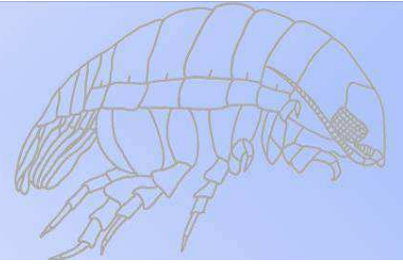


# SAM e-Rapport

Seksjon for anvendt miljøforskning – Marin, Uni Miljø



e-Rapport nr. 21-2013

## *Resipientundersøkelse ved Kårstø Gjestehus 2012*

Marte Haave  
Per-Otto Johansen



uni Research

SEKSJON FOR ANVENDT MILJØFORSKNING



## SAM-Marin



Test 157

SAM-Marin  
Thormøhlensgt. 55, 5008 Bergen, Norway  
Tlf: 55 58 43 41 Fax 55 58 45 25

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

Rapportens tittel: Resipientundersøkelse ved Kårstø Gjestehus 2012	Dato: 15/5-2013
	Antall sider og bilag: 84
Forfatter(e): Marte Haave, Per-Otto Johansen	Prosjektleder: Marte Haave
	Prosjektnummer: 806847

Oppdragsgiver: Statoil Petroleum AS, Kårstø Prosessanlegg	Tilgjengelighet: Åpen
---	-----------------------

**Abstract:** The report discusses concentrations of relevant contaminants in a recipient bay at Kårstø gas processing plant in 2012. The study was performed by Uni Environment, SAM-Marin on behalf of Statoil Petroleum AS.

The aim of the study was to establish the levels of relevant contaminants in the sediments and biota of the recipient bay and immediate vicinity, and to relate the levels of the potential influence on the ecosystem.

Emphasis was placed on biodiversity of the benthic fauna, chemical levels of hydrocarbons, PAH, BTEX, heavy metals, radioactive substances and perfluorinated compounds (PFOS and PFOA) in sediment. Analyses of biota included four heavy metals (Cd, Cu, Hg and Zn), THC, PAH and BTEX in blue mussels (*Mytilus edulis*), and 17 PFC compounds in limpets (*Patella vulgata*).

The results show that the sediments in the shallow bay has relatively high levels of hydrocarbon contamination (approx. 50 mg/kg DW), while levels of heavy metals and PAH are low. PFOS in sediments are generally below the Limit Of Quantification (LOQ). However, the PAHs benzo[a] anthracene and benzo [g,h,i] perylene were found at the inner station at levels corresponding to poor conditions (Tilstandsklasse IV). BTEX in sediments are below the LOQ, while benzene at low levels was found at the inner stations in blue mussels. In biota, the levels of PFCs are similar to the general background levels found along the coast, and do not indicate that Kårstø constitutes a major source of PFC.

The biodiversity index was good (Tilstandsklasse II). The biodiversity at the site may be limited by the shallow waters and large fluctuations in salinity, temperature, currents and limited access to shelter at the sandy bottom.

<b>Keywords:</b> Resipient, Hydrocarbons, heavy metals, PAH, PFOS/PFOA, LRA, biota, <i>Patella vulgata</i> , blue mussels, sediment, biodiversity index	<b>Emneord:</b> Resipientundersøkelse, Hydrokarboner, tungmetaller, PAH, PFOS/PFOA, LRA, biota, <i>Patella vulgata</i> , blåskjell, sediment, biodiversitetsindeks
---	--

ISSN NR.: 1890-5153
SAM e-Rapport nr. 21-2013

Ansvarlig for:	Dato	Signatur
Faglige vurderinger og fortolkninger:	15.05.2013	<i>Per Otto Johansen</i>
Prosjektet / undersøkelsen:	15.05.2013	<i>Marte Haave</i>

SAM-Marin er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, gløderest, korfordeling, taksonomisk analyse og faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157.

**Følgende er utført akkreditert:**

**Prøvetaking til biologiske, geologiske og kjemiske analyser, samlet av:** Tom Alvestad, Marte Haave ved KÅR C og KÅR D

**Litoralundersøkelse utført av:** Ikke utført

**Sortering av sediment utført av:** Ragna Tveiten

**Identifikasjon av marin fauna utført av:** Frøydis Lygre, Tom Alvestad, Per Johannessen

**Rapportering utført av:** Marte Haave

**Glødetapsanalyser utført av:** -

**Kornfordelingsanalyser utført av:** Ragni Torvanger

**Ikke akkreditert:**

Glødetapsanalyser utført av Helge Grønning. Innsamling til geologiske, og kjemiske analyser ved KÅR A og KÅR B. Innsamling av blåskjell og albuskjell til kjemiske analyser.

**LEVERANDØRER**

**Toktfartøy:** Scallop

**Kjemiske analyser utført av:** Eurofins Miljøanalyser Norge AS, **akkrediteringsnummer** Test 003

Akkreditert: Tungmetaller i sediment og blåskjell (Hg, Cd, Cu, Pb, As, Cr, Ni og Zn) , Perfluoreerte komponenter (PFC), Radioaktivitet i sediment :226Radium, 210Bly, 228Radium og 228Thorium, Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH), Oljeinnhold (THC: C10-C40), BTEX- forbindelser: Benzen, Toluen, Ethylbenzen, m,p-Xylen og o-Xylen.

Ikke akkreditert:

**Andre:**

## Innholdsliste

SAMMENDRAG /Summary .....	5
1. INNLEDNING .....	7
Bakgrunn .....	7
2. MATERIAL OG METODER .....	8
2.1 Undersøkellesområdet på Kårstø .....	8
2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder .....	11
Sedimentundersøkelser .....	11
Kjemiske analyser i sediment og biota .....	12
Blåskjell, miljøgifter og oljehydrokarboner .....	13
Tungmetaller .....	14
Perfluorerte forbindelser (PFC) .....	14
Albusnegl .....	15
2.3 Rapportering: .....	16
Kjemiske analyser: inkludert og ekskludert LOQ: .....	16
Bunndyrsundersøkelser .....	16
3. RESULTATER .....	18
3.1 Sedimentsammensetning .....	18
Kornstørrelse og glødetap .....	18
3.2 Miljøgifter i sediment og biota .....	19
3.3 Bunndyrsundersøkelser .....	28
KÅR A .....	29
KÅR B .....	31
Kår C og Kår D .....	34
4. DISKUSJON .....	37
Miljøgifter .....	37
PFC-forbindelser i albusnegl og sediment .....	38
Biologi .....	39
5. KONKLUSJON .....	41
6. LITTERATUR .....	42
<i>Generelt vedlegg</i> .....	44
Analyse av bunndyrsdata .....	44
Geometriske klasser .....	44
Univariate metoder .....	45
Diversitet .....	46
Ømfintlighet .....	47
Multivariate analyser .....	48
Litteratur til Generelt Vedlegg .....	53
Vedleggstabeller .....	54
Artliste Benthos .....	54
De ti mest forekommende artene ved Kårstø i 2012 .....	57
Analysebevis .....	58

## ***SAMMENDRAG /Summary***

Statoil Petroleum AS engasjerte Uni Research, SAM-Marin for å undersøke miljøforhold i bukten nedenfor det som kalles «Gjestehuset» ved Kårstø Prosessanlegg i 2012. Kjemiske parametere og biologiske forhold ble undersøkt og klassifisert etter gjeldende standarder og tilstandsklasser.

Undersøkelsen fant jevnt over lave konsentrasjoner av miljøgifter, men noe høyt innhold av olje i sediment og biota (THC C10-C40: inntil ca. 50 mg/kg TS i sedimentet). Stasjon KÅR A lokalisert rett nedenfor anlegget ved avrenningspunktet, er den stasjonen hvor man fant de høyeste konsentrasjonene av radioaktivitet, sum PAH, oljekomponenter (THC), de fleste tungmetallene og perfluorerte komponenter (PFC). Her er det også lav vannstand og lite strøm og utskiftning, høyest organisk innhold og finest sediment, som vil binde kjemikalier og metaller med høy partikkelaffinitet.

Like ved utslippspunktet ved (KÅR A) og ved terskelen til bukten (KÅR C) viste PAH tilstandsklasse II- God. PAH forbindelsene benzo[a] antracen og benzo [g,h,i] perylen hadde tilstandsklasse IV i sedimentet ved KÅR A. Faren for eksponering svært liten og antas ikke å utgjøre en trussel for mennesker. Området med høye nivåer (TK IV) begrenser seg også til den innerste delen av bukten.

PFOS ble kun kvantifisert i enkelte prøver ved KÅR A, som kan tyde på at tilførsel av PFOS har stanset eller er sterkt redusert etter utfasingen. PFOS og andre PFC i albusnegl tilsvarer nivåene vi ser langs kysten, og antyder at Kårstø prosessanlegg ikke er en betydelig kilde til PFC.

De biologiske forholdene både i bukten og utenfor synes gode, og er som forventet på denne typen stasjoner i tidevannssonen, med delvis tørrlegging, store relative variasjoner i saltholdighet, bølgepåvirkning og strømforhold.

### **Summary in english**

Uni Research, SAM-Marin was engaged by Statoil Petroleum AS to perform the environmental survey of the bay near "the Guest house" at Kårstø processing plant in 2012. Chemical and biological parameters were investigated and classified according to the current guidelines.

The investigation found generally low concentrations of chemical substances. However, relatively high levels of Total Hydrocarbons were found in sediments and biota (THC C10-C40 up to approx. 50 mg/kg DW in sediments). The inner station KÅR A localized at the point of discharge to the bay had the highest concentrations of radioactivity; sum PAH, hydrocarbons (THC), heavy metals and perfluorinated compounds (PFC). This is also the

most shallow part of the bay, with little current and exchange of water, the highest organic content and the finest sediments, which will bind chemicals and metals with an affinity for particles.

Adjacent to the point of discharge, (KÅR A) and at the entry to the bay (KÅR C), PAH was found at the highest levels (tilstandsklasse II- Good). The PAHs benzo[a]anthracene and benzo[g,h,i]perylene had high levels (tilstandsklasse IV – Poor) in sediments at KÅR A.

The risk of human exposure at this site is limited, and the contaminated area is also limited to the inner parts of the bay.

PFOS in sediments were only quantified in some of the samples from KÅR A, which indicates that the influx of PFOS has stopped or is reduced. PFC in limpets correspond to previously observed levels along the coast and indicate that Kårstø processing plant does not represent a major source of PFCs to the surrounding environment.

The biological conditions in the bay and the adjacent areas seem good, and represent normal conditions for sites that are in the tidal zone, or are subject to relatively large variations in salinity, depth, currents and waves.

## 1. INNLEDNING

Denne rapporten bygger på resultater fra en undersøkelse av resipienten nedenfor «Gjestehuset» ved Kårstø prosessanlegg i Tysvær kommune i 2012. Arbeidet ble utført av SAM-Marin på oppdrag fra Statoil Petroleum AS.

### *Bakgrunn*

Ved Kårstø prosessanlegg lagres farlig avfall i Miljøbygget. Avløpsvann fra Miljøbygget går i et lukket system, slik at væske med innhold av olje eller kjemikalier samles opp i lukkede kummer. Vannet som havner i kummene blir analysert for innhold av relevante produkter. I tilfelle klassifisering som farlig avfall vil avfallet hentes av SAR. Vann som ikke klassifiseres som farlig tømmes i det mekaniske renseanlegget, hvor oljen fjernes. Døgnprøver fra renseanlegget sikrer at utslippet blir kontrollert i forhold til utslippstillatelsen, og at innholdet av fenoler, total organisk karbon (TOC) og oljeinnhold ikke overskrider utslippstillatelsen.

Overvann fra brannstasjonen, verkstedet og spyleplassen utenfor, samt området ved lageret og laboratoriet har til nå drenert til en tilstøtende bekk som munner ut i en bukt nedenfor «Gjestehuset» (Figur 2). Det vil nå etableres en oljeutskiller som vil kunne fange opp olje og ikke vannløselige komponenter i avløpsvannet fra disse områdene. Det har vært usikkert om overvann som har drenert til resipienten kan ha forårsaket utslipp av blant annet perfluorerte forbindelser (PFC). Tidligere inneholdt brannskummet PFOS, men etter 2007 ble PFOS holdig brannskum faset ut, og erstattet med PFC-holdig brannskum uten PFOS.

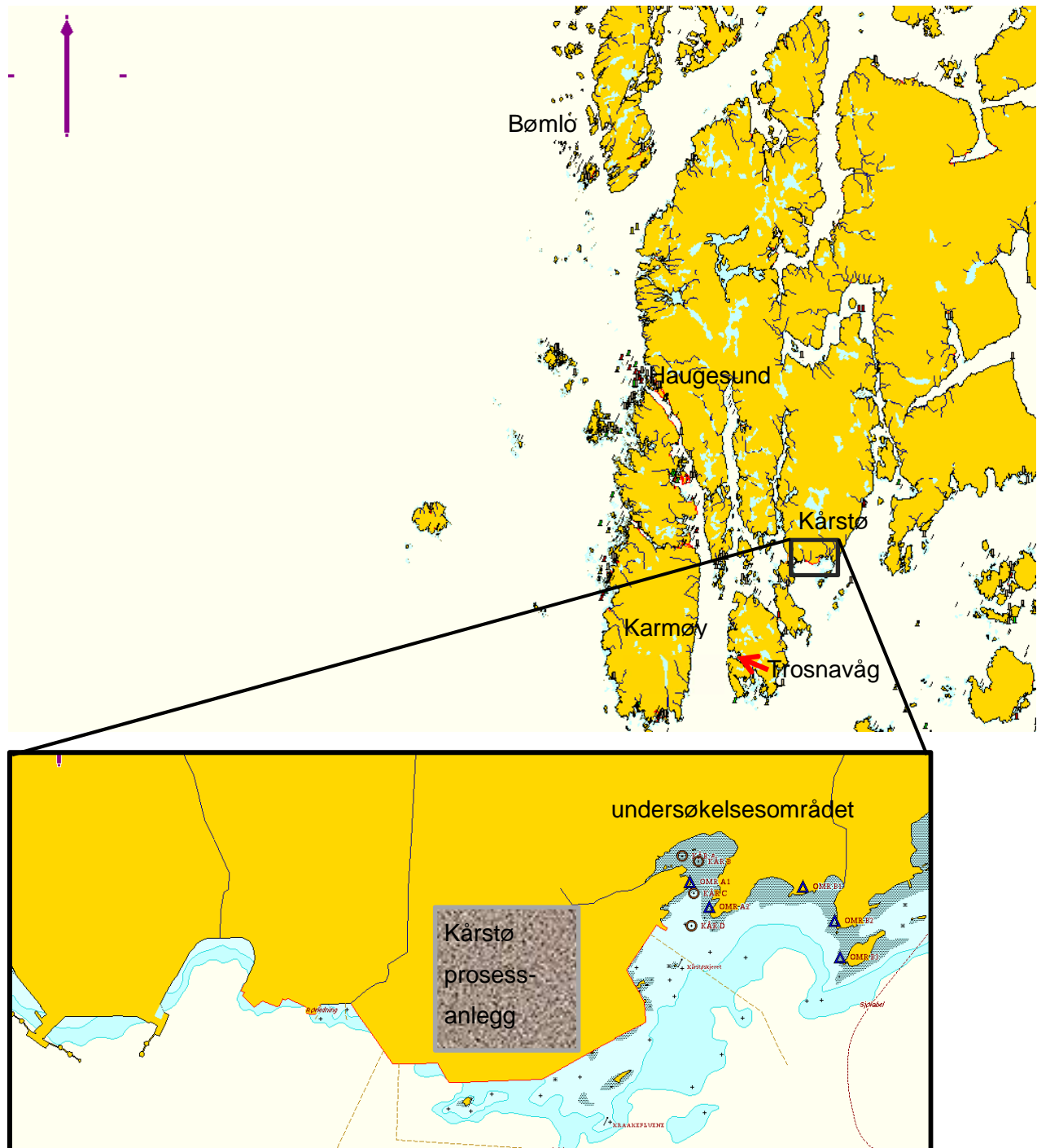
Undersøkelsen ved Kårstø Gjestehus 2012 ble initiert for å kartlegge omfanget av eventuell forurensning fra de nevnte kildene. Resipienten er ikke tidligere undersøkt, og det er derfor ingen historiske data fra bukten for sammenlikning av funnene fra årets undersøkelse. Resultatene er derfor vurdert kun i forhold til miljøkvalitetskriterier som miljøvernmyndighetene i Norge har utarbeidet, jfr. «Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann» TA 2229/07 (Bakke et al. 2007) og TA1467/1997 (Molvær et al. 1997).

SAM-Marin (Seksjon for anvendt miljøforskning) er en del av Uni Research AS, og er akkreditert av Norsk Akkreditering for prøvetaking, faglige vurdering og fortolkninger under akkrediteringsnummer Test 157. Kjemiske analyser er foretatt av Eurofins Norsk Miljøanalyse AS, akkrediteringsnummer Test 003.

Prøvetakingen i den grunne delen av bukten (KÅR A og KÅR B) er ikke utført akkreditert.

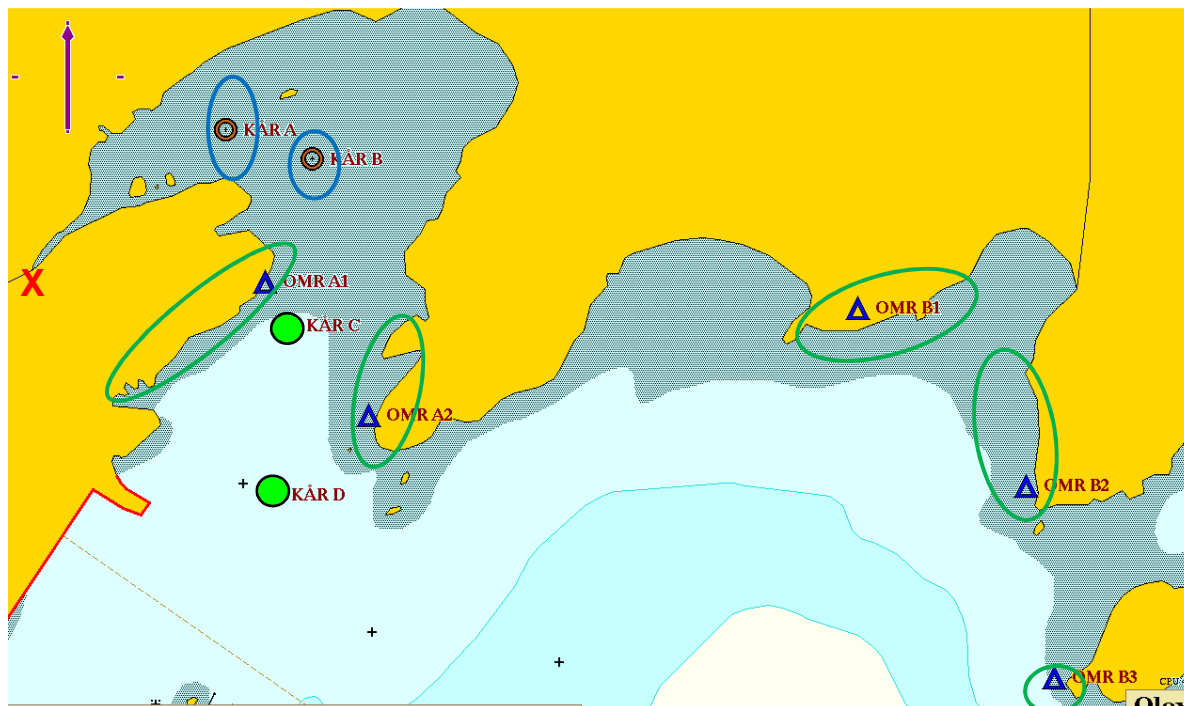
## 2. MATERIAL OG METODER

### 2.1 Undersøkellesområdet på Kårstø



Figur 1 Kart som plasserer Kårstø geografisk, med kartutsnitt som viser undersøkelsesområdet med stasjoner, i forhold til Kårstø prosessanlegg. Referansestasjonen for albusnegl i Trosnavåg er indikert med rød pil. Kartkilde: Olex.





Figur 2 Kartutsnitt med innsamlingsstasjonene markert. Stasjonene for bunndyrsundersøkelser er markert med sirkler, hvor fyllfargen indikerer tilstandsklassen. Tilstand grønn = TK II - god (KLIF ta- 2229/2007). Blåskjell ble samlet fra området rundt KÅR A og KÅR B, merket med blå ellipser. Innsamling av albusnegl ble gjort i områder markert med grønne elipser (OMR A1-A2 og OMR B1- B3). Utslippspunktet i bukten ved Gjestehuset er markert med en rød X. Kartkilde: Olex.

Tabell 1. Stasjonsopplysninger for albusnegl innsamlet 20. og 28. september 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). OMR A og OMR B ligger i umiddelbar tilknytning til resipienten, mens referanseområdet er i Trosnavåg, geografisk adskilt fra Kårstø prosessanlegg.

Stasjon Dato # Parallell nr	Sted Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Andre opplysninger
OMR A 20.09.2012 #1	59° 16,513' N 05° 31,696 'Ø	Littoral	Svært lite albusnegl begge steder
#2	59° 16,4650' N 05° 31,760 'Ø		
OMR B 20.09.2012 #1	59° 16,504' N 05° 32,100 'Ø	Littoral	Svært lite albusnegl
#2	59° 16,442' N 05° 32,215 'Ø		Svært lite albusnegl
#3	59° 16,375' N 05° 32,234 'Ø		Mye albusnegl, eksponert holme med tangdekke
Trosnavåg 28.09.2012 #1, #2 og #3	59° 12,908' N 05° 23,309 'Ø	Littoral	Blandprøver fra et begrenset område. Få, men store albusnegl.

Tabell 2. **Stasjonsopplysninger for grabbprøver innsamlet 20. september 2012. Posisjonering ved hjelp av GPS (WGS-84). Det ble benyttet 0,1 m<sup>2</sup> van Veen grabb (duo) ved stasjonene Kår C og Kår D. Full duo-grabb inneholder 21 liter sediment. Ved bruk av håndholdt grabb ved KÅR A og Kår B ble volumet ikke målt og prøvetakning ved disse stasjonene er ikke gjort kvantitativt eller akkreditert.**

Stasjon Dato	Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Hugg nr.	Prøve volum (l)	Andre opplysninger
KÅR 20.09.2012	A Kårstø 59° 16,570' N 05° 31,669' Ø	0 - 0,5 m		i.m	Hugg med håndholdt grabb. Mørkegrått/sort mudder og fin sand. Lite stein. Ligger over vann ved fjære sjø. Lite lukt av hydrogensulfid. Fulle grabber, ingen blandprøver nødvendig. Prøver til analyse av kornfordeling og kjemi (inkludert LRA). Biologi: Hugg for kvalitativ vurdering av biota.
KÅR 20.09.2012	B Kårstø 59° 16,560' N 05° 31,728' Ø	0,5-1 m		i.m	Hugg med håndholdt grabb. Fin sandbunn, noe stein og tang. Grå farge, ingen lukt. Til dels mye stein i grabben, mange bomhugg. Prøver til analyse av kornfordeling og kjemi (inkludert LRA). Blandprøver nødvendig til kjemiske analyser . Biologi: Hugg for kvalitativ vurdering av biota.
KÅR 20.09.2012	C Kårstø 59° 16,502' N 05° 31,712' Ø	2,5 m	1 2 3 4 5 6	1,5 6,1 8,1 3,3 7,1 6,1	Lys skjellsand. Kornfordeling/glødetap: 1. hugg. Kjemi: 1.- 3. hugg Biologi: 2., 3., 5 og 6. hugg LRA: 4. og 5. hugg
KÅR 20.09.2012	D Kårstø 59° 16,443' N 05° 31,702' Ø	4,5 m	1 2 3 4 5	6,1 6,1 6,1 7,1 7,1	Lys skjellsand. Ingen lukt. Kornfordeling/glødetap: 1. hugg. Kjemi: 1. - 3. hugg. Biologi: 1. - 4. hugg. LRA: 4. - 5. hugg.

i.m: Ikke målt

Undersøkellesområdet omfatter bukten og utløpet nedenfor «Gjestehuset» på Kårstø prosessanlegg i Tysvær kommune (Figur 2, Figur 2 og Figur 7). I tillegg ble det samlet albusnegl i vikene i nærheten av bukten (Figur 2), samt ved en referansestasjon i Trosnavåg

## ***2.2 Innsamling, opparbeiding og metoder***

Innsamling av bunnprøver ble foretatt 20. september 2012, og innsamling av albusnegl og blåskjell ble foretatt 28. 09.2012 (Tabell 1). Bunnprøver fra stasjonene KÅR C og KÅR D ble tatt fra fartøyet Scallop (Kvitsøy Sjøtjenester), med båtfører Bjarte Espevik. Stasjonsopplysninger er gitt i Tabell 2. Posisjonene er tatt fra differensiert GPS (satellittnavigator) med gradnett WGS-84. Dypet på stasjonene ble målt med fartøyets ekkolodd. Sedimentprøver til kjemisk analyse ble tatt med van Veen (Duo) grabb. De innerste delene av bukten ved stasjon KÅR A og KÅR B tørrlegges delvis ved lavvann. Området er svært grunt, og kvantitative undersøkelser og prøvetakning utført med stor grabb var dermed ikke mulig. Bruk av håndholdt grabb og en kvalitativ undersøkelse av makroskopiske dyr ble derfor utført. Dyr som ble identifisert under prøvetakning til kjemiske eller geologiske analyser ble notert, og et grabbhugg særlig tiltenkt kvalitativ undersøkelse ble også utført.

Innsamling av albusnegl ble foretatt i littoralsonen (Figur 2). Ved bruk av et metallredskap ble flere albusnegl fjernet fra underlaget og samlet i en Rilsanpose. Hver pose (inntil ca 50 gram bløtdeler) utgjorde en blandprøve fra et relativt begrenset område. Hver parallelle analyse er utført på en slik blandprøve av flere individer.

### **Sedimentundersøkelser**

Fra hver bunnstasjon ble det tatt en sedimentprøve til bestemmelse av partikkelfordeling og organisk innhold. Partikkelfordelingen ble bestemt i laboratoriet ved at prøven ble løst i vann og siktet gjennom en 0,063 mm sikt. Partiklene som var større enn 0,063 mm ble tørket og tørrsiktet slik at de kunne grupperes i størrelsesgrupper. Partikler mindre enn 0,063 mm ble gruppert i størrelsesgrupper ved hjelp av pipetteanalyse (Buchanan 1984). Det organiske innholdet (prosent glødetap) i sedimentet ble bestemt som vekttapet mellom tørrvekt og askefri tørrvekt. Prosedyren fulgte Norsk Standard 4764, men et avvik i temperatur på mer enn 25 °C medfører at analysen ikke kan rapporteres som akkreditert, og vi velger derfor å utelate analyseresultatene for organisk innhold.

Sedimentets kornfordeling forteller noe om strømforholdene. I et område med gode strømforhold vil finere partikler bli ført bort og grovere partikler 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.

### **Kjemiske analyser i sediment og biota**

Prøver av både sedimenter og biota ble pakket i Rilsan-poser, kjølt ned og frosset (-20°C) inntil analyse. De øverste 5 cm av 3 cm av sedimentet ble analysert for Polysykliske Aromatiske Hydrokarboner (PAH), Oljeinnhold (THC: C<sub>10</sub>-C<sub>40</sub>), BTEX- forbindelser (Benzen, Toluen, Ethylbenzen, m,p-Xylen og o-Xylen), tungmetallene kvikksølv, kadmium , kobber , bly, arsen, krom, nikkel og sink (Hg, Cd, Cu, Pb, As, Cr, Ni og Zn), perfluorerte forbindelsene PFOS og PFOA. Ca 2 kg sediment ble tatt for analyse av de radioaktive isotopene <sup>226</sup>Radium, <sup>210</sup>Bly, <sup>228</sup>Radium og <sup>228</sup>Thorium.

De kjemiske analysene ble utført av Eurofins Miljøanalyser (akkrediteringsnummer Test 003). Metodene som er benyttet er gitt i analysebevis (Vedlegg 3).

Tilstandsklasser for metallinnhold, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og Perfluoroktansulfonat (PFOS) i sediment er gjengitt etter KLIFs reviderte «Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-2229/2007)» (Tabell 3). Den opprinnelige «Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann» (Molvær et al. 1997) er benyttet for klassifisering av innhold av miljøgifter i biota, som ikke ble revidert i TA-2229. Klassifiseringssystemet for metaller og organiske miljøgifter i sjøvann og marine sedimenter er basert på effekter, hvor klassegrensene representerer en forventet økende grad av skade på organismesamfunn. Kriteriene for fastlegging av klassegrensene er basert på internasjonalt etablerte systemer for miljøkvalitetsstandarder og risikovurdering av kjemikalier i EU.

Grenseverdiene benyttes i denne rapporten til å gi tilstandsklasser på miljøgiftinnholdet i prøvene. Fargekoder som gjengir tilstandsklassene (Tabell 3) vil benyttes gjennom hele rapporten.

Tabell 3. Utvalg av grenseverdier og inndeling i tilstandsklasser for miljøgifter i sediment. Verdiene er hentet fra Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997), med revisjoner i følge TA-2229/2007.

Sediment	Tilstandsklasse				
	I «Bakgrunn»	II «God»	III «Moderat»	IV «Dårlig»	V «Svært dårlig»
<b>Metaller (mg/kg tørrstoff) i sediment</b>					
Bly (Pb)	<30	30-83	83-100	100-720	>720
Kadmium (Cd)	<0,25	0,25-2,6	2,6-15	15-140	>140
Kobber (Cu)	<35	35-51	51-55	55-220	>220
Kvikksølv (Hg)	<0,15	0,15-0,63	0,63-0,86	0,86-1,6	>1,6
Sink (Zn)	<150	150-360	360-590	590-4500	>4500
Krom (Cr)	<70	70-560	560-5900	5900-59000	>59000
Nikkel (Ni)	<30	30-46	46-120	120-840	>840
<b>Organiske miljøgifter (µg/kg tørrstoff) i sediment</b>					
ΣPAH 16 EPA	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
Benzo[a]pyren	<6	6-420	420-830	830-4200	>4200
PFOS	<0.17	0,17 - 220	220 - 630	630 - 3100	>3100
<b>Metaller (mg/kg tørrstoff) i blåskjell</b>					
Kadmium (Cd)	<2	2 – 5	5 – 20	20 – 40	>40
Kobber (Cu)	<10	10 – 30	30 - 100	100 – 200	>200
Kvikksølv (Hg)	<0,2	0,2 – 0,5	0,5 – 1,5	1,5 – 4	>4
Sink (Zn)	<200	200 – 400	400 – 1000	1000 –2500	>2500
<b>Organiske miljøgifter (µg/kg tørrstoff) i blåskjell</b>					
ΣPAH 16 EPA	<50	50-200	200-2000	2000-5000	>5000
Benzo[a]pyren	<1	1 – 3	3 - 10	10 – 30	>30

### Blåskjell, miljøgifter og oljehydrokarboner

Blåskjell filtrerer vannmassene for å ta opp næring og vil da akkumulere og lagre både fettløselige miljøgifter og tungmetaller i konsentrasjoner som er høyere enn i vannet rundt (Bioakkumulering). Utskilling av slike forbindelser kan foregå gjennom tarmen eller over membraner (f.eks. gjeller). Nedbrytningen av flere miljøgifter avhenger av enzymaktiviteten i organismen. Blåskjell (*Mytilus edulis*) har generell lav enzymaktivitet (Solé et al. 1995) og lav utskillelse av miljøgifter, og er derfor en mye brukt organisme for å måle vannkvaliteten og miljøgiftbelastningen i et område. Det er imidlertid viktig å være klar over at enzymmengden avtar med økende temperatur i vannet og økende kjønnsmodning. Den naturlige bestanden av voksne blåskjell på Kårstø er begrenset. Resipienten har en liten populasjon av blåskjell

på bunnen, men skjellene er litt små for kjemiske analyser (4-5 cm). Blåskjellene er derfor ikke ideelle som miljøindikator.

### **Tungmetaller**

Tungmetaller finnes vanligvis i små mengder i naturen. Noen metaller er essensielle i biologiske prosesser, mens noen er miljøgifter og kan føre til alvorlige helseskader både i dyr og mennesker. Tungmetallene kvikksølv (Hg), kobber (Cu), kadmium (Cd) og sink (Zn) ble analysert i blåskjell i 2012. Analysene ble utført ved Eurofins Norsk Miljøanalyse AS.

### **Perfluorerte forbindelser (PFC)**

Perfluorerte forbindelser er persistente, bioakkumulerende og toksiske (PBT) og listes av OECD blant kjemikalier som bør fases ut og erstatte med tryggere kjemikalier (<http://www.oecd.org/ehs/pfc/>).

Perfluoro oktansulfonat (PFOS) er det svært stabile nedbrytningsproduktet av alle PFOS-relaterte stoffer og den av PFC-forbindelsene man generelt har funnet i høyest konsentrasjoner i miljøet (Berger og Thomsen, 2006). PFOS er påvist miljøskadelig og akkumuleres i levende organismer (Herzke et al. 2007) og har en antatt halveringstid på over 40 år (Berger og Thomsen, 2006).

I 2007 ble brannskum som inneholdt PFOS eller andre perfluorerte forbindelser som kunne brytes ned til PFOS forbudt og faset ut og påbudt erstattet med brannskum som ikke inneholdt PFOS eller PFOS-dannende forbindelser. Perfluoroktansyre (PFOA) er en annen, giftig, perfluorert forbindelse som er mer vannløselig enn PFOS, og som man som regel finner i lavere konsentrasjoner. PFOS og PFOA har hovedsakelig vært brukt i tekstilimpregnering og annen impregnering, i brannskum og i maling siden 1950 tallet, på grunn av gunstige overflateaktive egenskaper. Ved Kårstø er bruken i brannskum mest relevant. Etter at produksjon og bruk av PFOS opphørte, antas avrenning fra forurensede områder på land å være hovedkilden til eventuell detektert konsentrasjon av PFOS/PFOA i prøvene tatt i sjøområdet rundt anlegget.

PFOS og relaterte forbindelser i brannskum er blitt erstattet av andre PFC forbindelser som ikke brytes ned til PFOS. Dette er blant annet PFC med kortere fluor-karbon-kjeder, som perfluor butansyre (PFBA), perfluor butansulfonat (PFBS). Fluortelomersulfonat, deriblant 6:2 fluortelomersulfonat (6:2 FTS) er en annen forbindelse som er brukt som erstatning for PFOS. Denne ble ikke analysert for i årets undersøkelse, men er detektert i biota i flere områder de siste årene (Hadler-Jacobsen og Heggøy 2012; Haave og Johansen 2012).

## Albusnegl

Albusnegl (*Patella vulgata*) er en bevegelig, men stedfast snegl som er svært vanlig i fjæra langs kysten. Den kan få en diameter på 60 mm og det er registrert individer som har vært over 16 år gamle, og dermed er potensialet for bioakkumulering over tid til stede. Gytingen skjer i perioden oktober til desember (Moen og Svendsen, 2008). Blåskjell har vist seg å være en lite egnet organisme for monitorering av perfluorerte forbindelser (PFC), mens Albusnegl tar opp og akkumulerer disse stoffene. PFC-forbindelser binder seg til ovalbumin og vil dermed kunne skilles ut ved gyting. Det er derfor viktig at prøvene tas før gyteperioden. 20. september 2012 ble det plukket individer fra to områder like ved Kårstø (Fig ). 28. september ble det plukket fra en referanse stasjon ved Trosnavåg. Selv om referanselokaliteten i Trosnavåg ikke er forventet å være helt fri for PFC, er likevel ikke Kårstø den sannsynlige kilden til PFC ved Trosnavåg. Referansestasjonen kan dermed representere bakgrunnsforurensning i et befolket og lett industrialisert område uten kjente punktkilder. Albusnegl ble analysert for innhold av de 17 perfluorerte forbindelsene listet i Tabell 4.

Tabell 4. **Oversikt over PFC forbindelser inkludert i analysene av albusnegl, med navn og forkortelser.**

Navn	forkortelse
Perfluorbutansulfonat	PFBS
Perfluorbutansyre	PFBA
Perfluordekansulfonat	PFDS
Perfluordekansyre	PFDA
Perfluordodekansyre	PFDoA
Perfluorheksansulfonat	PFHxS
Perfluorheksansyre	PFHxA
Perfluorheptansulfonat	PFHpA
Perfluorheptansyre	PFHpA
Perfluornonansyre	PFNA
Perfluoroktansulfonamid	PFOSA
Perfluoroktansyre	PFOA
Perfluoroktylsulfonat	PFOS
Perfluorpentansyre	PFPeA
Perfluortetradekansyre	PFTA
Perfluortridekansyre	PFTrA
Perfluorundekansyre	PFUnA

## **2.3 Rapportering:**

### **Kjemiske analyser: inkludert og ekskludert LOQ:**

LOQ står for "limit of quantification" og angir den konsentrasjonen hvor analyseproduktet kan kvantifiseres i prøven. Det skiller seg fra LOD (limit of detection) ved at LOD angir mengden som trengs for å detektere produktet i analysen, men ikke nødvendigvis i kvantifiserbare mengder. Resultatene fra analysene av PFC blir rapportert på to måter, med og uten LOQ. Dette må tas hensyn til i tolkningen av resultatene. Når man oppgir resultat inkludert LOQ betyr det at den teoretiske mengden forbindelse som faller under den kvantifiserbare konsentrasjonsgrensen er inkludert i prøvesvaret. Dette er vanlig praksis ved analyse av miljøgifter og gjøres fordi analyselaboratorier er pålagt å operere med såkalt "verste fall resultat" når man snakker om miljøgifter som man eksponeres for gjennom mat, hvilket er tilfellet for PFC-forbindelser.

Dette betyr at verdier inkludert LOQ viser den høyeste konsentrasjonen man teoretisk kan risikere å ha, men som tilgjengelige analysemetoder ikke klarer å angi eksakt. Når man oppgir resultater ekskludert LOQ, har man utelukket de verdiene som faller under laveste kvantifiseringsgrense fra analysen. Det vil ikke gi et mer nøyaktig resultat å rapportere den ene fremfor den andre benevnelsen. Den faktiske verdien i prøvene vil ligge innenfor intervallet mellom ekskludert og inkludert LOQ.

### **Bunndyrsundersøkelser**

Fra hver stasjon ble det tatt fire grabbprøver som ble undersøkt for bunndyr. Prøvene ble tatt med en 0,1 m<sup>2</sup> van Veen duo-grabb med to kammer der sediment til både kjemiske prøver og biologiske prøver tas samtidig. Grabben er et kvantitativt redskap, som tar prøver av et fast areal av bløtbunn. Hvor dypt grabben graver ned i bunnen er avhengig av hardheten til sedimentet. For å få et mål på hvor langt ned i sedimentet grabben tar prøve, blir sedimentvolumet av hver grabbprøve målt. Det er ønskelig at en prøve blir tatt ned til 5 cm i sedimentet, dvs. grabben bør inneholde minst 3 liter sediment for biologiske analyser. Sedimentet blir deretter vasket gjennom to sikter, der den første sikten har hull diameter 5 mm og den andre 1 mm (Hovgaard 1973). Prøvene ansees som kvantitative for dyr større enn 1 mm. Prøvene blir deretter konservert i 4 % formalin og nøytralisert med borax. I laboratoriet blir prøvene skylt på nytt, dyrene sortert ut fra sedimentrestene og overført til egnet konserveringsmiddel for oppbevaring og artsbestemmelse. Så langt det har latt seg



gjøre er dyrene fra prøvene bestemt til art. Opplysninger om antall hugg og sedimentvolum i de enkelte hugg er gitt i Tabell 2. Bunndyrsmaterialet er oppbevart på Zoologisk museum ved Universitetet i Bergen. Komplette artsliste over bunndyr er presentert i Vedleggstabell 1. Artslisten omfatter hele artsmaterialet, også planktonorganismer som er fanget av den åpne grabben på vei ned (f.eks fiske-egg). Under bearbeidelsen er det tatt hensyn til dette, og i analysene er det bare tatt med dyr som lever på, eller nedgravd i sedimentet.

Direktoratsgruppen for gjennomføring av vanddirektivet har gitt retningslinjer for å klassifisere miljøkvaliteten i marine områder. Veileder 01:2009 – Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften. Denne veilederen skal på sikt erstatte KLIFs veileder 97:03 (TA 1467/1997) - Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Når bunndyr brukes i klassifisering, benyttes Shannon-Wiener diversitetsindeks ( $H'$ ) og indeksene NQI1 og NQI2. Tilstandsklassene kan gi et godt inntrykk av de reelle miljøforhold, særlig når de benyttes sammen med artssammensetningen i prøvene. Shannon-Wiener diversitet er beregnet ut fra individfordelingen hos artene. NQI1 og NQI2 tar i tillegg til artsmangfoldet også hensyn til hvilke forurensingstolerante arter (ømfintlighet) som er til stede i prøvene. For en grundigere gjennomgang av disse indeksene, se Generelt vedlegg. Shannon-Wiener diversitetsindeks er i denne rapporten beregnet både for sum av grabbhugg (97:03) og for gjennomsnittet (01:2009) slik det står beskrevet i de to veilederne. Klassegrensene for Shannon–Wiener er også forskjellige i de to veilederne (Generelt vedlegg, tabell v2 og v3).

For å avgjøre eventuell påvirkning av faunaen i undersøkelsesområdet ble antall arter og individer i prøvene talt. Diversitet ( $H'$ ), jevnhet ( $J$ ) og  $H'_{\max}$  ble beregnet (univariat analyse). For å sammenligne faunaen mellom de enkelte stasjonene ble det utført cluster- og ordinasjonsanalyse (multivariate analyser). Se eget generelt vedlegg for nærmere beskrivelse av metodene.

Grenseverdier for tilstandsklasser, basert på Vannforskriften i henhold til veileder 01:2009. NQI1 tillegges mest vekt ved klassifisering av lokaliteter.

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
$H'$	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
$ES_{100}$	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

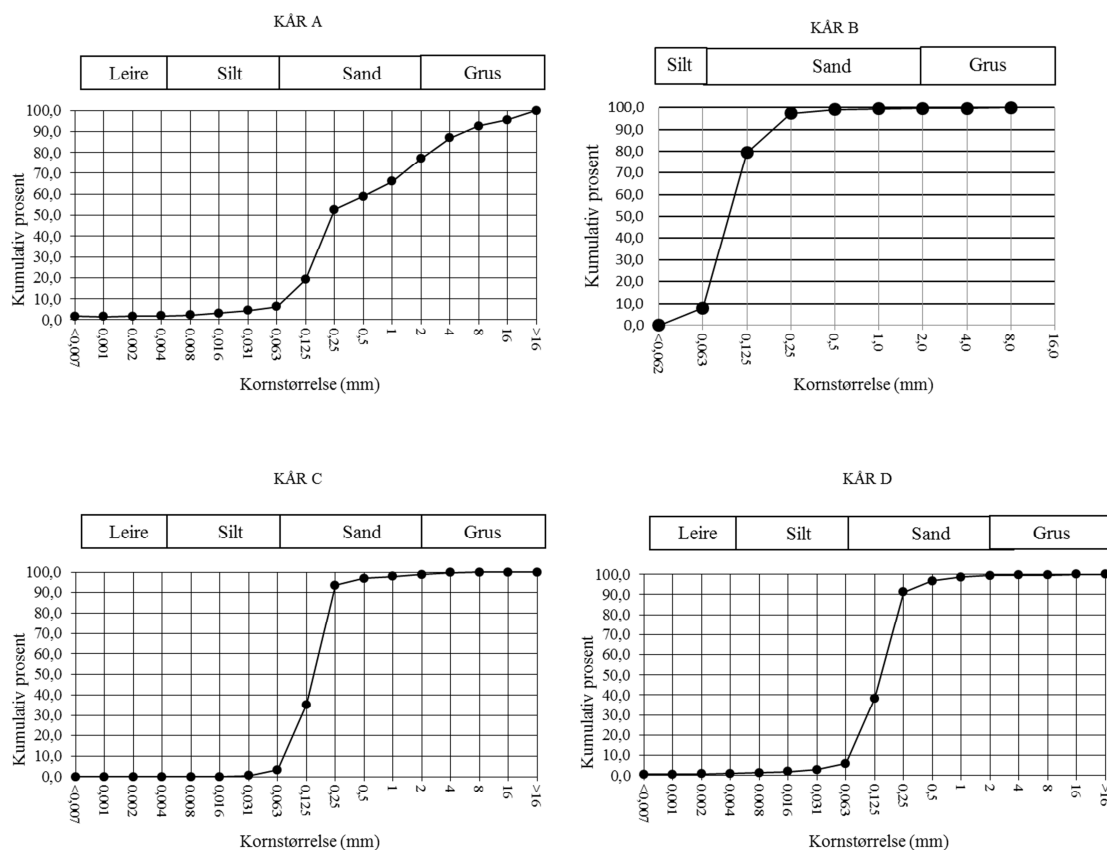
## 3. RESULTATER

### 3.1 Sedimentsammensetning

#### Kornstørrelse og glødetap

Resultater fra de geologiske undersøkelsene av sedimentet er vist i Figur 3 og listet i Tabell 5.

Ved KÅR A, innerst i bukten, der det er dårlig utskiftning av vannet består bunnen for det meste av mudder. Mudderet var mørkt grått, med innslag av svart, som tyder på organisk innhold. Dette er helt normalt i en bukt med lite utskiftning. Ved KÅR B, der bølgepåslag og tidevannsstrømmer fører til stor utskiftning, var det lite finpartikulært materiale, og prosentandel leire ble ikke detektert. Sedimentene ble dominert av sand ved Kår B.



Figur 3 Grafisk fremstilling av sammensetning og kornstørrelse i sedimentet ved Kårstø Gjestehus 2012. Ved Kår B var leirefraksjonen ubetydelig, og ikke tilstrekkelig til å kvantifisere.

Utenfor bukten ved Kår C og D bestod sedimentet for det meste av fin skjellsand. Bølger og tidevannsstrøm vil her medføre en relativt lav sedimentasjon av fint materiale.

Det organiske innholdet (målt som glødetap) i bunnsedimentet er gjengitt i Tabell 5. Det ble påvist et lavt organisk innhold ved alle stasjoner (0,7-2,8 %). Grunnet feil ved forbrenningsovnen er ikke metoden å anse som akkreditert, og tallene blir ikke rapportert med to desimaler. De lave nivåene harmonerer likevel godt med den lave andelen silt og leire i sedimentene.

Både metaller og organiske miljøgifter binder seg til overflaten av partikler i sedimentet. Jo finere partikler, jo større overflate per volumenhet. Dermed er partikkelstørrelse en viktig støtteparameter for å tolke funnene av miljøgifter i sediment.

Tabell 5. **Sammensetning av sedimentene ved Kårstø Gjestehus i 2012**

Stasjon	Dyp (m)	Organisk Innhold* (% glødetap)	Leire (%)	Silt (%)	Leire+Silt (%)	Sand (%)	Grus (%)
KÅR A	0-0,5	3	2	4	6	71	23
KÅR B	0,5-1,0	1	0	0,13	0,13	99,42	0,44
KÅR C	2,5	1	0	3	3	95	1
KÅR D	4,5	1	1	5	6	94	1

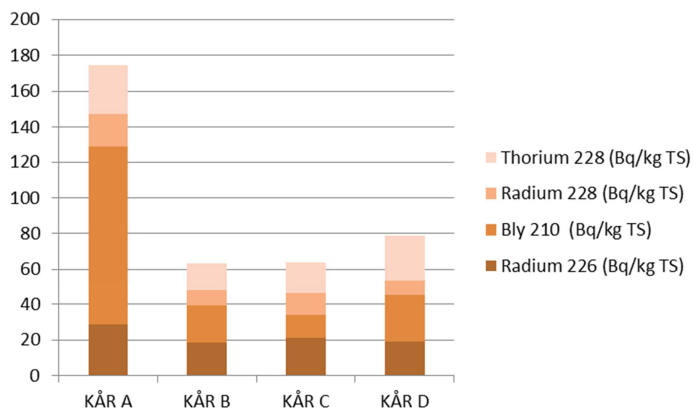
\*Ikke akkreditert på grunn av feil ved forbrenningsovnen.

### 3.2 Miljøgifter i sediment og biota

#### Radioaktivt innhold – LRA

Radioaktive isotopene Radium<sub>226</sub>, Bly<sub>210</sub>, Radium<sub>228</sub> og Thorium<sub>228</sub> ble analysert i sedimentet. De målte radioaktivitetsnivåene var lavere enn 1000 Bq/kg (1 Bq/g) for alle isotopene (Figur 4). KÅR A hadde som forventet de høyeste nivåene, og bly hadde de høyeste verdiene for radioaktivitet. En referanseprøve utenfor området ble derimot ikke tatt for sammenlikning, men aktivitetsnivåene er lave og representerer sannsynligvis bakgrunnsnivået i området. Verdiene for <sup>226</sup>Radium og <sup>228</sup>Radium tilsvarer målte verdier i sediment ved referansestasjonene i Nordsjøen, mens <sup>210</sup>Pb er betydelig lavere og <sup>228</sup>Thorium er litt høyere enn målte verdier i Nordsjøen. Sedimentene er totalt sett ikke vurdert å utgjøre noen fare for radioaktiv forurensning av det omkringliggende miljøet.

## SAM-Marin



Figur 4 Innhold av radioaktive isotoper i sedimenter ved Kårstø Gjestehus 2012.

Tabell 6. Radioaktivitet i sedimentet ved Kårstø Gjestehus i 2012.

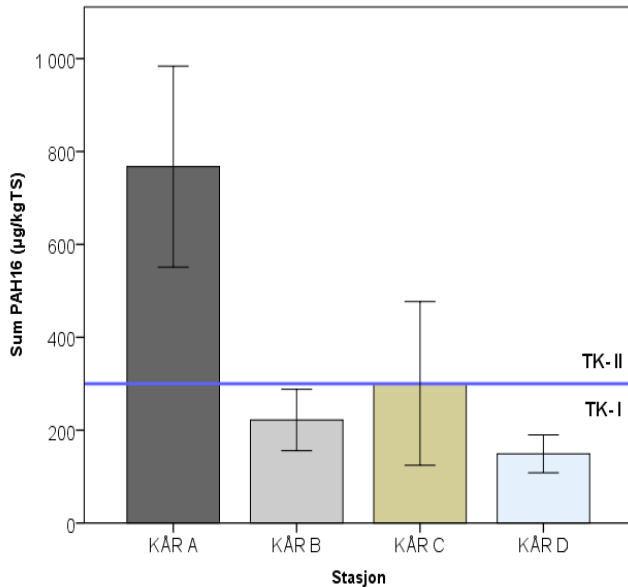
		(Bq/kg TS)			
Stasjon		<sup>226</sup> Radium	<sup>210</sup> Bly	<sup>228</sup> Radium	<sup>228</sup> Thorium
KÅR A	Snitt	28,89	99,74	18,41	27,67
	SD	±3,35	±23,30	±1,44	±2,52
KÅR B	Snitt	18,33	20,95	8,59	15,67
	SD	±0,96	±36,29	±7,59	±0,58
KÅR C	Snitt	21,32	12,85	12,36	17,33
	SD	±1,07	±22,25	±1,45	±1,53
KÅR D	Snitt	18,90	26,59	8,15	25,33
	SD	±6,49	±23,73	±7,31	±9,07

## PAH og oljehydrokarboner

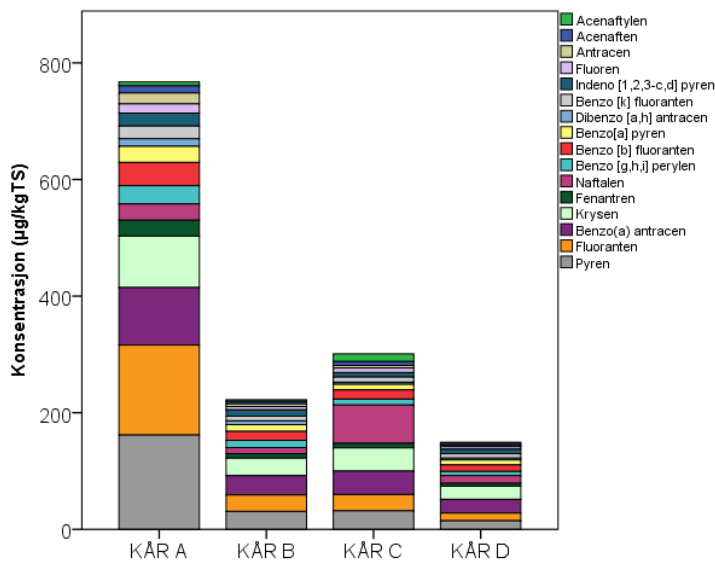
Sedimenter og blåskjell ble analysert for oljekomponenter og PAH, som man regnet som sannsynlig å finne etter de gitte forurensningskildene. Tabell 7, Tabell 8 og Figur 5.

Resultatene viser at Sum PAH16 som forventet var høyest ved KÅR A, ved utslippspunktet. Sum PAH ved KÅR A tilsier likevel tilstandsklasse II- God i følge «Klassifisering av miljøtilstand i fjorder og kystfarvann» (TA-2229/2007). De øvrige stasjonene fikk tilstandsklasse I- Bakgrunn. Gjennomsnittet for sum PAH ved KÅR C var litt høyere enn ved KÅR B. Den store utskiftningen ved bølgepåslag og inn- og utstrømming ved KÅR B medfører mindre sedimentering av både fine partikler og miljøgifter ved KÅR B. Partiklene og miljøgiftene kan fraktes med strømmene utenfor bukten og sedimenterer på dypere vann. Samtidig så vi at gjennomsnittet for KÅR C ble trukket opp av en enkelt parallell med høyt innhold av naftalen og acenaftylen. Tilfeldigheter ved grabbhuggene på en stasjon kan medføre lokale variasjoner i innhold av organisk materiale, kornstørrelse og innhold av miljøgifter. Dette gjenspeiler naturlig variasjon, og ikke feil i analysene eller prøvetakningen. Sedimentet ved alle stasjoner domineres av PAH-forbindelsene pyren, fluoranten, benzo(a)antrazen og krysen. Alle PAH forbindelsene ble kvantifisert i alle prøvene. Nivåene

av PAH ved KÅR A er også høyere enn de høyeste observerte nivåene i sedimenter ved Mongstad oljeraffineri, der det er utslipp av prosessvann (Haave og Johansen 2012), men tilstandsklassen tilsvarer likevel TK II - God. PAH'er som pyren og fluoranten tyder på pyrogen opprinnelse, altså utslipp av oljeforbindelser.



A)



B)

Figur 5 **A) Gjennomsnittlig konsentrasjon av Sum PAH i sedimentet ved Kårstø Gjestehus i 2012. Vertikal strek angir standardavviket mellom de tre analysene. Horizontal blå linje viser grenseverdien mellom Tilstandsklasse I og II (TK I-II). B) Relativt bidrag og sum av de ulike kvantifiserte PAH-forbindelsene i sedimenter ved Kårstø i 2012.**

Oljeinnholdet (Totale Hydrokarboner - THC) er også målbart i sediment ved alle stasjonene på Kårstø (Tabell 8). De nye klassifiseringene av miljøtilstander i sediment og biota inkluderer ikke THC, ettersom den toksiske effekten av THC anses å være dekket gjennom vurdering av PAH- innholdet (TA-2808/2011). Sammenlikner vi med gamle vurderinger av

tilstandsklasse for THC havner stasjonene ved Kårstø i Tilstandsklasse II- God (Konieczny & Juliussen 1994). Nivåene representerer ikke en reell trussel for miljøet, og ligger godt under toleransegrensen for bunnlevende organismer (Konieczny & Juliussen 1994).

Sammenlikner vi med andre målinger ved tilsvarende industri, ligger nivåene av THC ved Kårstø på nivå med det høyeste målte nivået for oljehydrokarboner på Mongstad i 2012, og høyere enn nivåene i sediment like utenfor avløpsrøret for prosessvann fra Mongstad (Haave og Johansen 2012). I Nordsjøen var LSC (limit of significant contamination) for THC i region-2 på ca 14 mg/kg, som tilsvarer ca 30 % av nivåene ved Kårstø.

Nivåene av PAH (Tabell 7) og oljekomponenter (Tabell 8) i blåskjell fra bukten er også målbare, men beskjedne, og representerer ikke en trussel for overlevelse av blåskjellene i bukten. Innholdet av sum PAH og den særlig kreftfremkallende forbindelsen Benzo[a]pyren i blåskjell tilsvarer tilstandsklasse I - bakgrunn (Tabell 7). Benzo [g,h,i] perylen og benzo[a] antracen ble målt til nivåer som tilsvarer tilstandsklasse IV ved KÅR A. Forbindelsene har høy partikkelaffinitet og representerer ikke en trussel for mennesker i dette området. Området der forbindelsene er funnet er også svært begrenset. Disse forbindelsene er likevel ansett som toksiske for akvatisk liv, og PAH'er er prioriterte substanser under OSPAR konvensjonen. Tilstedeværelsen i miljøet er derfor uønsket.

## **BTEX**

Innholdet av såkalt BTEX (Benzen, Toluen, Etylbenzen og Xylen) var ikke målbart i sediment ved noen av stasjonene (LOQ for i sediment er 2,5 µg/kg TS for Benzen, Toluen, Etylbenzen og o-Xylen, og 5 µg/kg TS for m,p-Xylen). Ettersom disse komponentene er flyktige vil forekomst tyde på nylige utslipp av f.eks råolje eller løsemidler. Innholdet av BTEX i blåskjell var også lavt, og kun benzen kunne kvantifiseres i blåskjell i lave konsentrasjoner (Tabell 8). LOQ for BTEX i blåskjell er 5 µg/kg.

## **Tungmetaller**

Blåskjell ble analysert for fire tungmetaller (Hg, Cd, Cu og Zn), mens sedimentene ble analysert for alle 8 tungmetallene (Hg, Cd, Cu, Pb, As, Cr, Ni og Zn). Resultatene er vist i Tabell 9.

Innholdet av tungmetaller både i sediment og blåskjell er svært lavt ved de undersøkte stasjonene, og tilsvarer tilstandsklasse I ved alle stasjoner (Tabell 9), til tross for utslippene fra piggvask, brannstasjon og miljøbygg. De høyeste metallkonsentrasjonene i sedimentet finner vi ved KÅR A, selv om det også her er lave konsentrasjoner. Dette er som forventet på

## SAM-Marin

bakgrunn av lite strøm, høyere sedimentering og forekomst av mudder/fint sediment på stasjonen. I blåskjell er det lite forskjell mellom metallinnholdet ved KÅR A og KÅR B.

SAM-Marin

Tabell 7. Konsentrasjon av PAH-forbindelser i sediment (µg/kg TS) og biota (µg/kg vv) fra Kårstø 2012. Fargekoder tildelt etter «Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann» (Molvær et al. 1997), med revisjoner i følge TA-2229/2007. Blå = TK I - Bakgrunn; grønn = TK II - God; oransje = TK IV - Dårlig.

Stasjon		Ace-naften	Ace-naftylen	Antracen	Benzo(a)antracen	Benzo[a]pyren	Benzo[b]fluoranten	Benzo[g,h,i]perylene	Benzo[k]fluoranten	Dibenzo[a,h]antracen	Fenantren	Fluoranten	Fluoren	Indeno[1,2,3-cd]pyren	Krysen	Naftalen	Pyren	Sum PAH16	Sum PAH inkl LOQ	
sediment	KÅR A	snitt	12,57	6,22	18,63	98,50	27,67	40,00	31,23	21,64	13,03	27,40	154,33	15,73	22,37	88,30	27,80	161,67	767,33	-
		SD	5,01	1,91	4,49	39,80	12,24	18,53	16,42	10,37	9,51	6,99	14,19	5,49	11,40	36,39	7,66	16,65	216,33	-
	KÅR B	snitt	4,22	2,64	4,61	33,17	11,57	15,47	12,20	8,15	6,43	7,60	28,13	5,71	10,86	30,00	10,62	30,80	222,00	-
		SD	1,54	0,88	1,01	13,69	0,90	3,14	1,47	1,48	1,17	1,15	13,84	1,19	1,06	13,72	3,63	16,56	66,05	-
	KÅR C	snitt	6,57	13,21	4,34	40,13	9,60	15,71	10,13	8,86	3,55	7,76	28,03	7,85	7,83	39,73	65,77	31,77	300,67	-
		SD	2,77	18,09	1,93	16,82	3,81	6,22	4,55	3,66	3,18	2,47	11,57	3,39	3,79	16,90	89,43	11,36	176,28	-
	KÅR D	snitt	3,32	1,77	2,39	23,43	8,49	11,28	7,21	7,66	2,93	5,00	13,13	4,27	7,82	22,57	13,18	14,73	149,00	-
		SD	2,51	1,13	0,25	7,95	3,69	2,72	4,28	3,10	3,79	0,88	3,48	2,47	4,18	8,04	6,84	4,18	40,73	-
Biota	KÅR A	snitt	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,10	0,12	0,95	0,57	0,17	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,34	0,39	<LOQ	<LOQ	2,64	25,07
		SD				0,08	0,03	0,24	0,09	0,05					0,07	0,06			0,59	3,54
	KÅR B	snitt	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,04	0,00	0,51	0,36	0,04	<LOQ	<LOQ	<LOQ	<LOQ	0,24	0,26	<LOQ	<LOQ	1,44	24,37
		SD				0,06	0,00	0,06	0,06	0,06					0,03	0,04			0,27	1,24



SAM-Marin

Tabell 8. KÅR C og D ligger på >2 meters dyp og hadde ingen blåskjellforekomster. Benzen var den eneste BTEX-forbindelsen som ble funnet kvantifiserbare mengder i blåskjell fra bassenget ved Kårstø Gjestehus.

Stasjon	Oljeinnhold i sediment- THC (C10-C40, mg/kg TS)	Oljeinnhold i blåskjell- THC (C10-C56, mg/kg vv)	BTEX i sediment	Benzen i blåskjell (µg/kg TS)
KÅR A	snitt±SD 48,0±8,5	18,7±2,1	<LOQ	0,01 ±0,006
KÅR B	snitt±SD 46,1±3,1	10,5±1,3	<LOQ	0,01±0,006
KÅR C	snitt±SD 43,8±1,9	i.a	<LOQ	i.a
KÅR D	snitt±SD 40,7±2,1	i.a	<LOQ	i.a

i.a = ikke analysert, ingen blåskjell på stasjonen. LOQ: Limit of Quantification.

Tabell 9. Konsentrasjoner av metaller og tørrstoff i sediment og blåskjell (mg/kg TS). Blå farge = Tilstandsklasse I- Bakgrunn

	Stasjon	Totaltørrstoff %	Hg	Cd	Cu	Pb	As	Cr	Ni	Zn
sediment	KÅR A	76,0±1,0	0,02±0,00	0,09±0,02	5,90±0,30	5,00±1,06	4,57±0,60	5,47±1,85	6,17±1,61	40,67±2,89
	KÅR B	79,7±2,5	0,01±0,00	0,04±0,01	1,97±1,08	1,60±0,20	2,10±0,10	2,93±0,40	3,07±0,67	19,67±3,06
	KÅR C	78,7±3,5	<LOQ	0,01±0,01	0,37±0,64	1,06±0,33	1,05±0,43	2,03±0,42	1,83±0,42	<LOQ
	KÅR D	79,0±1,7	<LOQ	0,01±0,01	1,07±0,97	1,13±0,41	1,33±0,06	2,03±0,49	1,80±0,35	<LOQ
Biota	KÅR A	12,8±0,8	0,05±0,06	0,73±0,05	8,55±0,40	i.a	i.a	i.a	i.a	90,80±7,60
	KÅR B	12,8±0,4	0,08±0,00	0,68±0,06	7,35±2,20	i.a	i.a	i.a	i.a	85,29±16,33

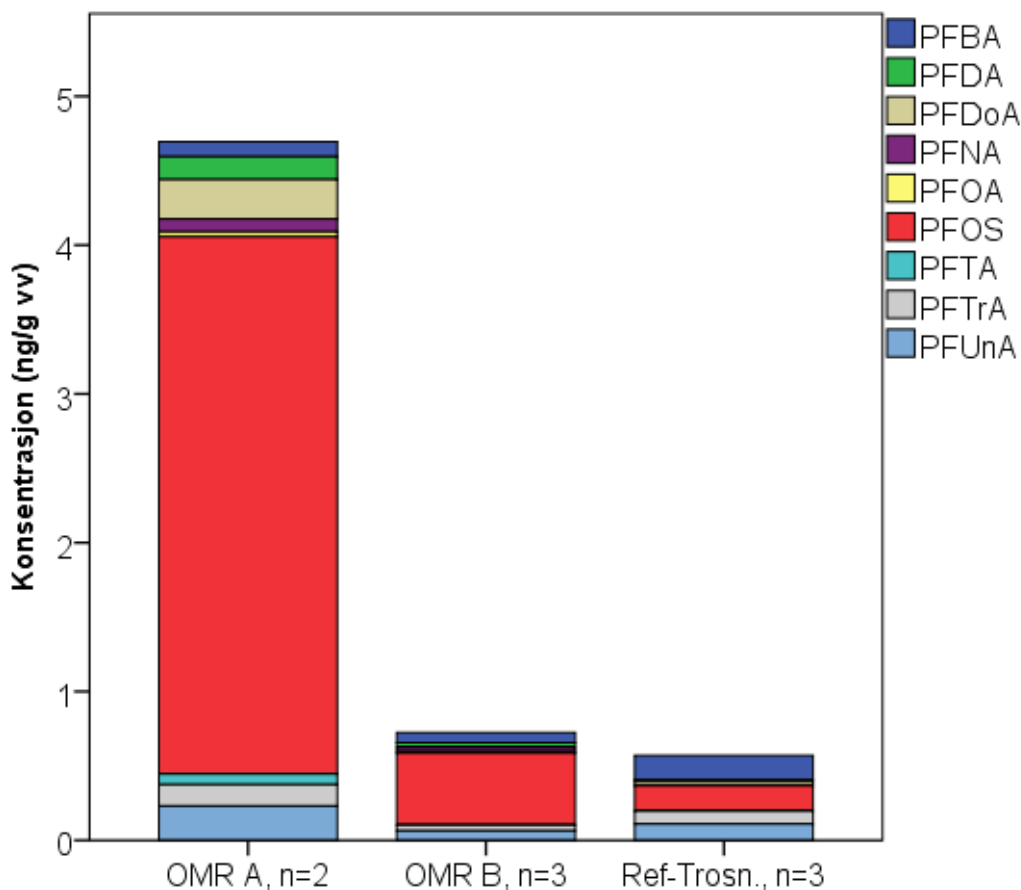
i.a = ikke analysert. LOQ = Limit of Quantification

### PFOS/PFOA i sediment

Ved KÅR A ble PFOS kvantifisert i to av de tre parallellene (2,4 og 2,8  $\mu\text{g}/\text{kg}$  TS), mens ved de øvrige stasjonene var PFOS under LOQ i alle parallellene. PFOA var også under LOQ i alle paralleller og ved alle stasjoner (LOQ: 1,8-2,0 for begge forbindelsene, se analysebevis). Dette tilsvarer konsentrasjonen av PFOS både ved referansestasjoner og anleggsstasjoner undersøkt i Nordhordaland (Hadler-Jacobsen og Heggøy 2012, Haave 2012), og representerer dermed bakgrunnsnivåer.

### PFC i Albusnegl (*Patella vulgata*)

Figur 6 viser samlede konsentrasjoner (ng/g våtvekt, heretter ng/g vv) av de kvantifiserte forbindelsene. Benevningen ng/g =  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Målte konsentrasjoner av PFC i bløtvev fra albusnegl er gjengitt i Tabell 10. LOQ per forbindelse og prøve er oppgitt i analysebevisene (vedlegg 3).



Figur 6 Relativt innhold og sammenlagte konsentrasjoner av kvantifiserte PFC komponenter i albusnegl i 2012. To paralleller av albusnegl ble analysert fra Område A (OMR A), mens albusnegl til tre paralleller ble tatt ved OMR B og i referanseområdet i Trosnavåg (Ref-Trosn.) (Benevning  $\mu\text{g}/\text{kg}$  = ng/g).

SAM-Marin

Tabell 10. **Gjennomsnitt og standardavvik (SD) for de kvantifiserte PFC forbindelsene i albusnegl ( $\mu\text{g}/\text{kg}$  vv) ved Kårstø prosessanlegg september 2012. Også vist er sum PFC inklusiv og eksklusiv LOQ.**

Stasjon		PFBA	PFDA	PFDoA	PFNA	PFOA	PFOS	PFTA	PFTrA	PFUnA	Sum PFC ekskl. LOQ	Sum PFC inkl. LOQ
OMR A (n=2)	snitt	<b>0,10</b>	<b>0,15</b>	<b>0,27</b>	<b>0,08</b>	<b>0,04</b>	<b>3,61</b>	<b>0,07</b>	<b>0,15</b>	<b>0,23</b>	<b>4,69</b>	<b>5,00</b>
	SD	±0,02	±0,08	±0,11	±0,04	±0,00	±2,69	±0,01	±0,00	±0,10	±3,03	±3,02
OMR B (n=3)	snitt	<b>0,07</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,03</b>	<b>0,01</b>	<b>0,48</b>	<b>0,00</b>	<b>0,04</b>	<b>0,06</b>	<b>0,72</b>	<b>1,09</b>
	SD	±0,06	±0,00	±0,00	±0,02	±0,02	±0,10	±0,00	±0,00	±0,01	±0,19	±0,14
Ref_Tros (n=3)	snitt	<b>0,16</b>	<b>0,01</b>	<b>0,03</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,17</b>	<b>0,00</b>	<b>0,09</b>	<b>0,11</b>	<b>0,57</b>	<b>1,07</b>
	SD	±0,03	±0,02	±0,02	±0,00	±0,00	±0,02	±0,00	±0,04	±0,02	±0,13	±0,12

### 3.3 Bunndyrsundersøkelser

Den innerste delen av bukten er svært grunn og toktfartøy kunne ikke bukes til kvantitative undersøkelser innenfor terskelen ved Kår C. Håndholdt grabb ble brukt for en kvalitativ undersøkelse av dyr over 1 mm ved KÅR A og KÅR B, og resultatene er gjengitt i Tabell 11.

Det var 60 meter i rett linje mellom stasjon KÅR A og Kår B, vurdert med kartmåling (Olex). Ved KÅR A vil bunnen være tørrlagt ved lavvann. Da prøvetakning ble utført var det ca. 30 cm vann.

Tabell 11. **Kvalitativ undersøkelse av bunndyr i sediment ved KÅR A og B.**

Stasjon	KÅR A 20.09.2012	KÅR B 20.09.2012
Art	Forekomst	
Blæretang ( <i>Fucus vesiculosus</i> )	-	enkelt individ
Blåskjell ( <i>Mytilus edulis</i> )	enkelt individ	vanlig
Butt strandsnegl ( <i>Littorina obtusata</i> )	-	enkelt individ
Hjerteskjell ( <i>Cerastoderma edule</i> )	vanlig	vanlig
Flerbørstemakk/Polychaet ( <i>Alitta virens</i> )	vanlig	enkelt individ
Vanlig sandskjell ( <i>Mya arenaria</i> )	enkelt individ	-
Fjæreskjell ( <i>Macoma baltica</i> )	-	enkelt individ
Mudderfjæresnegl ( <i>Hydrobia ulvae</i> )	enkelt individ	-
Strandkrabbe ( <i>Carcinus maens</i> )	-	enkelt individ

Vanlig: >3 individer observert, - : ikke observert

## KÅR A

Innerst ved KÅR A var bunnen og vegetasjonen preget av brakkvannspåvirkning og tidvis tørrlegging, selv om det på prøvetidspunktet var høy vannstand. Gress i vannkanten lå på undersøkelsestidspunktet under vann. Bunnen innerst var dominert av fint sediment, myk bunn, spredt dekke av grønnalger og fravær av steiner, tang eller skjell (Figur 8A)



Figur 7 Oversiktsbilde tatt 20.09.2012 over bukten ved Gjestehuset. Områder for innsamling av blåskjell er indikert. På grunn av lite blåskjell ved KÅR A, er prøveområdet for blåskjell større enn ved KÅR B. Til høyre i bildet ser vi utløpspunktet markert med en rød X.



Figur 8 Illustrasjon som viser gradient i bunnforhold ved KÅR A fra innerst til ytterst. A: Bunnen i de innerste delene av KÅR A er dominert av fine sedimenter og har lite tegn til liv; B: spredt forekomst av grønnalger (*Ulva* sp.); C: spredte blåskjell (*Mytilus edulis*) i mudderet; D: Noe grovere sedimenter og mer tegn til liv i de ytre delene av KÅR A. Her er grønnalge (*Ulva* sp.) og et ungt individ av blæretang (*Fucus vesiculosus*) markert.



Figur 9 Detaljer fra sedimentprøver ved stasjon KÅR A. A: Fint sediment med mørk farge innerst på stasjonen. B: Polychaeten (*Alitta virens*) var vanlig. C: Grabbhugg som viser at det er mer liv under overflaten av sedimentene. Her ser vi levende hjerteskjell (*Cerastoderma edule*). Hullene i risten er 1 mm i diameter.

### KÅR B

Mange hauger etter fjæremark (*Arenicola marina*) ble observert på bunnen ved KÅR B den 20.09.2012, men ingen individer ble tatt i den håndholdte grabben. Det ble i tillegg observert mye blæretang (*Fucus vesiculosus*) på steiner i bukten. Hele individer av blæretang ble ikke

tatt i grabben, da man forsøker å unngå steiner ved grabbhugg. Forekomsten er dokumentert i Figur 10 C og D. Dewtaljer fra huggene ved KÅR B er vist i Figur 11.

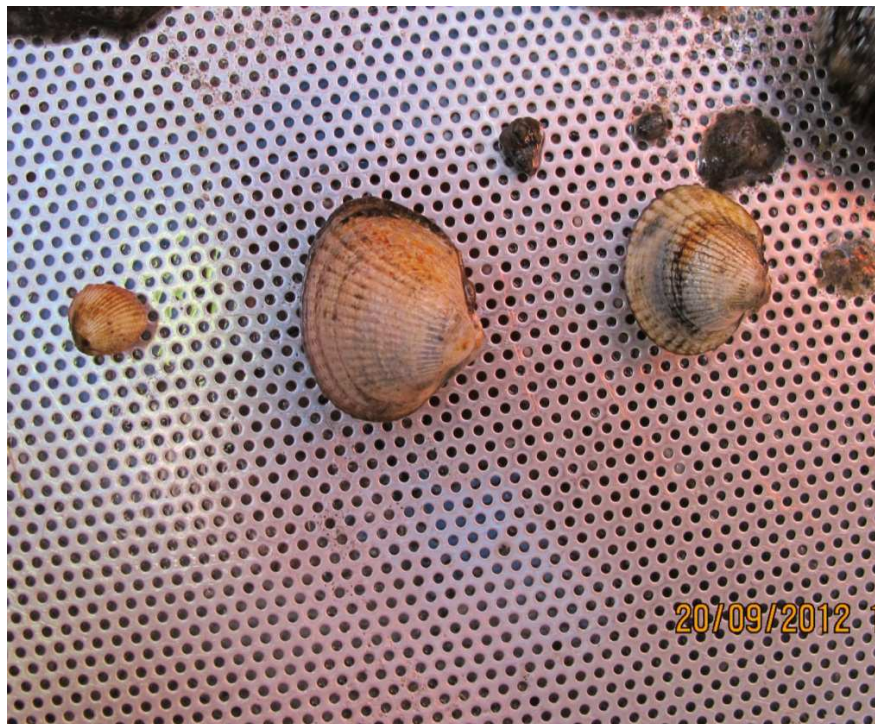


Figur 10 Prøvepunkt KÅR B over og under vann. A og B: Området sett fra bukten henholdsvis i retning nord og vest; C og D: steiner, blåskjell og blæretang på bunnen, E og F: variasjon i sediment-typer og forekomst av levende blåskjell. Bølgepåslag og strøm gjorde vannet uklart denne dagen (28. 09.2012), og demonstrerer hvordan fine sedimenter ved KÅR B vaskes bort.





A



B

Figur 11 A: Detalj av sedimentprøver fra KÅR B med dominans av hjerteskjell (*C. edule*). Vi kan også se blåskjell (*M. edulis*) et eksemplar av butt strandsnegl (*Littorina obtusata*) og en flik av et eksemplar av blæretang (*F. vesiculosus*). B: Prøven inneholdt hjerteskjell i ulike størrelser. Hullene i risten er 1 mm i diameter.

## Kår C og Kår D

Resultatene fra de kvantitative bunndyrsundersøkelsene er presentert i Tabell 12, Figur 12 og vedleggstabell 1 og 2.

KÅR C ligger på ca. 2.5 meters dyp like utenfor terskelen til bukten ved gjestehuset. Stasjonen er utsatt for bølger og strøm, og dypet vil påvirkes relativt mye av tidevannsforskjeller. Da prøvene ble tatt var vannstanden høy ved lavvann, og dypet ble målt til 2,5 meter. Dette betyr at ved ekstremt lavvann vil dypet være under to meter

Det ble funnet total 2409 individer fordelt på 61 arter. Geometriske klasser brukes for å gi en grafisk fremstilling av fordelingen av arter på en stasjon (Figur 12). Det var 15 arter i geometrisk klasse I, 6 arter i geometrisk klasse II, 15 arter i geometrisk klasse III og senere 5 arter i geometrisk klasse VIII. Den taggete formen på kurven tilsvarer grafen til et samfunn som er moderat forurenset/belastet, og der artsmangfoldet er noe redusert (generell vedleggsdel, figur v1).

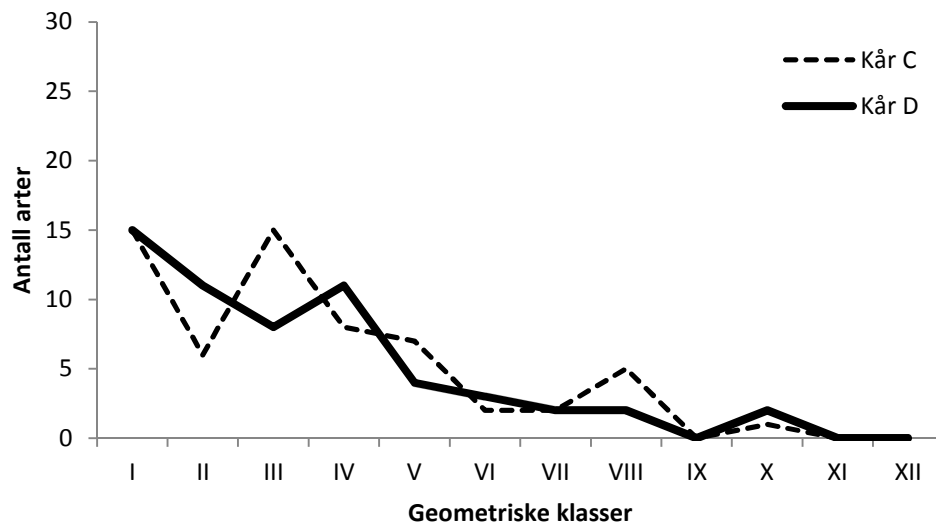
KÅR D lå ved undersøkelsestidspunktet på ca 4,5 meters dyp. Påvirkning av tidevannsstrømmer og bølger vil være mindre ved KÅR D enn ved KÅR C, men også ved KÅR D vil tidevannet påvirke dypet relativt mye. Det ble funnet totalt 2607 individer fordelt 58 på arter. Det var 15 arter i geometrisk klasse I, 11 arter i geometrisk klasse II og IV, men 8 arter i klasse III. Dette tilsvarer noe et større mangfold enn ved KÅR C, ettersom det er flere arter som er representert ved færre individer. De geometriske klassene gir likevel en taggete kurve, og tyder på et samfunn som er moderat belastet.

Totalvurderingen etter bunndyrsundersøkelsene ga stasjonene tilstandsklasse II- God.

Alle indeksene utenom ISI-indeksen viste tilstandsklasse II. Ettersom ISI-indeksen kun baserer seg på tilstedeværelse av en art, og ikke antallet individer innen arten, anses denne som mindre sensitiv enn AMBI (se generell vedleggsdel). Selv om man normalt sett skal ha en konservativ tilnærming til bruk av indekser og bedømme tilstanden etter den dårligste indeksen, er det i dette tilfellet god overensstemmelse mellom alle de andre indeksene enn ISI. Standarden tilsier også at Norwegian Quality Index 1 (NQI1) skal tillegges mest vekt, og den samlede vurderingen ble dermed at stasjonene fikk tilstandsklasse II- God.

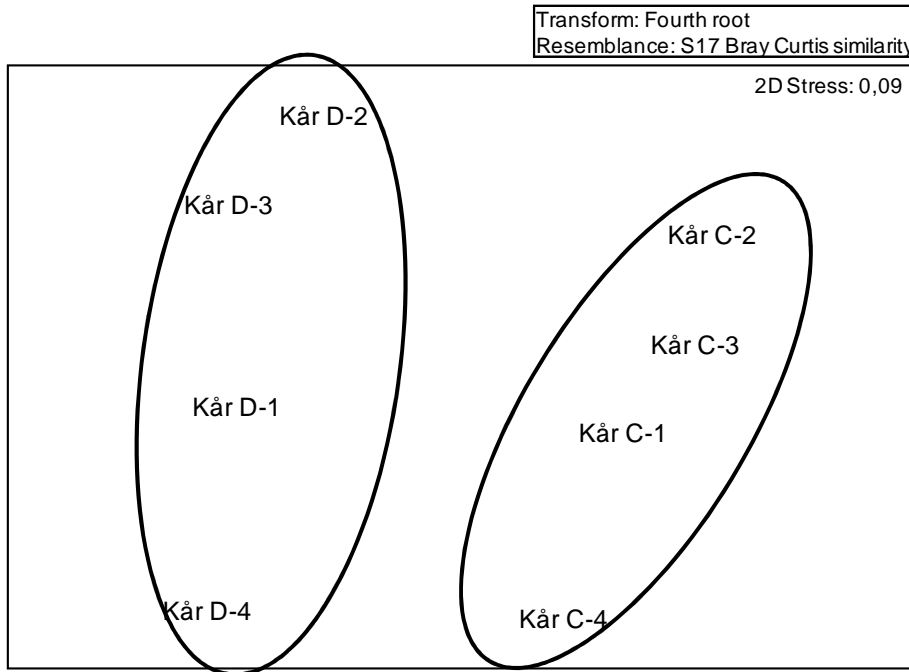
Tabell 12. De undersøkte lokalitetene på Kårstø, antall individer og arter med ømfintlighetsindekser og diversitetsindekser (H', J, H'-max, AMBI, NQ1 og NQ12, ES100 og ISI, se generell vedleggsdel). Norwegian Quality Index 1 og 2 (NQ1 og 2). NQ1 tillegges mest vekt for å angi KLIFs tilstandsklasse. Fargekoder for tilstandsklassene er som vist i 0: Grønn = TK II- God, Gul = TK III- Moderat.

Stasjon	Hugg	Antall arter	Antall individer	Diversitet				Jevnhet			TK	
				H'	NQ11	NQ12	AMBI	ISI	ES100	J		H'-max
Kår C	1	46	755	3,33	0,68	0,59	2,69			0,60	5,52	
	2	40	488	3,53	0,73	0,65	2,02			0,66	5,32	
	3	40	608	3,66	0,68	0,62	2,65			0,69	5,32	
	4	40	558	3,45	0,64	0,56	3,15			0,65	5,32	
	Sum	61	2409	3,69						0,62	5,93	
	Snitt	42	602	3,49	0,68	0,60	2,63	6,9	21,20	0,65	5,37	II – God
Kår D	1	40	817	2,92	0,66	0,55	2,69			0,55	5,32	
	2	34	423	3,13	0,73	0,63	1,79			0,61	5,09	
	3	33	731	2,71	0,70	0,58	1,98			0,54	5,04	
	4	37	636	3,12	0,63	0,53	3,20			0,60	5,21	
	Sum	58	2607	3,11						0,53	5,86	
	Snitt	42	602	3,49	0,68	0,60	2,63	6,3	17,60	0,65	5,37	II – God

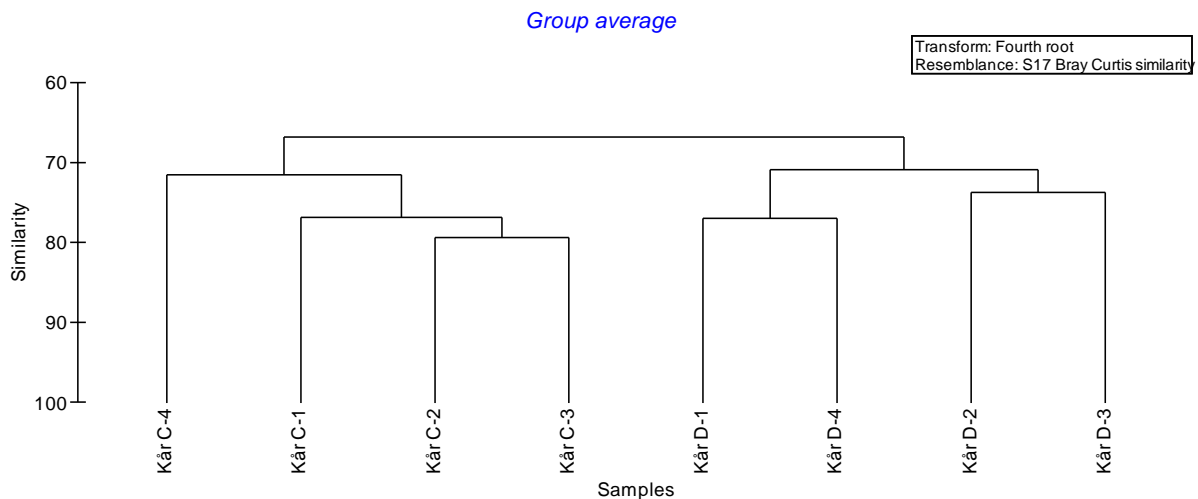


Figur 12 Geometriske klasser ved stasjon KÅR C og KÅR D. Antall arter (langs y-aksen) og geometriske klasser (langs x-aksen) i prøvene fra Kårstø (se generell vedleggsdel for forklaring av kategoriene).

## SAM-Marin



Figur 13 MDS-plott av bunnfaunaresultatene fra stasjonene Kår C og Kår D ved Kårstø 2012. Analysen er utført på Huggnivå, ettersom det ikke finnes historiske data fra stasjonene. Elipseformene omslutter data fra hver stasjon. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots transformerte data. Stasjonsnavn og prøve nummer er angitt slik at forkortelsen Kår D-1 betyr det første hugget ved stasjon KÅR D.



Figur 14 Dendrogram av bunnfaunaresultatene fra stasjonene Kår C og Kår D ved Kårstø i 2012. Cluster-analysen er utført på hugg-nivå. Analysen er basert på Bray-Curtis indeks. Beregningene er foretatt på fjerderots transformerte artsdata. Stasjonsnavn og prøve nummer er angitt slik at forkortelsen Kår D-1 betyr det første hugget ved stasjon KÅR D.

## 4. DISKUSJON

Analysene av kornstørrelse og organisk innhold i sedimentene er støtteparametere som brukes ved vurderingen av innholdet av miljøgifter i sedimentet. Etersom miljøgifter binder seg til partikler og organisk materiale, vil både kornstørrelse og organisk innhold kunne være med å forklare variasjoner i innhold av miljøgifter. Både kornfordeling og organisk innhold vurderes også kvalitativt ved prøvetakning. De kvalitative funnene ved årets undersøkelse er som forventet, med fint sediment og tegn til organisk innhold (farge og lukt) på den grunneste stasjonen innerst i bukten. Glødetapsanalysene viste lavt organisk innhold ved de fleste stasjonene, og noe høyere ved den innerste stasjonen. Dette harmonerer med at det er lite fint sediment ytterst, og mer sedimentasjon innerst. Nivåene synes likevel å være lave. I denne perioden ble det påvist en feil ved termostaten i ovnen, som gjorde at temperaturen kan ha variert mer enn tillatt. I kombinasjon med de overraskende resultatene har vi valgt å rapportere årets glødetapsanalyse uten desimaler, og analysen kan ikke anses som akkreditert. Dette har ikke påvirket de øvrige resultatene, eller vår tolkning av tilstandene. Bestemmelse av kornstørrelsen i sedimentet viser ikke unormale verdier, selv om de fineste fraksjonene ikke er til stede i kvantifiserbare mengder ved KÅR B.

### Miljøgifter

Det var i utgangspunktet usikkerhet om hvorvidt det kunne ha forekommet avrenning med innhold av olje og metaller fra piggvask i miljøbygget som ikke hadde gått gjennom oljeutskilleren, eller annen avrenning fra overflaten. I tillegg var det spørsmål om i hvilken grad forurensning som inneholdt perfluorerte forbindelser hadde forekommet fra brannstasjonen.

Utslipptet fra miljøbygget til resipienten går gjennom en oljeutskiller. Nivåene av hydrokarboner er likevel noe høyere enn forventet bakgrunn, noe som tyder på en viss tilførsel av hydrokarboner til resipienten. Dersom løsemidler som løser oljekomponenter i vannfasen slippes til oljeutskilleren vil dette medføre utslipp av oljekomponenter i avløpsvannet fra oljeutskilleren. Det er også mulig at avrenning utenom oljeutskilleren er kilden til forhøyet THC i bukten.

De kjemiske analysene viser lave konsentrasjoner av de PFC, tungmetaller, PAH og LRA i sedimentet, og det er samsvar mellom nivåer av miljøgifter i sediment og blåskjell i resipienten. Innholdet av miljøgifter er som forventet høyest ved den innerste stasjonen der også sedimentet er finest og det er minst strøm og utskiftning. Det organiske innholdet er også høyest her, og prøvepunktet ligger tettest på utslippspunktene. Likevel er de høyeste nivåene av miljøgifter generelt sett lave i henhold til standard for klassifiseringer av

miljøtilstand. Metodene som er i bruk er standardiserte og både prøvetakning på de dypeste stasjonene og alle de kjemiske analysene er utført akkreditert. Det er derfor liten grunn til å tvile på at de generelle konsentrasjonene av miljøgifter er lave.

### **PFC-forbindelser i albusnegl og sediment**

Sum PFC (eksklusiv og inklusiv LOQ) var lav i albusnegl ved de fleste stasjonene, og utenom nivåene av én forbindelse (PFBA) ble de laveste konsentrasjonene av PFC i albusnegl funnet ved referansestasjonen ved Trosnavåg. De høyeste konsentrasjonene i albusnegl rundt bukten ved OMR A tyder på en viss lokal tilførsel av PFC i nærheten av OMR A. Forskjellene mellom forbindelsene som ble kvantifisert ved Kårstø og referansestasjonen kan også tyde på at kildene til PFC ved Trosnavåg og Kårstø prosessanlegg er ulike.

PFC i sedimentet ved KÅR A og Kår B var lave, og bortsett fra enkelte paralleller ved KÅR A var nivåene under LOQ. Det er med denne undersøkelsen ikke mulig å fastslå om utslippet ved gjestehuset er kilden til PFC, ettersom vi ikke har en gradient i området å sammenlikne med. Det er likevel sannsynlig at utslippet stammer fra bukten ved Gjestehuset, ettersom OMR A hadde mye høyere konsentrasjoner av PFC enn OMR B. Nivåene ved Kårstø Gjestehus tilsvarer andre prosessanlegg langs Vestlandskysten (Tabell 13). De lave PFOS verdiene i sediment, kan også tyde på at tilførselen av PFOS har stanset, etter utfasingen i 2007, og at PFOS vi finner i albusnegl er spor etter tidligere utslipp, eller lekker fra forurensning av grunnen rundt brannstasjonen. De forbindelsene vi finner som har erstattet PFOS i brannkum kan derimot stamme fra nylige utslipp.

Tabell 13. **Konsentrasjoner av PFOS i albusnegl i Norge 2008-2012.**

<b>PFOS i Patella</b>		
<b>Lokalitet:</b>	<b>ng/g vv:</b>	<b>Kilde:</b>
Kollsnes 2012	<b>0,1-11,8</b>	Haave 2013
Mongstad 2012	<b>0,3-0,5</b>	Haave og Johansen 2012
Kollsnes 2011	<b>0,1-8,3</b>	Hadler-Jacobsen og Heggøy 2012
Kollsnes 2010	<b>0,4- 18,5</b>	Hestetun et.al 2010
Solberg Scandinavian 2008	<b>12-206</b>	Amundsen et al. 2008

For verdier av PFOS i vann og sediment har KLIF utarbeidet tilstandsklasser som gir en pekepinn på hvilken innvirkning forurensningen har på det undersøkte miljøet, TA-2229/2007 (Tabell 14).

PFOS verdiene i sedimentet ved KÅR A ligger i 2012 innenfor intervallet i KLIFs tilstandsklasse II-God, ettersom LOQ for PFOS befinner seg i TK II.

Tabell 14. **Tilstandsklasser for PFOS i sediment, Utdrag fra TA-2229/2007 (Bakke et al. 2007). Tallene er angitt som µg/kg.**

	<b>I</b>	<b>II</b>	<b>III</b>	<b>IV</b>	<b>V</b>
<b>Tilstandsklasse</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>God</b>	<b>Moderat</b>	<b>Dårlig</b>	<b>Svært dårlig</b>
PFOS (µg/kg)	<0,17	0,17-220	220-630	630-3100	>3100

Benevnningen µg/kg = ng/g

Tilsvarende tilstandsklasser for PFOS eller andre PFC-forbindelser i organismer er ikke utarbeidet, men noen data for toksisitet finnes. Estimert null-effektkonsentrasjon (Predicted No effect Concentration – PNEC) for PFOS i snegler er 73 ng/g (3M, 2003), og null-effekts konsentrasjon (NOEC) i vann for ulike arter fisk brukt som test-organismer er på <10-27 µg/L (revidert i Moermond et al. 2010).

Man kan dermed anta at de påviste nivåene av PFOS i sedimentet og albusnegl ikke vil ha en toksisk effekt i miljøet.

Generelt sett er det likevel interessant å følge med på utviklingen av nivåene av forbindelser som har erstattet PFOS i brannskum. En økning i disse forbindelsene, eller deres metabolitter i biota over tid vil kunne medføre nye trusler for miljøet. Man vet ennå ikke nok om PFC forbindelsenes nedbrytning, toksisitet og skjebne i miljøet til å fastslå at bruken ikke medfører fare for opphopning i miljøet og næringskjeden.

## Biologi

De geometriske klassene til KÅR C og KÅR D tydet på moderat belastede samfunn. Ettersom vi ser av analysene at det ikke er miljøgiftbelastningen som er utfordringen ved KÅR C og D, kan artssammensetningen mest sannsynlig forklares med andre forhold. Stasjonene befinner seg på grunt vann (2,5- 4,5 meter), og bunndyrene vil derfor være utsatt for relativt store variasjoner i saltholdighet og temperatur gjennom året. Også strøm og bølger vil påvirke stasjonene. Samtidig er det få strukturer her som gir beskyttelse mot

## SAM-Marin

strømmene, og bunnen er nokså ensartet sandbunn. Artene som finnes på stasjonene vil dermed være arter som er tolerante overfor slike forhold med store variasjoner gjennom året. Dette setter en naturlig begrensning på mangfoldet ved stasjonene.



## 5. KONKLUSJON

Årets undersøkelse av resipienten ved Gjestehuset på Kårstø fant jevnt over lave konsentrasjoner av miljøgifter. Stasjon KÅR A lokalisert rett nedenfor anlegget ved avrenningspunktet, er den stasjonen hvor man fant de høyeste konsentrasjonene av radioaktivitet, sum PAH, oljekomponenter (THC), de fleste tungmetallene og PFC. Her er det også høyest organisk innhold og finest sediment.

Like ved utslippspunktet ved (KÅR A) og ved terskelen til bukten (KÅR C) hadde sum PAH tilstandsklasse II- God, mens de to andre stasjonene KÅR B og KÅR D hadde TK I- Bakgrunn. PAH forbindelsene benzo[a] antracen og benzo [g,h,i] perylen hadde tilstandsklasse IV i sedimentet ved KÅR A, mens de øvrige forbindelsene hadde TK I og TK II. Oljeinnholdet i sedimentet ved Kårstø var relativt høyt, og tyder på tilførsel av oljeholdig avløpsvann eller annen avrenning av olje fra overflaten. Nivåene representerer likevel ingen umiddelbar fare for miljøet eller organismene i bukten.

Alle stasjoner hadde TK I for tungmetaller i sediment. PFOS i sediment gis tilstandsklasse II- God, ettersom TK I ligger under LOQ. PFOS ble kun kvantifisert i enkelte prøver ved KÅR A, som kan tyde på at tilførsel av PFOS har stanset eller er sterkt redusert etter utfasingen. PFOS og andre PFC i albusnegl vil kunne være akkumulert over tid, ettersom albusnegl kan bli 16 år gamle. Generelt langs kysten ser vi nå en trend til synkende PFOS verdier i sedimenter og biota, og nivåene ved Kårstø ligger i samme konsentrasjonsområde som de øvrige lokalitetene SAM- Marin har undersøkt de siste årene. Oppfølgende undersøkelser vil kunne vise om funnene ved Kårstø dette er et enkeltstående funn, eller en trend også i dette området. En forklaring på trenden er utfasingen av PFOS holdig brannskum. Det vil dermed være interessant å følge opp funnene i denne rapporten, og å undersøke om PFC forbindelsene som har erstattet PFOS dermed vil stige tilsvarende i miljøet i de kommende årene.

De biologiske forholdene både i bukten og utenfor synes gode, og er som forventet på denne typen stasjoner med delvis tørrlegging, store relative variasjoner i vanddyb, saltholdighet, bølgepåvirkning og strømforhold.

**TAKK:** Takk til Gunvor Marie Lothe ved Statoil Kårstø for hyggelig samarbeid under oppdraget. Takk til Bjarte Espevik ved Kvitsøy Sjøtjenester for god assistanse.

## 6. LITTERATUR

- 3M. 2003. Environmental and health assessment of perfluorooctanesulphonic acid and its salts, 3M Company US.
- Alvsvåg, J., R. Nordhagen, E. Bjønnes, G. Gripstad. 2008. Oppfølgende miljøundersøkelse ved Kollsnes prosessanlegg i 2007, sjøbunn. Multiconsult. Rapport 117125/1.
- Amundsen, C.E., I. Forfang, R. Aasen, T. Eggen, R. Sørheim, T. Hartnik & K. Næs. 2008. Screening of polyfluorated organic compounds at four fire training facilities in Norway. SFT TA-2444/2008. 88 s.
- Bakke T., Breedveld G., Källqvist T., Oen A., Eek E., Ruus A., Kibsgaard A., Helland A., Hylland Ketil 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT TA-2229/2007. 12s.
- Bakke, T., Fjeld, E., Skaare, B.B., Berge, J.A., Green, N., Ruus, A., Schlabach, M., Botnen, H. 2007. Kartlegging av metaller og utvalgte nye organiske miljøgifter 2006. (Klif) report no. 990/2007 (TA-2284/2007). NIVA report no. 5464-2007. 105 p.
- Berger U. og Thomsen C. 2006. Per- og polyfluorerte alkylstoffer(PFAS) NILU, Tromsø, Nasjonalt folkehelseinstitutt, Divisjon for miljømedisin, Oslo Kjemi 2/2006
- Brooke, D., Footitt, A. og Nwaogu, T.A. 2004. Environmental risk evaluation report: Perfluorooctanesulphonate (PFOS), Environment Agency, Chemicals Assessment Section.
- Ellis, D.A., Martin, J.W., De Silva, A.O., Mabury, S.A., Hurley, M.D., Sulbaek Andersen, M.P. og Wallington, T.J. 2004. "Degradation of fluorotelomer alcohols: A likely atmospheric source of perfluorinated carboxylic acids." Environ Sci Technol 38(12): 3316-3321.
- Eriksen, V., Ø.F. Tvedten, N. Brattenborg, A. Skogen & K.F. Hansen. 1999. Oppfølgende miljøundersøkelse på Kollsnes 1998. Samlerapport. Rogalandforskning. RF-rapport 1999/046.
- Eriksen, V., Ø.F. Tvedten & N. Brattenborg. 2002. Oppfølgende miljøundersøkelse på Kollsnes 2001 – Samlerapport. Rogalandforskning. RF-rapport 2002/051.
- Fjeld, E., Schlabach, M., Berge, J.A., Green, N., Egge, T., Snilsberg, P., Vogelsang, C., Rognerud, S., Kallberg, G., Enge, E.K., Borge, A., Gundersen, H., 2005. Kartlegging av utvalgte nye organiske miljøgifter 2004. Bromerte flammehemmere, perfluorerte forbindelser, irgarol, diuron, BHT og dicofol. SFT rapport no. 927/2005 (TA-2096/2005). NIVA rapport no. 5011-2005. 97s + annexer
- Green, N.W., Schøyen, M., Øxnevad, S., Ruus, A., Høggåsen, T., Beylich, B., Håvardstun, J., Rogne, Å.G., Tveiten, L. 2010. Coordinated environmental monitoring programme (CEMP). Hazardous substances in fjords and coastal waters – 2009. Levels, trends and effects. Climate and Pollution Agency, Statlig program for forurensningsovervåking, report no. 2566/2010, TA number. 2716/2010, 287 p. ISBN: 978- 82-577-5602-4.
- Hadler-Jacobsen, S. og 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. 158 s.
- Herzke, D., M. Schlabach, E. Mariussen, H. Uggerud, E. Heimstad. 2007. A literature survey on selected chemical substances. SFT TA-2238/2007. 112 s.
- Hestetun, J., E. Heggøy, P-O. Johansen. 2010. Oppfølgende miljøundersøkelse ved Kollsnes prosessanlegg I 2010. SAM e-Rapport nr. 14-2010. SAM-Marin, Uni Research. 117 s.

- Haave, M. og P-O. Johansen. 2012. Analyse av perfluoreerte forbindelser i Albusnegl (*Patella vulgata*) ved Statoil Mongstad, SAM e-rapport nr 24-2012. Uni Research. 18s.
- Haave, M. 2012, Oppfølgende undersøkelser av perfluoreerte forbindelser (PFC) ved Kollsnes prosessanlegg i 2012, SAM e-rapport, nr 3-2013. Uni Research. 79 s.
- Johannessen, P.J., Ø Tvedten & H. Botnen. 1991. Resipientundersøkelse i Kvaliosen i Øygarden kommune. IFM-rapport 33/1991, Institutt for fiskeri- og marinbiologi, Universitetet i Bergen. 25 s.
- Kannan, K., et al. 2005. "Chlorinated, brominated, and perfluorinated contaminants in livers of polar bears from alaska." *Environ Sci Technol* 39(23): 9057-9063.
- Konieczny, R. & A. Juliussen 1994. Sonderende undersøkelser i norske havner og utvalgte kystområder. Fase 1. Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik-Kragerø. NIVA-rapport 587 (O-93177), 185 sider
- Martin, J.W., Smithwick, M.M., Braune, B.M., Hoekstra, P.F., Muir, D.C. og Mabury, S.A. 2004. "Identification of long-chain perfluorinated acids in biota from the canadian arctic." *Environ Sci Technol* 38(2): 373-380.
- Moe, K.A., G.M. Skeie, T.H. Pearson, J. Klungsøyr, K. Westerheim & E. Lystad. 1992. Sublittorale overflatesedimenter, Kollsnes Øygarden 1991 – Tungmetaller, hydrokarboner og fauna. CMS-082-2.
- Moen F.E og E. Svensen. 2008. Dyreliv i havet - Nordeuropeisk marin fauna 5. utgave KOM forlag ISBN: 978-82-92496-58-9
- Moermond, C.T.A., E.M.J. Verbruggen, C.E. Smit. 2010. Environmental risk limits for PFOS- A proposal for water quality standards in accordance with the Water Framework Directive, The National Institute for Public Health and the Environment, RIVM Report 601714013/2010.
- Møskeland, T., Arp, H. P., Nyholm, J.R., Grabic, R., Andersson, P., Karrman, A., Elgh-Dhalgren, K. ang Venzi, M.S. 2010. Environmental screening of selected "new" brominated flame retardants and selected polyfluorinated compounds 2009, rapportnr. 1067/2010, TA number TA-2625/2010
- Myhrvold, A., R.K. Lein, A. Skogen & K.F. Hansen. 1996. Oppfølgende miljøundersøkelse på Kollsnes 1995. Rogalandforskning. RF-rapport 96/169 a-d.
- Solé M, Porte C, Albaigés J. 1995. Seasonal variation in the mixed-function oxygenase system and antioxidant enzymes of the mussel *Mytilus galloprovincialis*. *Environmental Toxicology and Chemistry* 14(1): 157-164
- Stubberud, H. 2006. Økotoksikologiske effekter av PFOS, PFOA og 6:2 FTS på meitemark (*Eisenia fetida*) STF, TA-2212.
- Tvedten, Ø.F. A.H. Tandberg & N. Brattenborg. 2005. Oppfølgende miljøundersøkelse ved Kollsnes gassanlegg i 2004. Sammendragsrapport. Rogalandforskning. RF-rapport.
- Verreault, J., Houde, M., Gabrielsen, G.W., Berger, U., Haukas, M., Letcher, R.J. og Muir, D.C. 2005. "Perfluorinated alkyl substances in plasma, liver, brain, and eggs of glaucous gulls (*Iarus hyperboreus*) from the norwegian arctic." *Environ Sci Technol* 39(19): 7439-7445.
- Wang, N., Szostek, B., Folsom, P.W., Sulecki, L.M., Capka, V., Buck, R.C., Berti, W.R. og Gannon, J.T. 2005. "Aerobic biotransformation of 14c-labeled 8-2 telomer b alcohol by activated sludge from a domestic sewage treatment plant." *Environ Sci Technol* 39(2): 531-538.

## ***Generelt vedlegg***

### ***Analyse av bunndyrsdata***

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.

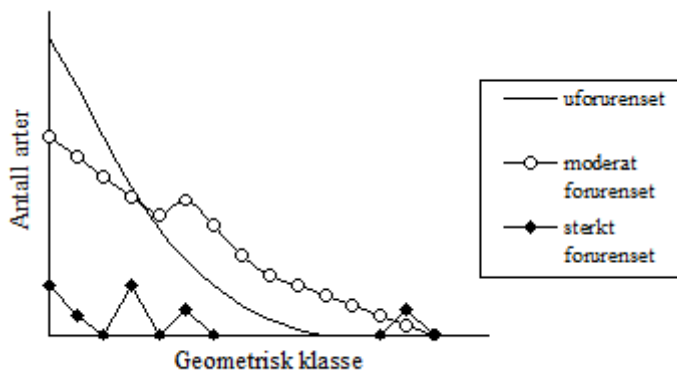
### **Geometriske klasser**

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 artsrikdom. Utfra indeksen kan miljøkvaliteten i et område vurderes, men metodene må brukes med forsiktighet og sammen med andre resultater for at konklusjonen skal bli riktig. Klima og forurensningsdirektoratet (Klif) legger imidlertid vekt på indeksen når miljøkvaliteten i et område skal anslås på bakgrunn av bunnfauna (Molvær et al. 1997 og Direktoratetsgruppe Vanndirektoratet 2009, Tabell v2 og v3).

**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:  $p_i = n_i/N$ , og  $n_i$  = antall individer av art  $i$ ,  $N$  = totalt antall individer i prøven eller på stasjonen og  $S$  = totalt antall arter i prøven eller på stasjonen.

Diversiteten er vanligvis over tre i prøver fra uforurensede stasjoner. Ved å beregne den maksimale diversitet som kan oppnås ved et gitt antall arter,  $H'_{\max}$  ( $= \log_2 S$ ), er det mulig å uttrykke jevnheten (J) i prøven på følgende måte:

$$J = \frac{H'}{H'_{\max}} \quad (\text{Pielou 1966}),$$

der:  $H'$  = Shannon Wiener indeks og  $H'_{\max}$  = diversitet dersom alle arter har likt individantall.

Dersom  $H' = H'_{\max}$  er J maksimal og får verdien én (1). J har en verdi nær null dersom de fleste individene tilhører en eller få arter.

**Hurlbert diversitetsindeks ES(100)** er beskrevet som:

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

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.

**Diversitetsindeksen SN** er beskrevet som:

$$SN = \ln S / \ln(\ln N)$$

Hvor  $S$  er antallet arter, og  $N$  er antallet individer i prøven

## Ømfintlighet

Ømfintlighet bestemmes ved indeksene ISI og AMBI. Beregning av ISI er beskrevet av Rygg (2002). ISI er en sensitivitetsindeks. Grunnlaget for beregningen er senere utvidet og artsnomenklaturen er standardisert. Den reviderte ISI betegnes  $ISI_{2012}$  (NIVA, rapport under utarbeidelse). Hver art er tilordnet en ømfintlighetsverdi. ISI er en kvalitativ indeks som bare tar hensyn til hvilke arter som er til stede. Den tar ikke hensyn til individantallet av dem. En prøves ISI-verdi beregnes ved gjennomsnittet av sensitivitetsverdiene av artene i prøven.

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

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

Sensitivitetsindeksen AMBI (Azti Marin Biotic Index) tilordner 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 faunaekspertene. Sammensetningen av makrovertebratsamfunnet i form av andelen av økologiske grupper indikerer omfanget av forurensningspåvirkning.

## Sammensatte indekser

Sammensatte indekser NQI1 og NQI2 bestemmes ut fra både artsmangfold og ømfintlighet. NQI1 er brukt i NEAGIG (den nordøst-atlantiske interkalibreringen). De fleste land bruker nå sammensatte indekser av samme type som NQI1 og NQI2. NQI-indeksene er beskrevet ved hjelp av formlene:

$$\text{NQI1 (Norwegian quality status, version 1)} = [0.5*(1-AMBI/7) + 0.5*(SN/2.7)*(N/(N+5))]$$

$$\text{NQI2 (Norwegian quality status, version 2)} = [0.5*(1-AMBI/7) + 0.5*(H'/6)]$$

hvor AMBI er en sensitivitetsindeks, SN og  $H'$  diversitetsindekser, og N er antall individer i prøven.

## Referansetilstand og klassegrenser

Artsdiversiteten ( $H'$ ) og NQI1 beregnes for hver prøve (grabbhugg) og gjennomsnittet klassifiserer stasjonen etter veileder 01:2009. I tillegg blir diversitetsindeksen for summen av antall dyr på stasjonen regnet ut og rapportert i henhold til Molvær et al. 1997 for sammenligning med historiske data. Diversiteten og fordelingen av sårbare vs. robuste arter brukes deretter til å gi området en tilstandsklasse som varierer fra I (meget god) til V (meget dårlig) (Tabell v2 og v3)

**Tabell v2:** Tabellen under gir en oversikt over klassegrenser og referansetilstand for de ulike indeksene i henhold til veileder 01:2009\*:

Indikativ parameter	Referanse-verdi	Økologiske tilstandsklasser basert på observert verdi av indikativ parameter (nye verdier, 2008)				
		Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
NQI1	0.78	>0.72	0.63-0.72	0.49-0.63	0.31-0.49	<0.31
NQI2	0.73	>0.65	0.54-0.65	0.38-0.54	0.20-0.38	<0.20
H'	4.4	>3.8	3.0-3.8	1.9-3.0	0.9-1.9	<0.9
ES <sub>100</sub>	32	>25	17-25	10-17	5-10	<5
ISI	9.0	>8.4	7.5-8.4	6.1-7.5	4.2-6.1	<4.2

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

**Tabell v3:** Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna. Veiledning 97:03- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann.

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Svært dårlig
<b>Artsmangfold bløtbunnsfauna</b>	Hulberts indeks	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks	>4	4-3	3-2	2-1	<1

### 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:

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

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

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

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.

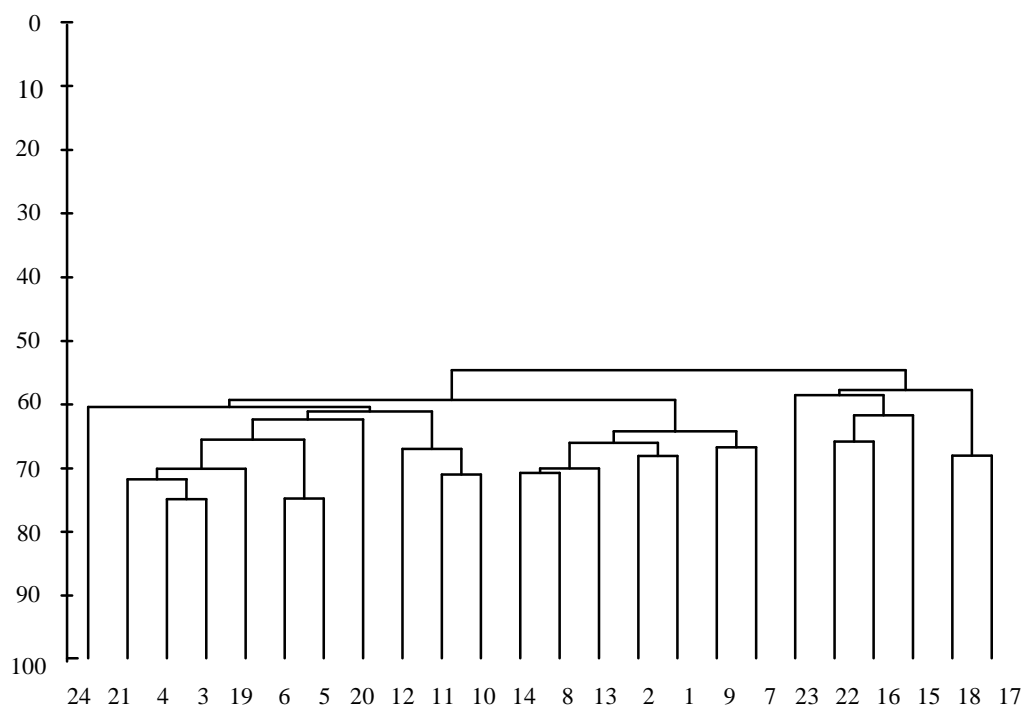
### Dataprogrammer

Samtlige data-analyser og beregninger er utført på PC ved hjelp av dataprogrammer eller makroer. Rådata er lagt i regnearket Microsoft Excel. Diversitet (H'), jevnhet (J), H'-max og inndelingen i geometriske klasser er beregnet ved hjelp av en Excel makro kalt "Diversi". Dataprogram og makro er laget av Knut Årrestad ved Institutt for fiskeri- og marinbiologi, UiB.

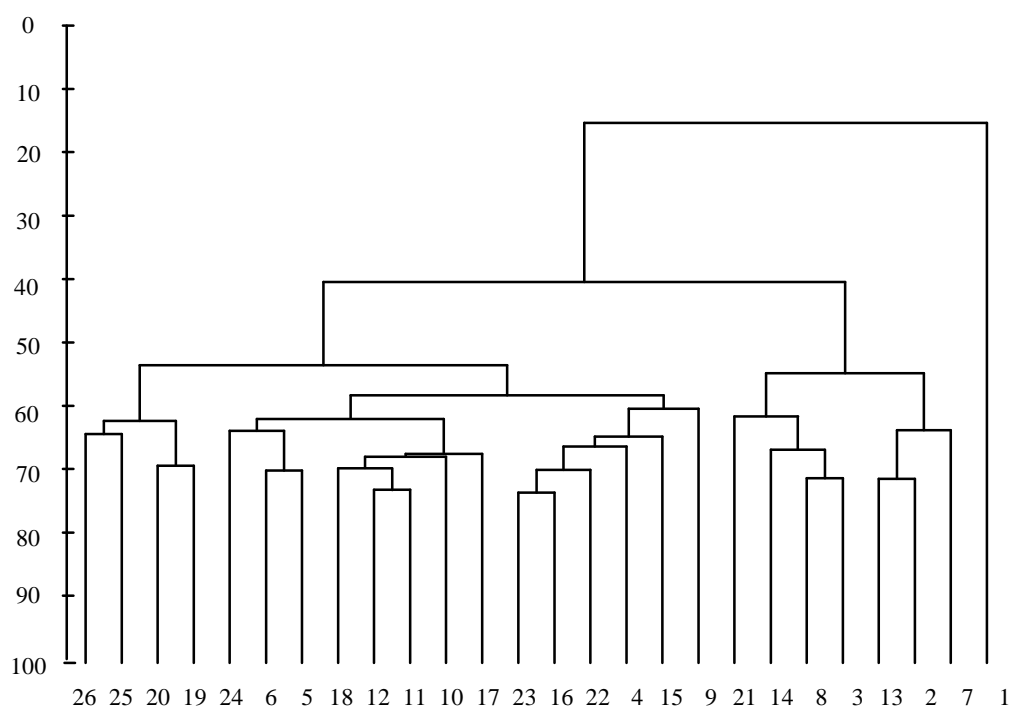
De multivariate analysene er utført med dataprogrammer fra programpakken Primer fra Plymouth Marine Laboratory i England. Clusteranalysen er utført med programmet Cluster, til MDS-analysen er programmet Mds benyttet. Azti Marine Biotic Index beregnes ved hjelp av dataprogrammet AMBI.

## SAM-Marin

### FAUNALIKHET



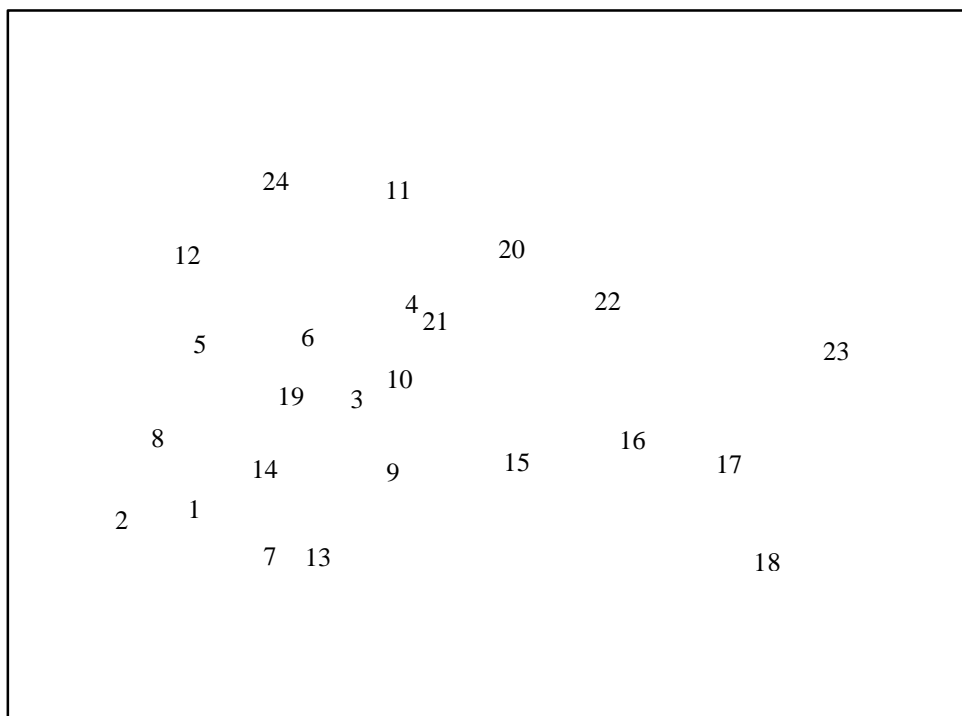
### FAUNAFORSKJELL



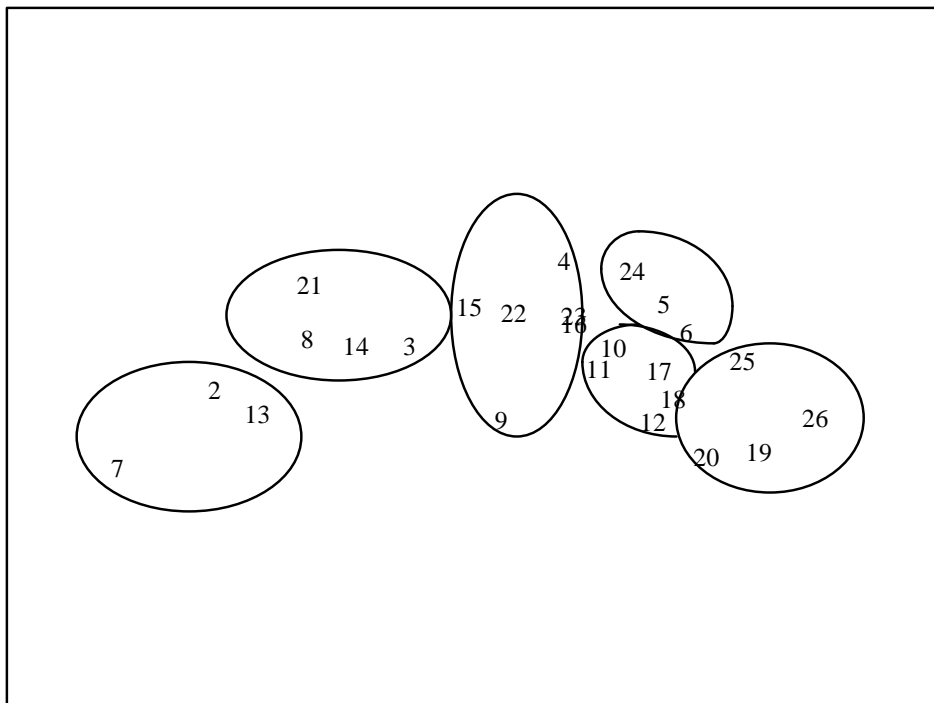
**Figur v2.** Dendrogram som viser henholdsvis stor og liten faunalikhet (Bray-Curtis similaritet) mellom prøver.

# SAM-Marin

## 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

- Bakke T., Breedveld G., Källqvist T., Oen A., Eek E., Ruus A., Kibsgaard A., Helland A., Hylland Ketil 2007. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revisjon av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter. SFT TA-2229/2007. 12s
- Berge G. 2002. Indicator species for assessing benthic ecological quality in marine waters of Norway. *NIVA-rapport 4548-2002*.
- Botnen, H. B., G. Vassenden, et al. (2001). Miljøundersøkelse i Fjonavika, Sveio Kommune. IFM-rapport, Institutt for fiskeri og marinbiologi. 7: 26.
- Borja, A., Franco, J., Perez, V., 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
- Bray JR, Curtis JT. 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. - *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Gray JS, Mirza FB. 1979. A possible method for the detection of pollution-induced disturbance on marine benthic communities. - *Marine Pollution Bulletin* 10:142-146.
- Molvær J, Knutzen J, Magnusson J, Rygg B, Skei J, Sørensen J. 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon*. SFT-veiledning nr. 97:03. 36 s.
- Pearson TH, 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.
- Pearson TH, Gray JS, Johannessen PJ. 1983. Objective selection of sensitive species indicative of pollution-induced change in benthic communities. 2. Data analyses. - *Marine Ecology Progress Series* 12:237-255.
- Pielou EC. 1966. The measurement of species diversity in different types of biological collections. - *Journal of Theoretical Biology* 13:131-144.
- Rygg B, Thélin, I. 1993. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann, kortversjon. - *SFT-veiledning* nr. 93:02 20 pp.
- Shannon CE, Weaver, W. 1949. *The mathematical theory of communication*. - University of Illinois Press, Urbana. 117 s.
- Vannportalen.no. Klassifisering av økologisk tilstand i vann. *Klassifiseringsveileder 01:2009*



**SAM-Marin**  
Thormøhlensgate 55, 5008 Bergen  
Telefon: 55 58 43 41 Telefaks: 55 58 45 25



Test 157

**Oppdragsgiver (navn og adresse): Statoil Petroleum AS**

**Prosjekt nr.: 806847**

**Prøvetakingssted (område): Kårstø, stasjon KÅR C og KÅR D**

**Dato for prøvetaking: 20.09.2012**

**Ansvarlig for prøvetaking (firma): Uni Research - SAM-Marin**

**Avvik/forhold med mulig påvirkning på resultatet: ingen**

**Artene er identifisert av: Per Johannessen, Frøydis Lygre og Tom Alvestad**

	Akkreditert	I henhold til standard	Evt. akkrediteringsnummer	Ikke akkreditert
Prøvetaking	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Sortering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	Test 157	<input type="checkbox"/>
Identifisering	<input checked="" type="checkbox"/>	ISO-5667-19	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:2 sider.

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

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

s.1.2	Stasjon	Kår C	Kår C	Kår C	Kår C	Kår D	Kår D	Kår D	Kår D
	Dato	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012
	Dyp	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	4,4m	4,4m	4,4m	4,4m
	Hugg	1	2	3	4	1	2	3	4
*	<b>HYDROZOA</b>								
*	Hydrozoa indet.	+		+	+		+		+
*	<b>PLATYHELMINTES</b>								
*	Platyhelminthes indet.			1				1	
*	<b>NEMERTINI</b>								
*	Nemertini indet.	21	3	13	32	12		6	17
*	<b>NEMATODA</b>								
*	Nematoda indet.	14	3	13	ca.30	ca.20	7	6	ca.30
	<b>POLYCHAETA</b>								
	Aonides oxycephala	1	1	4	1	1			
	Arenicola marina	0/1	1		0/5				
	Capitella capitata	57	1	48	88	73	9	12	132
	Chaetozone sp.	63	34	43	12	65	19	46	40
	Cauterella zetlandica							1	
	Dipolydora socialis						2		
	Eteone sp.	3	1	2	2	5	2	1	4
	Galathowenia oculata	1							
	Glycera lapidum			0/1					
	Harmothoe imbricata	2	3		2	1			1
	Kefersteinia cirrata	2		1	1				2
	Malacoceros sp.	1							
	Mediomastus fragilis	10	6	9	5	8	1	9	14
	Microphthalamus sp				1				
	Nephtys hombergii	2	1	3	+	1		1	
	Nephtys pente	2	1	1/1	0/2				0/2
	Nereis pelagica								1
	Nicolea zostericola	0/1	0/2	0/5	0/2	0/2	0/1	0/1	0/3
	Oligochaeta indet.								2
	Owenia borealis			0/1					
	Pectinaria auricoma					1			0/1
	Pectinaria koreni	1	6		0/1	3	1/1	4	1
	Pholoe baltica	2	3	12	2	2		12	1
	Phyllococe groenlandica		1	1			1		
	Phyllococe mucosa	4	2	9	7	11	2	1	1
	Phyllococe sp.								1
	Platynereis dumerilii	16/15	9/2	11/22	51/38	18/28	5/12	1/12	18/29
	Polycirrus norvegicus				8/2	0/2	0/2	1/1	0/1
	Polydora sp.				1				
	Protodorrillea kefersteini								
	Pseudopolydora pulchra	2	1	1			1		
	Pygospio elegans		4	6	6	9	3	13	12
	Scolecopsis korsuni	2	1	3		1			1
	Scoloplos armiger	306	139	226	185	361	136	292	229
	Spio sp.	1			1	3	1	3	5
	Spiophanes bombyx	1	0/1			2/3	2		1/1
	Spirorbidae indet					1			3
	Travisia forbesii			1					
	<b>CRUSTACEA</b>								
*	Amphipoda indet.	25	7	14	24	13	5	6	8
*	Calanus finmarchicus	1							
	Caprellidae indet	9	23	3	2	8	3	1	4
	Corophiidae indet	23	12	34	63	30	12	3	21
	Eualus gaimardii	0/1							
*	Eualus occultus		1/1						
*	Hippolyte varians	1				1/1			2
	Liocarcinus arcuatus	0/4	0/5	0/1	0/2	0/5	0/1	0/1	1/3
*	Macropodia rostrata				0/1	0/1			
	Natantia indet	0/3	0/1				0/1	0/1	
*	Pagurus bernhardus	1			0/1				
	Thoralus cranchii					0/4	0/1	0/1	0/1
	Upogebia deltaura						0/1		
*	<b>INSECTA</b>								
*	Chironomidae indet	0/1			0/1				
*	<b>MOLLUSCA</b>								
	Abra nitida					1			
	Ansates pellucida							0/1	
	Arctica islandica		0/1						

s.2.2	Stasjon	Kår C	Kår C	Kår C	Kår C	Kår D	Kår D	Kår D	Kår D
	Dato	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012	20.09.2012
	Dyp	2,4 m	2,4 m	2,4 m	2,4 m	4,4m	4,4m	4,4m	4,4m
	Hugg	1	2	3	4	1	2	3	4
	Berthella sp.	1							
	Bittium reticulatum		0/1	4	5		2		
	Chamelea striatula	0/1			0/1	0/2	0/4	0/2	0/2
	Cochloidesma praetenu	3	3	4		2		2	
	Dosinia lupinus	0/3		0/1	0/1				
	Ensis cf. ensis		0/1						
	Euspira montagui	0/1							
	Hydrobia ulvae	50	23	36	26/1	1			
	Kurtiella bidentata	2/20	44/7	9/11	15	5/5	10/4	11/16	7/7
	Lacuna vineta					2			
	Lucinoma borealis					0/1			
	Macoma balthica	2/10	0/10	2/8	1/16		1/6	0/5	0/1
	Macoma calcarea	1	3	1		2	6	1	
	Mya arenaria	0/2	0/3	0/1		0/1		0/3	
	Mytilus edulis				0/1		0/1		
	Nassarius reticulatus	2			3		1		4
	Nucula nucleus		1						
	Parvicardium scabrum	10/1	3/2	9/3	20/9	5/2	1/4	1/1	3/1
	Philine aperta							1	
	Retusa truncatula	2		1	2				
	Rissoa lilacina	3	1	1	2	5	15	3	8
	Rissoa membranacea	4	11	10	5	5	6	3	
	Rissoidae indet	0/1							
	Spisula subtruncata	4/2	1/1	3/2	2	1	0/1	1	1/1
	Tapes rhomboides	0/2	0/3	1/5	1/4		0/1		
	Tellimya ferruginosa	2/2	3/2	5/2	0/3	2/2	1/3	10/5	1/1
	Tellina fabula	1/82	0/95	1/32	0/5	16/133	18/118	27/203	13/62
	Tellina tenuis	2/36	3/42	3/32	1/6	0/6	0/12	0/13	0/6
	Thracia phaseolina		1	1					
	Thyasira sarsii							0/1	
*	<b>BRYOZOA</b>								
*	Bryozoa skorpeformet	+	+	+	++	++	+	+	+
	<b>ASTEROIDEA</b>								
	Astropecten irregularis								0/1
	Asterias rubens	0/4		0/1	0/2	0/3			0/3
	<b>OPHIUROIDEA</b>								
	Ophiocten affinis					0/1	0/1		
	Ophiura albida	1							
	<b>ECHINOIDEA</b>								
	Echinocardium cordatum	1/1	0/3	0/8	0/1	0/6	0/4	0/9	0/3
	<b>ASCIDIACEA</b>								
	Ascidiacea indet.				2	7	2	1	5
	Diplosoma listerianum	+++	+++	+		+++	+++	+++	+++
*	<b>VARIA</b>	+	+			+	+	+	+



## De ti mest forekommende artene ved Kårstø i 2012

Stasjon Kår C	Antall	%	Kum.	Stasjon Kår D	Antall	%	Kum.
Arter	individ		%	Arter	individ		%
<i>Scoloplos armiger</i>	856	36	36	<i>Scoloplos armiger</i>	1018	39	39
<i>Tellina fabula</i>	216	9	44	<i>Tellina fabula</i>	590	23	62
<i>Capitella capitata</i>	194	8	53	<i>Capitella capitata</i>	226	9	70
<i>Platynereis dumerilii</i>	164	7	59	<i>Chaetozone sp.</i>	170	7	77
<i>Chaetozone sp.</i>	152	6	66	<i>Platynereis dumerilii</i>	123	5	82
<i>Hydrobia ulvae</i>	136	6	71	<i>Kurtiella bidentata</i>	65	2	84
<i>Tellina tenuis</i>	125	5	77	<i>Pygospio elegans</i>	37	1	86
<i>Kurtiella bidentata</i>	108	4	81	<i>Tellina tenuis</i>	37	1	87
<i>Parvicardium scabrum</i>	57	2	83	<i>Mediomastus fragilis</i>	32	1	88
<i>Macoma balthica</i>	49	2	85	<i>Rissoa lilacina</i>	31	1	89

Uni Research AS  
 HiB, Seksjon for anvendt miljøforskning (SAM)  
 5006 BERGEN  
**Attn: Uni Miljø**
**AR-12-MX-003208-01**

**EUNOBE-00004645**

 Prøvemottak: 02.10.2012  
 Temperatur:  
 Analyseperiode: 02.10.2012-17.12.2012  
 Referanse: P: 806847 /65/12

## ANALYSERAPPORT

Prøvenr.:	<b>441-2012-1003-037</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	KÅR A#1.1 Dyp 0,4m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PAH (16)</b>						
a) Acenaften	< 0.72	µg/kg		Internal method		
a) Acenaftalen	< 0.137	µg/kg		Internal method		
a) Antracen	< 0.15	µg/kg		Internal method		
a) Benz(a)antracen	0.15	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[a]pyren	0.15	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[b]fluoranten	1.18	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[ghi]perylene	0.59	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[k]fluoranten	0.21	µg/kg		Internal method		
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Fenantren	< 11.6	µg/kg		Internal method		
a) Fluoranten	< 1.33	µg/kg		Internal method		
a) Fluoren	< 0.76	µg/kg		Internal method		
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.39	µg/kg		Internal method		
a) Krysen	0.42	µg/kg		Internal method		
a) Naftalen	< 9.10	µg/kg		Internal method		
a) Pyren	< 0.91	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	3.09	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	27.9	µg/kg		Internal method		
<b>Merknader:</b>						
Drymatten i sample: 13,33 %						

**Tegnforklaring:**

 \* (Ikke omfattet av akkrediteringen)  
 < :Løindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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.: **441-2012-1003-038**  
 Prøvetype: Blåskjell  
 Prøvemerkning: KÅR A#1.2 Dyp 0,4m

Prøvetakingsdato: 28.09.2012  
 Prøvetaker: Oppdragsgiver  
 Analysestartdato: 02.10.2012

Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PAH (16)</b>						
a) Acenaften	< 0.55	µg/kg		Internal method		
a) Acenaftylen	< 0.11	µg/kg		Internal method		
a) Antracen	< 0.12	µg/kg		Internal method		
a) Benz(a)antracen	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[a]pyren	0.10	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[b/j]fluoranten	0.70	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[ghi]perylene	0.47	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[k]fluoranten	0.12	µg/kg		Internal method		
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Fenantren	< 8.87	µg/kg		Internal method		
a) Fluoranten	< 1.02	µg/kg		Internal method		
a) Fluoren	< 0.58	µg/kg		Internal method		
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.26	µg/kg		Internal method		
a) Krysen	0.32	µg/kg		Internal method		
a) Naftalen	< 6.98	µg/kg		Internal method		
a) Pyren	< 0.70	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	1.97	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	21.1	µg/kg		Internal method		

**Merknader:**

Drymatten in sample: 11,90 %

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Lilindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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.: **441-2012-1003-039**  
 Prøvetype: Blåskjell  
 Prøvemerkning: KÅR A#1.3 Dyp 0,4m

Prøvetaksdato: 28.09.2012  
 Prøvetaker: Oppdragsgiver  
 Analysestartdato: 02.10.2012

Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PAH (16)</b>						
a) Acenaften	< 0.67	µg/kg		Internal method		
a) Acenaftylen	< 0.13	µg/kg		Internal method		
a) Antracen	< 0.14	µg/kg		Internal method		
a) Benz(a)antracen	0.14	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[a]pyren	0.12	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[b/j]fluoranten	0.96	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[ghi]perylene	0.65	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[k]fluoranten	0.17	µg/kg		Internal method		
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Fenantren	< 10.9	µg/kg		Internal method		
a) Fluoranten	< 1.26	µg/kg		Internal method		
a) Fluoren	< 0.71	µg/kg		Internal method		
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.38	µg/kg		Internal method		
a) Krysen	0.43	µg/kg		Internal method		
a) Naftalen	< 8.57	µg/kg		Internal method		
a) Pyren	< 0.86	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	2.85	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	26.2	µg/kg		Internal method		

**Merknader:**

Drymatter in sample: 13,34 %

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lilindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-040</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	KÅR A#2.1 Dyp 0,4m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>b) BTEX + Styrene (food, oils for human consumption)</b>						
b) Benzen	0.014	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Etylbenzen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) m+p-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) o-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Styren	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Toluen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
<b>b)* Copper (ICP-MS, food)</b>						
b)* Kobber (Cu)	1.1	mg/kg		EN ISO 17294-2-E29	0.1	
b)* Kadmium (Cd)	0.1	mg/kg		EN 15763:2009	0.01	
<b>b)* Kvikksølv, Hg (ICP-MS)</b>						
b)* Kvikksølv (Hg)	<0.005	mg/kg		EN 15763:2009	0.005	
b)* Prøvepreparering/oppslutning	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1		
b)* Sink (Zn)	11	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5	
<b>b) THC C10-C56</b>						
b) Intervall	C12 - C46			Internal method		
b) Mettet mineralolje C10-C56	18	mg/kg		Internal method	0.6	

Prøvenr.:	<b>441-2012-1003-041</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	KÅR A#2.2 Dyp 0,4m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>b) BTEX + Styrene (food, oils for human consumption)</b>						
b) Benzen	0.020	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Etylbenzen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) m+p-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) o-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Styren	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Toluen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/3	0.01	
b)* Kobber (Cu)	1	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1	
b)* Kvikksølv (Hg)	0.01	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/4	0.005	
b)* Prøvepreparering/oppslutning	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1		
b)* Sink (Zn)	11	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5	
<b>b) THC C10-C56</b>						
b) Intervall	C10 - C48			Internal method		
b) Mettet mineralolje C10-C56	17	mg/kg		Internal method	0.6	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-042</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	KÅR A#2.3 Dyp 0,4m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>b) BTEX + Styrene (food, oils for human consumption)</b>						
b) Benzen	0.013	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Etylbenzen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) m+p-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) o-Xylen	0.0050	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Styren	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Toluen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/3	0.01	
b)* Kobber (Cu)	1.2	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1	
b)* Kvikksølv (Hg)	0.01	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/4	0.005	
b)* Prøvepreparering/oppslutting	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1		
b)* Sink (Zn)	13	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5	
<b>b) THC C10-C56</b>						
b) Intervall	C10 - C48			Internal method		
b) Mettet mineralolje C10-C56	21	mg/kg		Internal method	0.6	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-043</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	KÅR B#1.1 Dyp 0,8m	Analysestartdato:	02.10.2012

Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PAH (16)</b>						
a) Acenaften	< 0.64	µg/kg		Internal method		
a) Acenaftyleen	< 0.12	µg/kg		Internal method		
a) Antracene	< 0.14	µg/kg		Internal method		
a) Benz(a)antracene	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[a]pyren	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[b/j]fluoranten	0.44	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[ghi]perylene	0.29	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[k]fluoranten	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Dibenz(a,h)antracene	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Fenantren	< 10.3	µg/kg		Internal method		
a) Fluoranten	< 1.19	µg/kg		Internal method		
a) Fluorene	< 0.68	µg/kg		Internal method		
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.21	µg/kg		Internal method		
a) Krysen	0.22	µg/kg		Internal method		
a) Naftalen	< 8.12	µg/kg		Internal method		
a) Pyren	< 0.81	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	1.15	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	23.6	µg/kg		Internal method		

**Merknader:**

Drymatter in sample: 12,29 %

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Lilindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-044</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver
Prøvemerkning:	KÅR B#1.2 Dyp 0,8m	Analysestartdato:	02.10.2012

Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PAH (16)</b>						
a) Acenaften	< 0.7	µg/kg		Internal method		
a) Acenaftylen	< 0.1	µg/kg		Internal method		
a) Antracen	< 0.1	µg/kg		Internal method		
a) Benz(a)antracen	0.11	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[a]pyren	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[b/j]fluoranten	0.54	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[ghi]perylene	0.39	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[k]fluoranten	0.11	µg/kg		Internal method		
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Fenantren	< 11.2	µg/kg		Internal method		
a) Fluoranten	< 1.3	µg/kg		Internal method		
a) Fluoren	< 0.7	µg/kg		Internal method		
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.26	µg/kg		Internal method		
a) Krysen	0.25	µg/kg		Internal method		
a) Naftalen	< 8.83	µg/kg		Internal method		
a) Pyren	< 0.9	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	1.67	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	25.8	µg/kg		Internal method		

**Merknader:**

Drymatter in sample: 13,12 %

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Lilindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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.: **441-2012-1003-045**  
 Prøvetype: Blåskjell  
 Prøvemerkning: KÅR B#1.3 Dyp 0,8m

Prøvetakingsdato: 28.09.2012  
 Prøvetaker: Oppdragsgiver  
 Analysestartdato: 02.10.2012

Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PAH (16)</b>						
a) Acenaften	< 0.63	µg/kg		Internal method		
a) Acenaftylen	< 0.12	µg/kg		Internal method		
a) Antracen	< 0.14	µg/kg		Internal method		
a) Benz(a)antracen	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[a]pyren	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[b/j]fluoranten	0.55	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[ghi]perylene	0.39	µg/kg		Internal method		
a) Benzo[k]fluoranten	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Dibenz(a,h)antracen	< 0.10	µg/kg		Internal method		
a) Fenantren	< 10.2	µg/kg		Internal method		
a) Fluoranten	< 1.18	µg/kg		Internal method		
a) Fluoren	< 0.67	µg/kg		Internal method		
a) Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.25	µg/kg		Internal method		
a) Krysen	0.30	µg/kg		Internal method		
a) Naftalen	< 8.04	µg/kg		Internal method		
a) Pyren	< 0.80	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH eksl. LOQ	1.50	µg/kg		Internal method		
a) Sum 16 EPA-PAH inkl. LOQ	23.7	µg/kg		Internal method		

**Merknader:**

Drymatter in sample: 12,88 %

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Lilindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-046</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	KÅR B#2.1 Dyp 0,8m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>b) BTEX + Styrene (food, oils for human consumption)</b>						
b) Benzen	0.010	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Etylbenzen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) m+p-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) o-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Styren	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Toluen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/3	0.01	
b)* Kobber (Cu)	1.2	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1	
b)* Kvikksølv (Hg)	0.012	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/4	0.005	
b)* Prøvepreparering/oppslutting	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1		
b)* Sink (Zn)	12	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5	
<b>b) THC C10-C56</b>						
b) Intervall	C12 - C46			Internal method		
b) Mettet mineralolje C10-C56	10	mg/kg		Internal method	0.6	

Prøvenr.:	<b>441-2012-1003-047</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	KÅR B#2.2 Dyp 0,8m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>b) BTEX + Styrene (food, oils for human consumption)</b>						
b) Benzen	0.015	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Etylbenzen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) m+p-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) o-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Styren	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Toluen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b)* Kadmium (Cd)	0.09	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/3	0.01	
b)* Kobber (Cu)	0.9	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1	
b)* Kvikksølv (Hg)	0.012	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/4	0.005	
b)* Prøvepreparering/oppslutting	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1		
b)* Sink (Zn)	12	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5	
<b>b) THC C10-C56</b>						
b) Intervall	C12 - C46			Internal method		
b) Mettet mineralolje C10-C56	12	mg/kg		Internal method	0.6	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Nå mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-048</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Blåskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	KÅR B#2.3 Dyp 0,8m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>b) BTEX + Styrene (food, oils for human consumption)</b>						
b) Benzen	0.011	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Etylbenzen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) m+p-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) o-Xylen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Styren	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b) Toluen	<0.005	mg/kg		Internal method	0.005	
b)* Kadmium (Cd)	0.08	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/3	0.01	
b)* Kobber (Cu)	0.7	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.1	
b)* Kvikksølv (Hg)	0.014	mg/kg		§64 LFGB L00.00-19/4	0.005	
b)* Prøvepreparering/oppslutting	blank value/Imported			§64 LFGB L 00.00-19/1		
b)* Sink (Zn)	8.6	mg/kg		EN ISO 11885, mod.	0.5	
<b>b) THC C10-C56</b>						
b) Intervall	C12 - C46			Internal method		
b) Mettet mineralolje C10-C56	9.5	mg/kg		Internal method	0.6	

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-049</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Trosnavåg #1 Dyp 0,5-1m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 53.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	166	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 53.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	37.0	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	39.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 53.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 35.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 53.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 35.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 35.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 35.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 35.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	185	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 35.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 35.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	100	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	104	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	631	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1090	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	185	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	220	ng/kg		Internal method		

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).



Prøvenr.:	<b>441-2012-1003-050</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Trosnavåg #2 Dyp 0,5-1m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 56.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	192	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 56.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	43.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 56.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 56.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	170	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	117	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	133	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	655	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1180	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	170	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	208	ng/kg		Internal method		

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-051</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	Trosnavåg #3 Dyp 0,5-1m	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 52.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	126	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 52.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 52.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 52.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	151	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 34.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	39.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	102	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	419	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	942	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	151	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	186	ng/kg		Internal method		

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).



Prøvenr.:	<b>441-2012-1003-052</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	OMR A #1	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 49.0	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	81.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 49.0	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	98.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	190	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 49.0	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 32.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 49.0	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 32.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	55.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 32.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	32.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	1710	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 32.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	73.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	143	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	155	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	2540	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	2860	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	1740	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	1740	ng/kg		Internal method		

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-053</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	OMR A #2	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 44.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	116	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 44.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	207	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	342	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 44.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 29.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 44.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 29.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	109	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 29.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	37.8	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	5510	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 29.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	65.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	150	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	299	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	6830	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	7130	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	5540	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	5540	ng/kg		Internal method		

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljmindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-054</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	OMR B #1	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 42.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 42.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	28.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 42.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 42.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	375	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 28.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	38.5	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	59.4	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	502	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	926	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	375	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	404	ng/kg		Internal method		

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljmindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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>441-2012-1003-055</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	OMR B #2	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 42.2	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	92.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 42.2	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	37.7	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 28.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 42.2	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 28.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 42.2	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 28.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	48.9	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 28.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	28.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	490	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 28.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 28.1	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	38.3	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	73.7	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	809	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1150	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	518	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	518	ng/kg		Internal method		

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).



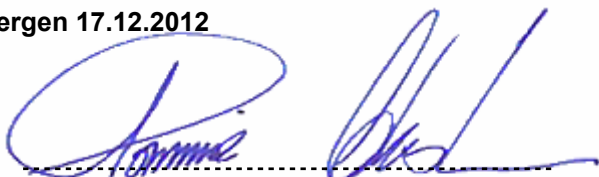
Prøvenr.:	<b>441-2012-1003-056</b>	Prøvetakingsdato:	28.09.2012			
Prøvetype:	Albuskjell	Prøvetaker:	Oppdragsgiver			
Prøvemerkning:	OMR B #3	Analysestartdato:	02.10.2012			
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
<b>a) PFC (17stk)</b>						
a) Perfluorbutansulfonat (PFBS)	< 39.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorbutansyre (PFBA)	105	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansulfonat (PFDS)	< 39.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordekansyre (PFDA)	33.8	ng/kg		Internal method		
a) Perfluordodekansyre (PFDoA)	< 26.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansulfonat (PFHxS)	< 39.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheksansyre (PFHxA)	< 26.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansulfonat (PFHpS)	< 39.6	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorheptansyre (PFHpA)	< 26.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluornonansyre (PFNA)	32.8	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansulfonamid (PFOSA)	< 26.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktansyre (PFOA)	< 26.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluoroktylsulfonat (PFOS)	577	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorpentansyre (PFPeA)	< 26.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortetradekansyre (PFTA)	< 26.4	ng/kg		Internal method		
a) Perfluortridekansyre (PFTTrA)	38.0	ng/kg		Internal method		
a) Perfluorundekansyre (PFUnA)	58.1	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser eksl. LOQ	844	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFC forbindelser inkl. LOQ	1190	ng/kg		Internal method		
a) Sum PFOS/PFOA eksl. LOQ	577	ng/kg		Internal method		
a) Total PFOS/PFOA inkl. LOQ	604	ng/kg		Internal method		

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service Gmbh (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg  
 b)\* Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg  
 b) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14602-01-00, Eurofins WEJ Contaminants GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg

**Rapportkommentar:**

Det er ikke analysert fett i prøvene grunnet liten prøvemengde.

**Bergen 17.12.2012**


Tommie Christensen

Avd.leder, Kundesenter

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen  
 < :Ljindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

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).

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

**AR-12-MX-002721-03**



**EUNOBE-00004652**

Prøvemottak: 04.10.2012  
Temperatur:  
Analyseperiode: 04.10.2012-25.10.2012  
Referanse: 806847 ref: 65/12

## ANALYSERAPPORT

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

Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Prøvenr.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2012-1004-005 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR A kjem1, 0,4m Hugg 1		441-2012-1004-052 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR A kjem1, 0,4m Hugg 2		441-2012-1004-053 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR A kjem1, 0,4m Hugg 3			
Total tørrstoff		b) 75 %	12%	b) 77 %	12%	b) 76 %	12%	NS 4764	0.02
Arsen (As)		b) 4.0 mg/kg TS	25%	b) 5.2 mg/kg TS	25%	b) 4.5 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		b) 4.2 mg/kg TS	25%	b) 6.2 mg/kg TS	25%	b) 4.6 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		b) 0.075 mg/kg TS	20%	b) 0.11 mg/kg TS	20%	b) 0.093 mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		b) 5.6 mg/kg TS	25%	b) 5.9 mg/kg TS	25%	b) 6.2 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8
Krom (Cr)		b) 4.3 mg/kg TS	25%	b) 7.6 mg/kg TS	25%	b) 4.5 mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3
Kvikksølv (Hg)		b) 0.018 mg/kg TS	20%	b) 0.014 mg/kg TS	20%	b) 0.021 mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001
Nikkel (Ni)		b) 5.0 mg/kg TS	40%	b) 8.0 mg/kg TS	25%	b) 5.5 mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		b) 39 mg/kg TS	40%	b) 44 mg/kg TS	40%	b) 39 mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10
BTEX	Benzen	b) <2.5 µg/kg TS	20%	b) <2.5 µg/kg TS	20%	b) <2.5 µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Toluen	b) <2.5 µg/kg TS	20%	b) <2.5 µg/kg TS	20%	b) <2.5 µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Etylbenzen	b) <2.5 µg/kg TS		b) <2.5 µg/kg TS	20%	b) <2.5 µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	m,p-Xylen	b) <5 µg/kg TS	20%	b) <5 µg/kg TS	20%	b) <5 µg/kg TS	20%	Intern metode	5
BTEX	o-Xylen	b) <2.5 µg/kg TS		b) <2.5 µg/kg TS	20%	b) <2.5 µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5

### Tegnforklaring:

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

< :Mindre enn, > :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2012-1004-054 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR A kjem2, 0,4m Hugg 1		441-2012-1004-055 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR A kjem2, 0,4m Hugg 2		441-2012-1004-056 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR A kjem2, 0,4m Hugg 3			
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Tørrestoff		a)* 71.1	%	a)* 78.3	%	a)* 70.0	%	Internal method	
PFOS/PFOA	Perfluoroktylsulfonat (PI)	a) 2.8	µg/kg tv	a) < 2.0	µg/kg tv	a) 2.4	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Perfluoroktansyre (PFO)	a) < 1.9	µg/kg tv	a) < 2.0	µg/kg tv	a) < 2.1	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Sum PFOS/PFOA eksl I	a) 2.8	µg/kg tv	a) ND	µg/kg tv	a) 2.4	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Total PFOS/PFOA inkl L	a) 4.7	µg/kg tv	a) 3.9	µg/kg tv	a) 4.4	µg/kg tv	AIR OC 150	
Oljeinnhold C10-C40	Oljeinnhold (C10-C40)	43.50	mg/kg TS	42.60	mg/kg TS	57.80	mg/kg TS	ISO 9377-2	10
PAH 16	Naftalen	19.9	µg/kg TS	28.3	µg/kg TS	35.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaftilen	4.25	µg/kg TS	6.36	µg/kg TS	8.06	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaften	6.90	µg/kg TS	14.4	µg/kg TS	16.4	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoren	9.40	µg/kg TS	18.6	µg/kg TS	19.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fenantren	19.5	µg/kg TS	29.9	µg/kg TS	32.8	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Antracen	13.5	µg/kg TS	20.6	µg/kg TS	21.8	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoranten	139	µg/kg TS	157	µg/kg TS	167	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Pyren	143	µg/kg TS	167	µg/kg TS	175	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]antracen	54.5	µg/kg TS	109	µg/kg TS	132	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Krysen	48.1	µg/kg TS	97.8	µg/kg TS	119	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[b]fluoranten	19.1	µg/kg TS	46.5	µg/kg TS	54.4	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[k]fluoranten	9.71	µg/kg TS	26.7	µg/kg TS	28.5	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]pyren	13.9	µg/kg TS	31.8	µg/kg TS	37.3	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Indeno[1,2,3-cd]pyren	9.42	µg/kg TS	26.8	µg/kg TS	30.9	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Dibenzo[a,h]antracen	2.08	µg/kg TS	17.7	µg/kg TS	19.3	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[ghi]perylene	12.6	µg/kg TS	37.5	µg/kg TS	43.6	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Sum PAH(16) EPA	525	µg/kg TS	836	µg/kg TS	941	µg/kg TS	NS 9815	0.2

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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>Prøvemerkning:</b>		<b>441-2012-1004-057</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR A LRA1 0,4m</b> <b>Hugg 1</b>	<b>441-2012-1004-058</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR A LRA1 0,4m</b> <b>Hugg 2</b>	<b>441-2012-1004-059</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR A LRA1 0,4m</b> <b>Hugg 3</b>					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Radium 226		c) 32.18	Bq/kg TS	c) 29.01	Bq/kg TS	c) 25.48	Bq/kg TS	ISO 18589-2	
Screening	Bly 210	c) 125.2	Bq/kg TS	c) 79.47	Bq/kg TS	c) 94.56	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Radium 228	c) 19.09	Bq/kg TS	c) 19.38	Bq/kg TS	c) 16.76	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Thorium 228	c) 28	Bq/kg TS	c) 30	Bq/kg TS	c) 25	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	

<b>Prøvenr.:</b> <b>Prøvetakingsdato:</b> <b>Prøvetaker:</b> <b>Analysestartdato:</b> <b>Prøvetype:</b> <b>Prøvemerkning:</b>		<b>441-2012-1004-060</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR B kjem1 0,6m</b> <b>Hugg 1</b>	<b>441-2012-1004-061</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR B kjem1 0,6m</b> <b>Hugg 2</b>	<b>441-2012-1004-062</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR B kjem1 0,6m</b> <b>Hugg 3</b>								
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ			
Total tørrstoff		b) 80	%	12%	b) 82	%	12%	b) 77	%	12%	NS 4764	0.02
Arsen (As)		b) 2.0	mg/kg TS	40%	b) 2.1	mg/kg TS	40%	b) 2.2	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		b) 1.8	mg/kg TS	40%	b) 1.4	mg/kg TS	40%	b) 1.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		b) 0.038	mg/kg TS	40%	b) 0.032	mg/kg TS	40%	b) 0.046	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		b) 1.2	mg/kg TS	40%	b) 1.5	mg/kg TS	40%	b) 3.2	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8
Krom (Cr)		b) 2.7	mg/kg TS	25%	b) 2.7	mg/kg TS	25%	b) 3.4	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3
Kvikksølv (Hg)		b) 0.005	mg/kg TS	20%	b) 0.005	mg/kg TS	20%	b) 0.006	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001
Nikkel (Ni)		b) 2.5	mg/kg TS	40%	b) 2.9	mg/kg TS	40%	b) 3.8	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		b) 19	mg/kg TS	40%	b) 17	mg/kg TS	40%	b) 23	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10
BTEX	Benzen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Toluen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Etylbenzen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	m,p-Xylen	b) <5	µg/kg TS	20%	b) <5	µg/kg TS	20%	b) <5	µg/kg TS	20%	Intern metode	5
BTEX	o-Xylen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2012-1004-063 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR B kjem2 0,6m Hugg 1		441-2012-1004-064 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR B kjem2 0,6m Hugg 2		441-2012-1004-065 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR B kjem2 0,6m Hugg 3			
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Tørrestoff		a)* 79.0	%	a)* 82.8	%	a)* 81.2	%	Internal method	
PFOS/PFOA	Perfluoroktylsulfonat (PI)	a) < 1.8	µg/kg tv	a) < 1.9	µg/kg tv	a) < 1.8	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Perfluoroktansyre (PFO)	a) < 1.8	µg/kg tv	a) < 1.9	µg/kg tv	a) < 1.8	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Sum PFOS/PFOA eksl I	a) ND	µg/kg tv	a) ND	µg/kg tv	a) ND	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Total PFOS/PFOA inkl L	a) 3.6	µg/kg tv	a) 3.7	µg/kg tv	a) 3.7	µg/kg tv	AIR OC 150	
Oljeinnhold C10-C40	Oljeinnhold (C10-C40)	48.20	mg/kg TS	42.50	mg/kg TS	47.60	mg/kg TS	ISO 9377-2	10
PAH 16	Naftalen	7.16	µg/kg TS	10.3	µg/kg TS	14.4	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaftilen	1.66	µg/kg TS	2.87	µg/kg TS	3.38	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaften	3.76	µg/kg TS	2.96	µg/kg TS	5.94	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoren	4.71	µg/kg TS	5.40	µg/kg TS	7.03	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fenantren	8.39	µg/kg TS	6.28	µg/kg TS	8.13	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Antracenen	5.43	µg/kg TS	3.48	µg/kg TS	4.91	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoranten	35.0	µg/kg TS	12.2	µg/kg TS	37.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Pyren	39.5	µg/kg TS	11.7	µg/kg TS	41.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]antracenen	36.9	µg/kg TS	18.0	µg/kg TS	44.6	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Krysen	32.8	µg/kg TS	15.1	µg/kg TS	42.1	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[b]fluoranten	16.7	µg/kg TS	11.9	µg/kg TS	17.8	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[k]fluoranten	8.58	µg/kg TS	6.50	µg/kg TS	9.36	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]pyren	11.0	µg/kg TS	12.6	µg/kg TS	11.1	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Indeno[1,2,3-cd]pyren	10.9	µg/kg TS	11.9	µg/kg TS	9.79	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Dibenzo[a,h]antracenen	7.43	µg/kg TS	6.71	µg/kg TS	5.15	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[ghi]perylene	13.5	µg/kg TS	10.6	µg/kg TS	12.5	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Sum PAH(16) EPA	243	µg/kg TS	148	µg/kg TS	275	µg/kg TS	NS 9815	0.2

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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>Prøvemerkning:</b>		<b>441-2012-1004-066</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR B LRA 0,6m</b> <b>Hugg 1</b>	<b>441-2012-1004-067</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR B LRA 0,6m</b> <b>Hugg 2</b>	<b>441-2012-1004-068</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR B LRA 0,6m</b> <b>Hugg 3</b>					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Radium 226		c) 17.41	Bq/kg TS	c) 19.32	Bq/kg TS	c) 18.27	Bq/kg TS	ISO 18589-2	
Screening	Bly 210	c) <77.95	Bq/kg TS	c) 62.85	Bq/kg TS	c) <70.94	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Radium 228	c) 11.38	Bq/kg TS	c) <13.54	Bq/kg TS	c) 14.4	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Thorium 228	c) 15	Bq/kg TS	c) 16	Bq/kg TS	c) 16	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	

<b>Prøvenr.:</b> <b>Prøvetakingsdato:</b> <b>Prøvetaker:</b> <b>Analysestartdato:</b> <b>Prøvetype:</b> <b>Prøvemerkning:</b>		<b>441-2012-1004-069</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR C Kjem1 2,4m</b> <b>Hugg 1</b>	<b>441-2012-1004-070</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR C Kjem1 2,4m</b> <b>Hugg 2</b>	<b>441-2012-1004-071</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR C Kjem1 2,4m</b> <b>Hugg 3</b>								
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ			
Total tørrstoff		b) 79	%	12%	b) 75	%	12%	b) 82	%	12%	NS 4764	0.02
Arsen (As)		b) 1.5	mg/kg TS	40%	b) 1.0	mg/kg TS	40%	b) 0.64	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		b) 1.2	mg/kg TS	40%	b) 1.3	mg/kg TS	40%	b) 0.69	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		b) 0.022	mg/kg TS	40%	b) <0.014	mg/kg TS	40%	b) <0.013	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		b) 1.1	mg/kg TS	40%	b) <1.1	mg/kg TS	40%	b) <0.98	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8
Krom (Cr)		b) 2.5	mg/kg TS	25%	b) 1.9	mg/kg TS	40%	b) 1.7	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.3
Kvikksølv (Hg)		b) 0.002	mg/kg TS	20%	b) 0.002	mg/kg TS	20%	b) <0.001	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001
Nikkel (Ni)		b) 2.3	mg/kg TS	40%	b) 1.7	mg/kg TS	40%	b) 1.5	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		b) <13	mg/kg TS	40%	b) <14	mg/kg TS	40%	b) <13	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10
BTEX	Benzen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Toluen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Etylbenzen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	m,p-Xylen	b) <5	µg/kg TS	20%	b) <5	µg/kg TS	20%	b) <5	µg/kg TS	20%	Intern metode	5
BTEX	o-Xylen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2012-1004-072 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR C Kjem2 2,4m Hugg 1		441-2012-1004-073 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR C Kjem2 2,4m Hugg 2		441-2012-1004-074 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR C Kjem2 2,4m Hugg 3			
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Tørrestoff		a)* 70.6	%	a)* 76.8	%	a)* 79.0	%	Internal method	
PFOS/PFOA	Perfluoroktylsulfonat (PI)	a) < 1.8	µg/kg tv	a) < 2.4	µg/kg tv	a) < 1.9	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Perfluoroktansyre (PFO)	a) < 1.8	µg/kg tv	a) < 2.4	µg/kg tv	a) < 1.9	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Sum PFOS/PFOA eksl I	a) ND	µg/kg tv	a) ND	µg/kg tv	a) ND	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Total PFOS/PFOA inkl L	a) 3.6	µg/kg tv	a) 4.8	µg/kg tv	a) 3.7	µg/kg tv	AIR OC 150	
Oljeinnhold C10-C40	Oljeinnhold (C10-C40)	44.10	mg/kg TS	41.70	mg/kg TS	45.50	mg/kg TS	ISO 9377-2	10
PAH 16	Naftalen	12.0	µg/kg TS	169	µg/kg TS	16.3	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaftilen	2.66	µg/kg TS	34.1	µg/kg TS	2.86	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaften	5.47	µg/kg TS	9.73	µg/kg TS	4.52	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoren	6.58	µg/kg TS	11.7	µg/kg TS	5.28	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fenantren	8.78	µg/kg TS	9.56	µg/kg TS	4.94	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Antracen	5.34	µg/kg TS	5.57	µg/kg TS	2.12	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoranten	32.0	µg/kg TS	37.1	µg/kg TS	15.0	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Pyren	36.0	µg/kg TS	40.4	µg/kg TS	18.9	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]antracen	42.9	µg/kg TS	55.4	µg/kg TS	22.1	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Krysen	41.8	µg/kg TS	55.5	µg/kg TS	21.9	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[b]fluoranten	19.5	µg/kg TS	19.1	µg/kg TS	8.53	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[k]fluoranten	10.4	µg/kg TS	11.5	µg/kg TS	4.68	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]pyren	11.9	µg/kg TS	11.7	µg/kg TS	5.20	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Indeno[1,2,3-cd]pyren	11.6	µg/kg TS	7.86	µg/kg TS	4.03	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Dibenzo[a,h]antracen	7.20	µg/kg TS	2.06	µg/kg TS	1.40	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[ghi]perylene	14.3	µg/kg TS	10.8	µg/kg TS	5.28	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Sum PAH(16) EPA	268	µg/kg TS	491	µg/kg TS	143	µg/kg TS	NS 9815	0.2

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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>Prøvemerkning:</b>		<b>441-2012-1004-075</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR C LRA 2,4m</b> <b>Hugg 1</b>	<b>441-2012-1004-076</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR C LRA 2,4m</b> <b>Hugg 2</b>	<b>441-2012-1004-077</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR C LRA 2,4m</b> <b>Hugg 3</b>					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Radium 226		c) 22.28	Bq/kg TS	c) 21.50	Bq/kg TS	c) 20.17	Bq/kg TS	ISO 18589-2	
Screening	Bly 210	c) <94.25	Bq/kg TS	c) <49.76	Bq/kg TS	c) 38.54	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Radium 228	c) 12.4	Bq/kg TS	c) 13.79	Bq/kg TS	c) 10.89	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Thorium 228	c) 16	Bq/kg TS	c) 19	Bq/kg TS	c) 17	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	

<b>Prøvenr.:</b> <b>Prøvetakingsdato:</b> <b>Prøvetaker:</b> <b>Analysestartdato:</b> <b>Prøvetype:</b> <b>Prøvemerkning:</b>		<b>441-2012-1004-078</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR D Kjem1 4,4m</b> <b>Hugg 1</b>	<b>441-2012-1004-079</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR D Kjem1 4,4m</b> <b>Hugg 2</b>	<b>441-2012-1004-080</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KÅR D Kjem1 4,4m</b> <b>Hugg 3</b>								
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ			
Total tørrstoff		b) 78	%	12%	b) 81	%	12%	b) 78	%	12%	NS 4764	0.02
Arsen (As)		b) 1.3	mg/kg TS	40%	b) 1.3	mg/kg TS	40%	b) 1.4	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Bly (Pb)		b) 0.82	mg/kg TS	40%	b) 1.6	mg/kg TS	40%	b) 0.98	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.5
Kadmium (Cd)		b) <0.013	mg/kg TS	40%	b) 0.023	mg/kg TS	40%	b) 0.019	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)		b) <1.1	mg/kg TS	40%	b) 1.3	mg/kg TS	40%	b) 1.9	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.8
Krom (Cr)		b) 1.7	mg/kg TS	40%	b) 2.6	mg/kg TS	25%	b) 1.8	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.3
Kvikksølv (Hg)		b) 0.002	mg/kg TS	20%	b) 0.004	mg/kg TS	20%	b) 0.002	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001
Nikkel (Ni)		b) 1.6	mg/kg TS	40%	b) 2.2	mg/kg TS	40%	b) 1.6	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	1
Sink (Zn)		b) <13	mg/kg TS	40%	b) <13	mg/kg TS	40%	b) <13	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	10
BTEX	Benzen	b) <2.5	µg/kg TS		b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Toluen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	Etylbenzen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5
BTEX	m,p-Xylen	b) <5	µg/kg TS	20%	b) <5	µg/kg TS	20%	b) <5	µg/kg TS	20%	Intern metode	5
BTEX	o-Xylen	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	b) <2.5	µg/kg TS	20%	Intern metode	2.5

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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.: Prøvetakingsdato: Prøvetaker: Analysestartdato: Prøvetype: Prøvemerkning:		441-2012-1004-081 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR D Kjem2 4,4m Hugg 1		441-2012-1004-082 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR D Kjem2 4,4m Hugg 2		441-2012-1004-083 20.09.2012 Oppdragsgiver 04.10.2012 Sedimenter KAR D Kjem2 4,4m Hugg 3			
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Tørrestoff		a)* 77.8	%	a)* 78.7	%	a)* 76.3	%	Internal method	
PFOS/PFOA	Perfluoroktylsulfonat (PI)	a) < 1.9	µg/kg tv	a) < 2.0	µg/kg tv	a) < 1.8	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Perfluoroktansyre (PFO)	a) < 1.9	µg/kg tv	a) < 2.0	µg/kg tv	a) < 1.8	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Sum PFOS/PFOA eksl I	a) ND	µg/kg tv	a) ND	µg/kg tv	a) ND	µg/kg tv	AIR OC 150	0
PFOS/PFOA	Total PFOS/PFOA inkl L	a) 3.8	µg/kg tv	a) 4.1	µg/kg tv	a) 3.6	µg/kg tv	AIR OC 150	
Oljeinnhold C10-C40	Oljeinnhold (C10-C40)	42.00	mg/kg TS	41.80	mg/kg TS	38.20	mg/kg TS	ISO 9377-2	10
PAH 16	Naftalen	21.0	µg/kg TS	8.34	µg/kg TS	10.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaftilen	3.00	µg/kg TS	1.54	µg/kg TS	0.77	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Acenaften	5.90	µg/kg TS	3.17	µg/kg TS	0.88	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoren	6.83	µg/kg TS	4.08	µg/kg TS	1.90	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fenantren	5.98	µg/kg TS	4.28	µg/kg TS	4.75	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Antracen	2.63	µg/kg TS	2.14	µg/kg TS	2.41	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Fluoranten	17.1	µg/kg TS	10.6	µg/kg TS	11.7	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Pyren	19.5	µg/kg TS	13.0	µg/kg TS	11.7	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]antracen	32.6	µg/kg TS	18.5	µg/kg TS	19.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Krysen	31.8	µg/kg TS	18.8	µg/kg TS	17.1	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[b]fluoranten	13.0	µg/kg TS	8.15	µg/kg TS	12.7	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[k]fluoranten	11.1	µg/kg TS	5.08	µg/kg TS	6.80	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[a]pyren	8.45	µg/kg TS	4.83	µg/kg TS	12.2	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Indeno[1,2,3-cd]pyren	6.50	µg/kg TS	4.45	µg/kg TS	12.5	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Dibenzo[a,h]antracen	0.79	µg/kg TS	0.69	µg/kg TS	7.30	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Benzo[ghi]perylene	5.85	µg/kg TS	3.78	µg/kg TS	12.0	µg/kg TS	NS 9815	0.1
PAH 16	Sum PAH(16) EPA	192	µg/kg TS	111	µg/kg TS	144	µg/kg TS	NS 9815	0.2

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

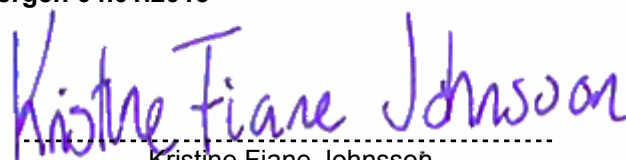
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).



<b>Prøvenr.:</b> <b>Prøvetakingsdato:</b> <b>Prøvetaker:</b> <b>Analysestartdato:</b> <b>Prøvetype:</b> <b>Prøvemerkning:</b>		<b>441-2012-1004-084</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KAR D LRA 4,4m</b> <b>Hugg 1</b>	<b>441-2012-1004-085</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KAR D LRA 4,4m</b> <b>Hugg 2</b>	<b>441-2012-1004-086</b> <b>20.09.2012</b> <b>Oppdragsgiver</b> <b>04.10.2012</b> <b>Sedimenter</b> <b>KAR D LRA 4,4m</b> <b>Hugg 3</b>					
Test	Parameter	Resultat:	MU	Resultat	MU	Resultat	MU	Metode	LOQ
Radium 226		c) 16.21	Bq/kg TS	c) 14.18	Bq/kg TS	c) 26.30	Bq/kg TS	ISO 18589-2	
Screening	Bly 210	c) <61.11	Bq/kg TS	c) 45.62	Bq/kg TS	c) 34.16	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Gallium 67			c) -	Bq/kg TS			ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Radium 228	c) 10.31	Bq/kg TS			c) 14.14	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Radium 228			c) <13.05	Bq/kg TS			ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Thorium 228	c) 32	Bq/kg TS			c) 29	Bq/kg TS	ISO 18589-2, ISO 18589-3	
Screening	Thorium 228			c) 15	Bq/kg TS			ISO 18589-2, ISO 18589-3	

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

- a)\* Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg  
a) DIN EN ISO/IEC 17025:2005 D-PL-14629-01-00, Eurofins GfA Lab Service GmbH (Hamburg), Neuländer Kamp 1, D-21079, Hamburg  
b) NS/EN ISO/IEC 17025:2005 NA TEST 003, Eurofins Environment Testing Norway AS (Moss), Møllebakken 50, NO-1538, Moss  
c) NF EN ISO/IEC 17025:2005 COFRAC 1-2259, Eurofins Hydrologie France (Les Ulis), 9, avenue de Laponie - Les Ulis, F-91978, Courtaboeuf Cedex

**Bergen 04.01.2013**


 -----  
 Kristine Fiane Johnsson

Laboratorieingeniør

**Tegnforklaring:**

\* : (Ikke omfattet av akkrediteringen)

&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kv

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).