

Statens vegvesen Region vest

# Miljøundersøkelse av sediment i forbindelse med utfylling, Buøy med tiltaksplan

## Rv 13 Ryfast

### Forprosjekt

2013-05-28 Oppdragsnr.: 5111687



D02	2013-05-28	Oppdatert rapport etter utvikling i prosjektet	Glhau	Grs/ jokjo	BjKle
A01	2012-12-06	Rettet figur 1 og tabell 1 (manglet i rev A00). Ingen andre endringer.	Glhau	jokjo	-
A00	18.11.2011	Sedimentundersøkelser Buøy	Glhau/ pebec	Grs	BjKle
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>Innledning</b>	<b>6</b>
1.1	Bakgrunn	6
1.2	Tidligere undersøkelser	7
1.3	Kilder til forurensning lokalt	7
1.4	Naturverdier	8
<b>2</b>	<b>Metodikk- risiko for forurensning</b>	<b>9</b>
2.1	Bakgrunn	9
<b>3</b>	<b>Sedimentundersøkelse Buøy</b>	<b>10</b>
3.1	Kartlegging av Sedimentforurensning	10
3.1.1	Prøvestasjonene	10
3.1.2	Prøveprogram og analyser	11
3.1.3	Sedimentets forureningsgrad	12
3.1.3.1	Metaller	14
3.1.3.2	PAH	14
3.1.3.3	PCB	14
3.1.3.4	TBT	14
3.1.3.5	Behov for miljørettet risikovurdering	14
3.2	Risikovurdering	15
3.2.1	Partikler	16
3.2.2	Porevann	16
3.2.3	Konklusjon	17
3.3	Risiko for spredning slik sedimentet ligger i dag	17
<b>4</b>	<b>Spredning av plastfiber</b>	<b>20</b>
4.1	Plastfiber	20
4.2	Skyteledninger	20
<b>5</b>	<b>Påvirkning fra partikler og sprengstoffrester</b>	<b>21</b>
5.1	Forventet spredning partikler og nitrogenforbindelser	21
<b>6</b>	<b>Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger</b>	<b>23</b>
6.1.1	Null-alternativ	23
6.1.2	Fjerning av forurenset sediment - mudring	23
6.1.2.1	Vanlig bakgraver/grabb.	23
6.1.2.2	Miljøgrabb.	24
6.1.2.3	Sugemudring	24
6.1.3	Utfyllingsmetode	24
6.1.3.1	Skånsom plassering av massene	25
6.1.3.2	Beskyttende lag	25
6.1.3.3	Geotekstil	25
6.1.4	Begrense forureningsspredning	25
6.1.4.1	Arbeid innenfor sjete	26
6.1.4.2	Siltgardin	26
6.1.5	Spesielle tiltak mot spredning av plastfiber	26

6.1.5.1	Oppsamlingslenser (type Buster)	26
6.1.5.2	OP- skimmer.	26
6.1.5.3	Innsamling med håv fra båt	27
6.1.6	Redusere risikoen knyttet til spredning	27
6.1.6.1	Tidspunkt for gjennomføring	27
6.1.6.2	Overvåkning	27
6.1.6.3	Beskyttelse av biologisk verdier	28
6.1.7	Kostnader	28
<b>7</b>	<b>Anbefalt tiltak</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Miljøbudsjett</b>	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
<b>9</b>	<b>Overvåking</b>	<b>30</b>
<b>10</b>	<b>Referanser</b>	<b>31</b>
	<b>Vedlegg 1: Prøvebeskrivelse</b>	<b>32</b>
	<b>Vedlegg 3: Analyseresultater</b>	<b>37</b>

## Sammendrag

I forbindelse med bygging av Eiganestunnelen og Ryfast- forbindelsen mellom Stavanger og Ryfylke vil det foregå utfyllingsarbeider i sjø ved flere lokaliteter. Utfylling i sjø krever avklaring av forurensningssituasjonen i sedimentene i henhold til veiledning TA-1979/2004 fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Denne rapporten omhandler miljøundersøkelsen av sediment i utfyllingsområdet ved Buøy, i Stavanger kommune.

Det ble tatt prøver av det øverste sjiktet av sedimentet. Prøvene ble deretter analysert for stoffer som er vanlig forurensning i havneområder.

Forurensning i sedimentene utløser krav til risikovurdering og tiltaksplan i forbindelse med utfyllingsarbeidet. Risikovurderingen viser at potensiell forurensningsspredning med porevann kan føre til overskridelser av PNEC for TBT i et betydelig volum av resipienten, samt lokale overskridelser av samtlige forurensningsstoffer som er analysert. I tillegg er det knyttet risiko til spredning av tungmetaller via partikkeloppvirvling.

Det foreslås tiltak for å redusere oppvirvling av sediment under utfylling av masser, samt overvåking før, etter og under tiltaket.

# 1 Innledning

## 1.1 BAKGRUNN

Statens Vegvesen har behov for å fylle ut i sjø ved Buøy, med overskuddsmasser fra tunneler i Ryfast- forbindelsen. Norconsult har på oppdrag fra Statens Vegvesen gjennomført en undersøkelse av miljøsituasjonen i sedimentet i det planlagte utfyllingsområdet.

Det planlagte tiltaket er vist i Figur 1. Et areal på 120 000 m<sup>2</sup> blir berørt av utfyllingsarbeidene. Ca. ½ av massene vil bli transportert med lekter til området.

Undersøkelsene følger "Veileder for håndtering av forurensede sedimenter, TA-1979/2004", med grenseverdier fra "Veileder for klassifisering av miljøgifter i vann og sediment TA-2229/2007 fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif).



Figur 1: Planlagt utfyllingsområde ved Buøy, nytt landareal vist i rødt. Bildet er tatt fra presentasjon fra Statens vegvesen (2010), med skisse av utfyllingen.

## 1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER

Utfyllingsområdet ligger i området mellom Byfjorden og Bangarvågen. Kildene i området er kartlagt i tiltaksplanen for Stavanger Havn (Fylkesmannen i Rogaland, 2002). Konsentrasjonene var i klasse III og høyere for både PAH og PCB i samtlige prøver.

## 1.3 KILDER TIL FORURENSNING LOKALT

I Bangarvågen har det tidligere vært en kommunal fyllplass på land. I tillegg har Forsvaret aktivitet på Ulsnes som har bidratt til forurensningen i området. Verftsområdet til Kværner Oil & Gas dekker nesten halve Buøy. Virksomheten består av bygging av nye plattformer, og seksjoner til disse. Det er mye skipstrafikk i området.

Stavanger havn er en delvis lagdelt resipient. Området er beskyttet mot bølgeeksponering, har lav strømningshastighet og kort oppholdstid for bunnvann. Kjemisk og økologisk tilstand i havna er klassifisert som moderat. Forurensningen skyldes både diffuse kilder som avrenning fra byen og forurensning fra punktkilder og fra industri. (Vann-nett).

Forurensning som kan være knyttet til skipstrafikk inkluderer følgende stoffer:

- Bly, krom, sink, kvikksølv (skipsmaling).
- TBT (tributyltinn) (begroingshindrende middel i skipsmaling / bunnstoff - utfaset).

- Kobber: Brukes i bunnstoff, samt skipsmaling.
- Hydrokarboner (drivstoff)
- Driftsutslipp av olje

Det er laget en tiltaksplan for opprydding av sedimentene i Stavanger Havn, hvor utfyllingsområdet er inkludert (Fylkesmannen i Rogaland, 2002). Området er med i tiltaksplan for Bangarvågen. Her er det foreslått tildekking eller mudring. Behov for flere prøver, samt kjerneprøver nevnes som behov videre for å velge løsning for opprydding. Det nevnes også at man må få kontroll på aktive kilder før tiltak gjennomføres.

Sedimentet i Bangardvågen er en aktiv kilde til forurensning til Byfjorden for PAH og PCB-forurensning, i følge tiltaksplanen for sedimenter i Stavanger havn. Man ønsker å stanse tilførsel av forurensning til Byfjorden, for å kunne oppheve kostholdsråd. Kostholdsrådet er satt på grunn av høye konsentrasjoner av PAH og PCB.

#### **1.4 NATURVERDIER**

Det er ingen registrerte biologiske verdier i sjø. I nærområdet er Tjuvholmen er viktig hekkeplass for sjøfugl, og vannkanten rundt benyttes av ærfugl til søk etter mat. (naturbase). Under prøvetakingen ble det også observert hummer/krabbe- teiner som var satt ut innenfor det planlagte utfyllingsområdet.



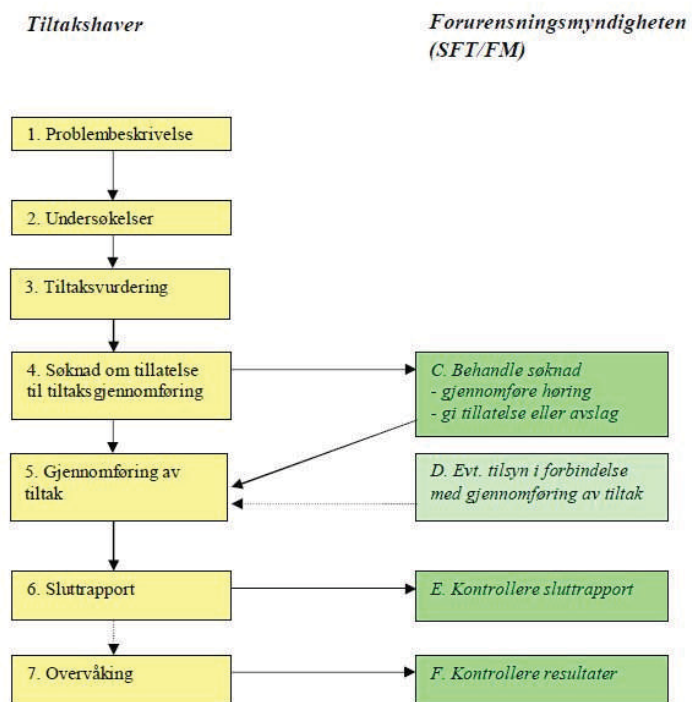
# 2 Metodikk- risiko for forurensning

## 2.1 BAKGRUNN

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 utfyllings- og mudringsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?

### VEDLIKEHOLDSMUDRING / UTBYGGING



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

# 3 Sedimentundersøkelse Buøy

## 3.1 KARTLEGGING AV SEDIMENTFORURENSNING

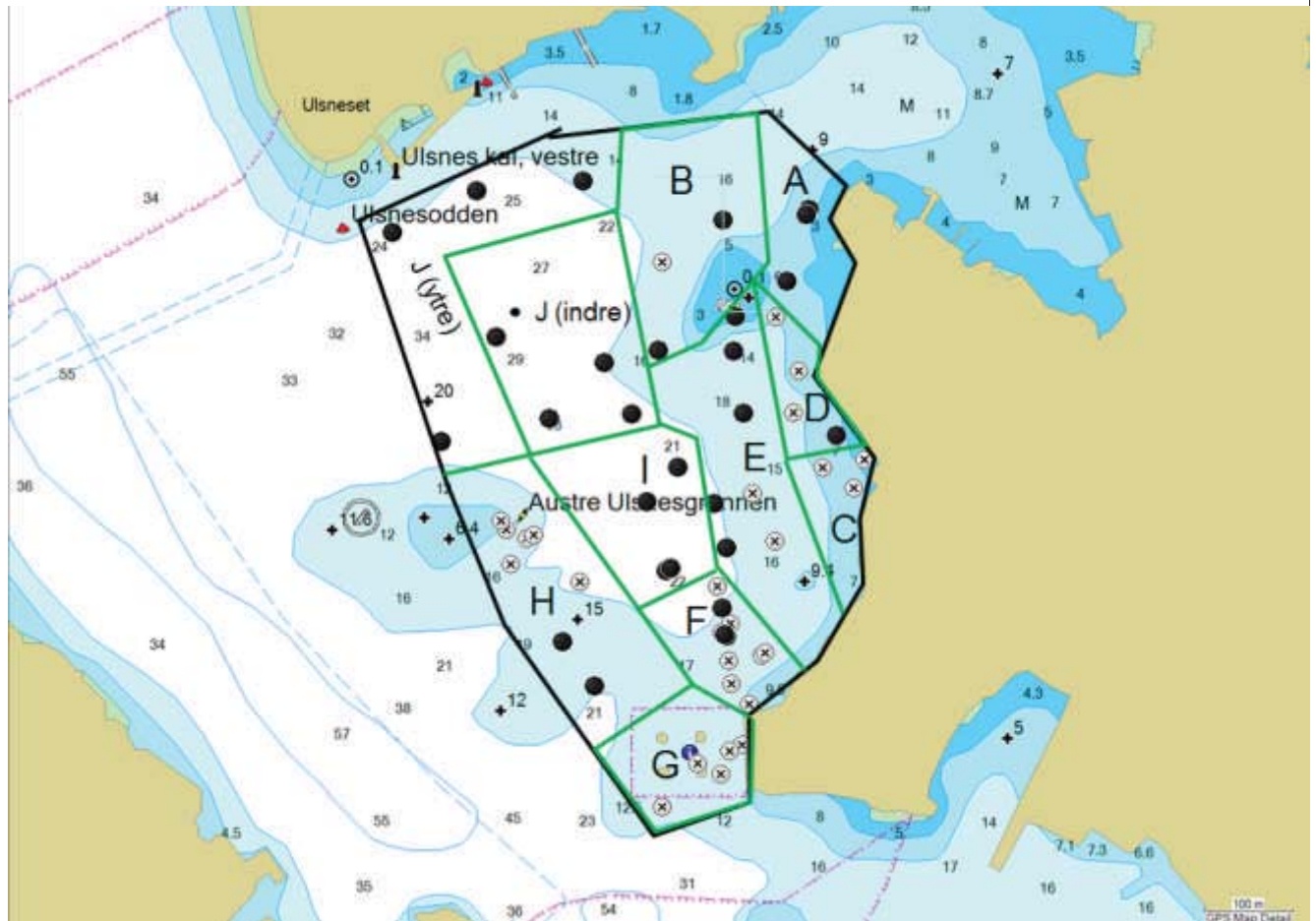
### 3.1.1 Prøvestasjonene

Prøvetakingen ble utført den 13. og 14. oktober 2011 fra båt, fra selskapet Bukser og Berging fra Stavanger. Prøvestasjonene ble valgt på bakgrunn av planlagte områder for utfylling, vist på Figur 3 nedenfor.

Prøvene fra utfyllingsområdet ble tatt med en liten Van Veen-grabb. Materialet representerer de øvre 2 cm av sedimentet. Hver prøve består av blandprøve av 4-5 grabbskudd tatt innenfor områdene vist i Figur 3. Endelig plassering av stasjonene ble gjort i felt på bakgrunn av sedimentets sammensetning. Figuren under viser avgrensningen av områdene for hver av blandprøvene.

Under transport til laboratoriet til ALS knuste prøver fra delområder I og J (ytre). Det var ikke nok materiale igjen til full analyse av prøvene. Det var derimot nok materiale til å lage blandprøver med J indre til å få resultater av forurensningskonsentrasjonen i disse områdene (kornfordeling ble ikke målt).

- Prøve J ytre er en blandprøve av sediment fra områder J (ytre) og den tilgrensende stasjonen J (indre). TBT er analysert i sediment fra J (ytre).
- Prøve I er en blandprøve av sediment fra områder I og den tilgrensende stasjonen J (indre). TBT er analysert i sediment fra område I.



Figur 3. Plassering av prøvestasjoner for sediment vist på sjøkart. Bokstavene markerer prøveområdene, hvor sediment fra prøvepunktene utgjorde en blandprøve. Kryss markerer prøvepunkter det det ikke var mulig å få opp sediment (hardbunn/ steinete). Punkter det ble tatt opp materiale er markert med sort.

Punkter det det ble tatt opp sediment er markert med sort. Det det ikke var mulig å få opp sediment etter 4 forsøk er punktet markert med kryss.

En beskrivelse av sedimentprøvene er gitt i vedlegg 1. Området besto hovedsakelig at sandig sediment, med innslag av hardbunn i områder D, E, F og H. Rett utenfor kaien, ved stasjon G besto sjøbunnen av hardbunn. Her er sediment trolig spylt bort av påvirkning fra propeller. Området C rett ved land besto også kun av grovere masser og stein. Prøven fra område Buøy D er tatt fra ett punkt, men er også en blandprøve av sedimentet.

Området A skilte seg ut, med mye finmateriale. Prøven herfra luktet kraftig av  $H_2S$ , noe som indikerer sakte nedbrytning av organisk materiale.

### 3.1.2 Prøveprogram og analyser

Analyseparametrene ble valgt ut fra ofte forekommende forurensning i norske havner og fjorder. Stoffene som er undersøkt er:

- Tungmetaller
- PCB<sub>7</sub> (Polykloreerte bifenylar)

- PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner)
- TBT (Tribytyltinn (TBT-ion))

I tillegg ble prøvene analysert for:

- Vanninnhold
- Kornstørrelser (vekt % <63 µm og <2µm)
- TOC (Totalt Organisk Karbon)

### 3.1.3 **Sedimentets forurensningsgrad**

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

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

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

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

Tabell 2. Målt sedimentkonsentrasjon av forurensning i sedimentprøver fra utfyllingsområde, klassifisert etter TA-2229/2007.

Parameter	Benevning	Buøy A	Buøy B	Buøy D	Buøy E	Buøy F	Buøy H	Buøy J indre	Buøy I	Buøy J ytre
As	mg/kg TS	11	7,44	5,28	5,57	9,98	8,23	7,29	7,93	3,38
Pb	mg/kg TS	68,8	52,9	29,1	38,4	82,4	54,7	40,3	60,6	28,2
Cu	mg/kg TS	65,6	50,1	35,1	34,9	73,3	67,7	39,5	52,9	20,2
Cr	mg/kg TS	18,5	14,7	10,9	12,6	23,6	18	15,9	17,7	6,52
Cd	mg/kg TS	0,24	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10
Hg	mg/kg TS	<0.20	0,82	<0.20	0,25	<0.20	0,49	0,29	<0.20	<0.20
Ni	mg/kg TS	19	12,9	30,7	12,8	31,1	29,2	13,9	14,6	5,4
Zn	mg/kg TS	158	88,9	108	93,2	317	123	83,4	196	38,5
Naftalen	mg/kg TS	<0.010	0,011	<0.010	0,014	0,122	0,042	0,02	0,014	<0.010
Acenaftylen	mg/kg TS	<0.010	0,015	<0.010	<0.010	<0.010	0,03	0,018	<0.010	<0.010
Acenaften	mg/kg TS	0,016	0,037	0,039	0,028	0,168	0,053	0,035	0,032	0,019
Fluoren	mg/kg TS	<0.010	0,029	0,029	0,016	0,102	0,047	0,024	0,019	0,011
Fenantren	mg/kg TS	0,088	0,265	0,282	0,12	0,667	0,277	0,219	0,164	0,102
Antracen	mg/kg TS	0,019	0,062	0,047	0,023	0,072	0,082	0,059	0,036	0,032
Fluoranten	mg/kg TS	0,236	0,472	0,72	0,199	0,746	0,553	0,448	0,322	0,202
Pyren	mg/kg TS	0,2	0,409	0,468	0,172	0,592	0,491	0,371	0,237	0,166
Benso(a)antracen	mg/kg TS	0,112	0,283	0,239	0,108	0,271	0,43	0,248	0,18	0,128
Krysen	mg/kg TS	0,148	0,33	0,384	0,131	0,322	0,404	0,288	0,187	0,135
Benso(b)fluoranten	mg/kg TS	0,196	0,387	0,531	0,196	0,439	0,672	0,417	0,245	0,166
Benso(k)fluoranten	mg/kg TS	0,124	0,238	0,261	0,101	0,169	0,387	0,225	0,142	0,115
Benso(a)pyren	mg/kg TS	0,151	0,366	0,338	0,143	0,289	0,522	0,324	0,24	0,166
Dibenso(ah)antracen	mg/kg TS	0,038	0,066	0,061	0,035	0,055	0,081	0,055	0,062	0,044
Benso(ghi)perylen	mg/kg TS	0,153	0,301	0,346	0,122	0,21	0,348	0,247	0,188	0,124
Indeno(123cd)pyren	mg/kg TS	0,123	0,29	0,331	0,11	0,206	0,335	0,252	0,174	0,118
Sum PAH-16	mg/kg TS	1,6	3,56	4,08	1,52	4,43	4,75	3,25	2,24	1,53
Sum PAH carcinogene	mg/kg TS	0,892	1,96	2,14	0,824	1,75	2,83	1,81	1,23	0,872
PCB 28	mg/kg TS	<0.0014	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007
PCB 52	mg/kg TS	0,00139	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	<0.0007	0,00127	0,00166
PCB 101	mg/kg TS	0,00309	0,00253	0,00186	0,00109	0,00158	0,00087	0,0016	0,00122	0,00406
PCB 118	mg/kg TS	0,0023	0,00309	0,00102	0,00127	0,0016	0,00099	0,00187	0,00141	0,00328
PCB 138	mg/kg TS	0,00503	0,00526	0,00364	0,00222	0,00262	0,00212	0,00356	0,00271	0,00507
PCB 153	mg/kg TS	0,00332	0,00449	0,00277	0,0018	0,00166	0,00147	0,00247	0,00195	0,00328
PCB 180	mg/kg TS	0,00162	0,00238	0,00151	0,00081	0,00092	0,00093	0,00144	0,00084	0,00102
Sum PCB-7	mg/kg TS	0,0168	0,0178	0,0108	0,00719	0,00838	0,00638	0,0109	0,00813	0,0184
Tributyltinnkation	mg/kg TS	0,080	0,086	0,041	0,063	0,094	0,068	0,076	0,0433	0,0374
Tørrstoff (E)	%	49,1	61,4	67,3	70,6	70,8	71,7	67,8	76,3	80,8
Tørrstoff (L)	%	44,9	51,1	66	77,1	70,7	70,4	62,5	64,3	68,7
Kornstørrelse >63 µm	%	49,8	67,8	76	85,1	78,6	88,3	86		
Kornstørrelse <2 µm	%	1	0,8	0,5	0,4	0,6	0,4	0,4		
TOC	% TS	2,24	3,07	1,3	2	1,41	1,77	2,24	2,07	2,72

Kornfordelingen viser at sedimentet er nokså sandig i hele området, med lite finstoff. Det er mer finkornig materiale i prøven fra område Buøy A. Det er et relativt høyt innhold av organisk materiale i prøvene, opp til 3 %.

Hele området er forurenset over tilstandsklasse III av metaller, PAH, PCB og TBT.

### 3.1.3.1 Metaller

Sedimentprøver fra områder A, F og H har analyserte kobberkonsentrasjoner i klasse IV. Dette er vist på kart i figur Figur 4. Prøven fra prøveområde B er forurenset av kvikksølv i tilstandsklasse III. Arsen, bly, krom, kadmium, nikkel og sink er målt i klasse I-II i alle prøver.

### 3.1.3.2 PAH

Enkeltforbindelser av PAH er målt i klasse IV og V i sedimentprøvene. Sum-PAH er i klasse III i prøver fra områdene Buøy B, D, F, H og J (indre). Dette er vist på kartutsnitt i Figur 5.

### 3.1.3.3 PCB

Konsentrasjonen av PCB<sub>7</sub> i prøven fra prøveområde B og fra J ytre er i tilstandsklasse III.

### 3.1.3.4 TBT

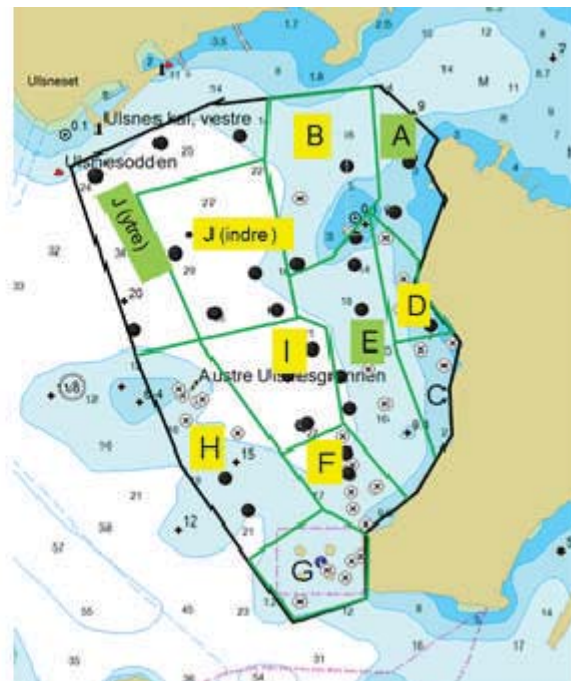
Det er målt konsentrasjoner av TBT i tilstandsklasse IV i samtlige sedimentprøver fra utfyllingsområdet. De høyest konsentrasjonene av TBT er målt i prøvene Buøy F, A og B.

### 3.1.3.5 Behov for miljørettet risikovurdering

Tiltak i sedimentet vil kreve en miljørettet risikovurdering og en eventuell påfølgende tiltaksplan for utfylling i forurenset sediment



Figur 4: Prøvestasjonene klassifisert etter Klifs tilstandsklasser for kobber



Figur 5: Prøvestasjonene klassifisert etter Klifs tilstandsklasser for sum-PAH

### 3.2 RISIKOVURDERING

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra overflatesedimentet ved utfylling i havneområdet. For å beregne potensiell risiko for spredning av forurensning er det gjort beregninger av oppvirvlet materiale samt hvor mye forurensning som kan forekomme fra porevannet. Konsentrasjonen av forurensning i porevannet er beregnet ut fra mengde og stedsspesifikke fordelingskoeffisienter,  $K_d$ , (TA-2231/2007). Utrekningene er vist i tabell nedenfor.

Utfyllingsarbeidene ved Buøy vil sannsynligvis foregå i et tidsrom på 2 år. Det antas at det ikke vil legges ut masser hver dag under perioden. For å få en konservativ beregning av forurensningspredningen under tiltaket er det brukt en tiltaksperiode på 1 år (365 dager) for å beregne spredning av forurenset porevann.

Et areal på 120 000 m<sup>2</sup> blir berørt av utfyllingsarbeidene. Det er mye stein/hardbunn i områdene nær land, ved kaiområdet og ved grunnene. Disse arealene vil ikke bidra til spredning av forurenset sediment. Andel av sedimentarealet som kan påvirkes av utfyllingsarbeidet er regnet ut fra antall prøvepunkter der det ble tatt opp sediment (ca. 48 %). Det antas at de øverste 10 cm av sedimentet kan virvles opp under utlegging av tunnelmasser. Det er brukt en sedimenttetthet på 1,6 kg/L i beregningene.

Spredning av forurenset porevann er sammenlignet med PNEC («predicted no effect concentration», kronisk toksisitet for marine organismer) (TA-2803/2011). Det er beregnet hvor stort volum av resipienten som vil påvirkes i konsentrasjoner over denne grenseverdien for økologisk effekt.

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

Parameter	Partikler			Porevann			Volum resipient påvirket over PNEC (m3)
	Konsentrasjon mg/kg	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Stedsspesifikk K(d) (mg/kg)/(mg/l) TA 2802/2011	Mengde totalt mg (Porevann) over 1 år	Mengde per dag i mg Miksing 1m <sup>3</sup>	Genseverdi PNEC(mg/l)	
Arsen	7,34	67	6607	2431	4	0,0048	1
Bly	50,60	461	154882	714	1	0,0022	1
Kadmium	0,24	2	130000	4	0,01	0,00024	0,03
Kobber	48,81	445	24409	4373	8	0,00064	12
Krom totalt (III + VI)	15,38	140	120000	280	1	0,0034	0,1
Kvikksølv	0,46	4	100000	10	0,02	0,000048	0,4
Nikkel	18,84	172	7079	5821	11	0,0022	5
Sink	134,00	1221	73000	4014	7	0,0029	3
Naftalen	0,04	0	27	2991	5	0,0024	2
Acenaftilen	0,02	0,2	54	845	2	0,0013	1
Acenaften	0,05	0	130	801	1	0,0038	0,4
Fuoren	0,03	0	213	355	1	0,0025	0,3
Fenantren	0,24	2	479	1109	2	0,0013	2
Antracen	0,05	0	589	178	0,3	0,00011	3
Fluoranten	0,43	4	3020	314	1	0,00012	5
Pyren	0,35	3	1231	613	1	0,000023	48
Benzo(a)antracen	0,22	2	10475	46	0,1	0,000012	7
Krysen	0,26	2	8320	68	0,1	0,00007	2
Benzo(b)fluoranten	0,36	3	16988	46	0,1	0,00003	3
Benzo(k)fluoranten	0,20	2	16601	26	0,0	0,000027	2
Benzo(a)pyren	0,28	3	17383	35	0,1	0,00005	1
Dibenzo(a,h)antracen	0,22	2	40751	12	0,02	0,000002	11
Benzo(ghi)perylene	0,06	1	21387	6	0,01	0,00003	0,3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,23	2	48994	10	0,02	0,000002	9
Tributyltinn (TBT-ion)	0,07	1	23	6227	11	0,00000021	53916
PCB 28	<0.0007		851				
PCB 52	0,001525	0,01	1047	3	0,01		
PCB 101	0,001988889	0,02	7081	1	0,001		
PCB 118	0,00187	0,02	70818	0,1	0,0001		
PCB 138	0,003581111	0,03	10720	1	0,001		
PCB 153	0,002578889	0,02	107188	0,1	0,0001		
PCB 180	0,001274444	0,01	20423	0,1	0,000		

### 3.2.1 Partikler

Det er beregnet en betydelig spredning av forurensning under hele tiltaksperioden med partikler, blant annet: 461 kg bly, 445 kg kobber og 4 kg kvikksølv. Beregnet spredning av TBT og PAH- stoffer er også i kilo- omfang. Spredning med partikler kan føre til spredning av forurensning til mindre forurensede områder. Tiltaksplanen for forurenset sediment i Stavanger havn (Fylkesmannen i Rogaland, 2002) viser at sedimentet i tilgrensende området «indre del av Byfjorden» er forurenset av PCB i klasse I til III og sum PAH i klasse III til V. Stasjonene i Indre Byfjord er ikke forurenset av tungmetaller (klasse I til II). Det er derfor en risiko for spredning av metallforurensning til mindre forurensede områder ved tiltaket.

### 3.2.2 Porevann

Den beregnede spredningen av forurensning vil overskride PNEC i resipienten, med størst overskridelse av TBT. Et beregnet volum på ca. 54 000 m<sup>3</sup> vil påvirkes over PNEC 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.

### **3.2.3 Konklusjon**

På grunn av tiltakets omfang i areal og over tid vurderes det at forurensningsspredningen til vannsøylen, med overskridelser av PNEC er uakseptabel. Spredning av forurensning til vannsøylen kan også føre til opptak av miljøgifter i organismer. Tiltaket kan også føre til spredning av tungmetaller til mindre forurensede områder. Det bør utføres avbøtende tiltak for å redusere forurensningsspredningen.

## **3.3 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. 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.

Tabell 4: Beregnet spredning av forurensning fra utfyllingsområdet, uten påvirkning fra skipstrafikk eller tiltak i sedimentet.

Stoff	Beregnet spredning ikke påvirket av skipsoppvirvling ( $F_{diff} + F_{org}$ )		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:	
	Maks ( $mg/m^2/år$ )	Middel ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot, maks}$ ( $mg/m^2/år$ )	$F_{tot, middel}$ ( $mg/m^2/år$ )		Maks	Middel
Arsen	11,10724159	7,416047164	1,11E+01	7,42E+00	5,25E+01		
Bly	4,101033987	2,518353395	4,10E+00	2,52E+00	3,81E+00	8 %	
Kadmium	0,009801809	0,009801809	9,80E-03	9,80E-03	1,06E-01		
Kobber	16,23866068	10,81346618	1,62E+01	1,08E+01	1,10E+01	47 %	
Krom totalt (III + VI)	0,867545204	0,565374798	8,68E-01	5,65E-01	2,05E+01		
Kvikksølv	0,054364583	0,030662951	5,44E-02	3,07E-02	4,10E-02	33 %	
Nikkel	21,51489934	13,03653779	2,15E+01	1,30E+01	3,17E+01		
Sink	28,99246531	12,25549007	2,90E+01	1,23E+01	2,70E+01	7 %	
Naftalen	29,14000237	8,87735045	2,91E+01	8,88E+00	1,42E+02		
Acenaftalen	3,541029827	2,478720879	3,54E+00	2,48E+00	7,38E+00		
Acenaften	8,648794024	2,442483497	8,65E+00	2,44E+00	1,49E+01		
Fluoren	3,195800498	1,084848943	3,20E+00	1,08E+00	1,42E+01		
Fenantren	10,07377878	3,665022964	1,01E+01	3,67E+00	1,19E+01		
Antracen	0,991713693	0,580515333	9,92E-01	5,81E-01	5,98E-01	66 %	
Fluoranten	3,809121545	2,211491776	3,81E+00	2,21E+00	7,94E-01	380 %	179 %
Pyren	5,503516081	3,208318496	5,50E+00	3,21E+00	2,83E+00	94 %	13 %
Benzo(a)antracen	1,240115629	0,640566187	1,24E+00	6,41E-01	1,13E-01	1001 %	469 %
Krysen	2,555454893	1,63686866	2,56E+00	1,64E+00	9,77E-01	162 %	68 %
Benzo(b)fluoranten	3,121848231	1,677064302	3,12E+00	1,68E+00	5,59E-01	459 %	200 %
Benzo(k)fluoranten	1,83972373	0,930689984	1,84E+00	9,31E-01	5,00E-01	268 %	86 %
Benzo(a)pyren	2,369899936	1,280795219	2,37E+00	1,28E+00	9,55E-01	148 %	34 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,537943989	0,345961325	5,38E-01	3,46E-01	3,74E-02	1337 %	824 %
Dibenzo(a,h)antracen	0,156336328	0,106583203	1,56E-01	1,07E-01	5,64E-01		
Benzo(ghi)perylen	1,280156847	0,833409901	1,28E+00	8,33E-01	3,83E-02	3240 %	2075 %
PCB 28	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data			
PCB 52	0,124504282	0,114378934	1,25E-01	1,14E-01			
PCB 101	0,044873228	0,021982233	4,49E-02	2,20E-02			
PCB 118	0,003624798	0,002066577	3,62E-03	2,07E-03			
PCB 138	0,038293948	0,026071271	3,83E-02	2,61E-02			
PCB 153	0,003269073	0,001877634	3,27E-03	1,88E-03			
PCB 180	0,009072018	0,004857892	9,07E-03	4,86E-03			
Sum PCB7	2,24E-01	1,71E-01	2,24E-01	1,71E-01			
DDT	mangler data	mangler data	mangler data	mangler data	1,85E-02		
Tributyltinn (TBT-ion)	15,83180173	11,03786248	1,58E+01	1,10E+01	1,15E+01	38 %	

### 3.4 SPREDNING AV FORURENSNING UNDER TILTAKET SAMMENLIGNET MED NATURLIG SPREDNING

Det er beregnet spredning ved utfylling av masser i hele området uten avbøtende tiltak. Dette er sammenlignet med naturlig spredning av forurensning fra området (beregninger fra regneark til TA-2802/2011). Beregningene er kun gjort for stoffer hvor det ble analysert konsentrasjoner over Klifs tilstandsklasse II i en eller flere prøver. Sammenligningen er vist i tabell 7.

*Tabell 5: Beregnet spredning av forurensning fra utfyllingsområdet ved naturlig spredning, ved utlegging av masser i hele området*

Parameter	Beregnet naturlig spredning fra sedimentet		Beregnet spredning ved tiltak, sammenlignet med naturlig spredning	
	Middel (mg/m <sup>2</sup> /år)	Middel (kg/år)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)/ middel naturlig spredning
Kobber	10,81	1	445	343
Kvikksølv	0,03	0,00	4	1087
Acenaften	2,44	0	0,4	1
Fenantren	3,67	0	2	5
Antracen	0,58	0,1	0,4	6
Fluoranten	2,21	0	4	15
Pyren	3,21	0	3	8
Benzo(a)antracen	0,64	0,1	2	26
Krysen	1,64	0,2	2	10
Benzo(b)fluoranten	1,68	0	3	15
Benzo(k)fluoranten	0,93	0,1	2	18
Benzo(a)pyren	1,28	0,2	3	20
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,35	0,0	2	48
Benzo(ghi)perylene	0,83	0,1	1	10
PCB 52	0,11	0,01	0,01	1
PCB 101	0,02	0,00	0,02	8
PCB 118	0,002	0,000	0,02	81
PCB 138	0,03	0,00	0,0	10
PCB 153	0,002	0,000	0,0	89
PCB 180	0,005	0,001	0,01	17
Sum PCB7	0,17	0,02	0,1	5
Tributyltinn (TBT-ion)	11,04	1	1	0,8

Det er vist av risikovurderingen at det knyttes størst risiko til TBT for overskridelser av PNEC i vannsøylen under tiltaket som følge av utfyllingsarbeider ved Buøy. Spredningen fra sedimentet i utfyllingsarealet under tiltaket er noe lavere enn den beregnede naturlige spredningen av TBT som følge av biologisk aktivitet og diffusjon. Dette er trolig på grunn av overestimeringer i beregninger av utlekkingen av TBT i beregningene etter TA-2802/2011.

Spredning av kobber under tiltaket er også vist å føre til overskridelser av PNEC i vannsøylen. Tilgrensende områder i Indre Byfjord er vist å ha lave konsentrasjoner av kobber (I til II) (Fylkesmannen i Rogaland 2002). Spredning av kobber under tiltaket kan derfor føre til forhøyet kobberkonsentrasjon her.

Avbøtende tiltak som diskutert i kapittel 6, vil kunne redusere forurensningsspredningen.

# 4 Spredning av plastfiber

## 4.1 PLASTFIBER

Armeringsfiber blandes i sprøytebetong som brukes som sikring i tunnelen. Disse er noen cm lange, tynne, og er lagd av plast. Tidligere har man brukt stålfiber i sprøytebetong, men under tunnelbygging under sjø får man ikke lenger tillatelse til å bruke stålfiber, for å unngå problemer med rust. Erfaringer fra Finnfast-forbindelsen viser at disse blir med i sprengsteinsmassene, og flyter opp under utlegging av massene. Informasjon om fibrene er gitt i skriv til lokalbefolkningen fra Statens Vegvesen (Nærinformasjon nr. 1 2009). Det er tidligere brukt ulike metoder for oppsamling av disse. Ved anleggsarbeidet med Finnfast ble det totalt samlet inn ca. 20 søplesekker med materialet. Man kan forvente at lignende mengder med disse plastfibrene slipper ut under utlegging av masser ved Buøy.

Plast som kastes i naturen kan medføre miljøfare, spesielt når plasten kastes fra båter og ut i havet (Miljøstatus). Dette skyldes blant annet lang nedbrytningstid og at enkelte typer plast inneholder giftige tilsetningsstoffer som kan lekke ut. Fugler og dyr kan skades eller dø hvis de får i seg plastavfall, setter seg fast i det, eller kommer i kontakt med det på andre uheldige måter.

For å unngå at disse spres og forårsaker forurensning, må disse samles opp med en gang under utlegging av sprengsteinsmasser.

Arbeidet kommer til å gå kontinuerlig, under ulike værforhold. Ved høye bølger og mye vind vil det være vanskelig å kunne samle opp alt plastmateriale som flyter opp. Det blir derfor viktig å informere om potensiell forurensning av strandkanten til lokalbefolkningen i kommuner som kan motta forurensning. Ved dårlig vær er det også viktig å vurdere HMS for personell som deltar i å samle opp plastmaterialet. Flere løsninger forslås for å samle opp materialet. I kapittel 6 diskuteres ulike tiltak.

## 4.2 SKYTELEDNINGER

Ved tidligere utfyllinger av sprengsteinsmasser har man også opplevd forurensning med skyteledninger (gule plastledninger av plast). Disse må brukes ved visse typer sprengstofftyper. Det anbefales at det benyttes sprengstoff som ikke krever bruk av disse ledningene, for å unngå forurensning av plastledninger, i tillegg til problematikken med plastfiber.

# 5

## Påvirkning fra partikler og sprengstoffrester

Solbakk tunnelen har et masseoverskudd på ca. 2,0 mill. m<sup>3</sup> hvorav ca. 1,0 mill. m<sup>3</sup> tas ut via Hundvåg nord og tilsvarende på Solbakksiden. Fra Hundvåg nord kjøres massene på Hundvåg Ring til utskipping på Buøy. Den er gjort endringer i planlagt utfylling ved Buøy. Utfyllingsområdet på ca. 0,2 km<sup>2</sup> har et gjennomsnittlig dyp på 15 m. Det gir en utfylling på ca. 3 mill. m<sup>3</sup>, dvs. ca. 2 mill. m<sup>3</sup> fjell. Det vil si at 1 til 2 mill. m<sup>3</sup> sprengmasser skal deponeres ved Buøy.

### 5.1 FORVENTET SPREDNING PARTIKLER OG NITROGENFORBINDELSER

Ved utlegging av sprengsteinsmasser vil det være utslipp av partikler og sprengstoffrester fra massene.

Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % ammoniumforbindelser og 50 % nitratforbindelser. Toksisiteten av NHx (NH<sub>3</sub>/NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. Ved normal pH i sjø (ca. 8-8,5) vil det meste av NHx foreligge som ammonium, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Ved høyere pH-verdier derimot, vil en større andel av NHx finnes som ammoniakk, NH<sub>3</sub>. Ved anvendelse av sprøytebetong i tunneldrift kan avrenningen bli svært basisk og føre til dannelse av ammoniakk (Hindar og Roseth, 2003). Ammoniakk er akutt toksisk i lave konsentrasjoner for fisk. For vannlevende organismer er det satt en PNEC-verdi for ammoniakk på 0,4 µg/L. Alabaster og Loyd (1982) anbefaler å unngå ammoniakk-konsentrasjoner over 25 µg/L.

Nitratforbindelser har ikke direkte toksisk effekt, men kan føre til overgjødning av vannmassene. Dette kan gi økt algevekst og forstyrre likevekten mellom ulike organismer i vannet. Tilstandsklassene med hensyn nitrat-nitrogen er gitt i veiledning for klassifisering av miljøtilstand i henhold til vannforskriften (Veiledning 01:2009). I marine miljøer er nitrogen ofte vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering (Bækken, 1998).

Deponering av 1-2 mill. m<sup>3</sup> utsprengt masse tilsvarer ca. 13-80 tonn nitrogen fordelt på 2 år. Det tilsvarer en tilførsel på 6,5-40 tonn per år. 3,25-20 tonn ammoniumnitrogen og like mye nitratnitrogen hvert år. Ved pH 8,2 og temperatur 20 °C vil ca. 3,6 % av ammoniumnitrogen være tilstede som ammoniakk. Det tilsvarer et utslipp av 117-720 kg ammoniakknitrogen per år.

Stavanger Havn er en del av vassdragsområdet Stavanger og Sandes kommuner som mottar vann fra Storåna, Imselva og Høleelva. Ferskvannstilførselen fra de tre nedbørsfeltene er henholdsvis 36, 172 og 18 mill. m<sup>3</sup>/år (NVE Atlas). Når tilførselen av nitrogenforbindelser fra sprengsteinsmassene fordeles på ferskvannstilførselen tilsvarer det en konsentrasjon av total nitrogen på 29-177 µg/L, fortynnet i ferskvannstilførselen. Den høyeste konsentrasjonen er i tilstandsklasse I, men økningen som følge av utslippet vil kunne føre til konsentrasjoner i høyere tilstandsklasser. Konsentrasjonen av ammoniakk vil være 0,5-3,2 µg/L. Konsentrasjonene nær deponeringen vil imidlertid være høyere. Stavanger Havn ligger forholdsvis skjermet for ferskvannstilførselen til vassdragsområdet den er en del av, og mesteparten av fortynningen av tilførte nitrogenforbindelser må kanskje skje som følge av vannutskiftning. For å oppnå en konsentrasjon av ammoniakknitrogen under 25 µg/L ved fortynning fra vannutskiftning, kreves en utskiftning av ca. 13.000-80.000 m<sup>3</sup> vann hvert døgn. Oppholdstiden for bunnvann i Stavanger Havn er kort (dager) (Vann-

nett). Det tyder på god vannutskiftning og er med på å bidra til fortykning av konsentrasjonen av ammoniakk og andre nitrogenforbindelser. I området markert på figur 1 utskiftes ca. 192 000 m<sup>3</sup> med vann to ganger i døgnet av tidevann alene.

Skadepotensialet fra partikler fra sprengning antas å være høyere enn fra naturlige partikler fordi de er skarpere. Mengden partikler dannet vil avhenge av sprengningsmetoden og berggrunnen. Direkte fra boring av ladehull antas dannelse av en partikkelmengde tilsvarende ca. 1 % av total tunnelmasse. Noen partikler vil bli liggende igjen, noe vil følge vann ut og noe vil være knyttet til sprengsteinen (Bækken og Dale 2011). Det har blitt målt konsentrasjoner mellom 0,3 og 6 mg SS/L i utløpet av Vangsvatnet under en utfylling (Bjerknes og Aasnes 1990). Disse konsentrasjonene er langt under anbefalte verdier. Nært utfyllingen vil konsentrasjonen være høyere.

# 6 Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger

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

## 6.1.1 **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

## 6.1.2 **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. Aktuelle metoder er:

- Vanlig bakgraver/grabb
- Miljø grabb
- Sugemudring

### 6.1.2.1 Vanlig bakgraver/grabb.

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på sjøbunnen.

### Fordeler

- Rimelig (i forhold til andre mudremetoder)

- Effektiv

#### *Ulemper*

- Forurensede masser vil spres under mudring.
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Behov for deponering- økte kostnader

#### 6.1.2.2 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 andre mudremetoder)
- 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)
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Behov for deponering- økte kostnader

#### 6.1.2.3 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
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Behov for deponering- økte kostnader

### 6.1.3 **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



#### 6.1.3.1 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
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.

#### 6.1.3.2 Beskyttende lag

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

##### *Fordel*

- Mindre spredning

##### *Ulemper*

- Økte kostnader
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.

#### 6.1.3.3 Geotekstil

Forurensningsspredningen 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 tekstilen.

##### *Fordel*

- Mindre spredning av forurensning

##### *Ulemper*

- Økte kostnader
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.
- Ikke egnet i områder med mye stein

#### **6.1.4 Begrense forurensningspredning**

Begrense spredning innebærer flere tiltak:

- Etablering av sjete
- Siltgardin

#### 6.1.4.1 Arbeid innenfor sjete

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

##### *Fordeler*

- Effektiv
- Kan brukes i strømutsatte områder
- Minimerer spredning av plastfiber fra sprengsteinsmassene.
- Reduksjon av partikkelspredning under utfylling bak sjetéen.

##### *Ulempe*

- Det vil bli spredning av forurensning ved utlegging av sjete
- Ikke mulig med lektertransport av masser under hele tiltaksperioden.

#### 6.1.4.2 Siltgardin

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

##### *Fordeler*

- Effektiv begrensning av partikkelspredning
- Lett å håndtere
- Minimerer spredning av plastfiber fra sprengsteinmassene

##### *Ulemper*

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

### **6.1.5 Spesielle tiltak mot spredning av plastfiber**

#### 6.1.5.1 Oppsamlingslenser (type Buster)

Slike lenser brukes mye i oljevernberedskap.

##### *Fordel*

- Lenser vil være en god løsning for å samle opp materiale på overflaten.

##### *Ulemper*

- Begrensning i forhold til bølgehøyde.
- Stanser ikke spredning av forurensning fra sediment.

#### 6.1.5.2 OP- skimmer.

Katamaranbåt som brukes av havnevesener og noe i oljevernberedskap. Bør kjøpes inn med tanke på senere brukere av båten, som det lokale havnevesenet.

**Fordeler**

- Kan effektivt samle opp søppel på vannoverflaten.
- Kan benyttes til samfunnsnyttig formål i etterkant av tiltaket.

**Ulemper**

- Kostbar i innkjøp.
- Stanser ikke spredning av forurensning fra sediment.

**6.1.5.3 Innsamling med håv fra båt**

Enkel oppsamling kan benyttes dersom det ikke blir store mengder plastfiber.

**Fordel**

- Enkelt, billig utstyr.

**Ulemper**

- Begrensning i forhold til bølgehøyde.
- Anbefales ikke dersom man ønsker å unngå forurensning av materialet i nærområdet.
- Stanser ikke spredning av forurensning fra sediment.

**6.1.6 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
- Overvåkning
- Utestenging av biologiske verdier

**6.1.6.1 Tidspunkt for gjennomføring**

Ved å utføre tiltaket på tidspunkt hvor det er lite sannsynlig at viktige biologiske verdier er tilstede i resipienten, og når det er lite biologisk produksjon i havet, er det mulig å redusere risikoen forurensning.

**Fordeler**

- Redusere risikoen
- Billig

**Ulemper**

- Begrenser gjennomføringsevnen. Ved bygging av Ryfast- forbindelsen er man helt avhengig av å kunne legge ut masser i utfyllingene kontinuerlig, gjennom hele året.
- Vil ikke forhindre spredning av plastfibre eller partikler fra sprengsteinsmassene under utfylling.

**6.1.6.2 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

### 6.1.6.3 Beskyttelse av biologisk verdier

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

### 6.1.7 **Kostnader**

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

*Tabell 6 Kostnader for ulike tiltaksalternativer (Kostnadene er indikative og overordnet)*

Tiltaksalternativ	Operasjoner/elementer	Kostnad kr
Null alternativet	Ingen	ingen
Mudring	Bakgraver	104 millioner (mudring og deponering, tiltaksplan Stavanger havn)
	Miljøgrabb (relativt til bakgraver)	
	Sugemudring (relativt til bakgraver), med vannrensning	
Utleggingsmetode	Skånsom med gravemaskin	
	Beskyttende lag med sand	Ca. 30 millioner (tiltaksplan Stavanger havn)
	Geotekstil	Ca. 115 millioner (tiltaksplan Stavanger havn)
Begrense spredning	Sjete	
	Siiltgardin	Ca. 200 000
Redusere risiko	Tidspunkt for gjennomføring	Ikke aktuelt for gjennomføring
	Overvåkning	100 000 +
	Beskyttelse av biologiske verdier	Jf. siltgardin, sjete

# 7

## Anbefalt tiltak

For å forhindre spredning av forurensning under tiltaket bør det gjøres forurensningsreducerende tiltak. Anbefalingen er gjort i forhold til reduksjon i spredning av partikler, plastfibre og forurensning, mest mulig kostnads effektivt.

Det anbefales at man gjør tiltak i forbindelse med utfyllingsmetode. Dette kan være et beskyttende lag med sand før utfylling. I tillegg bør det samles opp plastfibre underveis i tiltaket for å forhindre forsøpling.

# 8

## Overvåking

Spredning av forurensning under tiltaket bør dokumenteres gjennom overvåking. Det etableres et overvåkingsprogram i forkant av tiltaket. Spredning av forurensning under tiltaket kan dokumenteres med følgende parameter.

- Turbiditetsmålinger
- Passive prøvetakere og/eller blåskjell

## 9 Referanser

Alabaster og Loyd (1982). Water quality criteria for freshwater fish. 2nd ed. Butterworths, London.

Bjerknes, V og Aasnes, K-J, (1990) Anleggsarbeid på RV 13 ved Bulken i Voss kommune. Effekter på vannkvalitet og bunndyr. NIVA-rapport 2428

Bækken, Torleif og Dale, Trine, (2011) Miljørisikovurdering ved dumping av sprengstein fra vegtunnel i Vangsvatnet ved Voss. NOTAT 03.03.2011

Bækken, Torleif, (1998) Avrenning av nitrogen fra tunnelmasse, NIVA-rapport 3902-98

Direktoratsgruppa for gjennomføringen av vanndirektivet (2009). Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, innsjøer og elver i henhold til vannforskriften.

Hindar, Atle og Roseth, Roger, (2003) E-18 gjennom sulfidberggrunn i Agder; anbefaling om avbøtende tiltak for å hindre sur avrenning og annen belastning av resipienter, NIVA-rapport 4642-2003

Karttjenesten NVE Atlas <http://atlas.nve.no>

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)

Karttjenesten Vann-nett <http://vann-nett.nve.no/saksbehandler/>

MILJØOPPFØLGINGSPROGRAM. REGULERINGSPPLAN Region vest Sør-Rogaland distrikt April 2008 E39 / rv. 13 Stavanger - Solbakk

Statens vegvesen (2010). Presentasjon av Tor Geir Espedal (prosjektleder). Rv. 13 Ryfast / E39 Eiganestunnelen- status pr. 15. mars 2010

## Vedlegg 1: Prøvebeskrivelse

Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
A	A 1	N58 59.418 E5 43.279	Mykt sediment, mørkt, fint, noe H <sub>2</sub> S-lukt, organisk materiale	
	A 2	N58 59.414 E5 43.275	Mykt sediment, mørkt, fint, noe H <sub>2</sub> S-lukt, organisk materiale	
	A 3	N58 59.374 E5 43.252	Mykt sediment, mørkt, fint, noe H <sub>2</sub> S-lukt, organisk materiale	
	A 4	N58 59.352 E5 43.240	Stein	
B	B 1	N58 59.333 E5 43.100	Ingenting	
	B 2	N58 59.332 E5 43.100	Alge og sediment, sand. 5 forsøk	
	B 3	N58 59.385 E5 43.105	Steinete	
	B 4	N58 59.411 E5 43.177	Sediment, sand. mørkt	



Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
C	C 1	N58 59.248 E5 43.331	Steinfylling/ hardbunn	Ikke prøve
	C 2	N58 59.265 E5 43.344	Steinfylling/ hardbunn	
D	D 1	N58 59.319 E5 43.267	Steinfylling/ hardbunn	
	D 2	N58 59.294 E5 43.261	Steinfylling/ hardbunn	
	D 3	N58 59.261 E5 43.295	Steinfylling	
	D 4	N58 59.280 E5 43.310	Mørkt grått sediment, lysere i overflaten. Svak H2S-lukt	
E	E 1	N58 59.357 E5 43.188	Ved grunne, ingen prøve steinfylling	
	E 2	N58 59.352 E5 43.191	Sand	
	E 3	N58 59.331 E5 43.189	Sand, litt prøve	
	E 4	N58 59.293 E5 43.201	Litt prøve, Sand med småstein	
	E 5	N58 59.245 E5 43.213	Ikke prøve	
	E 6	N58 59.216 E5 43.238	Ved rund fartøysmekaniske, ikke prøve	
	E 7	N58 59.212 E5 43.181	Litt sand	
	E 8	N58 59.238 E5 43.167	Prøve, bløtt materiale, litt lukt. Mest prøve fra denne stasjonen	

Prøve-punkter		GPS- koordinater	Beskrivelse	Bilde
F	F 1	N58 59.147 E5 43.223	Steinbunn	
	F 10	N58 59.188 E5 43.170	Ikke prøve	
	F 11	N58 59.143 E5 43.185	Ikke prøve	
	F 12	N58 59.160 E5 43.175	Ikke prøve	
	F 2	N58 59.148 E5 43.227	Steinbunn	
	F 3	N58 59.148 E5 43.227	Steinbunn	
	F 4	N58 59.117 E5 43.208	Ved kai, ikke prøve	
	F 5	N58 59.129 E5 43.188	Stein, ikke prøve	
	F 6	N58 59.158 E5 43.181	Sandig prøve, noe finmateriale	
	F 7	N58 59.165 E5 43.186	Stein, ikke prøve	
	F 8	N58 59.159 E5 43.178	Sand	
	F 9	N58 59.175 E5 43.175	Småstein, ikke prøve	
	G	G 1	N58 59.080 E5 43.148	
G 2		N58 59.092 E5 43.200	Hardbunn, ikke prøve	
G 3		N58 59.088 E5 43.185	Hardbunn, ikke prøve	
G 4		N58 59.074 E5 43.175	Hardbunn, ikke prøve	
G 5		N58 59.054 E5 43.105	Hardbunn, ikke prøve	
J y 2		N58 59.403 E5 42.786	Sand/ skjellsand	
J y 3		N58 59.429 E5 42.886	Stein, sediment	
J y 4		N58 59.435 E5 43.012	Mye stein, noe prøve	

Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
H	H 1	N58 59.127 E5 43.025	Sand	
	H 2	N58 59.155 E5 42.987	Sand, skjell	
	H 3	N58 59.202 E5 42.927	Stein, alger	
	H 4	N58 59.223 E5 42.921	Innslag av småstein	
	H 5	N58 59.228 E5 42.915	Stein	
	H 6	N58 59.218 E5 42.945	Hardbunn	
	H 7	N58 59.220 E5 42.954	Hardbunn	
	H 8	N58 59.191 E5 43.009	Hardbunn	
I	I 1	N58 59.198 E5 43.110	Sand, sort, noe lysere øverst	
	I 2	N58 59.199 E5 43.115	Sand, sort, noe lysere øverst	
	I 3	N58 59.240 E5 43.086	Stein, noe prøve	
	I 4	N58 59.260 E5 43.124	Sand, bøtt, noe prøve	
	I 5	N58 59.293 E5 43.069	Sand grått, skjell, stein	

Prøvepunkter		GPS-koordinater	Beskrivelse	Bilde
J indre	J i 1	N58 59.324 E5 43.036	Steinprøve	
	J i 2	N58 59.290 E5 42.972	Prøve, bløt sand	
	J i 3	N58 59.340 E5 42.909	Ved bøye, god prøve, sandig	
J ytre	J y 1	N58 59.276 E5 42.844	Småstein, sand, prøve	

## Vedlegg 3: Analyseresultater

Analyserapport fra ALS Laboratory Group.



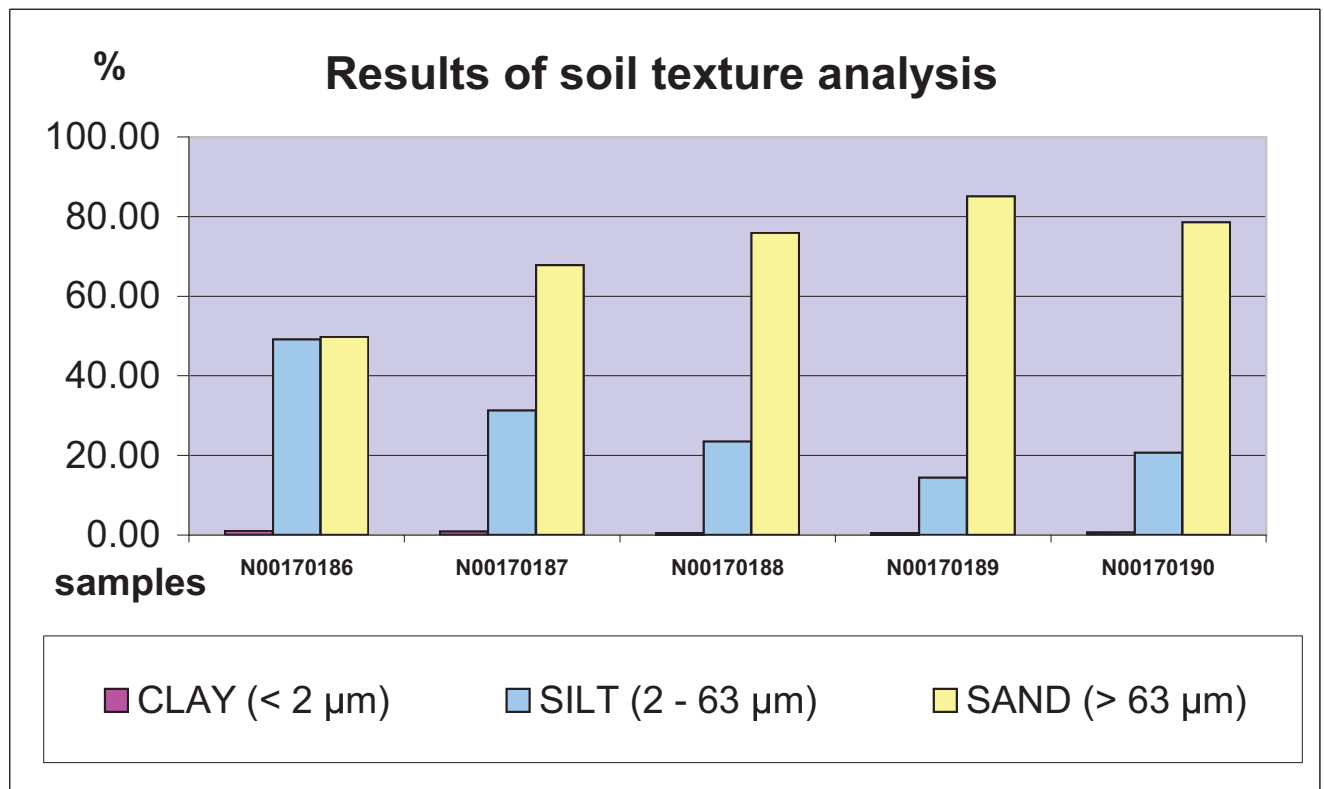
ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Annex No. 1 to the Test Report No.: PR1143954**

Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

**RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS**

Sample label:	N00170186	N00170187	N00170188	N00170189	N00170190
Lab. ID:	001	002	003	004	005
Gross sample weight [g]	8.33	10.69	11.40	14.18	13.71
CLAY (< 2 µm) [%]	1.01	0.85	0.48	0.43	0.65
SILT (2 - 63 µm) [%]	49.19	31.32	23.56	14.44	20.72
SAND (> 63 µm) [%]	49.80	67.83	75.96	85.14	78.63



**Test method specification: CZ\_SOP\_D06\_07\_120** Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

**Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:**

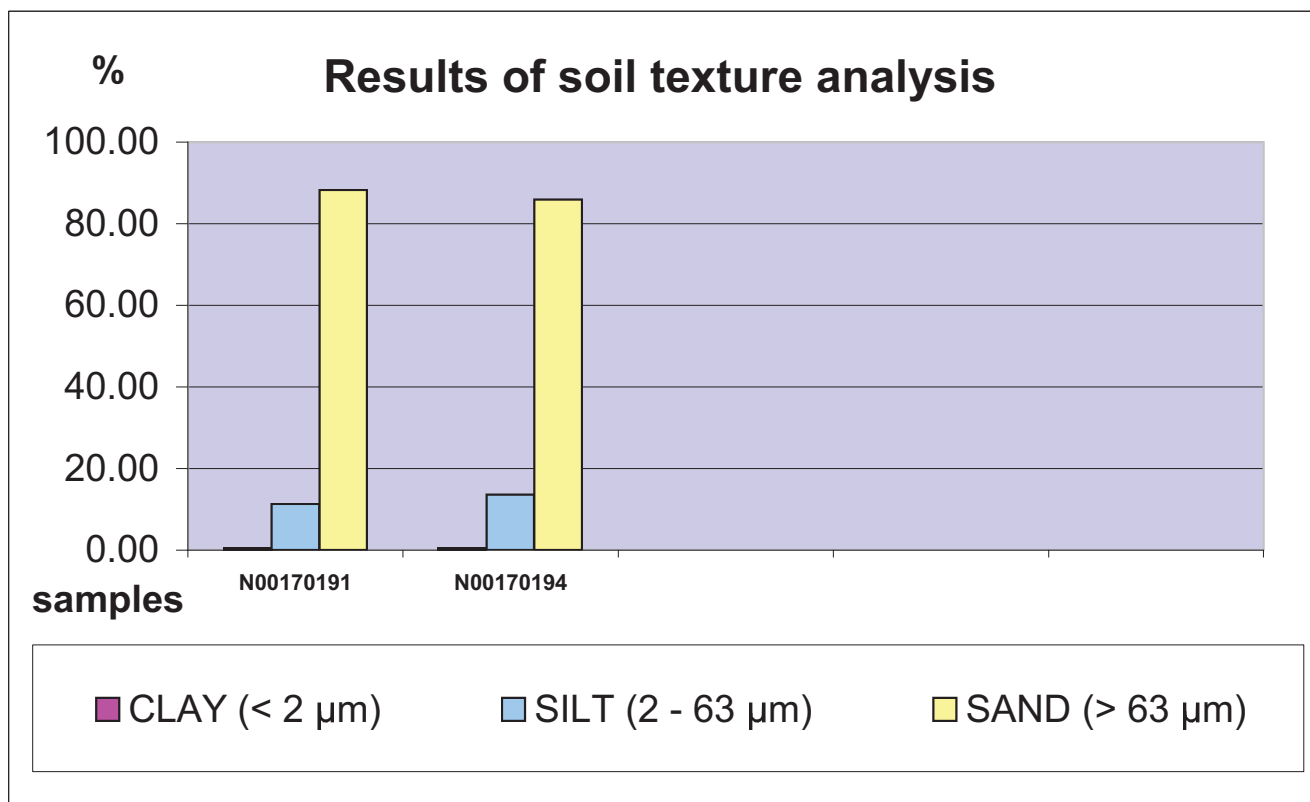


ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Annex No. 1 to the Test Report No.: PR1143954**  
 Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

**RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS**

Sample label:	N00170191	N00170194
Lab. ID:	006	007
Gross sample weight [g]	13.35	13.05
CLAY (< 2 µm) [%]	0.37	0.41
SILT (2 - 63 µm) [%]	11.35	13.62
SAND (> 63 µm) [%]	88.29	85.97



**Test method specification: CZ\_SOP\_D06\_07\_120** Grain size analysis using the wet sieve analysis using laser diffraction (fraction from 2 µm to 63 mm) Fraction > 0.063 mm determined by wet sieving method, other fractions determined from the fraction "< 0.063mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode. Fractions "Sand >63 µm", "Silt 2-63 µm" and "Clay <2 µm" evaluated from measured data.

Test specification, deviations, additions to or exclusions from the test specification:



Prosjekt **Ryfast**  
 Bestnr **5111687**  
 Registrert **2011-10-18**  
 Utstedt **2011-11-04**

**Norconsult**  
**Gunn Lise Haugestøl**  
**Vestfjordsgt. 4**  
**N-1338 Sandvika**  
**Norge**

## Analyse av faststoff

Deres prøvenavn	<b>Buøy A Sediment</b>					
Labnummer	N00170186					
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>	<b>Sign</b>
<b>Tørrstoff (E)</b>	<b>49.1</b>	4.91	%	1	1	MOBE
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>49.8</b>	5.0	%	1	1	MOBE
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>1.0</b>	0.1	%	1	1	MOBE
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	1	1	MOBE
<b>TOC</b>	<b>2.24</b>		% TS	1	1	MOBE
<b>Naftalen</b>	<b>&lt;0.010</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Acenaftalen</b>	<b>&lt;0.010</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Acenaften</b>	<b>0.016</b>	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Fluoren</b>	<b>&lt;0.010</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Fenantren</b>	<b>0.088</b>	0.026	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Antracen</b>	<b>0.019</b>	0.006	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Fluoranten</b>	<b>0.236</b>	0.071	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Pyren</b>	<b>0.200</b>	0.060	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Benso(a)antracen<sup>^</sup></b>	<b>0.112</b>	0.034	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Krysen<sup>^</sup></b>	<b>0.148</b>	0.044	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Benso(b)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>0.196</b>	0.059	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Benso(k)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>0.124</b>	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Benso(a)pyren<sup>^</sup></b>	<b>0.151</b>	0.045	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Dibenso(ah)antracen<sup>^</sup></b>	<b>0.038</b>	0.011	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Benso(ghi)perylene</b>	<b>0.153</b>	0.046	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Indeno(123cd)pyren<sup>^</sup></b>	<b>0.123</b>	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Sum PAH-16</b>	<b>1.60</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Sum PAH carcinogene<sup>^</sup></b>	<b>0.892</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0.0014</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>PCB 52</b>	<b>0.00139</b>	0.00042	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>PCB 101</b>	<b>0.00309</b>	0.00093	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>PCB 118</b>	<b>0.00230</b>	0.00069	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>PCB 138</b>	<b>0.00503</b>	0.00151	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>PCB 153</b>	<b>0.00332</b>	0.00100	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>PCB 180</b>	<b>0.00162</b>	0.00049	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Sum PCB-7</b>	<b>0.0168</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>As</b>	<b>11.0</b>	2.20	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Pb</b>	<b>68.8</b>	13.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Cu</b>	<b>65.6</b>	13.1	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Cr</b>	<b>18.5</b>	3.71	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Cd</b>	<b>0.24</b>	0.05	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Hg</b>	<b>&lt;0.20</b>		mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Ni</b>	<b>19.0</b>	3.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
<b>Zn</b>	<b>158</b>	31.7	mg/kg TS	1	1	MOBE





Deres prøvenavn	<b>Buøy A Sediment</b>					
Labnummer	N00170186					
Analyse	Resultater	Usikkerhet ( $\pm$ )	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Tørrstoff (L)</b>	<b>44.9</b>		%	2	V	MOBE
<b>Monobutyltinnkation*</b>	<b>7.18</b>	2.52	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	B	MOBE
<b>Dibutyltinnkation*</b>	<b>37.1</b>	11.2	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	B	MOBE
<b>Tributyltinnkation</b>	<b>80.4</b>	21.1	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	2	C	MOBE
PCB: forhøyet rapporteringsgrense pga matriksinterferens.						



Deres prøvenavn	<b>Buøy B Sediment</b>					
Labnummer	N00170187					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	61.4	6.14	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	67.8	6.8	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.8	0.08	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	3.07		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	0.015	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.037	0.011	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.029	0.009	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.265	0.080	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.062	0.018	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.472	0.142	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.409	0.123	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.283	0.085	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen <sup>^</sup>	0.330	0.099	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.387	0.116	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.238	0.071	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.366	0.110	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.066	0.020	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.301	0.090	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.290	0.087	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	3.56		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	1.96		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00253	0.00076	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00309	0.00093	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00526	0.00158	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00449	0.00135	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00238	0.00071	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.0178		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	7.44	1.49	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	52.9	10.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	50.1	10.0	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	14.7	2.94	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.82	0.16	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	12.9	2.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	88.9	17.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	51.1		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	22.8	7.80	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	62.7	20.1	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	85.5	22.6	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	<b>Buøy D Sediment</b>					
Labnummer	N00170188					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	67.3	6.73	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	76.0	7.6	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.5	0.05	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	1.30		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.039	0.012	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.029	0.009	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.282	0.085	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.047	0.014	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.720	0.216	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.468	0.140	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.239	0.072	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen <sup>^</sup>	0.384	0.115	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.531	0.159	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.261	0.078	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.338	0.101	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.061	0.018	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.346	0.104	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.331	0.099	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	4.08		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	2.14		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00186	0.00056	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00102	0.00031	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00364	0.00109	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00277	0.00083	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00151	0.00045	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.0108		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	5.28	1.06	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	29.1	5.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	35.1	7.03	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	10.9	2.18	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	30.7	6.1	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	108	21.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	66.0		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	6.13	2.07	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	17.1	5.43	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	41.1	10.8	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	<b>Buøy E Sediment</b>					
Labnummer	N00170189					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.6	7.06	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	85.1	8.5	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	2.00		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.014	0.004	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.028	0.008	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.016	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.120	0.036	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.023	0.007	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.199	0.060	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.172	0.052	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.108	0.032	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen <sup>^</sup>	0.131	0.039	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.196	0.059	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.101	0.030	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.143	0.043	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.035	0.010	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.122	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.110	0.033	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	1.52		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	0.824		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00109	0.00033	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00127	0.00038	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00222	0.00066	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00180	0.00054	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00081	0.00024	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.00719		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	5.57	1.11	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	38.4	7.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	34.9	6.99	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	12.6	2.53	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.25	0.05	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	12.8	2.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	93.2	18.6	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	77.1		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	14.5	4.93	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	31.9	9.76	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	63.0	16.6	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	<b>Buøy F Sediment</b>					
Labnummer	N00170190					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	70.8	7.08	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	78.6	7.9	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.6	0.06	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	1.41		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.122	0.037	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	<0.010		mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.168	0.050	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.102	0.030	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.667	0.200	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.072	0.022	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.746	0.224	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.592	0.178	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.271	0.081	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen <sup>^</sup>	0.322	0.096	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.439	0.132	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.169	0.051	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.289	0.087	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.055	0.016	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylen	0.210	0.063	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.206	0.062	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	4.43		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	1.75		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00158	0.00047	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00160	0.00048	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00262	0.00078	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00166	0.00050	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00092	0.00027	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.00838		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	9.98	2.00	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	82.4	16.5	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	73.3	14.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	23.6	4.72	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	31.1	6.2	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	317	63.4	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	70.7		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	13.0	4.42	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	25.7	8.02	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	93.9	24.5	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	<b>Buøy H Sediment</b>					
Labnummer	N00170191					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	71.7	7.17	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	88.3	8.8	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	1.77		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.042	0.012	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftylen	0.030	0.009	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.053	0.016	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.047	0.014	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.277	0.083	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.082	0.025	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.553	0.166	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.491	0.147	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.430	0.129	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen <sup>^</sup>	0.404	0.121	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.672	0.201	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.387	0.116	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.522	0.156	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.081	0.024	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.348	0.104	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.335	0.100	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	4.75		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	2.83		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00087	0.00026	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00099	0.00030	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00212	0.00064	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00147	0.00044	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00093	0.00028	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.00638		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	8.23	1.64	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	54.7	10.9	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	67.7	13.5	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	18.0	3.61	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.49	0.10	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	29.2	5.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	123	24.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	70.4		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	20.1	6.86	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	28.3	8.58	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	68.4	18.0	µg/kg TS	2	C	MOBE



Deres prøvenavn	<b>Buøy I Sediment</b>					
Labnummer	N00170192					
<b>Analyse</b>	<b>Resultater</b>	<b>Usikkerhet (±)</b>	<b>Enhet</b>	<b>Metode</b>	<b>Utført</b>	<b>Sign</b>
Tørrstoff (E)	76.3	7.63	%	1	1	JVHH
Vanninnhold	23.7	2.37	%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse >63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <2 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JVHH
TOC	2.07		% TS	1	1	JVHH
Naftalen	0.014	0.004	mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaften	0.032	0.010	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoren	0.019	0.006	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fenantren	0.164	0.049	mg/kg TS	1	1	JVHH
Antracen	0.036	0.011	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoranten	0.322	0.097	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pyren	0.237	0.071	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.180	0.054	mg/kg TS	1	1	JVHH
Krysen <sup>^</sup>	0.187	0.056	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.245	0.074	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.142	0.042	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.240	0.072	mg/kg TS	1	1	JVHH
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.062	0.018	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(ghi)perylene	0.188	0.056	mg/kg TS	1	1	JVHH
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.174	0.052	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH-16	2.24		mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	1.23		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 101	0.00122	0.00037	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 118	0.00141	0.00042	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 138	0.00271	0.00081	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 153	0.00195	0.00058	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 180	0.00084	0.00025	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PCB-7	0.00813		mg/kg TS	1	1	JVHH
As	7.93	1.59	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pb	60.6	12.1	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cu	52.9	10.6	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cr	17.7	3.53	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	JVHH
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	JVHH
Ni	14.6	2.9	mg/kg TS	1	1	JVHH
Zn	196	39.3	mg/kg TS	1	1	JVHH
Tørrstoff (L)	64.3		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	18.0	6.09	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	29.5	9.12	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	43.3	11.4	µg/kg TS	2	C	MOBE

Prøve knust i tranport til lab.



Deres prøvenavn	<b>Buøy J ytre Sediment</b>					
Labnummer	N00170193					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	80.8	8.08	%	1	1	JVHH
Vanninnhold	19.2	1.92	%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse >63 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornstørrelse <2 µm	-----		%	1	1	JVHH
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	JVHH
TOC	2.72		% TS	1	1	JVHH
Naftalen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaftilen	<0.010		mg/kg TS	1	1	JVHH
Acenaften	0.019	0.006	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoren	0.011	0.003	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fenantren	0.102	0.031	mg/kg TS	1	1	JVHH
Antracen	0.032	0.010	mg/kg TS	1	1	JVHH
Fluoranten	0.202	0.060	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pyren	0.166	0.050	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)antracene^	0.128	0.038	mg/kg TS	1	1	JVHH
Krysen^	0.135	0.040	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(b)fluoranten^	0.166	0.050	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(k)fluoranten^	0.115	0.034	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(a)pyrene^	0.166	0.050	mg/kg TS	1	1	JVHH
Dibenso(ah)antracene^	0.044	0.013	mg/kg TS	1	1	JVHH
Benso(ghi)perylene	0.124	0.037	mg/kg TS	1	1	JVHH
Indeno(123cd)pyrene^	0.118	0.035	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH-16	1.53		mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PAH carcinogene^	0.872		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 52	0.00166	0.00050	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 101	0.00406	0.00122	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 118	0.00328	0.00098	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 138	0.00507	0.00152	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 153	0.00328	0.00098	mg/kg TS	1	1	JVHH
PCB 180	0.00102	0.00031	mg/kg TS	1	1	JVHH
Sum PCB-7	0.0184		mg/kg TS	1	1	JVHH
As	3.38	0.68	mg/kg TS	1	1	JVHH
Pb	28.2	5.6	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cu	20.2	4.05	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cr	6.52	1.30	mg/kg TS	1	1	JVHH
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	JVHH
Hg	<0.20		mg/kg TS	1	1	JVHH
Ni	5.4	1.1	mg/kg TS	1	1	JVHH
Zn	38.5	7.7	mg/kg TS	1	1	JVHH
Tørrstoff (L)	68.7		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	11.5	3.92	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	15.6	5.15	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	37.4	9.79	µg/kg TS	2	C	MOBE

Prøve knust i tranport til lab.





Deres prøvenavn	<b>Buøy J indre Sediment</b>					
Labnummer	N00170194					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Tørrstoff (E)	67.8	6.78	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse >63 µm	86.0	8.6	%	1	1	MOBE
Kornstørrelse <2 µm	0.4	0.04	%	1	1	MOBE
Kornfordeling	-----		se vedl.	1	1	MOBE
TOC	2.24		% TS	1	1	MOBE
Naftalen	0.020	0.006	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaftalen	0.018	0.005	mg/kg TS	1	1	MOBE
Acenaften	0.035	0.011	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoren	0.024	0.007	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fenantren	0.219	0.066	mg/kg TS	1	1	MOBE
Antracen	0.059	0.018	mg/kg TS	1	1	MOBE
Fluoranten	0.448	0.134	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pyren	0.371	0.111	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	0.248	0.074	mg/kg TS	1	1	MOBE
Krysen <sup>^</sup>	0.288	0.086	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	0.417	0.125	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	0.225	0.068	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	0.324	0.097	mg/kg TS	1	1	MOBE
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	0.055	0.016	mg/kg TS	1	1	MOBE
Benso(ghi)perylene	0.247	0.074	mg/kg TS	1	1	MOBE
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	0.252	0.076	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH-16	3.25		mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	1.81		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 28	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 52	<0.0007		mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 101	0.00160	0.00048	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 118	0.00187	0.00056	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 138	0.00356	0.00107	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 153	0.00247	0.00074	mg/kg TS	1	1	MOBE
PCB 180	0.00144	0.00043	mg/kg TS	1	1	MOBE
Sum PCB-7	0.0109		mg/kg TS	1	1	MOBE
As	7.29	1.46	mg/kg TS	1	1	MOBE
Pb	40.3	8.0	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cu	39.5	7.91	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cr	15.9	3.19	mg/kg TS	1	1	MOBE
Cd	<0.10		mg/kg TS	1	1	MOBE
Hg	0.29	0.06	mg/kg TS	1	1	MOBE
Ni	13.9	2.8	mg/kg TS	1	1	MOBE
Zn	83.4	16.7	mg/kg TS	1	1	MOBE
Tørrstoff (L)	62.5		%	2	V	MOBE
Monobutyltinnkation*	23.6	7.99	µg/kg TS	2	B	MOBE
Dibutyltinnkation*	40.7	13.0	µg/kg TS	2	B	MOBE
Tributyltinnkation	76.2	20.1	µg/kg TS	2	C	MOBE



\* etter parameternavn indikerer uakkreditert analyse.

Metodespesifikasjon	
1	<p>Analyse av sediment basispakke - del 1</p> <p><b>Bestemmelse av Vanninnhold</b></p> <p>Metode: ISO 760                      Kvantifikasjonsgrense: 0,010 %                      Deteksjon og kvantifisering: Karl Fischer</p> <p><b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm, &gt;63 µm og &lt;2 µm)</b></p> <p>Metode: CZ_SOP_D06_07_N11                      Kvantifikasjonsgrense: 0,10 %</p> <p><b>Bestemmelse av TOC</b></p> <p>Metode: DIN ISO 10694, CSN EN 13137                      Kvantifikasjonsgrense: 0,010%TS                      Deteksjon og kvantifisering: Coulometrisk bestemmelse</p> <p><b>Analyse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b></p> <p>Metode: EPA 8270/8131/8091, ISO 6468                      Kvantifikasjonsgrenser: 0,010 mg/kg TS                      Deteksjon og kvantifisering: GC/MSD</p> <p><b>Analyse av polyklorerte bifenyler, PCB-7</b></p> <p>Metode: DIN 38407-del 2, EPA 8082.                      Deteksjon og kvantifisering: GC-MSD                      Kvantifikasjonsgrenser: 0,002 mg/kg TS</p> <p><b>Analyse av metaller, M-1C</b></p> <p>Metode: EPA 200.7, ISO 11885                      Deteksjon og kvantifisering: ICP-AES                      Kvantifikasjonsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0)                      alle enheter i mg/kg TS</p>
2	<p>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser.</p> <p>Metode: DIN 19744                      Ekstraksjon: Metanol/heksan                      Rensing: Alumina                      Derivativering: Na tetraetyl borat (NaBEt4)                      Deteksjon og kvantifisering: GC-AED                      Kvantifikasjonsgrenser: 1 µg/kg TS                      Note: Monobutyltinnkation og dibutyltinnkation er ikke akkreditert.</p>



	Godkjenner
JVHH	Janken Hald
MOBE	Monica Bendiksen

	Underleverandør <sup>1</sup>
B	GC-ICP-MS
C	GC-ICP-MS
V	Våtkemi
1	<p>Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia</p> <p>Lokalisering av andre ALS laboratorier:</p> <p>Ceska Lipa                      Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice                      V Raji 906, 530 02 Pardubice</p> <p>Akkreditering:                      Czech Accreditation Institute, labnr. 1163.</p> <p>Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon</p>

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", ISO, Geneva, Switzerland 1993) beregnet med en dekningsfaktor på 2 noe som gir et konfidensintervall på om lag 95%.

Måleusikkerhet fra underleverandører angis ofte som en utvidet usikkerhet beregnet med dekningsfaktor 2. For ytterligere informasjon, kontakt laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet.

Angående laboratoriets ansvar i forbindelse med oppdrag, se aktuell produktkatalog eller vår webside [www.alsglobal.no](http://www.alsglobal.no)

Den digitalt signert PDF-fil representerer den opprinnelige rapporten. Eventuelle utskrifter er å anse som kopier.

<sup>1</sup> Utførende teknisk enhet (innen ALS Laboratory Group) eller eksternt laboratorium (underleverandør).

## Vedlegg 5

### Grunnundersøkingar

- *Rv13 Ryfast – Sjøfylling Buøy: Grunnundersøkelser. Grunnforhold. Datarapport. 216366-RIG-RAP [UTDRAG] (Multiconsult/ SVV, 2012)*
- *«Rv13 Ryfast og E39 Eiganestunnelen Utfylling av sprengsteinmasser Buøy. Grunnforhold. Geotekniske og miljøtekniske vurderinger» Multiconsult 2009*

## Notat

Oppdrag:	<b>Rv 13 RYFAST og E39 Eiganestunnelen</b>	Dato:	<b>9. september 2009</b>
Emne:	<b>Utfylling av sprengsteinsmasser Buøy. Grunnforhold. Geotekniske og miljøtekniske vurderinger</b>	Oppdr.nr.:	<b>212751-1-116</b>
Til:	<b>Statens vegvesen Region Vest</b>	<b>Bjørn Åmdal</b>	
Kopi:			
Utarbeidet av:	<b>Øyvind Riste</b>	Sign.:	
Kontrollert av:	<b>Ove Færgestad</b>	Sign.:	
Godkjent av:	<b>Øyvind Riste</b>	Sign.:	
<p><b>Sammendrag:</b></p> <p>Et av flere alternativer i forbindelse med de arbeidene som pågår for å vurdere håndteringen av sprengsteinsmassene fra Ryfasttunnelene (Hundvågtunnelen og Solbakkunnelen) og Eiganestunnelen, er å foreta utfylling i sjøområdet på vestsiden av Buøy. Sjødybden i det aktuelle området er oppimot 30 m, og grunnen består i det alt vesentlige av morenemateriale (sandige- og grusige masser med en del blokk). Ut fra de utførte grunnboringene er morenemassene faste til meget faste. Løsmassemektheten er oppimot 25-30 m, men det er flere partier med oppstikkende fast fjell. Sjøbunnen har slak helning. Grunnboringene viser i tillegg at det på sjøbunnen, over morenemassene, ligger 0.5-2 m bløte masser (gytjige/sandige). De refleksjonsseismiske undersøkelsene indikerer videre at det i to lokale partier finnes lommer med sorterte sand-, silt- og leirmasser.</p> <p>Det øvre laget med mektighet 0.5-2 m bestående av bløte, antatt gytjige og sandige masser, antas ikke å ville medføre geotekniske problemer ved en utfylling. Disse vil i noen grad bli fortrenget under utfylling, og mektigheten er vesentlig for liten til å medføre stabilitetsproblemer. Tilsvarende gjelder for lokale lommer av lagdelte sand-, silt- eller leirmasser. Disse ligger lokalt i lommer omgitt av faste masser/fjell. I tillegg er sjøbunns helningen slak. Disse vil ikke medføre andre konsekvenser enn lokalt noe større setninger i den ferdige utfyllingen sammenlignet med i de områdene hvor det fylles direkte på fjell eller hvor sjøbunnen i sin helhet består av fastere morenemasser. Foreliggende data om grunnforholdene og sjøbunns helningen i området tilsier at en eventuell utfylling vil bli liggende med god sikkerhet mot utglidning. Det aktuelle området er således velegnet geoteknisk sett for en større utfylling.</p> <p>Sjøfronten i utfyllingen må erosjonssikres (plastres).</p> <p>De kjemiske analysene viser at sjøbunnen i området er sterkt til meget sterkt forurenset av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner - "tjærestoffer") og B(a)P (benzoapyren), samt at enkelte av prøvene er markert forurenset av tungmetallene bly, kvikksølv, kadmium og sink, samt PCB. Utførte undersøkelser av forurensningstilstanden i sjøbunnsedimentene indikerer at forurensningen er lokalisert i de øvre 20-30 cm. Forurensningstilstanden i sjøbunnsedimentene i det aktuelle området vest for Buøy er ikke noe særtilfelle for Stavanger havneområde. Forurensningstilstanden flere andre steder i Stavanger havneområde er på tilsvarende nivå. I forbindelse med andre utfyllingsprosjekter under tilsvarende forhold er det gitt tillatelse til utfylling på vilkår av at sjøbunnen tildekkes med et sand/gruslag eller fiberduk, eventuelt at det i tillegg installeres et siltskjørt rundt utfyllingsområdet.</p> <p>Mudring har normalt ikke vært påkrevd, men det som kan aktualisere mudring, er at det i en utfyllingstillatelse stilles krav om at utfylling må foregå innenfor et omsluttende siltskjørt. Slike siltskjørt er vanskelige å håndtere på de sjødybdene og under de strømningsforholdene som er i Byfjorden. Utfylling kan da utføres etter at de øverste 30 cm er mudret. Ved å benytte en spesialgrabb ("miljøgrabb") kan mudring utføres uten bruk av siltskjørt. Alternativet til denne løsningen er å etablere en sjeté av sprengsteinsmasser rundt utfyllingsområdet. Forut for etablering av denne sjetéen mudres de øverste 30 cm av sjøbunnen under selve sjetéen, eventuelt legges det ut en fiberduk før utfylling. Sjetéen vil fungere som en barriere for forurensningsspredning fra de påfølgende utfyllingsarbeidene på innsiden av sjetéen, slik at disse kan utføres uten mudring av det forurensete topplaget. For å hindre spredning av oppvirvlede forurensete sjøbunnsedimenter ut åpningen av sjetéen, kan det installeres et neddykket siltskjørt her.</p> <p>En av endringene i Forurensningsforskriftens kapittel 2, den såkalte bygge- og graveforskriften, som trådte i kraft 1. juli 2009, er at definisjonen av forurenset grunn nå også inkluderer "Grunn som danner syre eller andre stoffer som kan medføre forurensning i kontakt med vann og/eller luft, regnes som forurenset grunn dersom ikke annet blir dokumentert". Fylllitten i Stavangerområdet (som Hundvågtunnelen og Eiganestunnelen vil gå gjennom) har et høyt innhold av arsen. Fylllitten er imidlertid ikke en reaktiv bergart, og det vil ved utfylling ikke oppstå kjemiske reaksjoner som frigjør arsen. Fylllitten i Stavanger området faller således ikke under definisjonen av forurenset grunn.</p>			