima bilineata</i>					1	1	1	1
<i>Melanella</i> sp.		1						
<i>Vitreolina philippi</i>	1							
<i>Raphitoma aequalis</i>				1				
<i>Cylichnina umbilicata</i>					1	1	1	
<i>Cylichna cylindracea</i>				1				
<i>Nudibranchia</i> indet.	1	1						
<i>Nucula nucleus</i>	0/1	1						
<i>Nucula sulcata</i>					3/1	4/1	7	2
<i>Nucula tumidula</i>					15	11	10/2	5/2
<i>Yoldiella lucida</i>						4	1	4
<i>Modiolula phaseolina</i>	1/1		1					
<i>Limaria loscombi</i>			2					
<i>Palliolum incomparabile</i>		0/2	0/1	1				
<i>Palliolum striatum</i>		0/1	1					

s. 8/8 Stasjonsnavn	B 8				B 9			
	15.09.2015				14.09.2015			
	1	2*	3	4	1	2	3	4
<i>Similipecten similis</i>	1	2	2					
<i>Heteranomia squamula</i>	0/1							
<i>Lucinoma borealis</i>	4			0/1				
<i>Myrtea spinifera</i>				0/1				
<i>Thyasira biplicata</i>	2	2	5					
<i>Thyasira flexuosa</i>	6	4	8	7/2				1
<i>Thyasira obsoleta</i>					1	4	3	
<i>Thyasira sarsi</i>	0/1				7/10	8/2	30/4	6/12
<i>Thyasira equalis</i>					10/2	13/2	8/2	19/3
<i>Axinulus croulinensis</i>		2	1	2		1		
<i>Mendicula ferruginosa</i>					2	2	1	1
<i>Adontorhina similis</i>	1				2	2	2	3
<i>Hemilepton nitidum</i>	3		2					
<i>Tellimya ferruginosa</i>			0/1					
<i>Astarte montagui</i>	4	2/1	5	1				
<i>Astarte sulcata</i>	1/1	1						
<i>Parvicardium minimum</i>				1	4	3	2	5
<i>Parvicardium scabrum</i>		0/1						
<i>Abra nitida</i>					17/7	8/2	22/5	13/4
<i>Kelliella miliaris</i>					11	12	26	23
<i>Dosinia lupinus</i>	1			1				
<i>Timoclea ovata</i>	5/1	3/2	3/1	6				
<i>Corbula gibba</i>	1	1						
<i>Hiatella</i> sp.	0/1			0/2				
<i>Lyonsia norvegica</i>	1	1	1	0/1				
<i>Tropidomya abbreviata</i>							1	0/1
<i>Antalis entalis</i>	0/1	1	1	1				
<i>Entalina tetragona</i>						1		
* PHORONIDA indet.	1	1	3	5				
* BRYOZOA								
* Bryozoa skorpeformet	+	+	+	+				
* Bryozoa grenet	+	+	+					
ECHINODERMATA								
<i>Crossaster papposus</i>	0/1							
<i>Ophiopholis aculeata</i>			0/1					
<i>Amphipholis squamata</i>	3		3	5				
<i>Amphiura chiajei</i>						1/1	0/2	0/1
<i>Amphilepis norvegica</i>					11/3	7/3	0/6	11/7
<i>Ophiocten affinis</i>			0/1	4	2			2
<i>Ophiocten gracilis</i>					2	9	3	9
<i>Echinidea</i> indet	0/2							
<i>Echinocyamus pusillus</i>	3/1	1	1					
<i>Spatangoidea</i> indet	0/19	0/12	0/10	0/5	0/1			
<i>Echinocardium flavescens</i>			1					
HOLOTUROIDEA								
<i>Ekmania barthii</i>	1	0/1						
<i>Thyone fusus</i>	2		1					
<i>Pseudothyone raphanus</i>			1					
<i>Leptopentacta elongata</i>				1				
<i>Synaptidae</i> indet.	13	4	12	9				
* <i>Siboglinum fiordicum</i>							+	
ENTEROPNEUSTA indet.	1	1	1		1			2
* CHAETOGNATHA indet.					2	10	1	
ASCIDIACEA								
<i>Ascidia</i> indet.			2					
<i>Polycarpa fibrosa</i>					1	1		
* VARIA	+	+	+	+			+	+



## GENERELL VEDLEGGSEDEL

### Analyse av bunndyrsdata

#### Generelt

De fleste bløtbunnsarter er flerårig og lite mobile, og undersøkelser av bunnfaunaen kan derfor avspeile miljøforholdene både i øyeblikket og tilbake i tiden. Miljøforholdene er avgjørende for hvilke arter som forekommer og fordelingen av antall individer per art i et bunndyrs-samfunn. I et uforurenset område vil det vanligvis være forholdsvis mange arter, og det vil være relativt jevn fordeling av individene blant artene. Flertallet av artene vil oftest forekomme med et moderat antall individer. I våre bunndyrsprøver fra uforurensete områder vil det vanligvis være minst 20 - 30 arter i én grabbprøve (0,1 m<sup>2</sup>), men det er heller ikke uvanlig å finne 50 arter. Naturlig variasjon mellom ulike områder gjør det vanskelig å anslå et "forventet" artsantall.

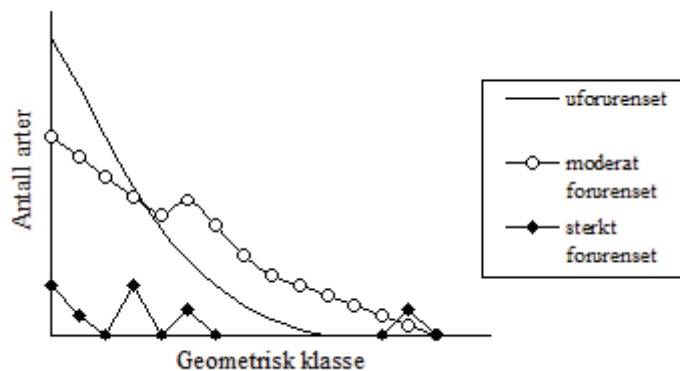
#### Geometriske klasser

På grunnlag av bunnfaunaen som identifiseres kan artene inndeles i geometriske klasser. Artene fordeles i grupper etter hvor mange individer hver art er representert med. Det settes opp en tabell der det angis hvor mange arter som finnes i ett eksemplar, hvor mange som finnes i to til tre eksemplarer, fire til syv osv. En slik gruppering kalles en geometrisk rekke, og gruppene som kalles geometriske klasser nummereres fortløpende I, II, III, IV, osv. Et eksempel er vist i Tabell v1. For ytterligere opplysninger henvises til Gray og Mirza (1979) og Pearson et al. (1983).

Antall arter i hver geometriske klasse kan plottes i figurer hvor kurveforløpet viser faunastrukturen. Kurveforløpet kan brukes til å vurdere miljøtilstanden i området. I et upåvirket område vil kurven falle sterkt med økende geometrisk klasse og ha form som en avkuttet normalfordeling. Dette skyldes at det er relativt mange individfattige arter og at få arter er representert med høyt individantall. I følge Pearson og Rosenberg (1978) er et slikt samfunn log-normalfordelt. Dette er antydnet i Figur v1. I et moderat forurenset område vil kurven ha et flatere forløp. Det er her færre sjeldne arter og de dominerende artene øker i antall og utvider kurven mot høyere geometriske klasser. I et sterkt forurenset område vil kurveforløpet være varierende, typisk er små toppe og nullverdier (Figur v1)

**Tabell v1.** Eksempel på inndeling i geometriske klasser.

Geometrisk klasse	Antall ind./art	Antall arter
I	1	23
II	2 - 3	16
III	4 - 7	13
IV	8 - 15	9
V	16 - 31	5
VI	32 - 63	5
VII	64 - 127	3
VIII	128 - 255	0
IX	256 - 511	2



**Figur v1.** Geometrisk klasse plottet mot antall arter for et uforurenset, moderat forurenset og for et sterkt forurenset område.

#### Univariate metoder

De univariate metodene reduserer den samlede informasjonen som ligger i en artsliste til et tall eller indeks, som oppfattes som et mål på artsriktighet. Utfra indeksene kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Miljødirektoratet legger imidlertid vekt på indeksene når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (TA 1467/1997, Veileder 02:2013)

#### Diversitet

**Shannon-Wieners diversitetsindeks (H')** beskrives ved artsmangfoldet (S, totalt antall arter i en prøve) og jevnhet (J, fordelingen av antall individer per art) (Shannon og Weaver 1949). Diversitetsindeksen er beskrevet av formelen:

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

der:  $p_i = \frac{n_i}{N}$ ,  $n_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

**Hurlbert diversitetsindeks  $ES_{100}$**  viser forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve, og er beskrevet vha. følgende formel:

$$ES_{100} = \sum_{i=1}^s \left[ \frac{(N - N_i)!}{((N - N_i - 100)! \cdot 100!)} \right] / [N! / ((N - 100)! \cdot 100!)]$$

hvor  $ES_{100}$  = forventet antall arter blant 100 tilfeldig valgte individer i en prøve med N individer, s arter, og  $N_i$  individer av i-ende art.

Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI, AMBI og NSI.

**ISI** er beskrevet av Rygg (2002) og senere revidert, den reviderte ISI betegnes  $ISI_{2012}$  (Rygg og Norling, 2013). Beregning av ISI utføres med følgende formel:

$$ISI = \sum_i^s \left[ \frac{ISI_i}{S_{ISI}} \right]$$

hvor  $ISI_i$  er verdi for arten i og  $S_{ISI}$  er antall arter tilordnet sensitivetsverdier

**AMBI (Azti Marin Biotic Index)** tilordner hver art en ømfintlighetsklasse (økologisk gruppe, EG): EG-I: sensitive arter, EG-II: indifferente arter, EG-III: tolerante, EG-IV: opportunistiske, EG-V: forurensningsindikerende arter (Borja et al. 2000). Mer enn 4000 arter er tilordnet en av de fem økologiske gruppene av faunaekspertes. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

**NSI** er en ny sensitivetsindeks og ligner AMBI, men er utviklet med basis i norske faunadata. Hver art av i alt 591 arter er tilordnet en sensitivetsverdi. En prøves NSI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivetsverdiene av alle individene i prøven. Hvordan NSI beregnes er beskrevet av Rygg og Norling (2013).

$$NSI = \sum_i^s \left[ \frac{N_i * NSI_i}{N_{NSI}} \right]$$

hvor  $N_i$  er antall individer og  $NSI_i$  verdi for arten i,  $N_{NSI}$  er antall individer tilordnet sensitivetsverdier

## Individtetthet

**DI (density index)** er en ny indeks for individtetthet (Rygg og Norling 2013). DI er spesielt utviklet med tanke på tilstandsklassifisering av individfattig fauna. DI er beskrevet av formelen:

$$DI = \text{abs}[\log 10(N_{0,1m^2}) - 2,05]$$

hvor *abs* står for absoluttverdi og  $N_{0,1m^2}$  antall individer pr.  $0,1 m^2$

## Sammensatte indekser

Sammensatte indekser som NQI1 (Norwegian quality Index) bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordost-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1.

**NQI1** er beskrevet ved hjelp av formelen:

$$NQI1 = \left[ 0,5 * \left( \frac{1 - AMBI}{7} \right) + 0,5 * \left( \frac{\left[ \frac{\ln(S)}{\ln(\ln(N))} \right]}{2,7} \right) * \left( \frac{N}{N + 5} \right) \right]$$

hvor N er antall individer og S antall arter

## Klassegrenser

Klassegrensene for hver indeks er gitt av Veileder 02:2013 (Tabell v2). Samme grenseverdier brukes for grabbklassifisering (gjennomsnitt av grabbverdier) og stasjonsklassifisering (kumulerte grabbdata).

**Tabell v2:** Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser for de ulike indeksene i henhold til Veileder 02:2013\*:

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

\* Klassegrensene er foreløpig de samme for alle påvirkningstyper, regioner og vanntyper. Etter hvert som ny kunnskap blir tilgjengelig, vil det bli vurdert om det er grunnlag for å innføre differensierte klassegrenser for regioner og vanntyper.

## Normalisert EQR (nEQR) og tilstandsklasse

nEQR (normalized ecological quality ratio) benyttes for å muliggjøre en harmonisert sammenligning av forskjellige indekser. nEQR beregnes for grabbgjennomsnittverdier (snitt) og kumulert grabbdata (sum) per stasjon for hver enkelt indeks. Gjennomsnittet av enkeltindeksenenes nEQR-verdier fra både grabbgjennomsnitt og kumulert grabbdata brukes til å beregne tilstandsverdi på stasjonen. nEQR beregnes med følgende formel:

$$nEQR = \frac{\text{Indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}}{\text{Klassens øvre indeksverdi} - \text{Klassens nedre indeksverdi}} * 0,2 + \text{Klassens nEQR basisverdi}$$

Klassens nEQR basisverdi (nedre grenseverdi) er den samme for alle indekser og er satt til:

Basisverdi klasse I	=	0,8
Basisverdi klasse II	=	0,6
Basisverdi klasse III	=	0,4
Basisverdi klasse IV	=	0,2
Basisverdi klasse V	=	0,0

nEQR gir en tallverdi på en skala fra 0 til 1. Ettersom nEQR følger en kontinuerlig skala viser verdien ikke bare tilstandsklassen, men også hvor lavt eller høyt i klassen tilstanden ligger.

## Multivariate analyser

I de ovenfor nevnte metodene legges det ingen vekt på hvilke arter som finnes i prøvene. For å få et inntrykk av likheten mellom prøver der det blir tatt hensyn både til hvilke arter som finnes i prøvene og individantallet, benyttes multivariate metoder. Prøver med mange felles arter vil etter disse metodene bli karakterisert som relativt like. Motsatt blir prøver med få felles arter karakterisert som forskjellige. Målet med de multivariate metodene er å omgjøre den flerdimensjonale informasjonen som ligger i en artsliste til noen få dimensjoner slik at de viktigste likhetene og forskjellene kan fremtre som et tolkbart resultat.

## Klassifikasjon og ordinasjon

I denne undersøkelsen er det benyttet en klassifikasjonsmetode (clusteranalyse) og en ordinasjonsmetode (multidimensjonal scaling (MDS) som utfra prøvelikhet grupperer sammen stasjoner med relativt lik faunasammensetning. Forskjellen mellom de to metodene er at clusteranalysen bare grupperer prøvene, mens ordinasjonen viser i hvilken rekkefølge prøvene skal grupperes og dermed om det finnes gradienter i datamaterialet. I resultatet av analysen vises dette ved at prøvene grupperer seg i et ordnet system og ikke bare i en sky med punkter. Ofte er faunagrader en respons på ulike typer av miljøgrader. Miljøgradienten trenger ikke å være en gradient fra "godt" til "dårlig" miljø. Gradienten kan f.eks. være mellom brakkvann og saltvann, mellom grunt og dypt vann, eller mellom grovt og fint sediment.

For at tallmessig dominerende arter ikke skal få avgjørende betydning for resultatet av de multivariate analysene, og for at arter som forekommer med få individer skal bli tillagt vekt, blir artsdata 4. rot transformert før de multivariate beregningene blir utført. Data er også standardisert for å redusere effekten av ulik prøveareal. Både klassifikasjons- og ordinasjonsmetoden bygger i utgangspunktet på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray og Curtis 1957) gitt i % som:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

Hvor:  $S_{jk}$  = likheten mellom to prøver, j og k

$y_{ij}$  = antallet i i'te rekke og j'te kolonne i datamatriksen

$y_{ik}$  = antallet i i'te rekke og k'te kolonne i datamatriksen per totalt antall arter

p = totalt antall arter

Clusteranalysen fortsetter med at prøvene grupperes sammen avhengig av likheten mellom dem. Når to eller flere prøver inngår i en gruppe blir det beregnet en ny likhet mellom denne gruppen og de andre gruppene/prøvene som så danner grunnlaget for hvilken gruppe/prøve gruppen skal knyttes til. Prosessen kalles "group average sorting" og den pågår inntil alle prøvene er samlet til en gruppe. Resultatene fremstilles som et dendrogram der prøvenes prosentvise likhet vises. Figur v2 viser et dendrogram hvor prøvene har stor faunalikhet og et dendrogram hvor prøvene viser liten faunalikhet.

I MDS-analysen gjøres similaritetsindeksene mellom prøvene om til rangtall. Punkter som skal vise likheten mellom prøvene projiseres i et 2- eller 3- dimensjonalt rom (plott) der avstanden mellom punktene er et mål på likhet. Figur v3 viser et MDS-plott uten tydelig gradient. Det andre plottet viser en tydeligere en gradient da prøvene er mer inndelt i grupper. Prosessen med å gruppere punktene i et plott blir gjentatt inntil det oppnås en "maksimal" projeksjon av punktene. Hvor godt plottet presenterer dataene vises av en stressfaktor gitt som:

$$Stress = \sum_j \sum_k (d_{jk} - \hat{d}_{jk})^2 / \sum_j \sum_k d_{jk}^2$$

Hvor:  $\hat{d}_{jk}$  = predikert avstand til den tilpassede regresjonslinjen som korresponderer til dissimilariteten  $d_{jk}$  gitt som:

$$d_{jk} = 100 \left\{ \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p (y_{ij} + y_{ik})} \right\}$$

og avstand (d).

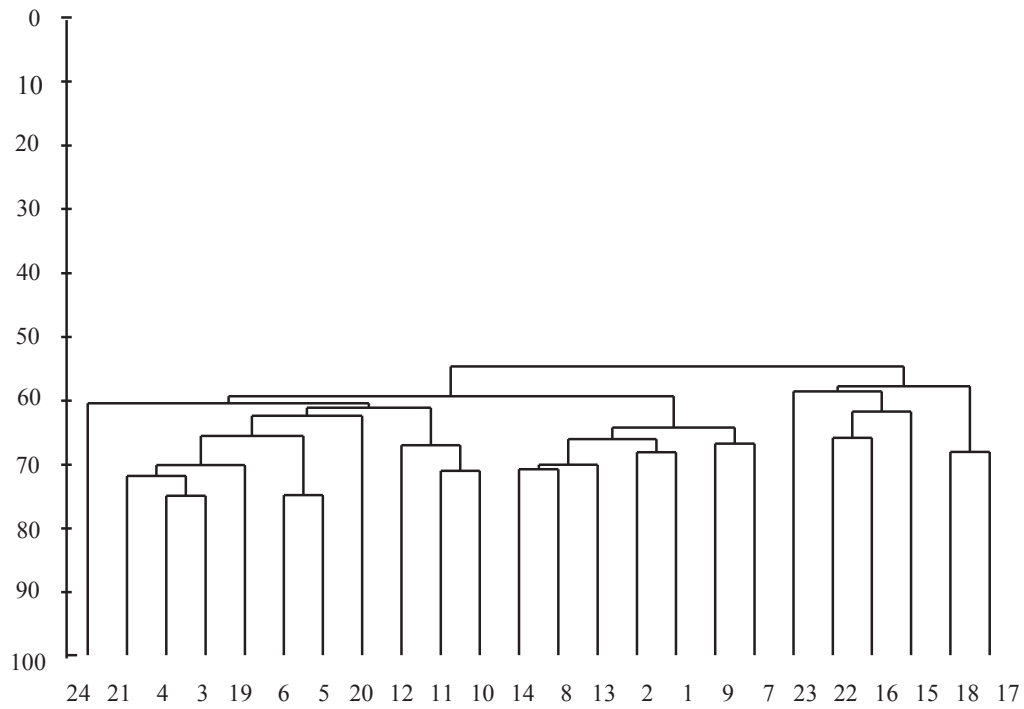
Dersom plottet presenterer data godt blir stressfaktoren lav, mens høy stressfaktor tyder på at data er dårlig eller tilfeldig presentert. Følgene skala angir kvaliteten til plottet basert på stressfaktoren: < 0,05 = svært god presentasjon, < 0,1 = god presentasjon, < 0,2 = brukbar presentasjon, > 0,3 plottet er litt bedre enn tilfeldige punkter.

### Dataprogrammer

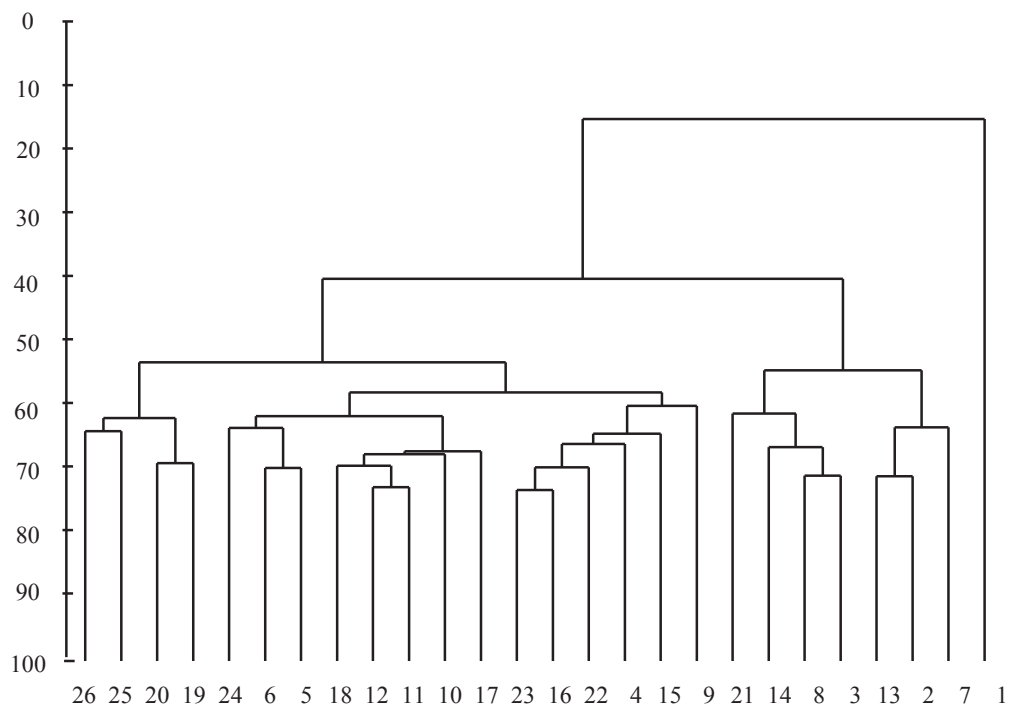
Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Interne makroer er benyttet til utregning av samtlige indekser, unntatt makroen «Diversi» som beregner diversitet (H') og inndelingen i geometriske klasse. «Diversi» er laget av Knut Årestad ved Insitutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

### FAUNALIKHET



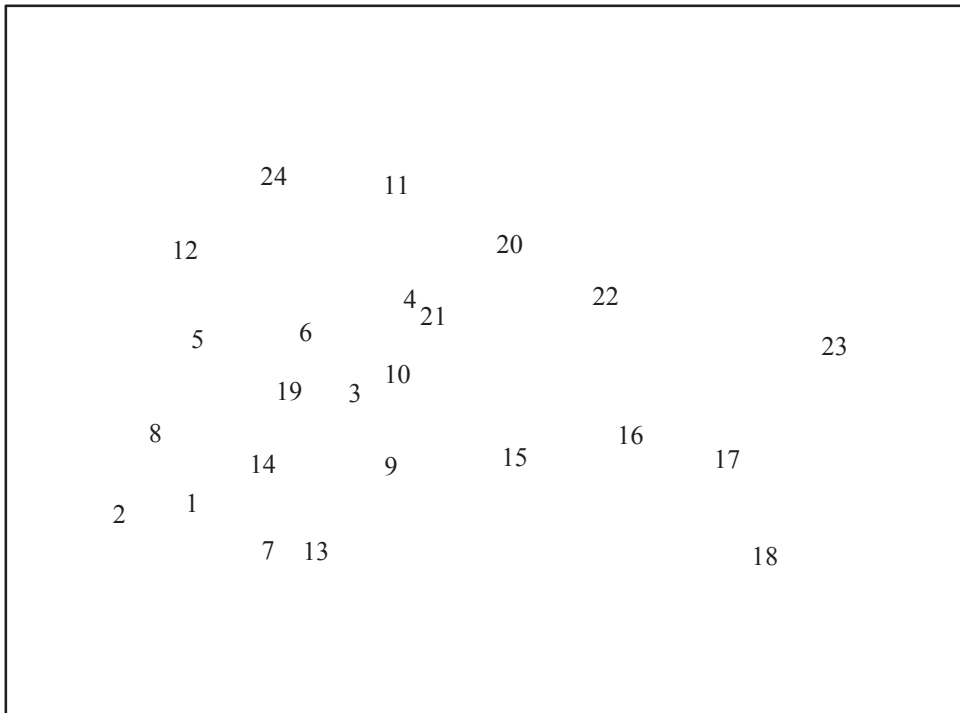
### FAUNAFORSKJELL



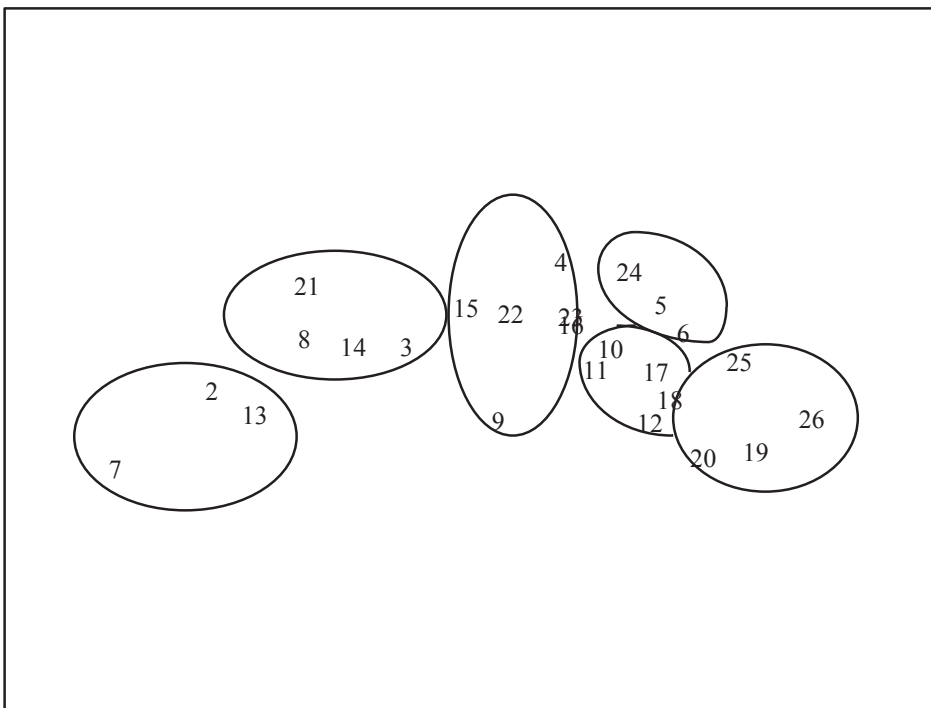
**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.



INGEN GRADIENT



GRADIENT



**Figur v3.** MDS-plott som viser faunalikheten mellom prøver. Øverste plott viser ingen klar gradient, mens nederste plott viser en tydeligere gradient.

## Litteratur til Generelt Vedlegg

Borja, A., et al. (2000). "A Marine Biotic Index to Establish the Ecological Quality of Soft-Bottom Benthos Within European Estuarine and Coastal Environments." *Marine Pollution Bulletin* **40**(12). 1100-1114 s.

Bray, J. R. og Curtis, J. T. (1957). "An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin." *Ecological Monographs* **27**(4). 326-349 s.

Gray, J. S. og Mirza, F. B. (1979). "A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities." *Marine Pollution Bulletin* **10**(5). 142-146 s.

Pearson, T.H., et al. (1983). "Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. ." *Marine Ecology Progress Series* **12**. 237-255 s.

Pearson, T.H. og Rosenberg, R. (1978). "Macrobenthic succession: in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment." *Oceanography and Marine Biology an Annual Review* **16**. 229-311 s.

Rygg, B. (2002). "Indicator species index for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway." NIVA-rapport 4548-2002. 32 s.

Rygg, B. og Norling, K. (2013). "Norwegian Sensitivity Index (NSI) for marine macroinvertebrates, and an update of Indicator Species Index (ISI)." NIVA-rapport 6475-2013. 46 s.

TA 1467/1997. Veiledning nr. 97:03. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensingstilsyn, SFT 1997. 36 s.

Veileder 02:2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Direktoratgruppen for gjennomføring av vanddirektivet (2013). 263 s.

Uni Research AS  
 HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
 5006 BERGEN  
 Attn: Uni Miljø

**AR-15-MX-003644-01**

**EUNOBE-00016164**

Prøvemottak: 17.09.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 21.09.2015-21.10.2015

Referanse: 809866 51/50

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:		441-2015-0921-023	441-2015-0921-024	441-2015-0921-025					
Prøvetaksdato:		14.09.2015	14.09.2015	15.09.2015					
Prøvetaker:		Oppdragsgiver	Oppdragsgiver	Oppdragsgiver					
Analysestartdato:		21.09.2015	21.09.2015	21.09.2015					
Prøvetype:		Sedimenter	Sedimenter	Sedimenter					
Prøvemerkning:		B9, 268m, Hugg 5	B9, 268m, Hugg 6	B7, 28m, Hugg 5					
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Total tørrstoff		a) 34 %	12%	a) 34 %	12%	a) 68 %	12%	NS 4764	0.02
Arsen (As)		a) 4.4 mg/kg TS	40%	a) 5.3 mg/kg TS	40%	a) 0.82 mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		a) 23 mg/kg TS	25%	a) 22 mg/kg TS	25%	a) 1.9 mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		a) 0.040 mg/kg TS	40%	a) 0.042 mg/kg TS	40%	a) 0.022 mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		a) 16 mg/kg TS	25%	a) 17 mg/kg TS	25%	a) 2.1 mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8
Krom (Cr)		a) 28 mg/kg TS	25%	a) 31 mg/kg TS	25%	a) 4.6 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3
Nikkel (Ni)		a) 19 mg/kg TS	25%	a) 20 mg/kg TS	25%	a) 2.1 mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 54 mg/kg TS	40%	a) 52 mg/kg TS	40%	a) <15 mg/kg TS		NS EN ISO 17294-2	10
Kvikksølv (Hg)		a) 0.017 mg/kg TS	40%	a) 0.015 mg/kg TS	40%	a) 0.004 mg/kg TS	40%	NS-EN ISO 12846	0.001
NPD-forbindelser	C3-Dibenzotiofen	a) 0.0030 mg/kg TS	40%	a) 0.0038 mg/kg TS	40%	a) <0.0005 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C1-Naftalen	a) 0.0044 mg/kg TS	40%	a) 0.0062 mg/kg TS	40%	a) <0.0005 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C1-Fenantren/Antracen	a) 0.012 mg/kg TS	40%	a) 0.015 mg/kg TS	40%	a) 0.0011 mg/kg TS	40%	Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C2-Naftalen	a) <0.0005 mg/kg TS		a) 0.0035 mg/kg TS	40%	a) <0.0005 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C2-Fenantren/Antracen	a) 0.014 mg/kg TS	40%	a) 0.020 mg/kg TS	40%	a) 0.0014 mg/kg TS	40%	Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	Dibenzotiofen	a) 0.00088 mg/kg TS	40%	a) 0.0013 mg/kg TS	40%	a) <0.0005 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C3-Naftalen	a) 0.0023 mg/kg TS	40%	a) 0.0031 mg/kg TS	40%	a) <0.0005 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C1-Dibenzotiofen	a) 0.0016 mg/kg TS	40%	a) 0.0016 mg/kg TS	40%	a) <0.0005 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C3-Fenantren/Antracen	a) 0.012 mg/kg TS	40%	a) 0.013 mg/kg TS	40%	a) 0.0011 mg/kg TS	40%	Internal Method Annon.	0.0005 Intern
NPD-forbindelser	C2-Dibenzotiofen	a) 0.0032 mg/kg TS	40%	a) 0.0047 mg/kg TS	40%	a) <0.0005 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.0005 Intern

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



		441-2015-0921-023 14.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B9, 268m, Hugg 5			441-2015-0921-024 14.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B9, 268m, Hugg 6			441-2015-0921-025 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B7, 28m, Hugg 5			
NPD-forbindelser	NPD Sum	a) 0.053	mg/kg TS	40%	a) 0.071	mg/kg TS	40%	a) 0.0036	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 1982 -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Naftalen	a) 0.0030	mg/kg TS	40%	a) 0.0037	mg/kg TS	40%	a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaftylen	a) <0.0005	mg/kg TS		a) <0.0005	mg/kg TS		a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaften	a) 0.00092	mg/kg TS	40%	a) 0.0012	mg/kg TS	40%	a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoren	a) 0.00099	mg/kg TS	40%	a) 0.0021	mg/kg TS	40%	a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fenantren	a) 0.013	mg/kg TS	40%	a) 0.015	mg/kg TS	40%	a) 0.0020	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Antracen	a) 0.0032	mg/kg TS	40%	a) 0.0032	mg/kg TS	40%	a) 0.00078	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoranten	a) 0.025	mg/kg TS	40%	a) 0.029	mg/kg TS	40%	a) 0.0042	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Pyren	a) 0.016	mg/kg TS	40%	a) 0.020	mg/kg TS	40%	a) 0.0030	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]antracen	a) 0.017	mg/kg TS	40%	a) 0.019	mg/kg TS	40%	a) 0.0013	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Krysen	a) 0.017	mg/kg TS	40%	a) 0.021	mg/kg TS	40%	a) 0.0016	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[b,j,k]fluoranten	a) 0.086	mg/kg TS	25%	a) 0.096	mg/kg TS	25%	a) 0.0046	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]pyren	a) 0.015	mg/kg TS	40%	a) 0.017	mg/kg TS	40%	a) 0.0013	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	a) 0.080	mg/kg TS	30%	a) 0.092	mg/kg TS	30%	a) 0.0039	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Dibenzo[a,h]antracen	a) 0.010	mg/kg TS	40%	a) 0.011	mg/kg TS	40%	a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[ghi]perylene	a) 0.062	mg/kg TS	30%	a) 0.073	mg/kg TS	30%	a) 0.0040	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. <del>0982</del> -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Sum PAH(16) EPA	a) 0.35	mg/kg TS	40%	a) 0.40	mg/kg TS	40%	a) 0.027	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 1982 -intern
Oljekomponenter (THC)	THC C12-C35	a) 29	mg/kg TS	40%	a) 25	mg/kg TS	40%	a) 6.5	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 1982 -intern
Totalt organisk karbon		a) 5.2	% TS	20%	a) 5.4	% TS	20%	a) 2.5	% TS	20%	Internal Method 1 0.1

		441-2015-0921-026 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B7, 28m, Hugg 6			441-2015-0921-027 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B7, 28m, Hugg 7			441-2015-0921-028 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B8, 35m, Hugg 5			
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ		
Total tørrstoff		a) 69	%	12%	a) 71	%	12%	a) 69	%	12%	NS 4764 0.02
Arsen (As)		a) 1.6	mg/kg TS	40%	a) 0.92	mg/kg TS	40%	a) 2.1	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2 0.5
Bly (Pb)		a) 3.9	mg/kg TS	25%	a) 2.2	mg/kg TS	40%	a) 2.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2 0.5
Kadmium (Cd)		a) 0.051	mg/kg TS	40%	a) 0.033	mg/kg TS	40%	a) 0.029	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2 0.01
Kobber (Cu)		a) 3.8	mg/kg TS	40%	a) 2.0	mg/kg TS	40%	a) 3.9	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2 0.8
Krom (Cr)		a) 7.6	mg/kg TS	25%	a) 4.5	mg/kg TS	25%	a) 8.2	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2 0.3

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



		441-2015-0921-026 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B7, 28m, Hugg 6	441-2015-0921-027 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B7, 28m, Hugg 7	441-2015-0921-028 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B8, 35m, Hugg 5	
Nikkel (Ni)		a) 3.7 mg/kg TS 40%	a) 2.1 mg/kg TS 40%	a) 4.1 mg/kg TS 40%	NS EN ISO 17294-2 1
Sink (Zn)		a) <15 mg/kg TS	a) <15 mg/kg TS	a) <15 mg/kg TS	NS EN ISO 17294-2 10
Kvikksølv (Hg)		a) 0.004 mg/kg TS 40%	a) 0.006 mg/kg TS 40%	a) 0.005 mg/kg TS 40%	NS-EN ISO 12846 0.001
NPD-forbindelser	C3-Dibenzotiofen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C1-Naftalen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.00062 mg/kg TS 40%	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C1-Fenantren/Antracen	a) 0.0018 mg/kg TS 40%	a) 0.0019 mg/kg TS 40%	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C2-Naftalen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C2-Fenantren/Antracen	a) 0.0028 mg/kg TS 40%	a) 0.0023 mg/kg TS 40%	a) 0.00073 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	Dibenzotiofen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C3-Naftalen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.00061 mg/kg TS 40%	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C1-Dibenzotiofen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C3-Fenantren/Antracen	a) 0.0020 mg/kg TS 40%	a) 0.0025 mg/kg TS 40%	a) 0.00082 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	C2-Dibenzotiofen	a) 0.00059 mg/kg TS 40%	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
NPD-forbindelser	NPD Sum	a) 0.0071 mg/kg TS 40%	a) 0.0079 mg/kg TS 40%	a) 0.0015 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 1982 -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Naftalen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaftylen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaften	a) 0.00075 mg/kg TS 40%	a) 0.0011 mg/kg TS 40%	a) 0.00094 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoren	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fenantren	a) 0.00085 mg/kg TS 40%	a) 0.0030 mg/kg TS 40%	a) 0.00084 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Antracen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.00075 mg/kg TS 40%	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoranten	a) 0.0018 mg/kg TS 40%	a) 0.0045 mg/kg TS 40%	a) 0.0015 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Pyren	a) 0.0012 mg/kg TS 40%	a) 0.0032 mg/kg TS 40%	a) 0.0010 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]antracen	a) 0.00099 mg/kg TS 40%	a) 0.0026 mg/kg TS 40%	a) 0.00071 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Krysen	a) 0.0013 mg/kg TS 40%	a) 0.0025 mg/kg TS 40%	a) 0.00091 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[b,j,k]fluoranten	a) 0.0050 mg/kg TS 40%	a) 0.0068 mg/kg TS 40%	a) 0.0026 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]pyren	a) 0.0012 mg/kg TS 40%	a) 0.0023 mg/kg TS 40%	a) 0.00068 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	a) 0.0045 mg/kg TS 40%	a) 0.0056 mg/kg TS 40%	a) 0.0019 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Dibenzo[a,h]antracen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.00066 mg/kg TS 40%	a) <0.0005 mg/kg TS	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[ghi]perylen	a) 0.0047 mg/kg TS 40%	a) 0.0053 mg/kg TS 40%	a) 0.0018 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Sum PAH(16) EPA	a) 0.022 mg/kg TS 40%	a) 0.038 mg/kg TS 40%	a) 0.013 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 1982 -intern
Oljekomponenter (THC)	THC C12-C35	a) 8.7 40%	a) 9.8 40%	a) 4.6 40%	Internal Method Annon. 1982 -intern

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



		441-2015-0921-026 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B7, 28m, Hugg 6		441-2015-0921-027 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B7, 28m, Hugg 7		441-2015-0921-028 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B8, 35m, Hugg 5			
Totalt organisk karbon		a) 3.1 mg/kg TS 20%	% TS	a) 3.1 mg/kg TS 20%	% TS	a) 2.2 mg/kg TS 20%	% TS	Internal Method 1	0.1

<b>Prøvenr.:</b>		441-2015-0921-029		441-2015-0921-030		441-2015-0921-031			
<b>Prøvetaksdato:</b>		15.09.2015		15.09.2015		16.09.2015			
<b>Prøvetaker:</b>		Oppdragsgiver		Oppdragsgiver		Oppdragsgiver			
<b>Analysestartdato:</b>		21.09.2015		21.09.2015		21.09.2015			
<b>Prøvetype:</b>		Sedimenter		Sedimenter		Sedimenter			
<b>Prøvemerking:</b>		B8, 35m, Hugg 6		B8, 35m, Hugg 7		B1, 271m, Hugg 5			
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Total tørrstoff		a) 73 % 12%		a) 75 % 12%		a) 27 % 12%		NS 4764	0.02
Arsen (As)		a) 1.6 mg/kg TS 40%		a) 1.2 mg/kg TS 40%		a) 4.6 mg/kg TS 40%		NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		a) 1.7 mg/kg TS 40%		a) 1.6 mg/kg TS 40%		a) 20 mg/kg TS 25%		NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		a) 0.031 mg/kg TS 40%		a) 0.017 mg/kg TS 40%		a) <0.038 mg/kg TS		NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		a) 4.5 mg/kg TS 40%		a) 3.2 mg/kg TS 40%		a) 15 mg/kg TS 25%		NS EN ISO 17294-2	0.8
Krom (Cr)		a) 12 mg/kg TS 25%		a) 5.6 mg/kg TS 25%		a) 25 mg/kg TS 25%		NS EN ISO 17294-2	0.3
Nikkel (Ni)		a) 6.8 mg/kg TS 40%		a) 3.3 mg/kg TS 40%		a) 17 mg/kg TS 40%		NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 14 mg/kg TS 40%		a) <14 mg/kg TS		a) 50 mg/kg TS 40%		NS EN ISO 17294-2	10
Kvikksølv (Hg)		a) 0.006 mg/kg TS 40%		a) 0.007 mg/kg TS 40%		a) 0.021 mg/kg TS 40%		NS-EN ISO 12846	0.001
NPD-forbindelser	C3-Dibenzotiofen	a) 0.00076 mg/kg TS 40%		a) <0.0005 mg/kg TS		a) 0.0036 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C1-Naftalen	a) 0.00069 mg/kg TS 40%		a) 0.00088 mg/kg TS 40%		a) 0.0061 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C1-Fenantren/Antracen	a) 0.0019 mg/kg TS 40%		a) 0.00087 mg/kg TS 40%		a) 0.016 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C2-Naftalen	a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.0005 mg/kg TS		a) 0.0015 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C2-Fenantren/Antracen	a) 0.0036 mg/kg TS 40%		a) 0.00075 mg/kg TS 40%		a) 0.019 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	Dibenzotiofen	a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.001 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C3-Naftalen	a) 0.00069 mg/kg TS 40%		a) 0.00095 mg/kg TS 40%		a) 0.0041 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C1-Dibenzotiofen	a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.0005 mg/kg TS		a) 0.0021 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C3-Fenantren/Antracen	a) 0.0025 mg/kg TS 40%		a) 0.00099 mg/kg TS 40%		a) 0.015 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	C2-Dibenzotiofen	a) 0.00080 mg/kg TS 40%		a) <0.0005 mg/kg TS		a) 0.0047 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
NPD-forbindelser	NPD Sum	a) 0.011 mg/kg TS 40%		a) 0.0044 mg/kg TS 40%		a) 0.073 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	1982 -intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Naftalen	a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.0005 mg/kg TS		a) 0.0040 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaftalen	a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.001 mg/kg TS		Internal Method Annon.	0.9805 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaften	a) <0.0005 mg/kg TS		a) <0.0005 mg/kg TS		a) 0.0013 mg/kg TS 40%		Internal Method Annon.	0.9805 intern

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



		441-2015-0921-029 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B8, 35m, Hugg 6	441-2015-0921-030 15.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B8, 35m, Hugg 7	441-2015-0921-031 16.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B1, 271m, Hugg 5	
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoren	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.0015 mg/kg TS	40% Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fenantren	a) 0.0010 mg/kg TS 40%	a) 0.00076 mg/kg TS 40%	a) 0.017 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Antracen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.0056 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoranten	a) 0.0013 mg/kg TS 40%	a) 0.0016 mg/kg TS 40%	a) 0.035 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Pyren	a) 0.00090 mg/kg TS 40%	a) 0.0011 mg/kg TS 40%	a) 0.024 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]antracen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.00068 mg/kg TS 40%	a) 0.021 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Krysen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.00092 mg/kg TS 40%	a) 0.023 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[b,j,k]fluoranten	a) 0.0011 mg/kg TS 40%	a) 0.0022 mg/kg TS 40%	a) 0.11 mg/kg TS 25%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]pyren	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.00060 mg/kg TS 40%	a) 0.020 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	a) 0.00080 mg/kg TS 40%	a) 0.0014 mg/kg TS 40%	a) 0.088 mg/kg TS 30%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Dibenzo[a,h]antracen	a) <0.0005 mg/kg TS	a) <0.0005 mg/kg TS	a) 0.010 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[ghi]perylene	a) 0.00088 mg/kg TS 40%	a) 0.0015 mg/kg TS 40%	a) 0.073 mg/kg TS 30%	Internal Method Annon. 09820 intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Sum PAH(16) EPA	a) 0.0061 mg/kg TS 40%	a) 0.011 mg/kg TS 40%	a) 0.43 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 1982 -intern
Oljekomponenter (THC)	THC C12-C35	a) 3.8 mg/kg TS 40%	a) 3.6 mg/kg TS 40%	a) 34 mg/kg TS 40%	Internal Method Annon. 1982 -intern
Totalt organisk karbon		a) 2.1 % TS 20%	a) 1.8 % TS 20%	a) 4.8 % TS 20%	Internal Method 1 0.1

		441-2015-0921-032 16.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B1, 271m, Hugg 7	441-2015-0921-033 16.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B1, 271m, Hugg 8						
<b>Prøvenr.:</b> <b>Prøvetakingsdato:</b> <b>Prøvetaker:</b> <b>Analysestartdato:</b> <b>Prøvetype:</b> <b>Prøvemerking:</b>									
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Total tørrstoff		a) 39 %	12%	a) 37 %	12%			NS 4764	0.02
Arsen (As)		a) 4.1 mg/kg TS	40%	a) 4.1 mg/kg TS	40%			NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		a) 21 mg/kg TS	25%	a) 16 mg/kg TS	25%			NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		a) 0.044 mg/kg TS	40%	a) 0.028 mg/kg TS	40%			NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		a) 14 mg/kg TS	25%	a) 12 mg/kg TS	25%			NS EN ISO 17294-2	0.8
Krom (Cr)		a) 27 mg/kg TS	25%	a) 19 mg/kg TS	25%			NS EN ISO 17294-2	0.3
Nikkel (Ni)		a) 17 mg/kg TS	25%	a) 13 mg/kg TS	40%			NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		a) 48 mg/kg TS	40%	a) 38 mg/kg TS	40%			NS EN ISO 17294-2	10
Kvikksølv (Hg)		a) 0.015 mg/kg TS	40%	a) 0.016 mg/kg TS	40%			NS-EN ISO 12846	0.001
NPD-forbindelser	C3-Dibenzotiofen	a) 0.0018 mg/kg TS	40%	a) 0.0011 mg/kg TS	40%			Internal Method Annon. 09820 intern	

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



		441-2015-0921-032 16.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B1, 271m, Hugg 7			441-2015-0921-033 16.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Sedimenter B1, 271m, Hugg 8				
NPD-forbindelser	C1-Naftalen	a) 0.0043	mg/kg TS	40%	a) 0.0038	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	C1-Fenantren/Antracen	a) 0.011	mg/kg TS	40%	a) 0.0069	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	C2-Naftalen	a) 0.00087	mg/kg TS	40%	a) 0.0020	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	C2-Fenantren/Antracen	a) 0.011	mg/kg TS	40%	a) 0.0086	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	Dibenzotiofen	a) 0.00086	mg/kg TS	40%	a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	C3-Naftalen	a) 0.0028	mg/kg TS	40%	a) 0.0017	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	C1-Dibenzotiofen	a) 0.0014	mg/kg TS	40%	a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	C3-Fenantren/Antracen	a) 0.0082	mg/kg TS	40%	a) 0.0060	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	C2-Dibenzotiofen	a) 0.0028	mg/kg TS	40%	a) 0.0013	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
NPD-forbindelser	NPD Sum	a) 0.045	mg/kg TS	40%	a) 0.031	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 1982	-intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Naftalen	a) 0.0029	mg/kg TS	40%	a) 0.0016	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaftalen	a) <0.0005	mg/kg TS		a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Acenaften	a) 0.0013	mg/kg TS	40%	a) <0.0005	mg/kg TS		Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoren	a) 0.0015	mg/kg TS	40%	a) 0.00076	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fenantren	a) 0.014	mg/kg TS	40%	a) 0.0062	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Antracen	a) 0.0043	mg/kg TS	40%	a) 0.0014	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Fluoranten	a) 0.024	mg/kg TS	40%	a) 0.013	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Pyren	a) 0.016	mg/kg TS	40%	a) 0.0087	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]antracen	a) 0.015	mg/kg TS	40%	a) 0.0077	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Krysen	a) 0.015	mg/kg TS	40%	a) 0.0091	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[b,j,k]fluoranten	a) 0.077	mg/kg TS	25%	a) 0.042	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[a]pyren	a) 0.014	mg/kg TS	40%	a) 0.0073	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Indeno[1,2,3-cd]pyren	a) 0.068	mg/kg TS	30%	a) 0.034	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Dibenzo[a,h]antracen	a) 0.0071	mg/kg TS	40%	a) 0.0033	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Benzo[ghi]perylene	a) 0.053	mg/kg TS	30%	a) 0.029	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 09820	intern
PAH 16 (SEDIMENT)	Sum PAH(16) EPA	a) 0.31	mg/kg TS	40%	a) 0.16	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 1982	-intern
Oljekomponenter (THC)	THC C12-C35	a) 24	mg/kg TS	40%	a) 13	mg/kg TS	40%	Internal Method Annon. 1982	-intern
Totalt organisk karbon		a) 4.6	% TS	20%	a) 4.8	% TS	20%	Internal Method 1	0.1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

&lt;: Mindre enn &gt;: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Bergen 21.10.2015

*Helene L. Botnevik*

Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

AR-15-MX-003644-01



EUNOBE-00016164

---

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Uni Research AS  
 HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
 5006 BERGEN  
**Attn: Uni Miljø**
**AR-15-MX-004123-01**

**EUNOBE-00016732**

Prøvemottak: 02.11.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 02.11.2015-27.11.2015

Referanse: 809866 / 62/15

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-068</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	TF1	Analysestartdato:	02.11.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 399	ng/kg	Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 531	ng/kg	Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>			
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 531	ng/kg	Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	852	ng/kg	Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 531	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 531	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 399	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 266	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 399	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	521	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	368	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 399	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 266	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 399	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 266	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 266	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	3960	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluoropentansyre (PFPeA)	< 266	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	340	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	952	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1260	ng/kg	Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>			
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 266	ng/kg	0 Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4210	ng/kg	0 Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	4210	ng/kg	0 Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	4480	ng/kg	Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>			
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	12500	ng/kg	Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	18200	ng/kg	Internal Method 1

**Teqnforklaring:**

 \* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-069</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF2	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 294	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 392	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 392	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 392	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 392	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 392	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 294	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 196	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 294	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	282	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	282	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 294	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 196	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 294	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 196	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 196	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	974	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 196	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 196	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	540	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	832	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 196	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1160	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1160	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1360	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	4070	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	8870	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-070</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF3	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 367	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 489	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 489	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 1260	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 489	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 489	ng/kg		Internal Method 1
a) Homogenisering	.			EC 152/2009
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 367	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 245	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 367	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	423	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	497	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 367	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 245	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 367	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 245	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	381	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	827	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 245	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 245	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	930	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1290	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 245	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	2010	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	2010	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	2250	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	6350	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	12900	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-071</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF4	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 350	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 466	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 466	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 466	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 466	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 466	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 350	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 350	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 350	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 350	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	554	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 233	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	384	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	602	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 233	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	934	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	934	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1170	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	2470	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	8650	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-072</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF5	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 334	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 446	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 446	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 446	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 446	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 446	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 334	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 334	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 334	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 334	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	528	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 223	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	250	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	398	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 223	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	746	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	746	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	969	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	1920	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	7830	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-073</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF6	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 385	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 514	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 514	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 514	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 514	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 514	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 385	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 257	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 385	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	411	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	414	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 385	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 257	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 385	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 257	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	312	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	3580	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 257	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 257	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	1470	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1350	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 257	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1720	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1720	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1980	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	9270	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	15300	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-074</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF7	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 277	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 370	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 370	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 887	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 370	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 370	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 277	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 185	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 277	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 185	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	255	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 277	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 185	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 277	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 185	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 185	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	1220	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 185	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 185	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	634	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	824	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 185	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1170	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1170	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1360	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	4100	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	9340	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-075</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF8	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 274	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 365	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 365	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 365	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 365	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 365	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 274	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 274	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 274	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 274	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	1270	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 182	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	324	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 182	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	936	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	936	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1120	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	2530	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	7550	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-076</b>	Prøvetakingsdato:	15.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF9	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 328	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 437	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 437	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 437	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 437	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 437	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 328	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 328	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 328	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 328	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	392	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	443	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 218	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1400	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1400	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1620	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	2230	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	8240	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.: **441-2015-1103-077**  
 Prøvetype: Annet biologisk materiale  
 Prøvemerkning: TF10

Prøvetakingsdato: 29.10.2015  
 Prøvetaker: Oppdragsgiver  
 Analysestartdato: 02.11.2015

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 391	ng/kg			Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 522	ng/kg			Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>					
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 522	ng/kg			Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 522	ng/kg			Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 522	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	686	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 391	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 261	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 391	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	348	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	346	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 391	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 261	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 391	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 261	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	723	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	1240	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 261	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 261	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	912	ng/kg			Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1350	ng/kg			Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>					
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 261	ng/kg	0		Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	3210	ng/kg	0		Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	3210	ng/kg	0		Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	3470	ng/kg			Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>					
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	8820	ng/kg			Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	14400	ng/kg			Internal Method 1

#### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-078</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF11	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 345	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 460	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 460	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 460	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 460	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 460	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 345	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	459	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 345	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	425	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	344	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 345	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 230	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 345	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 230	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	461	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	1620	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 230	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 230	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	791	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1210	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 230	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	2510	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	2510	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	2740	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	7820	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	13000	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-079</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF12	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 265	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 353	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 353	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 357	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 353	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 353	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 265	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 176	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 265	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 176	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	347	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 176	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 265	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 176	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	218	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	742	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 176	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 176	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	396	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	677	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	220	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1490	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1710	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1710	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	4310	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	8200	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-080</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF13	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 369	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 492	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 492	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 492	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 492	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 492	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 369	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 369	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 369	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 369	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	1730	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 246	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	569	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	758	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 246	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1180	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1180	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1430	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	4240	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	10800	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-081</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF14	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 281	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 375	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 375	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 375	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 375	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 375	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 281	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 281	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 281	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 281	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 187	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	267	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 187	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	495	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	495	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	682	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	762	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	6100	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-082</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF15	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 319	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 426	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 426	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 787	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 426	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	658	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 319	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 213	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 319	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	463	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	433	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 319	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 213	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 319	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 213	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	243	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	4580	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 213	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 213	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	909	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1490	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 213	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	2830	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	2830	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	3040	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	11600	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	16500	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).





Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-083</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF16	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 286	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 382	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 382	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 382	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 382	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 382	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 286	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 191	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 286	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	210	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 191	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 286	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 191	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 286	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 191	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 191	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	649	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 191	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 191	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	299	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	567	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 191	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1030	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1030	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1220	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	2750	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	7620	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-084</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF17	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	395	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 505	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 505	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 505	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 505	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 505	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 379	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 379	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 379	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 379	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	915	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 253	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	362	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	665	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 253	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1740	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1740	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1990	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	4070	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	10400	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-085</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF18	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 314	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 418	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 418	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 478	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 418	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 418	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 314	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 209	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 314	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	534	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	401	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	366	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 209	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 314	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 209	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	665	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	2470	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 209	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 209	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	754	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1370	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	360	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4100	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	4460	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	4460	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	11000	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	15500	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-086</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015	
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver	
Prøvemerkning:	TF19	Analysestartdato:	02.11.2015	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 356	ng/kg		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 475	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 475	ng/kg		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 475	ng/kg		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 475	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 475	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 356	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 356	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 356	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 356	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 238	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	329	ng/kg		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	607	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 238	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1210	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	1210	ng/kg	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	1450	ng/kg		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	2150	ng/kg		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	8680	ng/kg		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense    MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn    >: Større enn    nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2015-1103-087</b>	Prøvetakingsdato:	29.10.2015
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	TF20	Analysestartdato:	02.11.2015
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	361	ng/kg	Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 428	ng/kg	Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>			
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 428	ng/kg	Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 428	ng/kg	Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 428	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 428	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 321	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 214	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 321	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	613	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	476	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 321	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 214	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 321	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 214	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluoronansyre (PFNA)	693	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	1300	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 214	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 214	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	897	ng/kg	Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	1710	ng/kg	Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>			
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 214	ng/kg	0 Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	3470	ng/kg	0 Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	3470	ng/kg	0 Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	3680	ng/kg	Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>			
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	9510	ng/kg	Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	14200	ng/kg	Internal Method 1

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

**Bergen 27.11.2015**


Joakim Skovly  
Avdelingsjef

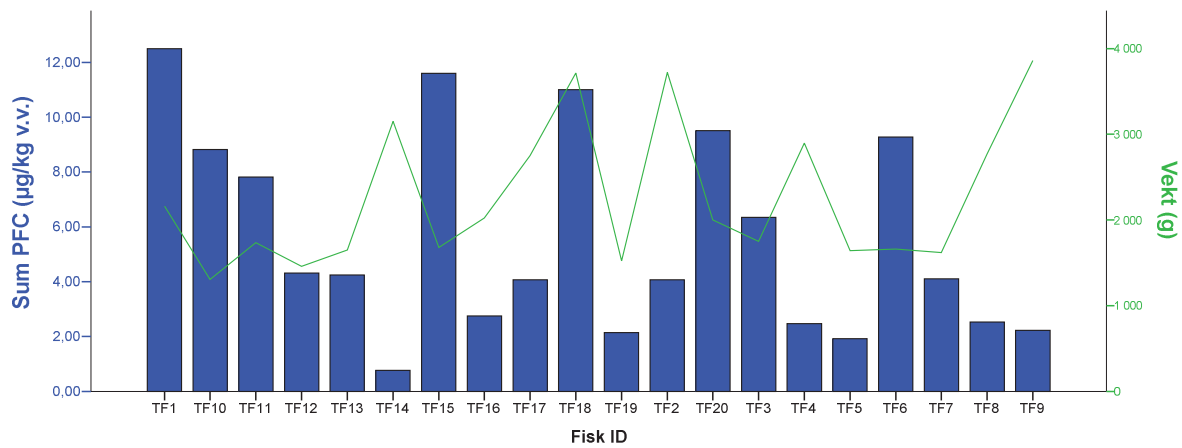
**Teqnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Det er ingen tydelig korrelasjon mellom vekt og konsentrasjon av total PFC.



### PFC i ng/kg

Individ	TF1	TF2	TF3	TF4	TF5	TF6	TF7	TF8	TF9	TF10	TF11	TF12	TF13	TF14	TF15	TF16	TF17	TF18	TF19	TF20
6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 399	< 294	< 367	< 350	< 334	< 385	< 277	< 274	< 328	< 391	< 345	< 265	< 369	< 281	< 319	< 286	395	< 314	< 356	361
8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 531	< 392	< 489	< 466	< 446	< 514	< 370	< 365	< 437	< 522	< 460	< 353	< 492	< 375	< 426	< 382	< 505	< 418	< 475	< 428
Perfluor-3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMC)	< 531	< 392	< 489	< 466	< 446	< 514	< 370	< 365	< 437	686	< 460	< 353	< 492	< 375	658	< 382	< 505	< 418	< 475	< 428
7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 531	< 392	< 489	< 466	< 446	< 514	< 370	< 365	< 437	< 522	< 460	< 353	< 492	< 375	< 426	< 382	< 505	< 418	< 475	< 428
2H,2H-Perfluorodekansyre (H2PFDA)	852	< 392	< 1260	< 466	< 446	< 514	< 887	< 365	< 437	< 522	< 460	< 357	< 492	< 375	< 787	< 382	< 505	< 478	< 475	< 428
2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUn)	< 531	< 392	< 489	< 466	< 446	< 514	< 370	< 365	< 437	< 522	< 460	< 353	< 492	< 375	< 426	< 382	< 505	< 418	< 475	< 428
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 399	< 294	< 367	< 350	< 334	< 385	< 277	< 274	< 328	< 391	< 345	< 265	< 369	< 281	< 319	< 286	< 379	< 314	< 356	< 321
Perfluorbutansyre (PFBA)	< 266	< 196	< 245	< 233	< 223	< 257	< 185	< 182	< 218	< 261	459	< 176	< 246	< 187	< 213	< 191	< 253	< 209	< 238	< 214
Perfluorodekansulfonat (PFDS)	< 399	< 294	< 367	< 350	< 334	< 385	< 277	< 274	< 328	< 391	< 345	< 265	< 369	< 281	< 319	< 286	< 379	< 314	< 356	< 321
Perfluorodekansyre (PFDeA)	521	282	423	< 233	< 223	411	< 185	< 182	< 218	348	425	< 176	< 246	< 187	463	210	< 253	534	< 238	613
Perfluorododekansyre (PFDoA)	368	282	497	< 233	< 223	414	255	< 182	< 218	346	344	218	< 246	< 187	433	< 191	< 253	401	< 238	476
Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 399	< 294	< 367	< 350	< 334	< 385	< 277	< 274	< 328	< 391	< 345	347	< 369	< 281	< 319	< 286	< 379	366	< 356	< 321
Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 266	< 196	< 245	< 233	< 223	< 257	< 185	< 182	< 218	< 261	< 230	< 176	< 246	< 187	< 213	< 191	< 253	< 209	< 238	< 214
Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 399	< 294	< 367	< 350	< 334	< 385	< 277	< 274	< 328	< 391	< 345	< 265	< 369	< 281	< 319	< 286	< 379	< 314	< 356	< 321
Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 266	< 196	< 245	< 233	< 223	< 257	< 185	< 182	< 218	< 261	< 230	< 176	< 246	< 187	< 213	< 191	< 253	< 209	< 238	< 214
Perfluornonansyre (PFNA)	< 266	< 196	381	< 233	< 223	312	< 185	< 182	< 218	723	461	218	< 246	< 187	243	< 191	< 253	665	< 238	693
Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	3960	974	827	554	528	3580	1220	1270	392	1240	1620	742	1730	< 187	4580	649	915	2470	< 238	1300
Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 266	< 196	< 245	< 233	< 223	< 257	< 185	< 182	< 218	< 261	< 230	< 176	< 246	< 187	< 213	< 191	< 253	< 209	< 238	< 214
Perfluortetradekansyre (PFTA)	340	< 196	< 245	< 233	< 223	< 257	< 185	< 182	< 218	< 261	< 230	< 176	< 246	< 187	< 213	< 191	< 253	< 209	< 238	< 214
Perfluortridekansyre (PFTrA)	952	540	930	384	250	1470	634	< 182	< 218	912	791	396	569	< 187	909	299	362	754	329	897
Perfluorundekansyre (PFUnA)	1260	832	1290	602	398	1350	824	324	443	1350	1210	677	758	267	1490	567	665	1370	607	1710
Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	4210	1160	2010	934	746	1720	1170	936	1400	3210	2510	1710	1180	495	2830	1030	1740	4460	1210	3470
Total PFOS/PFOA inkl LOQ	4480	1360	2250	1170	969	1980	1360	1120	1620	3470	2740	1710	1430	682	3040	1220	1990	4460	1450	3680
Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	4210	1160	2010	934	746	1720	1170	936	1400	3210	2510	1490	1180	495	2830	1030	1740	4100	1210	3470
Perfluoroktansyre (PFOA)	< 266	< 196	< 245	< 233	< 223	< 257	< 185	< 182	< 218	< 261	< 230	220	< 246	< 187	< 213	< 191	< 253	360	< 238	< 214
Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	12500	4070	6350	2470	1920	9270	4100	2530	2230	8820	7820	4310	4240	762	11600	2750	4070	11000	2150	9510
Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	18200	8870	12900	8650	7830	15300	9340	7550	8240	14400	13000	8200	10800	6100	16500	7620	10400	15500	8680	14200

Uni Research AS  
 HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
 5006 BERGEN  
 Attn: Uni Miljø

**AR-16-MX-000651-01**

**EUNOBE-00017579**

 Prøvemottak: 26.01.2016  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 26.01.2016-26.02.2016  
 Referanse: 809866/1/16

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2016-0126-032</b>	Prøvetakingsdato:	21.01.2016
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	Kjørs TBO	Analysestartdato:	26.01.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Total tørrstoff	16	%	0.02 12% NS 4764
a) Arsen (As)	11	mg/kg TS	0.05 30% NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	0.40	mg/kg TS	0.03 25% NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.46	mg/kg TS	0.001 25% NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	5.1	mg/kg TS	0.02 25% NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	0.88	mg/kg TS	0.03 30% NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	0.107	mg/kg TS	0.005 25% NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni)	0.73	mg/kg TS	0.04 25% NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	100	mg/kg TS	0.5 25% NS EN ISO 17294-2

Prøvenr.:	<b>441-2016-0126-033</b>	Prøvetakingsdato:	21.01.2016
Prøvetype:	Annet biologisk materiale	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	TBO 2	Analysestartdato:	26.01.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Total tørrstoff	16	%	0.02 12% NS 4764
a) Arsen (As)	10	mg/kg TS	0.05 30% NS EN ISO 17294-2
a) Bly (Pb)	0.43	mg/kg TS	0.03 25% NS EN ISO 17294-2
a) Kadmium (Cd)	0.47	mg/kg TS	0.001 25% NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	5.9	mg/kg TS	0.02 25% NS EN ISO 17294-2
a) Krom (Cr)	0.97	mg/kg TS	0.03 30% NS EN ISO 17294-2
a) Kvikksølv (Hg)	0.070	mg/kg TS	0.005 25% NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni)	0.81	mg/kg TS	0.04 25% NS EN ISO 17294-2
a) Sink (Zn)	100	mg/kg TS	0.5 25% NS EN ISO 17294-2

### Utførende laboratorium/ Underleverandør:

a) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

### Tegnforklaring:

 \* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

 Opplysninger om måleusikkerhet og dekningsfaktor fås ved henvendelse til laboratoriet.  
 Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

Bergen 26.02.2016

*Kristine Fiare Johnson*

-----  
Kristine Fiare Johnson

Laboratorieingeniør



---

Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen      LOQ: Kvantifiseringsgrense      MU: Måleusikkerhet  
<: Mindre enn      >: Større enn      nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet og dekningsfaktor fås ved henvendelse til laboratoriet.  
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Uni Research AS  
 HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
 5006 BERGEN  
 Attn: Uni Miljø

**AR-15-MX-003631-04**

**EUNOBE-00016161**

Prøvemottak: 17.09.2015

Temperatur:

Analyseperiode: 21.09.2015-12.11.2015

Referanse: 809866 50/15

## ANALYSERAPPORT

Denne analyserapporten erstatter tidligere versjon(er).  
 Vennligst makuler tidligere tilsendt analyserapport.

Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
6:2 Fluortelomer sulfonat		a) < 69.5	ng/kg	a) < 76.9	ng/kg	a) < 68.4	ng/kg	Internal Method 1	
8:2 Fluortelomersulfonat		a) < 92.7	ng/kg	a) 266	ng/kg	a) < 91.2	ng/kg	Internal Method 1	
Delvis fluorerte	2H,2H,3H,3H-Perfluorur	a) < 92.7	ng/kg	a) < 103	ng/kg	a) < 91.2	ng/kg	Internal Method 1	
Delvis fluorerte	2H,2H-Perfluordekansyri	a) < 92.7	ng/kg	a) < 103	ng/kg	a) < 91.2	ng/kg	Internal Method 1	
Delvis fluorerte	7H-Dodekafuorheptans	a) < 92.7	ng/kg	a) < 103	ng/kg	a) < 91.2	ng/kg	Internal Method 1	
Delvis fluorerte	Perfluor -3,7-dimetylokt:	a) < 92.7	ng/kg	a) < 103	ng/kg	a) < 91.2	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluorbutansulfonat		a) < 69.5	ng/kg	a) < 76.9	ng/kg	a) < 68.4	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluorbutansyre (PFBA)		a) < 46.4	ng/kg	a) < 51.3	ng/kg	a) < 45.6	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluordekansulfonat		a) < 69.5	ng/kg	a) < 76.9	ng/kg	a) < 68.4	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluordekansyre		a) < 46.4	ng/kg	a) 55.4	ng/kg	a) < 45.6	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluordodekansyre		a) < 46.4	ng/kg	a) 135	ng/kg	a) < 45.6	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluorheksansulfonat		a) < 69.5	ng/kg	a) < 76.9	ng/kg	a) < 68.4	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluorheksansyre		a) < 46.4	ng/kg	a) < 51.3	ng/kg	a) < 45.6	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluorheptansulfonat		a) < 69.5	ng/kg	a) < 76.9	ng/kg	a) < 68.4	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluorheptansyre		a) < 46.4	ng/kg	a) < 51.3	ng/kg	a) < 45.6	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluoronansyre		a) < 46.4	ng/kg	a) 61.6	ng/kg	a) < 45.6	ng/kg	Internal Method 1	
Perfluoroktansulfonamid		a) < 46.4	ng/kg	a) < 51.3	ng/kg	a) < 45.6	ng/kg	Internal Method 1	

### Tegnforklaring:

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



		441-2015-0921-008 14.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Annet biologisk mate Kjørs TBO, 0m	441-2015-0921-009 14.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Annet biologisk mate TBO 1, 0m	441-2015-0921-010 14.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Annet biologisk mate TBO2, 0m	
Perfluoropentansyre		a) < 46.4 ng/kg	a) < 51.3 ng/kg	a) < 45.6 ng/kg	Internal Method 1
Perfluortetradekansyre		a) < 46.4 ng/kg	a) 78.0 ng/kg	a) < 45.6 ng/kg	Internal Method 1
Perfluorotridekansyre		a) < 46.4 ng/kg	a) 109 ng/kg	a) < 45.6 ng/kg	Internal Method 1
Perfluorundekansyre		a) < 46.4 ng/kg	a) 94.4 ng/kg	a) < 45.6 ng/kg	Internal Method 1
PFOS/PFOA	Perfluoroktansyre (PFO)	a) < 46.4 ng/kg	a) < 51.3 ng/kg	a) < 45.6 ng/kg	Internal Method 1 0
PFOS/PFOA	Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	a) 69.5 ng/kg	a) 345 ng/kg	a) 148 ng/kg	Internal Method 1 0
PFOS/PFOA	Sum PFOS/PFOA ekskl. PFOS	a) 69.5 ng/kg	a) 345 ng/kg	a) 148 ng/kg	Internal Method 1 0
PFOS/PFOA	Total PFOS/PFOA inkl. PFOS	a) 116 ng/kg	a) 396 ng/kg	a) 193 ng/kg	Internal Method 1
Sum PFC	Sum PFC forbindelser i prøven	a) 69.5 ng/kg	a) 1140 ng/kg	a) 148 ng/kg	Internal Method 1
Sum PFC	Sum PFC forbindelser i prøven	a) 1440 ng/kg	a) 2250 ng/kg	a) 1490 ng/kg	Internal Method 1

Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerking:		441-2015-0921-011 14.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Annet biologisk mate Alb ref, 0m	441-2015-0921-012 14.09.2015 Oppdragsgiver 17.09.2015 Annet biologisk mate TBO ref, 0m, rep.1	441-2015-0921-020 14.09.2015 Oppdragsgiver 17.09.2015 Annet biologisk mate TBO ref, 0m, rep.2					
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
6:2 Fluortelomer sulfonat		a) < 71.2 ng/kg						Internal Method 1	
Arsen (As)				b) 8.5 mg/kg TS 30%		b) 8.9 mg/kg TS 30%		NS EN ISO 17294-2	0.05
8:2 Fluortelomersulfonat		a) < 94.9 ng/kg						Internal Method 1	
Bly (Pb)				b) 0.34 mg/kg TS 25%		b) 0.32 mg/kg TS 25%		NS EN ISO 17294-2	0.03
Delvis fluorerte	2H,2H,3H,3H-Perfluorur	a) < 94.9 ng/kg						Internal Method 1	
Kadmium (Cd)				b) 0.53 mg/kg TS 25%		b) 0.50 mg/kg TS 25%		NS EN ISO 17294-2	0.001
Delvis fluorerte	2H,2H-Perfluorodekansyr	a) < 94.9 ng/kg						Internal Method 1	
Kobber (Cu)				b) 7.8 mg/kg TS 25%		b) 6.5 mg/kg TS 25%		NS EN ISO 17294-2	0.02
Delvis fluorerte	7H-Dodekafluorheptans	a) < 94.9 ng/kg						Internal Method 1	
Krom (Cr)				b) 0.62 mg/kg TS 30%		b) 0.50 mg/kg TS 30%		NS EN ISO 17294-2	0.03
Delvis fluorerte	Perfluor -3,7-dimetylokt	a) < 94.9 ng/kg						Internal Method 1	
Kvikksølv (Hg)				b) 0.068 mg/kg TS 25%		b) 0.063 mg/kg TS 25%		NS-EN ISO 12846	0.005
Nikkel (Ni)				b) 0.90 mg/kg TS 25%		b) 0.74 mg/kg TS 25%		NS EN ISO 17294-2	0.04
Perfluorbutansulfonat		a) < 71.2 ng/kg						Internal Method 1	
Perfluorbutansyre (PFBA)		a) < 47.4 ng/kg						Internal Method 1	

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Målesikkerhet  
 <: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om målesikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



		441-2015-0921-011 14.09.2015 Oppdragsgiver 21.09.2015 Annet biologisk mate Alb ref, 0m	441-2015-0921-012 14.09.2015 Oppdragsgiver 17.09.2015 Annet biologisk mate TBO ref, 0m, rep.1	441-2015-0921-020 14.09.2015 Oppdragsgiver 17.09.2015 Annet biologisk mate TBO ref, 0m, rep.2	
Sink (Zn)			b) 60 mg/kg TS 25%	b) 65 mg/kg TS 25%	NS EN ISO 17294-2 0.5
Perfluorodekansulfonat		a) < 71.2 ng/kg			Internal Method 1
Total tørrstoff			b) 16 % 12%	b) 17 % 12%	NS 4764 0.02
Perfluorodekansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluordodekansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluorheksansulfonat		a) < 71.2 ng/kg			Internal Method 1
Perfluorheksansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluorheptansulfonat		a) < 71.2 ng/kg			Internal Method 1
Perfluorheptansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluorononansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluoroktansulfonamid		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluorpentansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluortetradekansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
Perfluortridekansyre		a) 57.9 ng/kg			Internal Method 1
Perfluorundekansyre		a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1
PFOS/PFOA	Perfluoroktansyre (PFO.	a) < 47.4 ng/kg			Internal Method 1 0
PFOS/PFOA	Perfluoroktylsulfonat (PF	a) 74.0 ng/kg			Internal Method 1 0
PFOS/PFOA	Sum PFOS/PFOA eksl I	a) 74.0 ng/kg			Internal Method 1 0
PFOS/PFOA	Total PFOS/PFOA inkl L	a) 121 ng/kg			Internal Method 1
Sum PFC	Sum PFC forbindelser e	a) 132 ng/kg			Internal Method 1
Sum PFC	Sum PFC forbindelser ir	a) 1480 ng/kg			Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



<b>Prøvenr.:</b> <b>Prøvetakingsdato:</b> <b>Prøvetaker:</b> <b>Analysestartdato:</b> <b>Prøvetype:</b> <b>Prøvemerking:</b>		<b>441-2015-0921-021</b> <b>14.09.2015</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>17.09.2015</b> <b>Annet biologisk mate</b> <b>TBO ref, 0m, rep.3</b>					
Test	Parameter	Resultat	MU	Resultat	MU Resultat	MU Metode	LOQ
Arsen (As)		b) 8.2	mg/kg TS 30%			NS EN ISO 17294-2	0.05
Bly (Pb)		b) 0.32	mg/kg TS 25%			NS EN ISO 17294-2	0.03
Kadmium (Cd)		b) 0.50	mg/kg TS 25%			NS EN ISO 17294-2	0.001
Kobber (Cu)		b) 6.4	mg/kg TS 25%			NS EN ISO 17294-2	0.02
Krom (Cr)		b) 0.69	mg/kg TS 30%			NS EN ISO 17294-2	0.03
Kvikksølv (Hg)		b) 0.062	mg/kg TS 25%			NS-EN ISO 12846	0.005
Nikkel (Ni)		b) 0.79	mg/kg TS 25%			NS EN ISO 17294-2	0.04
Sink (Zn)		b) 66	mg/kg TS 25%			NS EN ISO 17294-2	0.5
Total tørrstoff		b) 17	% 12%			NS 4764	0.02


**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1 a, D-21079, Hamburg

b) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss

**Rapportkommentar:**

Ny versjon: Endret på 441-2015-0921-008

**Bergen 12.11.2015**


Helene Lillethun Botnevik

ASM Bergen, Kvalitetsansvarlig

**Tegnforklaring:**

\* Ikke omfattet av akkrediteringen LOQ: Kvantifiseringsgrense MU: Måleusikkerhet

<: Mindre enn >: Større enn nd: Ikke påvist

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

## MARINBIOLOGISKE UNDERSØKELSER

SAM-Marin er en avdeling ved Uni Research Miljø hos Uni Research AS. Uni Research AS er et forskingselskap med Universitetet i Bergen som hovedaksjonær. SAM-Marin har planlagt og foretatt marine miljøundersøkelser siden 1970, og gjennomfører FOU-arbeid og miljøovervåkning på oppdrag fra fylker, kommuner, oljeselskap, industri og akvakultur. SAM-Marin gjennomfører prøvetaking av sediment til analyse av biologi, kjemi og sedimentkarakteristikk, fjæreundersøkelser, taksonomisk analyse. Vi utfører også naturtypekartlegging, vannsøyleundersøkelser, strømmålinger og modellering av strømforhold, samt andre miljøundersøkelser.

Våre internettsider finnes på [www.uni.no](http://www.uni.no)