

***Undersøkelse av miljøgifter i sediment og albusnegl ved  
Fonnesflaket i Lindås 2016***



**Uni Research Miljø SAM-Marin**

Thormøhlensgt. 55B  
5008 Bergen

**Telefon:** 55 58 41 43

**ISSN nr:** ISSN-1890-5153

**SAM e-rapport:** 7-2016

**Prosjektnummer:** 810398

**Tittel:** Undersøkelse av miljøgifter i sediment og albusnegl ved Fonnesflaket i Lindås 2016

**Dato:** 1/7/2016

**Forfatter:** Marte Haave og Per-Otto Johansen

**Geografisk område:** Fonnesflaket/ Lindås/ Hordaland

**Oppdragsgiver:** Vassområde Nordhordland (v/ Nordhordland Utviklingsselskap IKS)

**Antall sider:** 14+8

**Emneord:** Miljøundersøkelse, sediment, albusnegl, PAH, PCB, TBT, PFAS, PFOS

Forsidefoto: Uni Research Miljø

## Innhold

1. Innledning .....	4
2. Material og metode .....	6
Prøveinnsamling.....	7
Sediment .....	7
Albuesnegl.....	8
Kjemiske og geologiske analyser .....	8
Kvantifiseringsgrense (LOQ).....	8
Databehandling.....	8
Rapportering .....	9
3. Resultat og diskusjon .....	10
Sediment .....	10
Albusnegl.....	11
4. Konklusjon.....	12
5. Litteratur .....	13
6. Vedlegg.....	14

## 1. INNLEDNING

På oppdrag fra Nordhordland Utviklingsselskap IKS har Uni Research Miljø, SAM-Marin utført prøveinnsamling i området ved Fonnesflaket og Drogeflua våren 2016, i den hensikt å få en preliminær vurdering av forurensningssituasjonen. Området nord for Fonnes og Drogeflua har over flere år vært brukt som oppankringssted for tankbåter og supply-båter, og det er da utført vedlikehold, malingsarbeid og brannøvelser med brannskum mens båtene har ligget her. Det er derfor behov for å undersøke hvilke utslipp som kan ha forekommet fra båtene, og om dette har medført til betydelig økte nivåer av miljøgifter.

I undersøkelsen analyseres sedimentet for forekomst av tungmetaller, tributyltinn (TBT) og polyklorete bifenyler (PCB) som kan stamme fra båtmalning og bunnsmøring. PCB har ikke vært i bruk siden 1979, men er svært lite nedbrytbar, og kan derfor være en indikasjon på utslipp fra båtene fra tidligere. Innhold av organisk materiale (TOM) og kornstørrelse i sedimentet, er viktige støtteparametere. I undersøkelsen benyttes også albusnegl (*Patella vulgata*) som indikatororganismer for akkumulering av perfluorerte forbindelser (PFC). PFC har vært benyttet i brannskum siden 70-tallet. Frem til 1970-tallet inneholdt brannskum en stor andel av forbindelsen perfluoroktansyre (PFOS), som er kjent som en svært lite nedbrytbar og giftig forbindelse, og som nå er faset ut av produksjon og bruk (Stockholm Convention, 2009). PFOS, og PFOS-dannende forbindelser ble forbudt i Norge i april 2007, og AFFF brannskum med innhold av andre perfluorerte forbindelser (PFC) erstattet disse. Fluortelomersulfonat (6:2FTS) var blant PFC'ene som erstattet PFOS i brannskum. FTS er siden funnet i biotaprøver nær avrenningspunkt fra brannøvingsfelt (Haave og Johansen 2012, Hadler-Jacobsen og Heggøy 2012, Haave og Hatlen 2015, Haave et al. 2015). 6:2 FTS er i følge produsenter ikke toksisk eller bioakkumulerende, og er heller ikke på ECHAs (European Chemicals Agency) kandidatliste over forbindelser som gir særlig grunn til bekymring (Substances of Very High Concern). 6:2 FTS er heller ikke observert å akkumulere i biota over tid. Flere langkjedede perfluorerte forbindelser (C8-C14 PFCA) som benyttes under produksjonen av FTS, er derimot på ECHAs liste over stoffer man overvåker og vurderer for utfasing fordi de er svært persistente og bioakkumulerende (<http://echa.europa.eu/candidate-list-table>). Disse ser vi akkumulere i biota der brannskum av den nyeste typen har vært benyttet (Haave og Hatlen, 2015).

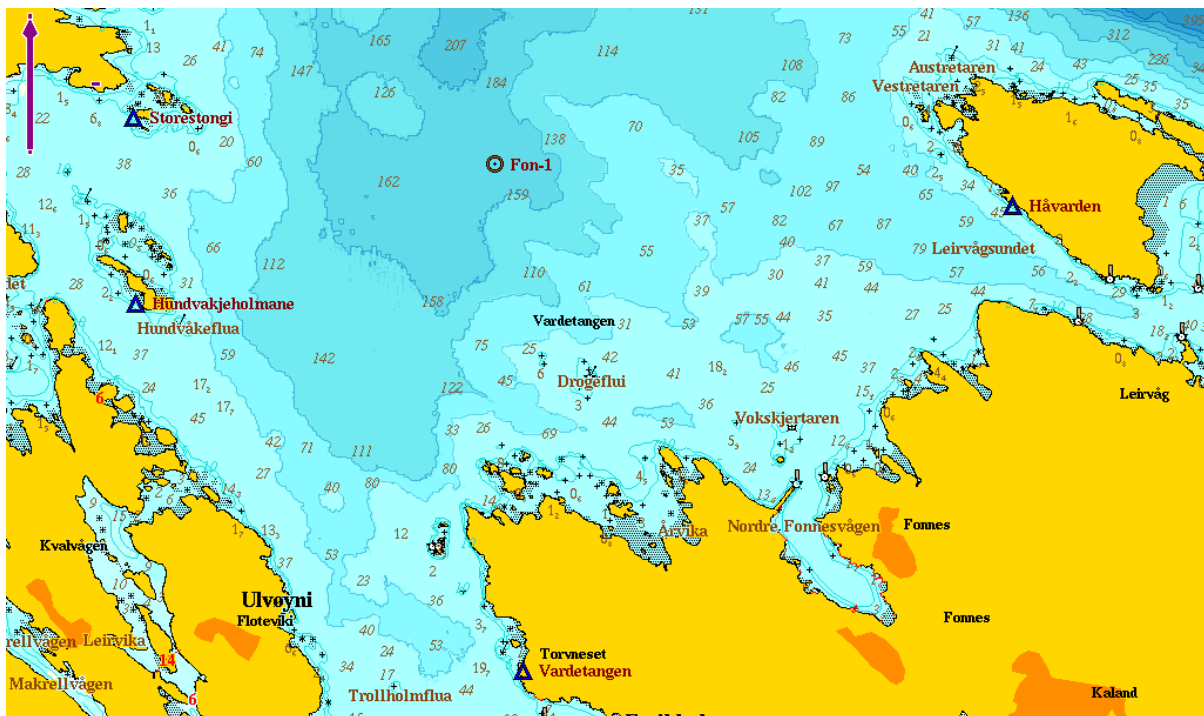
Resultatene vil vurderes etter gjeldende grenseverdier og tilstandsklasser fra Miljødirektoratet (Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder (M-241/2014 og TA2229/2007), der dette finnes. Resultatene sammenliknes med historiske og regionale data der disse er tilgjengelige. Statoil Petroleum Mongstad har utført miljøundersøkelser ved Mongstadanlegget like vest for Fonnesflaket siden 1990-tallet.

SAM-Marin jobber etter kvalitetssystemet ISO 17025, og var fra 2000-2016 akkreditert av Norsk Akkreditering for blant annet prøvetaking og faglige vurderinger og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test157. Den 18. mars 2016 ble den formelle akkrediteringen overdratt til Fishguard Miljø AS sammen med personell fra SAM-Marin. Prøvetakningen av sedimentet ble utført 14. mars, og er utført under SAM-Marins akkreditering. Innsamling av albusnegl har ikke vært omfattet av akkrediteringen. Arbeidet som ble utført etter overdragelsen 18. mars omfatter databehandling, faglig fortolkning og rapportering og er dermed per definisjon ikke utført

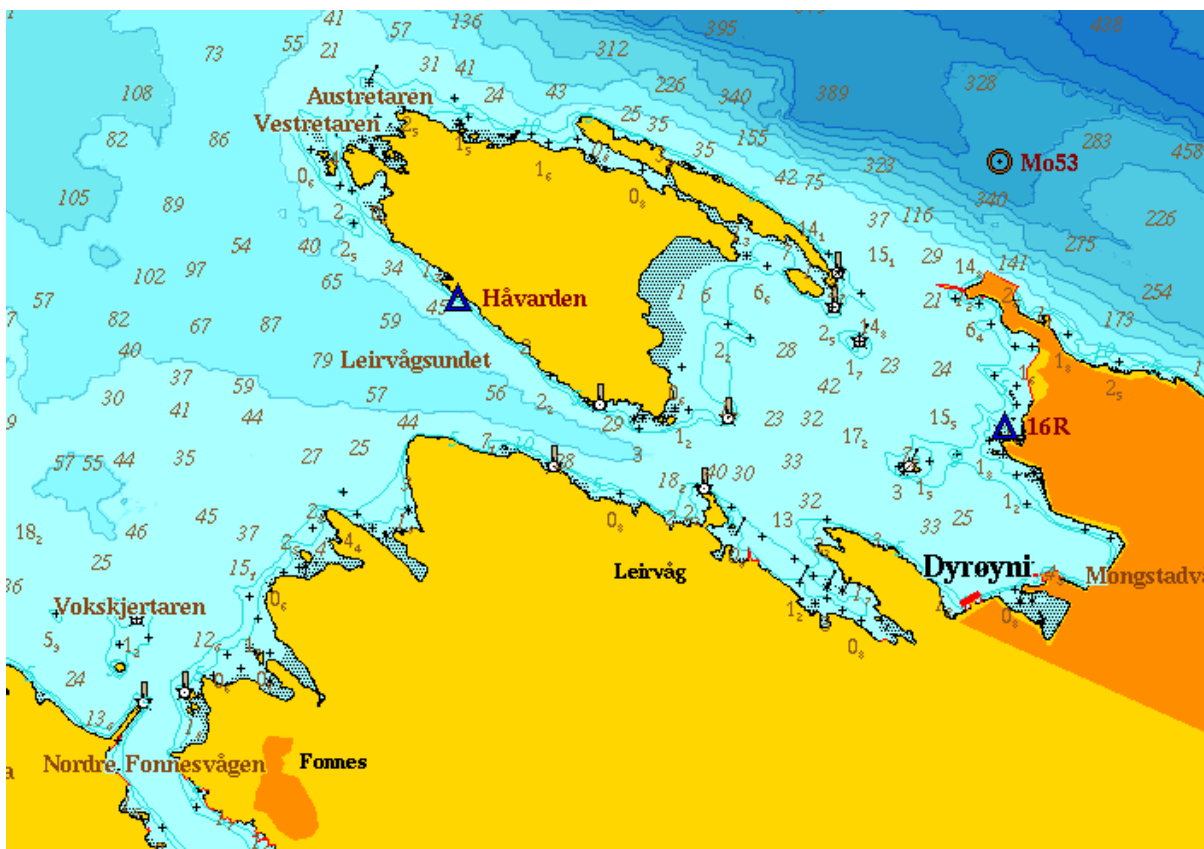
akkreditert. Rapporteringen har fulgt de samme prosedyrer som SAM-Marin benyttet før overdragelsen, og kvaliteten på arbeidet skal dermed ikke være påvirket av overdragelsen.

Kjemiske og geologiske analyser er utført akkreditert av henholdsvis Eurofins Environment Testing Norway og MOLAB AS.

## 2. MATERIAL OG METODE



Figur 2.1 Oversiktsbilde som viser plassering av stasjonene for albusnegl til analyse av perfluorerte komponenter PFC (blå trekkanter) og bunnprøvetaking ved Fon-1 (sirkel) i 2016.



Sammenligningsgrunnlag: Tilsvarende analyser av perfluorerte forbindelser i albusnegl (blå trekant- 16R) og sediment (sirkel- Mo53) er tidligere utført av Statoil Mongstad.

**Tabell 2.1 Stasjonsopplysninger for innhenting av prøvemateriale ved Fonnesflaket i mars 2016.**

Stasjon dyp dato	Prøve	Posisjon (WGS-84, EUREF 89)		Andre opplysninger
		N	E	
Fonnesflaket 171 m 14. mars 2016	Sediment	60° 49.402	4° 56.865	Dyp 171 m, blandprøve tatt til kjemiske og geologiske analyser fra 4 godkjente hugg. Sedimentet dominert av myk silt og leire. Ett hugg gikk i lokket og ble underkjent.
Storestongi 0 m 9. mars 2016	Albusnegl	60° 49.490	4° 55.150	Ekspontert holme
Hundvakjeholmane 0 m 9. mars 2016	Albusnegl	60° 49.061	4° 55.161	Ekspontert holme
Vardetangen 0 m 9. mars 2016	Albusnegl	60° 48.213	4° 56.998	Skjermet stasjon. Prøver ble også tatt fra denne stasjonen i 2012.
Håvarden 0 m 9. mars 2016	Albusnegl	60° 49.285	4° 59.315	Ekspontert. Prøver tatt i et område litt utover mot Fonnesflaket fra notert stasjon, for å finne nok albusnegl til samleprøve. Nokså små albusnegl

**Tabell 2.2 Stasjonsopplysninger for prøvemateriale til sammenlikning med prøver tatt ved Fonnesflaket**

Mongstadvågen 0 m 3. juli 2015	Albusnegl	60° 49.082	5° 01.099	Skjermet stasjon i Mongstadvågen ca 4-500 hundre meter fra utløpet av en liten lagune som mottar avrenning fra et brannøvingsfelt.
Mo53 330 m 7. april 2016	Sediment	60° 49.523	5° 01.081	Historisk prøvepunkt utenfor Mongstadanlegget.

## Prøveinnsamling

Det undersøkte området er vist i Figur 2.1. Koordinater for stasjonene ved Fonnesflaket er oppgitt i Tabell 2.1., og koordinater for stasjoner benyttet til sammenlikning er oppgitt i Tabell 2.2.

### Sediment

Sedimentprøver ble tatt med van Veen grab (0,1 m<sup>2</sup>) fra det dypeste punktet nord for Ervikholmen, mellom Håvarden og Hundvakjeholmane. Dypet ligger i området det er opplyst om at supplybåter pleier å ligge oppankret for vedlikehold (pers. komm, DHIVA). Det ble tatt samleprøver av fire hugg for analyser av kjemi og

geologi. Overflaten av sedimentet 0-1 cm ble tatt til kjemiske analyser, og for geologi ble det tatt prøve fra 0-5 cm.

### **Albuesnegl**

Albuesnegl er en bevegelig, men stedfast snegl som er svært vanlig i fjæra langs kysten. Den kan oppnå en diameter på 60 mm og lever lenge. Albusnegl kan derfor antas å være en god indikatororganisme på tilstedeværelsen av persistente miljøgifter over tid. Albusnegl har vist seg godt egnet til overvåkning av PFC (Amundsen et al. 2008) og er tidligere benyttet ved flere lokaliteter der brannskum har vært benyttet (Haave og Johansen 2012, Haave 2014, Haave et al. 2015). Albusneglen gyter i perioden oktober til desember (Moen og Svensen 2008). Gyting er forbundet med en endring i kroppsmasse og utskillelse av PFC bundet til proteinet ovalbumin i egg, det er derfor viktig å samle inn albusneglen i perioden før gyting.

Innsamling av albusnegl ble gjort 9. mars 2016. En samleprøve med ca. 500 gram albusnegl våtvekt ble løsnet fra underlaget med kniv, samlet i en Rilsan pose, og oppbevart frosset ved -20°C frem til analyse.

### **Kjemiske og geologiske analyser**

Kjemiske analyser er utført akkreditert av Eurofins Environment Testing Norway (Akkrediteringsnummer TEST 003) og deres akkrediterte underleverandører i Tyskland. Analyser av 23 perfluorerte forbindelser (PFC) i albusnegl ble analysert ved Eurofins GfA LabService GmbH (Hamburg), ved samme laboratorium som analyserte albusnegl fra Mongstad i 2015 (Tabell 2.3). Akkrediterte analyser av PFC ble utført ved interne metoder, tørrstoff-analyse i henhold til NS 4764, tungmetaller (arsen, bly, kobber, krom, kadmium, nikkel, sink) iht: NS-EN ISO 17294-2, kvikksølv iht NS-EN ISO 12846.

Geologisk analyse (kornstørrelse og glødetap) ble utført akkreditert ved Molab AS (Glomfjord) etter analysemetode NS-4764.

### **Kvantifiseringsgrense (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 analysebevis (vedlegg). En forbindelse som ikke finnes i mengder over LOQ kan likevel være tilstede i prøven i mengder like under LOQ, og dermed bidra til total belastning. For et verste-fall scenario kan man oppgi 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.

### **Databehandling**

Data ble levert fra analyse i Excel. Statistikkprogrammet SPSS 23 for Windows ble benyttet for databehandling og grafisk fremstilling.



## Rapportering

Konsentrasjonene er vurdert i forhold til Miljødirektoratets Kvalitetssikring av miljøkvalitetsstandarder (M-241/2014 og TA2229/2007, og fargekodene henviser til tidligere benyttet inndeling etter tilstandsklasser, der blå = tilstandsklasse I (Bakgrunn) og grønn tilsier tilstandsklasse II (God). Øvre grense for tilstandsklasse II (God) tilsvarer Annual Average Environmental Quality Standard (AA-EQS) som benyttes for klassifisering i M-241.

AA-EQS er en grenseverdi satt for å beskytte mot negative effekter etter lang tids (kronisk) eksponering. Verdien er utledet med tilgjengelige kronisk- eller akutt- toksisitetsdata, med bruk av laveste NOEC (No Observable Effect Concentration) eller EC10 (effekt observert i 10 % av populasjonen), dividert med en sikkerhetsfaktor (assessment factor- AF) som avhenger av kvaliteten og mengden på tilgjengelige toksisitetsdata. Grenseverdien kan dermed tolkes som en grense for toksisitet etter lang tids eksponering. Denne skal basere seg på flere målinger over tid. Fordi konsentrasjonene i sediment ikke forventes å oppleve kortvarig variasjon, kan prøvene anses å være representative for årsgjennomsnittet, og vurdering i forhold til grense for AA-EQS vurderes som akseptabelt.

**Tabell 2.3 Analyserte perfluorerte forbindelser 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	PFTrA	C13
Perfluortetradekansyre	PFTA	C14

### 3. RESULTAT OG DISKUSJON

En samleprøve fra fire grabbhugg ved stasjon Fon-1 ble analysert for kjemisk innhold og geologisk sammensetning.

#### Sediment

Resultatene for kjemiske analyser er vist i Tabell 3.1.

**Tabell 3.1** Konsentrasjoner av tungmetaller (mg/kg TS), Polyklorerte bifenyler (PCB) og Tributyltinn (TBT) (µg/kg TS) i overflatesediment (0-1 cm) ved stasjon Fonnesflaket (Fon 1) 2016. En analyse ble utført på en samleprøve fra fire hugg, og standardavviket er derfor ikke oppgitt. Grenseverdier etter miljødirektoratets Rapport M-241

Stasjon	TS(%)	Arsen	Barium	Bly	Kadmium	Kobber	Krom	Kvikksølv	Nikkel	Sink
Fon 1	57-58	3,7	79	14	<0,018	7,8	11	0,018	9,8	40
Mo53	48	6,6	230	72	0,053	20	44	0,058	27	86
	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 180	PCB 153	Sum 7 PCB	TBT	
Fon 1	<0,1	<0,1	0,14	<0,1	0,16	<0,1	0,2	<1	<1*	
Mo53	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	i.a	

Fargekoder: Blå= tilstandsklasse I (bakgrunn), grønn = tilstandsklasse II (God) Grå= tilstandsklasse er ikke utarbeidet. \*: LOQ er ikke tilstrekkelig lav til å angi effektbasert tilstandsklasse (toksisitet). Forvaltningsmessige grenseverdier (fra Veileder TA 2229/2007) tilsier at TBT verdien tilsvarer beste tilstandsklasse.

Sedimenterende materiale, som organisk avfall, sand eller utslipp av fast materiale som synker vil som regel sedimentere på bunn i de dype områdene av en fjord, ettersom strømmen som regel avtar i dypet. Innstrømming av bunnvann, understrømmer eller andre forhold som setter fart i bunnvannet kan motvirke dette. Analysene viste at sedimentet inneholdt 80 % silt og leire, med 20 % sand, som tyder på lite bunnstrøm. Innholdet av tungmetaller er lavt, og er lavere enn ved stasjon Mo53 utenfor Mongstad, men begge stasjonene har gode forhold i 2016. TBT og PCB i sedimentet ved Fonnesflaket viser at det er lite akkumulering av miljøgifter, og sannsynligvis liten påvirkning som kan stamme fra vedlikehold av båter. Lave verdier av TBT tyder på lite påvirkning av bunns್ಮøring fra båter. Til sammenlikning har det ved dype stasjoner i Byfjorden og nærheten av Askøy blitt målt konsentrasjoner omkring 20-50 µg/kg. I områder med tidligere verftsindustri (Solheimsviken og Laksevåg utenfor Bergen) er det også målt langt høyere konsentrasjoner på over 3000 µg/kg (Kvalø et al. 2014). Summen av de syv analyserte PCB-forbindelsene er svært lav, og kun tre kongenere ble påvist i konsentrasjoner over LOQ. PCB 153 er den vanligst PCB forbindelsen i miljøet, og ble også her påvist i den høyeste konsentrasjonen. Sum PCB tilsvarer bakgrunnsnivåer (tilstandsklasse I). TBT og PCB er ikke analysert ved oljeraffineriet på Mongstad.

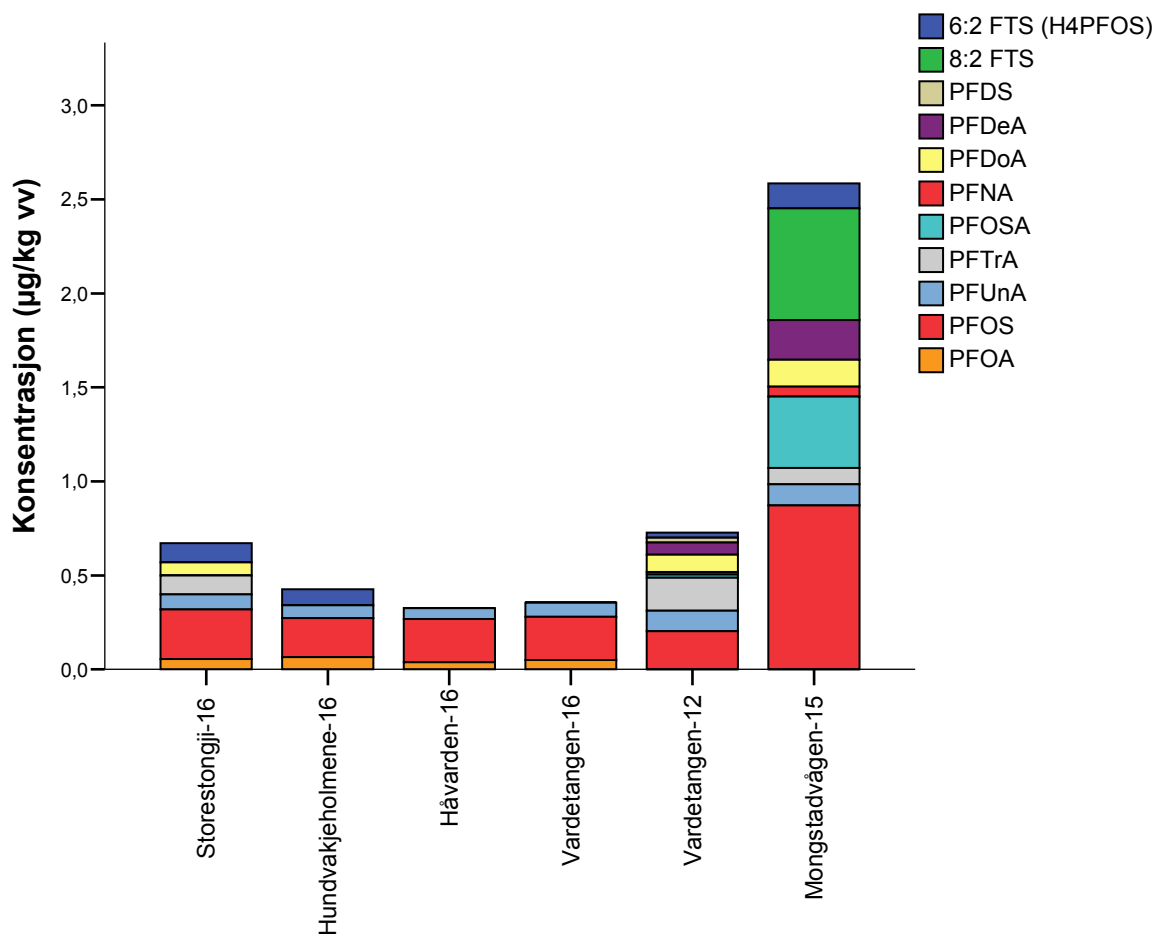
Vi har for denne undersøkelsen antatt at vedlikeholdet av båter på sjøen ved Fonnesflaket ville medføre lokal sedimentering av malingsrester og annet fast stoff i de dypeste områdene på bunn. De geologiske forholdene

på stedet tyder på at dette er et område med lite til moderat bunnstrøm, ettersom sedimentet domineres av finpartikulært materiale. Det er likevel ikke sikkert at materiale som slippes i overflaten vil sedimentere direkte på stedet, men man antar at sedimenterende materiale i sum vil fraktes mot de dypeste punktene. Partikler og malingsflak kan også transporteres bort med overflatestrømmer og avsettes i andre områder. Denne undersøkelsen bekrefter dermed primært at det ikke er høye konsentrasjoner i det dype området under Fonnesflaket, og at nivåene på dette punktet ikke er en fare for miljøet. Basert på en enkelt stasjon er det vanskelig å si noe om punktet er representativt for området. Flere prøvestasjoner vil være nødvendig for å danne et bedre bilde av spredning av miljøgifter i området som følge av vedlikehold av båter og utslipp til sjø.

## Albusnegl

Innholdet av perfluoreerte stoffer som ble kvantifisert i albusnegl er vist i Figur 3.1. Analysene viser at PFOS er den dominerende forbindelsen i albusnegl i området rundt Fonnesflaket, i likhet med stasjonen ved Mongstad i 2015. Dette er en svært lite nedbrytbar forbindelse som vil være til stede i miljøet i mange tiår fremover, til tross for at bruken har opphørt. Den langkjedete perfluorforbindelsen PFUnA er også til stede i alle prøvene, mens 6:2 FTS er til stede ved Storestongji og Hundvakjeholmane. Dette tyder på utslipp av brannskum av nyere dato. Konsentrasjonene av PFC ved Vardetangen er lavere enn i 2012, og færre forbindelser ble kvantifisert i 2015. En årsak til forskjellene kan også være årstiden for innsamling av prøver. Albusnegl beiter på alger og rur som vokser på underlaget. Næringsopptak opptak av akkumulerende miljøgifter vil derfor være mindre i vinterhalvåret enn om sommeren, og vinter/vårverdiene kan teoretisk være lavere enn på sensommeren, men dette er ikke undersøkt systematisk. For den beste sammenlikningen bør prøvene tas på samme tid av året. Dyrene utskiller også PFC i eggene under gytingen som skjer i oktober. Prøvene benyttet for sammenlikningen i denne rapporten er tatt minst et halvt år etter gyting, og anses som et rimelig godt grunnlag for sammenlikning.

Konsentrasjonene er lave sammenliknet med stasjoner i nærheten av Mongstad der en brannøvingstomt er en lokal kilde til perfluoreerte forbindelser (Haave 2014, Haave et al. 2015). Konsentrasjonene av PFOS er langt under Estimert Effekt-Nivå (PNEC: predicted no effect concentration) for bløtdyr, som er satt til 73 mg/kg vv (3M 2003). Man vet fortsatt lite om mulige synergieffekter av ulike perfluoreerte forbindelser.



Figur 3.1 Konsentrasjon av perfluorerte forbindelser ( $\mu\text{g}/\text{kg ww}$ ) i albusnegl i området rundt Fønnesflaket i 2016. Sammenlikningsgrunnlag er stasjonen ved Vardetangen fra 2012 og Mongstadvågen 2015 (Haave et al 2015).

## 4. KONKLUSJON

Undersøkelsen av en enkelt stasjon i det dypeste området av Fønnesflaket våren 2016 påviste lave konsentrasjoner av tungmetaller, PCB og TBT. Ingen forbindelser er funnet i konsentrasjoner over grenseverdier for kronisk toksisitet. Det er også lite som støtter antakelsen om at vedlikehold av båter sedimenterer på bunn ved denne stasjonen. Innholdet av perfluorerte forbindelser i albusnegl fra fire stasjoner rundt Fønnesflaket er lavt, og medfører ingen fare for toksiske effekter i albusneglene. Konsentrasjonene er lavere enn tidligere analyserte nivåer ved Mongstad der brannøvingsfeltet er en påvist kilde til perfluorerte forbindelser, og lavere enn verdiene målt ved en av stasjonene i 2012. Eventuell utvidelse av undersøkelsesområdet kan svare på om bunnstasjonen er representativ for området.

TAKK: Vi vil takke Nordhordaland IKS for oppdraget. Takk til Fønnes Båtservice v/ Tommy Fønnes og MS Solvik v/ Leon Pedersen for båttjenester.

## 5. LITTERATUR

<http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2004-06-01-931>)

<http://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/2006-12-15-1446>)

[http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00940304440000\\_000000\\_000000](http://www.ospar.org/content/content.asp?menu=00940304440000_000000_000000)

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.

Haave, M. (2014). "Undersøkelse av perfluorerte forbindelser i albusnegl ved Statoil Mongstad 2014." Uni Research Miljø SAM e-notat 21-2014 15 pp.

Haave, M. and K. Hatlen (2015). "Marine monitoring shows emerging long-chained perfluorinated compounds in biota, following the ban on PFOS. ." Symposium abstract, SETAC Barcelona.

Haave, M., K. Hatlen and P.-O. Johansen (2015). "Miljøgifter i biota ved Statoil Mongstad 2015." Uni Research Miljø SAM-e-rapport 35-2015: 29+32 pp.

Haave, M. and P. Johansen (2012). Analyse av Perfluorerte 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

Kvalø, S. E., M. Haave, R. Torvanger, Ø. Alme and P. Johannessen (2014). "Resipientovervåking av fjordsystemene rundt Bergen 2011-2015." Uni Research Miljø SAM e-rapport nr. 27-2014: 414 pp.

Moen, F. E. and E. Svensen (2008). Dyreliv i havet - Nordeuropeisk marin fauna 5. utgave KOM forlag

## 6. VEDLEGG

### Analysebevis

- Kjemisk analyse albusnegl
- Kjemisk analyse sediment
  - Metaller
  - PCB
- Geologiske analyser

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

**AR-16-MX-001017-01**

**EUNOBE-00018119**

Prøvemottak: 10.03.2016

Temperatur:

Analyseperiode: 10.03.2016-29.03.2016

Referanse: 810398/7/16

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2016-0311-035</b>	Prøvetakingsdato:	09.03.2016
Prøvetype:	Biologisk materiale	Prøvetaker:	Marte Haave
Prøvemerkning:	Storestongj	Analysestartdato:	10.03.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	0.101	ng/g	Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 0.0851	ng/g	Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>			
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 0.0851	ng/g	Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 0.0851	ng/g	Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 0.0851	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 0.0851	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 0.0638	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 0.0638	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	0.0710	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 0.0638	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 0.0638	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluoropentansyre (PFPeA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 0.0425	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	0.0994	ng/g	Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	0.0810	ng/g	Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>			
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	0.0555	ng/g	0 Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	0.263	ng/g	0 Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	0.318	ng/g	0 Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	0.318	ng/g	Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>			
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	0.670	ng/g	Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1.69	ng/g	Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

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

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

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall 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>441-2016-0311-036</b>	Prøvetakingsdato:	09.03.2016	
Prøvetype:	Biologisk materiale	Prøvetaker:	Marte Haave	
Prøvemerkning:	Hundvakjeholmene	Analysestartdato:	10.03.2016	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	0.0838	ng/g		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	0.0688	ng/g		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	0.0662	ng/g	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	0.207	ng/g	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	0.273	ng/g	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	0.273	ng/g		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	0.425	ng/g		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1.44	ng/g		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

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

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

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





Prøvenr.:	<b>441-2016-0311-037</b>	Prøvetakingsdato:	09.03.2016	
Prøvetype:	Biologisk materiale	Prøvetaker:	Marte Haave	
Prøvemerkning:	Vardetangen	Analysestartdato:	10.03.2016	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 0.0777	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 0.0583	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTrA)	< 0.0389	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	0.0764	ng/g		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	0.0501	ng/g	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	0.229	ng/g	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	0.280	ng/g	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	0.280	ng/g		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	0.356	ng/g		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1.42	ng/g		Internal Method 1

**Tegnforklaring:**

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

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall fås ved henvendelse til laboratoriet.

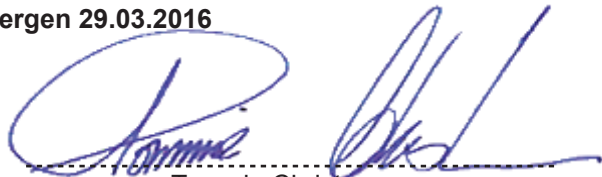
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



Prøvenr.:	<b>441-2016-0311-038</b>	Prøvetakingsdato:	09.03.2016	
Prøvetype:	Biologisk materiale	Prøvetaker:	Marte Haave	
Prøvemerkning:	Håvarden	Analysestartdato:	10.03.2016	
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU	Metode
a) 6:2 Fluortelomer sulfonat (FTS) (H4PFOS)	< 0.0475	ng/g		Internal Method 1
a) 8:2 Fluortelomersulfonat (FTS)	< 0.0634	ng/g		Internal Method 1
<b>a) Delvis fluorerte forbindelser</b>				
a) 2H,2H,3H,3H-Perfluorundekansyre (H4PFUnA)	< 0.0634	ng/g		Internal Method 1
a) 2H,2H-Perfluordekansyre (H2PFDA)	< 0.0634	ng/g		Internal Method 1
a) 7H-Dodekafluorheptansyre (HPFHpA)	< 0.0634	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluor -3,7-dimetyloktansyre (PF-3,7-DMOA)	< 0.0634	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 0.0475	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 0.0475	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordekansyre (PFDeA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluordodekansyre (PFDaA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 0.0475	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 0.0475	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	< 0.0317	ng/g		Internal Method 1
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	0.0568	ng/g		Internal Method 1
<b>a) PFOS/PFOA</b>				
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	0.0375	ng/g	0	Internal Method 1
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	0.231	ng/g	0	Internal Method 1
a) Sum PFOS/PFOA eksl LOQ	0.268	ng/g	0	Internal Method 1
a) Total PFOS/PFOA inkl LOQ	0.268	ng/g		Internal Method 1
<b>a) Sum PFC</b>				
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	0.325	ng/g		Internal Method 1
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1.20	ng/g		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 29.03.2016**


Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

**Tegnforklaring:**

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

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall 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).



# eurofins



**Eurofins Environment Testing Norway AS (Bergen)**

F. reg. 965 141 618 MVA

Box 75

NO-5841 Bergen

Tlf: +47 94 50 42 42

Fax:

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

**AR-16-MX-001309-01**



**EUNOBE-00018370**

Prøvemottak: 01.04.2016

Temperatur:

Analyseperiode: 01.04.2016-22.04.2016

Referanse: 810398/8/16

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2016-0407-023</b>	Prøvetakingsdato:	14.03.2016
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristin Hatlen
Prøvemerkning:	Fonn 1, 171m Hugg 1-4	Analysestartdato:	01.04.2016

Analyse	Resultat	Enhet	LOQ	MU	Metode
a) Total tørrstoff	57	%	0.02	12%	NS 4764
a) Arsen (As)	3.7	mg/kg TS	0.8	40%	NS EN ISO 11885
a) Bly (Pb)	14	mg/kg TS	0.7	20%	NS EN ISO 11885
a) Kadmium (Cd)	<0.018	mg/kg TS	0.01		NS EN ISO 17294-2
a) Kobber (Cu)	7.8	mg/kg TS	2	40%	NS EN ISO 11885
a) Krom (Cr)	11	mg/kg TS	0.3	20%	NS EN ISO 11885
a) Kvikksølv (Hg)	0.018	mg/kg TS	0.001	20%	NS-EN ISO 12846
a) Nikkel (Ni)	9.8	mg/kg TS	1	40%	NS EN ISO 11885
a) Sink (Zn)	40	mg/kg TS	15	40%	NS EN ISO 11885
a) Barium (Ba)	79	mg/kg TS	0.5	30%	NS EN ISO 11885
a) Kobolt (Co)	4.0	mg/kg TS	0.15	20%	NS EN ISO 11885
a) Vanadium (V)	18	mg/kg TS	0.1	20%	NS EN ISO 11885

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

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

**Bergen 22.04.2016**

Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge

**Tegnforklaring:**

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

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

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall 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-16-MX-001350-01**

**EUNOBE-00018341**

Prøvemottak: 01.04.2016

Temperatur:

Analyseperiode: 01.04.2016-27.04.2016

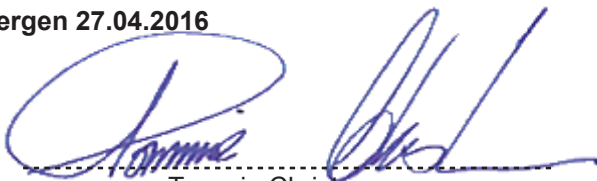
Referanse: 810398/8/16

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2016-0405-017</b>	Prøvetakingsdato:	14.03.2016
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Kristin Hatlen
Prøvemerkning:	Fonn 1, 171 m Hugg 1-4	Analysestartdato:	01.04.2016
Analyse	Resultat	Enhet	LOQ MU Metode
a) Total tørrstoff	58	%	0.02 12% NS 4764
<b>PCB 7</b>			
PCB 28	<0.1	µg/kg TS	0.1 Intern metode
PCB 52	<0.1	µg/kg TS	0.1 Intern metode
PCB 101	0.14	µg/kg TS	0.1 100% Intern metode
PCB 118	<0.1	µg/kg TS	0.1 Intern metode
PCB 138	0.16	µg/kg TS	0.1 100% Intern metode
PCB 180	<0.1	µg/kg TS	0.1 Intern metode
PCB 153	0.20	µg/kg TS	0.1 100% Intern metode
Sum 7 PCB	<1	µg/kg TS	1 Intern metode
a) Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	1 Intern metode

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

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

**Bergen 27.04.2016**


Tommie Christensen

ASM Kundesupport Berge



**Tegnforklaring:**

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

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

Opplysninger om måleusikkerhet og konfidensintervall 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>SINTEF Molab as, 8607 Mo i Rana</b> Telefon: 404 84 100 Besøksadr. Mo i Rana: Mo Industripark Besøksadr. Oslo: Kjelsåsveien 174 Besøksadr. Glomfjord: Ørnesveien 3 Besøksadr. Porsgrunn: Herøya Forskningspark B92 Organisasjonsnr.: NO 953 018 144 MVA	
		<b>RAPPORT</b>  <b>Analyse av sediment</b>	
Kunde: Uni Research AS Att: Kristin Hatlen Felles fakturamottak Postboks 7800 5020 BERGEN		Ordre nr.: 62380	Antall sider + bilag: 2
		Rapport referanse: KR-21726	Dato: 26.04.2016
Rev. nr. 0	Kundens bestillingsnr./ ref.: 810398 1/16	Utført: Terje Kolberg	Ansvarlig signatur:  Terje Kolberg

Prøver mottatt dato: 18.04.2016

## RESULTATER

Prøve merket:			Fonn 2
Parameter	Enhet	Ana.dato	KG-000772
TOM (550 oC)	%	25.04.16	4,70

### Kornfordeling

Analysedato: 20.04.2016

Fonn 2 (1)		KG-000772							
Diameter(µm)	F	Vekt (g)	Vekt (%)	Kum. Vekt(%)					
2000	-1	0,00	0,0	0,0	MdΦ	Silt og leire		80,0	
1000	0	0,01	0,1	0,1	5,50	Sand		20,0	
500	1	0,02	0,2	0,4		Grus		0,0	
355	1,5	0,03	0,4	0,7	SdΦ				
250	2	0,03	0,4	1,1	1,55				
180	2,5	0,09	1,1	2,2					
125	3	0,19	2,3	4,4	SkΦ				
90	3,5	0,35	4,2	8,6	-0,02				
63	4	0,95	11,4	20,0					
<63	8	6,70	80,0	100,0	KΦ				
		8,37	100,0		0,77				

**ANALYSEINFORMASJON**

Parameter	Metode/Analyseteknikk	Akkrediterings-status	Relativ usikkerhet (%)	Deteksjons-grense	Enhet
TOM (550 °C)	NS-4764	A	20	0,30	%
Kornfordeling	Intern metode	A	20	-	%

A = Akkreditert prøving. Dersom ikke annet er oppgitt angis usikkerheten med 95 % konfidensnivå.

**ANMERKNINGER**