

Grand Fiære AS

# Miljøvurderinger ved utfylling, Grandfjæra, Molde

2012-07-16 Oppdragsnr.: 5122692



J04	16.07.2012	Til bruk	Glhau		Grs
B03	01.07.2012	Til kommentar hos oppdragsgiver			Ellun
A02	29.06.2012	Fagkontroll		Grs	
A01	20.06.2012	Utarbeidet	Glhau		
Rev.	Dato:	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som dokumentet omhandler. Opphavsretten tilhører Norconsult. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

# Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>6</b>
1.1	Registrerte naturtyper/ naturverdier	6
1.2	Tidligere undersøkelser og lokale kilder til forurensning	7
<b>2</b>	<b>Miljøundersøkelse</b>	<b>8</b>
2.1	Kartlegging av sedimentforurensning	9
2.1.1	Prøvestasjonene	9
2.1.2	Sedimentets forureningsgrad	9
2.1.2.1	Metaller	11
2.1.2.2	PAH	11
2.1.2.3	PCB	11
2.1.2.4	TBT	12
2.2	Behov for miljørettet risikovurdering	12
<b>3</b>	<b>Miljørettet risikovurdering</b>	<b>13</b>
3.1	Risikovurdering	14
3.1.1	Partikler 14	
3.1.2	Porevann	14
3.1.3	Konklusjon	15
3.2	Risiko for spredning slik sedimentet ligger i dag	15
<b>4</b>	<b>Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger</b>	<b>17</b>
4.1.1	Null-alternativ	17
4.1.2	Fjerning av forurenset sediment - mudring	17
4.1.2.1	Vanlig bakgraver/grabb.	18
4.1.2.2	Miljøgrabb.	18
4.1.2.3	Sugemudring	18
4.1.3	Utfyllingsmetode	19
4.1.3.1	Skånsom plassering av massene	19
4.1.3.2	Beskyttende lag	19
4.1.3.3	Geotekstil	20
4.1.4	Begrense forureningspredning	20
4.1.4.1	Arbeid innenfor sjete	20
4.1.4.2	Siltgardin	20
4.1.5	Redusere risikoen knyttet til spredning	21
4.1.5.1	Tidspunkt for gjennomføring	21
4.1.5.2	Overvåkning	21
4.1.5.3	Beskyttelse av biologisk verdier	21
4.1.6	Kostnader	22
<b>5</b>	<b>Anbefalt tiltak</b>	<b>23</b>

<b>6</b>	<b>Referanser</b>	<b>24</b>
	<b>Vedlegg 1: Beskrivelse av prøvene</b>	<b>25</b>
	<b>Vedlegg 2: Analyserapport Eurofins</b>	<b>26</b>
	<b>Vedlegg 3: Planskisse</b>	<b>27</b>

## Sammendrag

Det er planlagt en utfylling i sjø i området utenfor Grandfjæra i Molde. Denne rapporten omhandler forurenset sediment i utfyllingsområdet. Utfyllingsarealet er ca. 25 000 m<sup>2</sup>. To løsninger er skissert for prosjektet: Fylling i sjø, og peling gjennom ny fyllingsfront. Begge alternativene berører likevel et likt areal av sjøbunnen i området.

Det er vurdert om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment under arbeidet. Undersøkelsen er gjort etter veiledning TA-1979/2004.

Enkeltforbindelser av tungmetaller, PAH, PCB og TBT ble analysert over grenseverdi for klasse III, etter tilstandsklasser i veiledning TA-2229/2007.

Det kan derfor ikke utelukkes at tiltaket kan føre til uakseptabel spredning av forurensning, og det er derfor nødvendig å gjøre en miljørettet risikoanalyse av spredningen under utfyllingsarbeid.

Beregningene viste at spredningspotensialet av forurensning er begrenset, og det vurderes at det er tilstrekkelig med begrensnings tiltak som tidspunkt, samt overvåking.

Det er ikke registrert viktige naturverdier i influensområdet for tiltaket, men det er sannsynlig at fiskeri kan påvirkes og det anbefales dialog med lokale fiskerlag og Fiskeridirektoratet om dette.

# 1 Bakgrunn/problembeskrivelse

Norconsult AS har på oppdrag fra Grand Fjære Utvikling AS gjennomført en vurdering av sedimentene i området for utfylling utenfor Grandfjæra i Molde. Massene er planlagt lagt ut både fra land og fra lekter i de dypere områdene av utfyllingsområdet. Det planlagte tiltaket er vist på figur i vedlegg 3. To alternativer ønskes vurdert i forhold til forurensningsspredning:

1. Fylling i sjø i hele området (Sone A og B)
2. Fylling i Sone A og peling med plastring av fyllingsfront i Sone B.

Tiltak i forurensede sedimenter er styrt av veiledningen TA-1979/2004 Veileder for håndtering av forurensede sedimenter. Denne undersøkelsen skal vurdere om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av utfylling.

## 1.1 REGISTRERTE MARINE NATURTYPER/ NATURVERDIER

Det er ikke registrert noen marine verneområder i umiddelbar nærhet til tiltaksområdet. I Naturbase er det registrert en nasjonalt viktig tareskogforekomst som ligger ca. 1 km fra tiltaksområdet, ved Moldeholmen. Ved Grønningan, 3,9 km fra tiltaksområdet, er det registrert en annen viktig naturtype, sterke tidevannsstrømmer. I Fiskeridirektoratets kartverk er det registrert gyteområde for torsk ved Dvergsneset og fiskeri og låssettingsplass på utsiden av tiltaksområdet.



Figur 1. Kartutsnitt fra Fiskeridirektoratets kartverktøy med inntegning av fiskeriområder (grått og fiolett), viktige naturtyper (trekantsymbol) og gyteområde for torsk (skravert brunt).

## **1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG LOKALE KILDER TIL FORURENSNING**

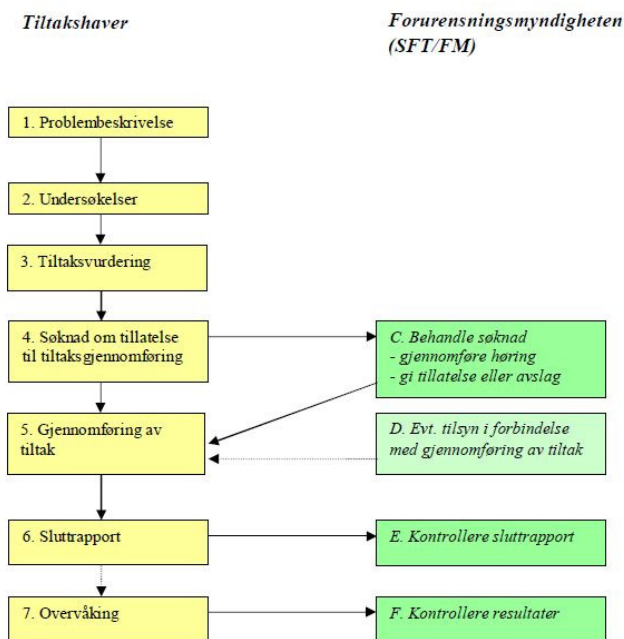
I Vann-nett er vannforekomsten Moldefjorden ved Molde. Vannforekomsten er i risiko for og ikke å oppnå god kjemisk tilstand. Den økologiske tilstanden er moderat. I Vannmiljø er det kun registrert en tidligere sedimentundersøkelse. Denne er utført i området utenfor Bolsønes verft. Dette skipsverftet ligger øst for tiltaksområdet.

## 2 Miljøundersøkelse

Tiltak forurensede sedimenter er styrt av veiledningen TA-1979/2004. Denne undersøkelsen skal vurdere om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av utfylling. Rapporten omhandler punkt 2 i Figur 2 og skal resultere i en tiltaksvurdering (punkt 3). Dette gjelder følgende forhold:

- Er sedimentet forurenset over grenseverdier?
- Vil forurensningen kunne bli transportert og spredd som følge av tiltaket?
- Er potensial for transport og spredning av forurensning knyttet til partikler og porevann uakseptabel stor?
- Er det behov for å utarbeide en tiltaksplan for utfyllingsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?

### VEDLIKEHOLDSMUDRING / UTBYGGING



Figur 2: Utdrag fra TA-1979/2004, saksgang for vedlikeholdsmudring/ utbygging

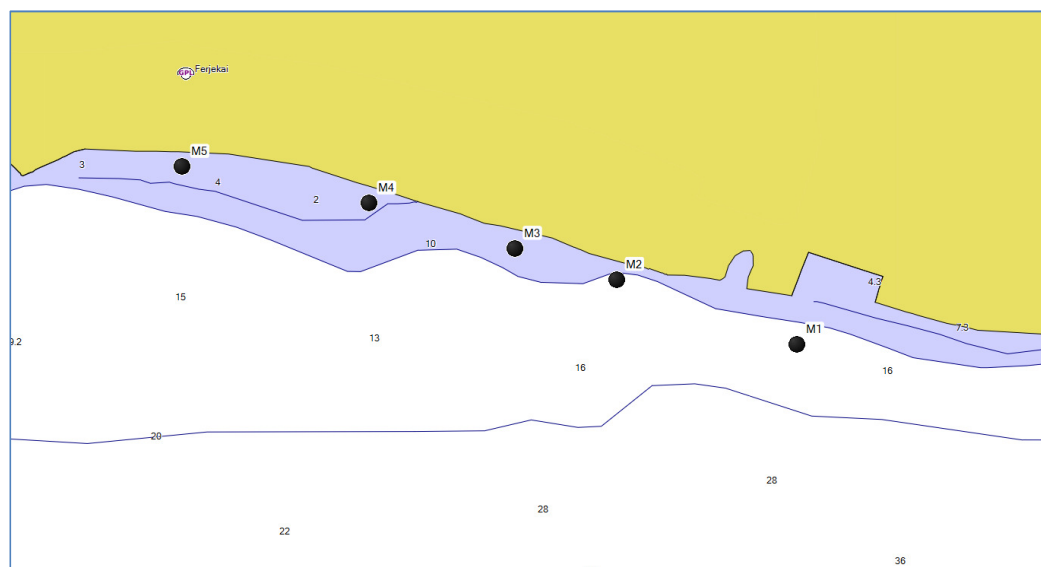


## 2.1 KARTLEGGING AV SEDIMENTFORURENSNING

### 2.1.1 Prøvestasjonene

Prøvetakingen ble foretatt 24 - 28. mars 2012 i forbindelse med geotekniske undersøkelser med en Van Veen grabb. Det ble tatt minimum 4 grabbhugg fra hver stasjon, som det ble tatt ut en blandprøve til analyse. Prøvene ble analysert av det akkrediterte laboratoriet Eurofins. Prøvestasjonene ble valgt på bakgrunn av planlagte områder for utfylling, vist på figur nedenfor. Materialet representerer de øverste 0-15 cm av sedimentet.

Prøvestasjonene er vist på kart nedenfor. En beskrivelse av prøvene er gitt i vedlegg 1, med GPS-koordinater for prøvetakingspunktene.



Figur 3: Plassering av prøvestasjoner

### 2.1.2 Sedimentets forurensningsgrad

Områdenes forurensningsgrad er beskrevet i tabellform, hvor fargehenvisninger følger tabellen nedenfor.

Tabell 1: Beskrivelse av tilstandsklasser, Klif (TA-2229/2007)

Tilstandsklasse (SFT; TA-2229/2007)	
I Bakgrunn	Bakgrunnsnivå
II God	Ingen toksiske effekter
III Moderat	Kroniske effekter ved langtidseksponering
IV Dårlig	Akutt toksiske effekter ved kortidseksponering
V Svært dårlig	Omfattende akutt-toksiske effekter

Tabell 2 nedenfor viser målte konsentrasjoner av forurensning i sedimentet. Konsentrasjonene er klassifisert etter TA-2229/2007.

Tabell 2: Analyseresultater med målte konsentrasjoner av forurensningsforbindelser i sedimentprøver fra utfyllingsområdet, klassifisert etter TA-2229/2007.

Forbindelse	Enhet	M1	M2	M3	M4	M5
Arsen (As)	mg/kg TS	3,5	3,3	2,8	1,4	1,8
Bly (Pb)	mg/kg TS	19	24	13	3,3	3,7
Kadmium (Cd)	mg/kg TS	0,053	0,16	0,073	0,014	<0,013
Kobber (Cu)	mg/kg TS	41	33	24	3,7	4,7
Krom (Cr)	mg/kg TS	15	17	13	7,5	10
Kvikksølv (Hg)	mg/kg TS	0,15	0,124	0,068	0,005	0,01
Nikkel (Ni)	mg/kg TS	11	11	7,9	4,4	6,4
Sink (Zn)	mg/kg TS	52	130	45	16	21
Naftalen	mg/kg TS	0,042	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaftylen	mg/kg TS	0,016	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Acenaften	mg/kg TS	0,13	0,015	<0,01	<0,01	<0,01
Fluoren	mg/kg TS	0,17	0,017	0,012	<0,01	<0,01
Fenantren	mg/kg TS	1,2	0,17	0,1	<0,01	0,021
Antracen	mg/kg TS	0,41	0,046	0,029	<0,01	<0,01
Fluoranten	mg/kg TS	1,7	0,33	0,19	<0,01	0,03
Pyren	mg/kg TS	1,3	0,29	0,17	<0,01	0,028
Benzo(a)antracen	mg/kg TS	0,88	0,2	0,11	<0,01	0,013
Krysen/Trifenylen	mg/kg TS	0,83	0,2	0,11	<0,01	0,02
Benzo(b)fluoranten	mg/kg TS	0,62	0,16	0,093	<0,01	0,015
Benzo(k)fluoranten	mg/kg TS	0,63	0,15	0,091	<0,01	0,016
Benzo(a)pyren	mg/kg TS	0,75	0,17	0,096	<0,01	0,014
Indeno[1,2,3-cd]pyren	mg/kg TS	0,43	0,12	0,062	<0,01	0,011
Dibenzo[a,h]antracen	mg/kg TS	0,12	0,032	0,019	<0,01	<0,01
Benzo[g,h,i]perylen	mg/kg TS	0,45	0,15	0,081	<0,01	0,015
Sum PAH(16) EPA	mg/kg TS	9,7	2,1	1,2	nd	0,18
PCB 101	mg/kg TS	0,0071	0,0043	0,0038	<0,0005	<0,0005
PCB 118	mg/kg TS	0,0066	0,0039	0,0024	<0,0005	<0,0005
PCB 138	mg/kg TS	0,013	0,0075	0,012	<0,0005	<0,0005
PCB 153	mg/kg TS	0,01	0,0052	0,01	<0,0005	<0,0005
PCB 180	mg/kg TS	0,0033	0,0017	0,0057	<0,0005	<0,0005
PCB 28	mg/kg TS	0,00087	<0,0005	0,0036	<0,0005	<0,0005
PCB 52	mg/kg TS	0,0046	0,0035	0,0029	<0,0005	<0,0005
Sum 7 PCB	mg/kg TS	0,046	0,026	0,041	nd	nd
Tributyltinn (TBT)	ug/kg TS	16	17	9,6	2,6	<1
Totalt organisk karbon (TOC)	g/kg TS	9,4	45	10	<5	<5
Totalt organisk karbon (TOC)	% TS	0,94	4,5	1	0,5	0,5
Kornstørrelse < 63 µm	% (v/v) dv/	10,7	20,8	14,6	4,4	9
Fraksjon <2 µm	% (v/v) dv/	<1	1,3	<1	<1	<1
Total tørrstoff (%)	%	71	68	71	86	79

Kornfordelingen (se vedlegg 2 for analyserapport fra Eurofins) viser at sedimentet er nokså grovt i hele området, med finstoffinnhold på mellom 4,4 og 20,8 % <0,063 mm. Innholdet av organisk materiale er lavt (0,5 til 4,5 % TS).

Prøvestasjon M2 skiller seg noe ut fra de andre prøvene, med et finstoffinnhold på 20,8 % <63µm). Det er også et noe høyere innhold av organisk materiale (TOC) i prøven fra prøvestasjon M2 (4,5 %). Denne prøven ble oppgitt å ha H<sub>2</sub>S- lukt, noe som tyder på lav nedbrytning av organisk materiale.

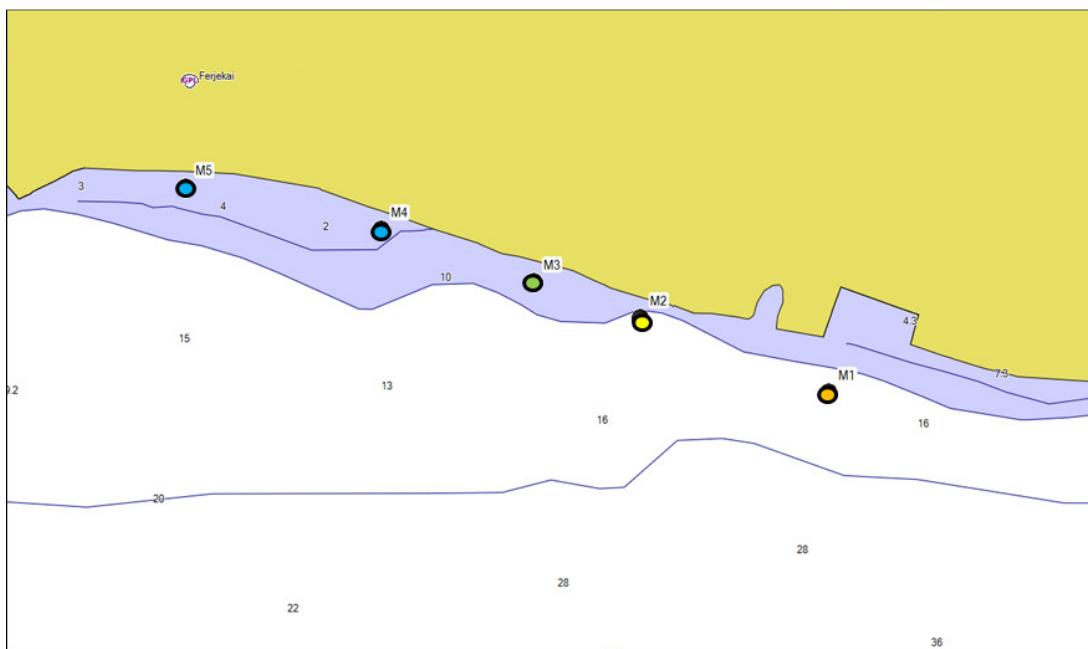
Stasjonene M1, M2 og M3 er forurenset over grenseverdi for tilstandsklasse III. Overskridelsene er av PAH-forbindelser, PCB-7 og TBT. Prøvestasjonene M4 og M5 har konsentrasjoner under grenseverdi for alle forbindelser (tilstandsklasse I og II).

#### 2.1.2.1 Metaller

Kobber og kvikksølv er analysert i tilstandsklasse II for prøvestasjon M1. Ellers er konsentrasjonene i klasse I.

#### 2.1.2.2 PAH

Enkeltforbindelser av PAH er målt i klasse III, IV og V i sedimentprøver fra M1, M2 og M3. M4 og M5 har PAH-konsentrasjoner i klasse I- II. Sum-PAH er i klasse IV i prøven fra stasjon M1, i klasse III for M2 og i klasse II for M3. Tilstandsklassifisering av stasjonene er vist i figur 3. Krysen og Benzo(ghi)perylen er analysert i klasse V i prøven fra M1.



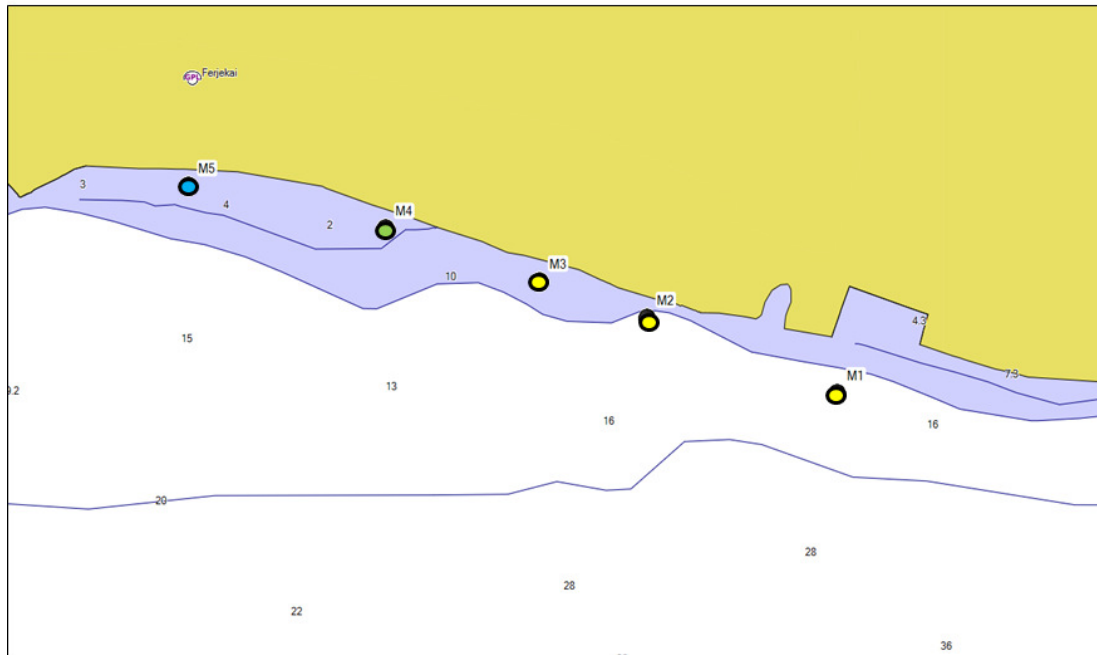
Figur 1: Tilstandsklassifisering av prøvestasjoner mht. sum-PAH.

#### 2.1.2.3 PCB

Konsentrasjonene av PCB<sub>7</sub> i prøvene fra M1, M2 og M3 er i klasse III. I resten av prøvene er PCB-konsentrasjonen i klasse I.

#### 2.1.2.4 TBT

Konsentrasjonene av TBT i prøvene fra M1, M2 og M3 er i klasse III. I resten av prøvene er PCB-konsentrasjonen i klasse I og II. Klassifisering av prøvestasjonene er vist i figur nedenfor.



Figur 2: Tilstandsklassifisering av prøvestasjoner mht. TBT.

## 2.2 BEHOV FOR MILJØRETTET RISIKOVURDERING

Tiltak i sedimentet vil kreve en miljørettet risikovurdering og en påfølgende tiltaksplan for utfylling i forurenset sediment på grunn av overskridelser av PAH- forbindelser, PCB og TBT.

## 3 Miljørettet risikovurdering

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra overflatesedimentet ved utfylling i området på grunn av konsentrasjoner av PAH, PCB og TBT. For å beregne potensiell risiko for spredning av forurensning er det gjort beregninger av oppvirvlet materiale og hvor mye forurensning som kan forekomme fra porevannet. Forutsetninger som er benyttet for beregningene er vist nedenfor:

- Massene er planlagt dumpet fra lastebil i grunne områder og fra lekter i dypere områder. Det er antatt at utfyllingsarbeidet vil foregå over et tidsrom på 6 måneder. I beregningene er det er brukt en tiltaksperiode på 120 dager for å beregne spredning av forurenset porevann.
- Det er forutsatt at det legges ut masser innenfor arealet i figur 2. Totalt vil utfyllingen dekke et areal på sjøbunnen på ca. 25 000 m<sup>2</sup>. Av dette er det et begrenset område som kan medføre uakseptabel spredning: områder som representeres av stasjoner M1, M2 og M3. Konservativt vil dette utgjøre ca. 50 % av sone A av utfyllingen og 100 % av arealet for sone B. Dvs. at et areal på ca. 19 000 m<sup>2</sup> har forurensingsforhold som kan medføre uakseptabel spredning av forurensning under tiltaket. Det er antatt at hele dette arealet kan påvirkes av utfyllingsarbeidet, da området er homogent og det ikke er oppgitt å være mye stein på sjøbunnen.
- Det er antatt at maksimalt de øverste 10 cm av sedimentet kan virvles opp under utlegging av massene. Det er brukt en sedimenttetthet på 1,3 kg/L i beregningene.
- Konsentrasjonen av forurensning i porevannet er beregnet ut fra mengde og stedsspesifikke fordelingskoeffisienter, K<sub>d</sub>, (TA-2803/2011). Utrekningene er vist i tabell nedenfor. Spredning av forurenset porevann er sammenlignet med PNEC (kronisk («predicted no effect concentration»), kronisk toksisitet for marine organismer) (TA-2803/2011). Det er valgt å bruke verdier for kroniske effekter på grunn av tiltakets varighet. Konsentrasjonen av PCB-7 er sammenlignet med grenseverdi oppgitt i Aquateam 2005. Det er beregnet hvor stort volum av resipienten som vil påvirkes i konsentrasjoner over denne grenseverdien for økologisk effekt, hver dag under tiltaket.

### 3.1 RISIKOVURDERING

Tabell 3 nedenfor viser beregnet spredning av forurensning under utfyllingsarbeidet.

Tabell 3: Beregnet spredning av forurensning under tiltaket med partikler og porevann.

Parameter	Partikler			Porevann			Volum resipient påvirket over PNEC kronisk hver dag (m <sup>3</sup> )
	Gjennomsnitt M1, M2 og M3 (mg/kg)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved TOC 2,14% TS	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC kronisk (mg/l)	
Fenantren	0,49	1	490	337	2,8	0,0013	2,2
Antracen	0,162	0,2	603	90	0,752	0,00011	6,8
Fluoranten	0,740	1	3092	81	0,7	0,00012	5,6
Pyren	0,587	1	1260	157	1,3	0,000023	57
Benzo(a)antracen	0,397	1	10726	12	0,10	0,000012	9
Krysen/Trifenylen	0,380	1	8519	15	0,13	0,00007	1,8
Benzo[b]fluoranten	0,291	0	17394	6	0,05	0,00003	1,6
Benzo[k]fluoranten	0,290	0	16998	6	0,05	0,000027	1,8
Benzo[a]pyren	0,339	0	17798	6	0,05	0,00005	1,1
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0,204	0	50166	1,4	0,011	0,000002	6
Dibenzo[a,h]antracen	0,057	0,1	41726	0,5	0,004	0,00003	0,13
Benzo[g,h,i]perylen	0,227	0	21899	3	0,029	0,000002	15
PCB 28	0,005	0,01	871	2,0	0,016		
PCB 52	0,004	0,01	1072	1,4	0,011		
PCB 101	0,011	0,01	7250	0,5	0,004		
PCB 118	0,008	0,01	72512	0,04	0,0003		
PCB 138	0,004	0,00	10976	0,11	0,0009		
PCB 153	0,002	0,00	109752	0,007	0,00006		
PCB 180	0,004	0,00	20912	0,06	0,0005		
Sum 7 PCB	0,038	0,1		4	0,03	0,000002	17
Tributyltinn (TBT)	0,014	0,02	24	203	1,7	2E-07	8462

#### 3.1.1 Partikler

Det er beregnet en begrenset spredning av forurensning under hele tiltaksperioden med partikler på grunn av lite finstoff. Spredning med partikler vil ikke føre til spredning av forurensning til mindre forurensede områder. Det er påvist høyere konsentrasjoner av TBT utenfor skipsverftet Bolsønes (Vannmiljø: 147 µg/kg).

#### 3.1.2 Porevann

Den beregnede spredningen av forurensning vil overskride PNEC (kronisk) i resipienten, med størst overskridelse av TBT. Et beregnet volum på ca. 8500 m<sup>3</sup> vil påvirkes over PNEC (kronisk) per dag under tiltaksperioden.

Slik som sedimentet ligger nå i dag, bidrar området til overskridelser av spredning av forurensning, uten påvirkning fra tiltak eller skipstrafikk. Dette gjelder særlig spredning av PAH- forbindelser.

### **3.1.3 Konklusjon**

På grunn av tiltakets omfang i areal og over tid vurderes det at forurensningsspredningen til vannsøylen, med overskridelser av PNEC (kronisk) er uakseptabel. Spredning av forurensning til vannsøylen kan også føre til opptak av miljøgifter i organismer. Beregnet spredning med partikler er begrenset, men spredning av porevann viser overskridelser av PNEC kronisk.

Tiltaket vil ikke føre til forurensning av mindre forurensede områder, da det er påvist høyere konsentrasjoner av TBT utenfor skipsverftet Bolsønes (Vannmiljø: 147 µg/kg). Det er heller ikke registrert marine verdier i nærhet til tiltaket, som vil påvirkes av overskridelse av PNEC kronisk i et volum på ca. 8500 m<sup>3</sup> av resipienten.

Det antas at utfyllingen ikke vil påvirke de registrerte naturverdiene i områdene utenfor da ingen av verdiene ligger nær nok til å bli direkte påvirket. Spredning av sediment er forventet å være begrenset til selve utfyllingsområdet.

I anleggsperioden vil fiskeri i området bli forstyrret og det anbefales derfor at det føres dialog om dette med lokale fiskarlag og Fiskeridirektoratet.

### **3.2 RISIKO FOR SPREDNING SLIK SEDIMENTET LIGGER I DAG**

Slik sedimentet ligger i dag medfører det uakseptabel spredning av forurensning, uten påvirkning fra skipstrafikk og tiltak for forbindelser som er analysert i tilstandsklasse III eller over i en eller flere av prøvene. Det er benyttet Klifs regneark for risikovurdering, som følger veiledning for risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011). Beregnet spredning fra sedimentet er vist i Tabell 4 nedenfor. Beregningene viser overskridelser av beregnet spredning av flere PAH- forbindelser og TBT.

Tabell 4: Beregnet spredning fra sedimentet med dagens tilstand.

Stoff	Beregnet total spredning ( $F_{diff} + F_{org} + F_{skip}$ )		Spredning ( $F_{tot}$ ) dersom $C_{sed}$ er lik grenseverdi for trinn 1 ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot}$ overskrider tillatt spredning med:	
	$F_{tot, maks}$ ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot, middel}$ ( $mg/m^2/år$ )		Maks	Middel
Fenantren	5,40E+00	2,20E+00	1,19E+01		
Antracen	1,43E+00	5,64E-01	5,98E-01	139 %	
Fluoranten	5,93E+00	2,58E+00	7,94E-01	647 %	225 %
Pyren	7,05E+00	3,18E+00	2,83E+00	149 %	12 %
Benzo(a)antracen	2,12E+00	9,57E-01	1,13E-01	1786 %	750 %
Krysen	4,70E+00	2,15E+00	9,77E-01	381 %	120 %
Benzo(b)fluoranten	2,66E+00	1,25E+00	5,59E-01	376 %	124 %
Benzo(k)fluoranten	2,77E+00	1,28E+00	5,00E-01	453 %	155 %
Benzo(a)pyren	3,15E+00	1,42E+00	9,55E-01	229 %	49 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	6,40E-01	3,04E-01	3,74E-02	1609 %	711 %
Dibenzo(a,h)antracen	2,15E-01	1,02E-01	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	1,53E+00	7,74E-01	3,83E-02	3903 %	1919 %
PCB 28	2,54E-01	1,81E-01			
PCB 52	4,60E-01	2,99E-01			
PCB 101	1,34E-01	1,12E-01			
PCB 118	1,03E-02	8,65E-03			
PCB 138	3,88E-02	2,43E-02			
PCB 153	2,45E-03	1,52E-03			
PCB 180	1,64E-02	1,31E-02			
Sum PCB7	9,15E-01	6,39E-01			
Tributyltinn (TBT-ion)	2,35E-01	1,96E-01	1,15E+01		

### 3.3 MILJØBUDSJETT.

Etter utfyllingstiltaket er ferdig vil ikke forurensningen være biotilgjengelig. Det vil ta ca. 17 år før den beregnede spredningen av TBT under utfyllingsarbeidet tilsvarer dagens naturlige spredning. Dvs. at det tar 17 år før man kan regne utfyllingen som et positivt tiltak for miljøet. Det er da beregnet spredning ved porevann, da man antar at det meste av partikkelspredningen sedimenterer igjen i tiltaksområdet.



## 4 Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger

Denne beskrivelsen av forskjellige tiltak er lagt til for å følge TA-2683/2011 " Krav til tiltaksplan. Generelle krav til innhold i en tiltaksplan for opprydding i forurensede sedimenter. Det finnes flere alternative tiltak og løsninger som kan iverksettes for å begrense risikoen spredning av forurensning dumping av masser i sjø bidrar til. Det kan være tiltak som:

- begrense sannsynlighet for oppvirvling og utlekking ved utfylling
- begrense omfanget av spredningen
- Redusere risikoen knyttet til spredning

### 4.1.1 **Null-alternativ**

Null-alternativet er beskrevet av dagens tilstand. Det er ikke iverksatt aktive tiltak for å stanse spredningen av forurensning til sjø og utenforliggende sedimenter. Denne løsningen er bare aktuelt dersom nye data kan vise at spredningen er lavere enn antatt. Det er ikke planlagt innhenting av nye data.

#### *Fordel*

- Rimelig

#### *Ulemper*

- Forurensede masser vil spres til nærliggende områder
- Sjølevende organismer som fisk kan bli påvirket

### 4.1.2 **Fjerning av forurenset sediment - mudring**

Det forurensede sedimentlaget kan fjernes før utfyllingsarbeidet starter. All mudring i forurenset sediment fører til stor forurensningsspredning. I tillegg krever mudringstiltak løsninger for deponering, og medfører ofte store kostnader. Det er ulike gravemetoder tilgjengelig. Noen er spesialutformet for å redusere spredning av forurensning.

#### *Fordeler*

Fjerning av forurensning

#### *Ulemper*

- Behov for deponering- økte kostnader

Aktuelle metoder er:

- Vanlig bakgraver/grabb
- Miljøgrabb
- Sugemudring

#### 4.1.2.1 Vanlig bakgraver/grabb.

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på sjøbunnen.

*Fordeler*

- Rimelig (relativt til andre mudrings metoder)
- Effektiv

*Ulemper*

- Forurensede masser vil spres under mudring.
- Behov for deponering- økte kostnader

#### 4.1.2.2 Miljøgrabb.

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på sjøbunnen med mindre spredning av partikler og porevann, men som ikke virker etter hensikten i masser som inneholder stein.

*Fordeler*

- Rimelig (I forhold til sugemudring)
- Effektiv
- Mindre forurensing vil spres sammenlignet med vanlig bakgraver

*Ulemper*

- Virker ikke etter hensikten i masser som inneholder stein (vil være uegnet i store deler av dette området)
- Behov for deponering- økte kostnader

#### 4.1.2.3 Sugemudring

Vanlig metode som effektivt fjerner fine homogene masser fra sjøbunnen, med liten spredning av partikler og porevann. Metoden genererer store mengder vann (opp til 90 %). Dette vannet vil, når sedimentene har porevannskonsentrasjoner over PNEC for sjøvann, være betydelig forurenset.

*Fordel*

- Mindre spredning

*Ulemper*

- Problemer med stein (vil være uegnet i store deler av dette området)
- Porevann må renses eller håndteres på annen måte

- Kostbart
- Behov for deponering- økte kostnader

#### **4.1.3 Utfyllingsmetode**

Valgt metode for utfylling kan redusere forurensningsspredning: Sedimentet på sjøbunnen holdes på plass. Aktuelle metoder er:

- Massene legges skånsomt ned på bunnen,
- Beskyttende lag av sand
- Geotekstil med overdekning

##### **4.1.3.1 Skånsom plassering av massene**

Forurensningsspredningen kan reduseres når det først legges et tynnere lag av rene masser på bunnen før hoveddelen av overdekningsmassene blir plassert. Slik skånsom utlegging kan utføres med gravemaskin.

##### *Fordel*

- Mindre spredning

##### *Ulemper*

- Noe spredning må på regnes
- Økte kostnader

##### **4.1.3.2 Beskyttende lag**

Forurensningsspredningen kan reduseres ved at det legges et lag med sand før plassering starter, jf. punktet ovenfor.

##### *Fordel*

- Mindre spredning
- Kan fange opp forurenset porevann

##### *Ulemper*

- Økte kostnader

#### 4.1.3.3 Geotekstil

Forurensningspredningen kan reduseres ved å legge en geotekstil på bunnen før dumpingen starter. Ofte gjøres dette i kombinasjon med et lag med sand for å beskytte teksten.

##### *Fordel*

- Mindre spredning av forurensning

##### *Ulemper*

- Økte kostnader

#### 4.1.4 **Begrense forurensningspredning**

Begrense spredning innebærer flere tiltak:

- Etablering av sjeté
- Siltgardin

##### 4.1.4.1 **Arbeid innenfor sjeté**

Arbeid innenfor sjeté vil gi effektiv beskyttelse mot spredning av forurensede partikler.

##### *Fordeler*

- Effektiv
- Kan brukes i strømutsatte områder
- Reduksjon av partikkelspredning under utfylling bak sjetéen.

##### *Ulempe*

- Det vil bli spredning av forurensning ved utlegging av sjeté
- Økte kostnader

##### 4.1.4.2 **Siltgardin**

Arbeid innenfor siltgardin som lukker inn tiltaksområdet gir effektiv begrenning av partikkelspredning, men kan slippe igjennom finfraksjonen av partikler.

##### *Fordeler*

- Effektiv begrenning av partikkelspredning
- Lett å håndtere

##### *Ulemper*

- Slipper gjennom finfraksjonen
- Kostbart
- Virker ikke i strømutsatte områder.

#### **4.1.5 Redusere risikoen knyttet til spredning**

Risikoen ved forurensingsspredning kan også reduseres på flere måter enn ved de direkte tiltaksrelaterte som er beskrevet ovenfor:

- Tidspunkt for gjennomføring – unngå sårbare perioder (eks.gyte – og vandreperioder)
- Overvåkning
- Beskytte biologiske verdier

##### **4.1.5.1 Tidspunkt for gjennomføring**

Ved å utføre tiltaket på tidspunkt da viktige biologiske verdier er sårbare i forhold til gyting, vandring, næringsopptak og produksjon, er det mulig å redusere risikoen for påvirkning.

###### *Fordeler*

- Redusere risikoen
- Billig

###### *Ulemper*

- Begrenser gjennomføringsevnen.
- Vil ikke forhindre spredning av partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.

##### **4.1.5.2 Overvåkning**

Ved en god overvåking vil risikoen reduseres ved at årsakene til utilsiktet spredning kan identifiseres og tiltak iverksettes.

###### *Fordeler*

- Reduserer risikoen
- Tiltak kan rask iverksettes

##### **4.1.5.3 Beskyttelse av biologisk verdier**

Det er flere måter å beskytte biologiske verdier mot påvirkning av et tiltak. I dette tilfelle vil bruk av sjeté og siltgardin være relevant for å beskytte marine organismer.

#### 4.1.6 **Kostnader**

En oversikt over mulige kostnader ved alternative tiltak er vist i tabell nedenfor.

*Tabell 5 Kostnader for ulike tiltaksalternativer (Kostnadene er indikative og overordnet)*

Tiltaksalternativ	Operasjoner/elementer	Kostnad kr
Null alternativet	Ingen	ingen
Mudring	Bakgraver	Ukjent, men svært kostbart
	Miljøgrabb (relativt til bakgraver)	Ukjent, men svært kostbart
	Sugemudring (relativt til bakgraver), med vannrensning	Ukjent, men svært kostbart
Utleggingsmetode	Skånsom med gravemaskin	Ukjent, men kostbart
	Beskyttende lag med sand	Ukjent, men kostbart
	Geotekstil	Ukjent, men kostbart
Begrense spredning	Sjete	Ukjent, men kostbart
	Siiltgardin	Ca. 200 000
Redusere risiko	Tidspunk for gjennom føring	Begrensende i forhold til gjennomføring, ukjente kostnader
	Overvåkning	100 000 +
	Beskyttelse av biologiske verdier	Jf. siltgardin, sjete

## 5 Anbefalt tiltak

For å forhindre spredning av forurensning til vannsøylen under tiltaket bør det gjøres risikoreduserende tiltak.

Utfyllingsarbeidet vil kunne føre til uakseptable konsentrasjoner i et volum på ca. 8500 m<sup>3</sup> av resipienten. Dette representerer et svært begrenset areal av Moldefjorden.

Det anbefales at tiltaket gjøres på et tidspunkt som ikke vil føre til ulemper for biologiske verdier, dvs. utenom perioden 1. april til 1. september. Man bør også gjennomføre overvåking under tiltaket, for å sikre at spredningen skjer innenfor et begrenset areal fra tiltaksområdet. I forhold til fiskeri anbefales det at det tas kontakt med lokale fiskarlag og Fiskeridirektoratet.

Da oppstart for anleggsarbeidet ikke er fastsatt vil det være mulig at tiltaket ikke vil være ferdig gjennomført 1. april 2013. For å unngå fordyrende forsinkelser ønsker utbygger å ha mulighet til å fortsette arbeidet etter denne datoen. Dette vil være mulig dersom man fyller ut en sjete ytterst i området. Etter at denne er etablert kan man fortsette utfyllingsarbeidet innenfor sjeteen etter 1. april.

Området helt i vest i Sone A i utfyllingsområdet (vist i vedlegg 3) vil ikke bidra til uakseptabel risiko for spredning. Likevel bør man gjøre ferdig arbeid som kan føre til spredning i denne sonen før perioden 1. april til 1. september. Dette da området representerer et meget begrenset areal av sone A, og tilgrensende område i øst kan bidra til uakseptabel spredning av forurensning.

På grunn av det begrensede potensialet til spredning av forurensning ved utfylling vurderes det ikke som nødvendig med andre spesielle tiltak i forhold til forurenset sediment under utlegging av masser.

## 6 Referanser

NIVA (2004). Molde- og Fannefjorden, Møre og Romsdal. Vurdering av utslipp av kommunalt avløpsvann sett i

Klif (2003). Veileder for håndtering av forurenset sediment (TA 1979/2003).

Klif (2008). Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sediment. TA 2229/2007

Klif (2011). Risikovurdering av forurenset sediment (TA-2802/2011).

Klif (2011). Bakgrunnsdokument til veiledere for risikovurdering (TA-2803/2011)

Klif (2010). Krav til tiltaksplan (TA-2683/2010)

Karttjenesten Vanmiljø <http://vanmiljo.klif.no/>

Karttjenesten Miljøstatus <http://www.miljostatus.no/kart/>



## Vedlegg 1: Beskrivelse av prøvene

Navn prøvestasjon	Beskrivelse av prøven	GPS- koordinater for prøven (UTM/EUREF 89 NN1954)
M1	Svart/mørkegrå sandig silt eller siltig sand, humus og skjellrester, ikke H2S-lukt.	6957466, 406915
M2	Svart/mørkegrå sandig silt eller siltig sand, humus og skjellrester, H2S-lukt.	6957514, 406808
M3	Mørkegrå sandig silt eller siltig sand, humus og skjellrester, ikke H2S-lukt.	6957537, 406746
M4	Grå grusig sand, humus og skjellrester, ikke H2S-lukt	6957566, 406659
M5	Mørkegrå grusig sand, humus og skjellrester, ikke H2S-lukt.	6957592, 406546

## Vedlegg 2: Analyserapport Eurofins

# Vedlegg C



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

F. reg. 965 141 618 MVA  
Møllebakken 50  
NO-1506 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

Norconsult AS  
Grandfjæra 24  
6415 MOLDE  
Attn: Arne Åsmund Skotheim

**AR-12-MM-005452-01**



**EUNOMO-00050909**

Prøvemottak: 28.03.2012  
Temperatur:  
Analyseperiode: 28.03.2012-17.04.2012  
Referanse: 5121432, Grand  
Fiære-Undersøkelser sjø

## ANALYSERAPPORT

---

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 :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>439-2012-03280090</b>	Prøvetakingsdato:	24.03.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ola Amundsgård		
Prøvemerkning:	M1	Analysestartdato:	28.03.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Arsen (As)	3.5	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
Bly (Pb)	19	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
Kadmium (Cd)	0.053	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)	41	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Krom (Cr)	15	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
Kvikksølv (Hg)	0.150	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
Nikkel (Ni)	11	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
Sink (Zn)	52	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
<b>PAH 16 EPA</b>					
Naftalen	0.042	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaftylen	0.016	mg/kg TS	41%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaften	0.13	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoren	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fenantren	1.2	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Antracen	0.41	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoranten	1.7	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Pyren	1.3	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo(a)antracen	0.88	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Krysen/Trifenylen	0.83	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[b]fluoranten	0.62	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[k]fluoranten	0.63	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[a]pyren	0.75	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.43	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Dibenzo[a,h]antracen	0.12	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[g,h,i]perylen	0.45	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Sum PAH(16) EPA	9.7	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.00087	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0046	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0071	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0066	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.013	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.010	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0033	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.046	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
Tributyltinn (TBT)	16	µg/kg TS	40%	Intern metode	1
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	9.40	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5
<b>a) Kornstørrelse &lt;2 µm</b>					
Fraksjon <2 µm	<1	% (v/v) dv		Sedimentasjon	1
a) Kornstørrelse < 63 µm	10.7	% (v/v) dv		Sedimentering	0.1
Total tørrstoff	71	%	15%	NS 4764	0.02

**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 :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).



---

**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 :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>439-2012-03280091</b>	Prøvetakingsdato:	24.03.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ola Amundsgård		
Prøvemerkning:	M2	Analysestartdato:	28.03.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Arsen (As)	3.3	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
Bly (Pb)	24	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
Kadmium (Cd)	0.16	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)	33	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Krom (Cr)	17	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
Kvikksølv (Hg)	0.124	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
Nikkel (Ni)	11	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
Sink (Zn)	130	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
<b>PAH 16 EPA</b>					
Naftalen	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS	41%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaften	0.015	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoren	0.017	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fenantren	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Antracen	0.046	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoranten	0.33	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Pyren	0.29	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo(a)antracen	0.20	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Krysen/Trifenylen	0.20	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[b]fluoranten	0.16	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[k]fluoranten	0.15	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[a]pyren	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.12	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Dibenzo[a,h]antracen	0.032	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[g,h,i]perylen	0.15	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Sum PAH(16) EPA	2.1	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0035	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0043	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0039	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.0075	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.0052	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0017	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.026	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
Tributyltinn (TBT)	17	µg/kg TS	40%	Intern metode	1
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	45.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5
<b>a) Kornstørrelse &lt;2 µm</b>					
Fraksjon <2 µm	1.3	% (v/v) dv		Sedimentasjon	1
a) Kornstørrelse < 63 µm	20.8	% (v/v) dv		Sedimentering	0.1
Total tørrstoff	68	%	15%	NS 4764	0.02

**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 :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).



---

**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 :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>439-2012-03280092</b>	Prøvetakingsdato:	24.03.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ola Amundsgård		
Prøvemerkning:	M3	Analysestartdato:	28.03.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Arsen (As)	2.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
Bly (Pb)	13	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
Kadmium (Cd)	0.073	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)	24	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Krom (Cr)	13	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
Kvikksølv (Hg)	0.068	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
Nikkel (Ni)	7.9	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
Sink (Zn)	45	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
<b>PAH 16 EPA</b>					
Naftalen	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS	41%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaften	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoren	0.012	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fenantren	0.10	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Antracen	0.029	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoranten	0.19	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Pyren	0.17	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo(a)antracen	0.11	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Krysen/Trifenylen	0.11	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[b]fluoranten	0.093	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[k]fluoranten	0.091	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[a]pyren	0.096	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.062	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Dibenzo[a,h]antracen	0.019	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[g,h,i]perylen	0.081	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Sum PAH(16) EPA	1.2	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	0.0036	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	0.0029	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	0.0038	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	0.0024	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	0.012	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	0.010	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	0.0057	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	0.041	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
Tributyltinn (TBT)	9.6	µg/kg TS	40%	Intern metode	1
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	10.0	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5
<b>a) Kornstørrelse &lt;2 µm</b>					
Fraksjon <2 µm	<1	% (v/v) dv		Sedimentasjon	1
a) Kornstørrelse < 63 µm	14.6	% (v/v) dv		Sedimentering	0.1
Total tørrstoff	71	%	15%	NS 4764	0.02

**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 :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).





---

**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 :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>439-2012-03280093</b>	Prøvetakingsdato:	24.03.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ola Amundsgård		
Prøvemerkning:	M4	Analysestartdato:	28.03.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Arsen (As)	1.4	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
Bly (Pb)	3.3	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
Kadmium (Cd)	0.014	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)	3.7	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Krom (Cr)	7.5	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
Kvikksølv (Hg)	0.005	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
Nikkel (Ni)	4.4	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
Sink (Zn)	16	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
<b>PAH 16 EPA</b>					
Naftalen	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaftalen	<0.01	mg/kg TS	41%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaften	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoren	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fenantren	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Antracen	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoranten	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Pyren	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo(a)antracen	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Krysen/Trifenylen	<0.01	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[b]fluoranten	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[k]fluoranten	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[a]pyren	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Indeno[1,2,3-cd]pyren	<0.01	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[g,h,i]perylen	<0.01	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Sum PAH(16) EPA	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
Tributyltinn (TBT)	2.6	µg/kg TS	40%	Intern metode	1
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	<5	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5
<b>a) Kornstørrelse &lt;2 µm</b>					
Fraksjon <2 µm	<1	% (v/v) dv		Sedimentasjon	1
a) Kornstørrelse < 63 µm	4.4	% (v/v) dv		Sedimentering	0.1
Total tørrstoff	86	%	15%	NS 4764	0.02

**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 :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).



---

**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 :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>439-2012-03280094</b>	Prøvetakingsdato:	24.03.2012		
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Ola Amundsgård		
Prøvemerkning:	M5	Analysestartdato:	28.03.2012		
Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:
Arsen (As)	1.8	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.5
Bly (Pb)	3.7	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.3
Kadmium (Cd)	<0.013	mg/kg TS	40%	NS EN ISO 17294-2	0.01
Kobber (Cu)	4.7	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
Krom (Cr)	10	mg/kg TS	30%	NS EN ISO 11885	0.05
Kvikksølv (Hg)	0.010	mg/kg TS	20%	NS 4768	0.001
Nikkel (Ni)	6.4	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.2
Sink (Zn)	21	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 11885	0.05
<b>PAH 16 EPA</b>					
Naftalen	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaftylen	<0.01	mg/kg TS	41%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Acenaften	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoren	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fenantren	0.021	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Antracen	<0.01	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Fluoranten	0.030	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Pyren	0.028	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo(a)antracen	0.013	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Krysen/Trifenylen	0.020	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[b]fluoranten	0.015	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[k]fluoranten	0.016	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[a]pyren	0.014	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.011	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Dibenzo[a,h]antracen	<0.01	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Benzo[g,h,i]perylen	0.015	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01
Sum PAH(16) EPA	0.18	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
<b>PCB 7</b>					
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 52	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 101	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 118	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 138	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 153	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
PCB 180	<0.0005	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005
Sum 7 PCB	nd	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	
Tributyltinn (TBT)	<1	µg/kg TS	40%	Intern metode	1
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	<5	g/kg TS		In acc. with NEN-EN 13137	5
<b>a) Kornstørrelse &lt;2 µm</b>					
Fraksjon <2 µm	<1	% (v/v) dv		Sedimentasjon	1
a) Kornstørrelse < 63 µm	9.0	% (v/v) dv		Sedimentering	0.1
Total tørrstoff	79	%	15%	NS 4764	0.02

**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 :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).

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

a)\* Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770, Barneveld

a) Eurofins|Analytico Barneveld RvA L010, Eurofins Analytico (Barneveld), PO Box 459, NL-3770, Barneveld

**Moss 17.04.2012**-----  
Grethe Arnestad

ASM/Cand.Mag. Kjemi

**Tegnforklaring:**

\* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

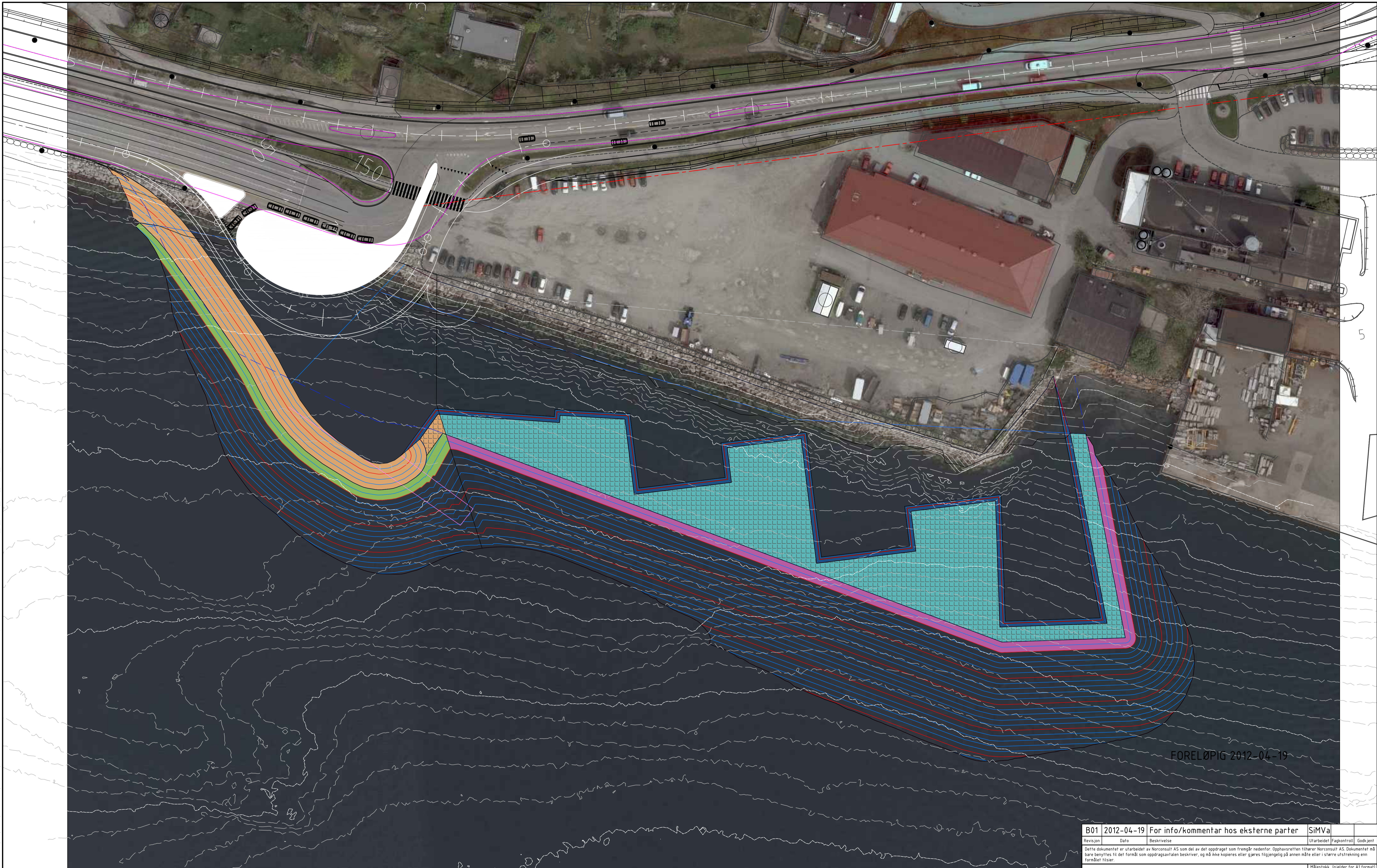
&lt; :Mindre enn, &gt; :Større enn, nd :Ikke påvist, MPN :Most Probable Number, cfu :Colony Forming Units, MU :Uncertainty of Measurement, LOQ :Kvantifiseringsgrense

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

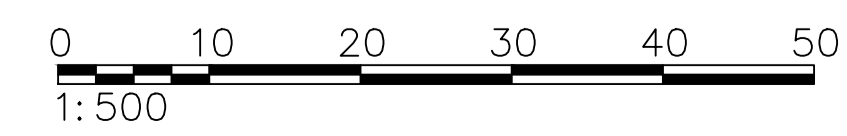
Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning. Resultatene gjelder kun for de(n) undersøkte prøven(e).

## Vedlegg 3: Planskisse

"N:\512\04\5120458\DKK\Grunnarbeider\Modell\Volumberegning\Wengder\Wengder1.dwg - SIMVa - Plottet: 2012-04-19, 14:11:19 - XREF = flyfoto, 2012-04-17 Asplan Via, 52021\_I\_GEOM\_007\_AIS\_I\_KART\_nytt\_skygge"



- Plastring - Sone A
- Rausa Plastring - Sone A
- Plastring - Sone B
- Rausa Plastring - Sone B



Revisjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontroll	Godkjent
B01	2012-04-19	For info/kommentar hos eksterne parter			

Foreløpig 2012-04-19

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult AS som del av det oppdraget som fremgår nedenfor. Opphavsretten tilhører Norconsult AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

**Grand Fiære Utvikling AS**  
Grand Fiære - Skisseprosjekt.

Forklaringskisse - volumberegning

Norconsult	Oppdragsnummer 5120458	Tegningsnummer M1	Revisjon B01
------------	---------------------------	----------------------	-----------------

Målestokk (gjelder for A1 format)  
1:500 A1