

Statens Veivesen, region vest

Miljøvurderinger ved utfylling, og tiltaksplan

Jåttåvågen, Stavanger kommune

SHA_YM-051

2013-06-25 Oppdragsnr.: 5111687



J03	25.06.2013	Endelig versjon			JOKJO
B02	23.05.2013	For kommentarer fra prosjektet		Pebeck	
A01	22.05.2013	Intern versjon for fagkontroll	grs		
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

1	Bakgrunn	6
1.1	Oppdraget	6
1.2	Området	6
1.3	Registrerte naturtyper/naturverdier	7
1.4	Tidligere undersøkelser og lokale kilder til forurensning	7
2	Miljøundersøkelse	8
2.1	Bakgrunn	8
2.2	Kartlegging av sedimentforurensning	9
2.2.1	Valg av analyser	9
2.2.2	Prøvestasjonene	10
2.2.3	Sedimentets forurensningsgrad	11
2.3	Behov for miljørettet risikovurdering	12
3	Miljørettet risikovurdering	13
3.1	Forutsetninger for risikovurderingen	13
3.2	Risikovurdering	14
3.2.1	Spredning fra sedimentet	14
3.2.2	Partikler fra sedimentet	15
3.2.3	Porevann fra sedimentet	15
3.2.4	Spredning av nitrogenforbindelser	15
3.2.5	Partikler fra utfyllingsmassene	16
3.2.6	Konklusjon	16
4	Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger	17
4.1	Reduksjon av risiko	17
4.1.1	Null-alternativ	17
4.1.2	Fjerning av forurenset sediment /mudring (sør og sørøst for område A)	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	18
4.1.3.1	Skånsom plassering av massene	19
4.1.3.2	Beskyttende lag	19
4.1.3.3	Geotekstil	19
4.1.4	Begrense forurensning spredning	19
4.1.4.1	Arbeid innenfor sjete	19
4.1.4.2	Siltgardin	20
4.1.5	Redusere risikoen knyttet til spredning	20
4.1.5.1	Tidspunkt for gjennomføring	20
4.1.5.2	Overvåkning	20

5	Forslag til overvåknings plan	21
5.1	Turbiditet	21
5.2	spredning til og sedimentasjon i ålegrasområdet	21
5.3	strandsonen med hensyn til uønskede konsekvenser som følge av økt tilførsel av nitrogen og ammoniakk, samt tilstanden til ålegrasengen	21
5.4	Overskridelse av grenseverdier og påvist uheldig påvirkning	21
5.5	Rapportering	22
6	Anbefalte tiltak	23
7	Referanser	25
8	Vedlegg	26

Sammendrag

Det er planlagt utfylling med sprengstein i Jåttåvågen, Stavanger kommune. Massene kommer fra tunelldriving av Eiganestunellen tunellen som er den del av Ryfast-sambandet.

Det er tatt prøver av sediment i alle utfyllingsområde. Hovedandelen av sjøbunnen i utfyllingsområdet består av en betongplate. Øst for denne er det stein og grus uten finstoff. Det er et område i sør og sør øst (ca. 3750 m²) hvor det er sedimenter. Disse er forurenset over grenseverdi i TA-2229/2007 av bly, kobber, sink, fluoranten, benzo(a)antracen, benzo(ghi)perylene og TBT. Undersøkelsen er gjennomført etter TA-2960/2012: Veileder for håndtering av sedimenter.

Risikovurdering for spredning viser akseptabelt lavt volum av utlekking av porevann som følge av utfylling på forurensete sedimenter. Den viser også akseptabel lav risiko knyttet til sprengstoffrester for Jåttåvågen som hele.

Hvis det ikke iverksettes avbøtende tiltak så er det knyttet uakseptabel risiko for spredning av forurensing til antatt mindre forurensete områder som følge av utfylling på forurensete sedimenter. Videre er det risiko for nedslamming av den delen av ålegrasengen som ligger nærmest tiltaksområdet, selv om det ikke er risiko for nedslamming av ålegrasengen som hele.

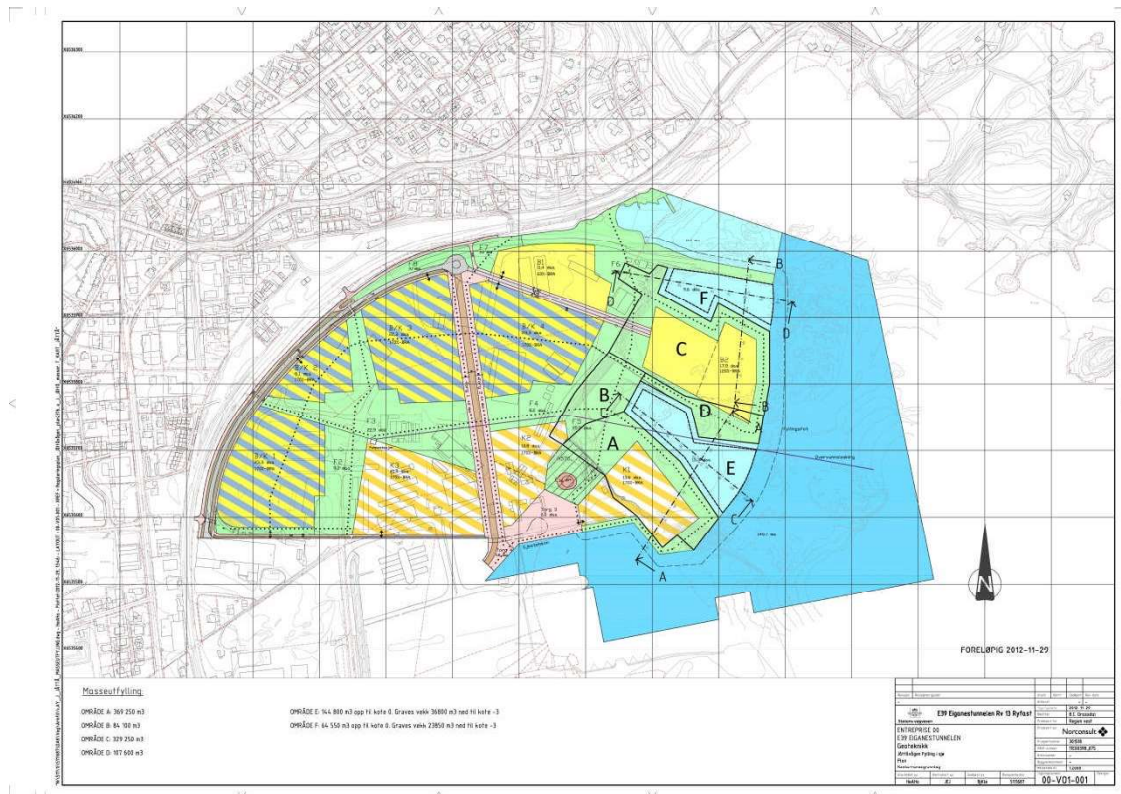
Det er foreslått at det legges ut et 30 cm tykt lag av grov sand og fin grus i området med forurensete sedimenter samt at dette arbeidet foregår innenfor en siltgardin.

Det er også foreslått at ålegrasengen skjermes med en siltgardin samt at tiltaket overvåkes slik at tiltak kan iverksettes ved uønsket forurensing eller partikkelspredning.

1 Bakgrunn

1.1 OPPDRAGET

Norconsult AS har på oppdrag fra Statens vegvesen gjennomført prøvetaking og analyse av sedimentene i området for dumping av sprengstein i Jåttåvågen i Stavanger kommune (Figur 1). Utfyllingen vil i hovedsak være mellom dagens utstikkere med støttefylling som går noe lengre ut. Det kan også bli snakk om noe utfylling (støttefylling) sør-sørvest for den sørligste utstikkeren.



Figur 1: Skisse av tiltaket.

1.2 OMRÅDET

Området ble tidligere benyttet til bygging av oljeplattformer. Mesteparten av området har en betongsåle, utenfor denne (øst) var det en spunt. Når plattformene skulle skipes ut ble spunten fjernet. Spunten var støttet opp av steinmasser.

I området øst for A, E, D, C og F (figur 1) er det kun steinmasser, trolig fra massene som holdt spunten på plass. Det ble ikke funnet finstoff i massene (Vedlegg 1). I området sør og sørvest for område A (figur 1) er det meget løst lagrete sedimenter med til dels sterk H₂S-lukt (Vedlegg 1).

1.3 REGISTRERTE NATURTYPER/NATURVERDIER

Nordøst i bukta er det registrert en undervannseng (Vaulen), hovedsakelig ålegras, og dette er et viktig område for fugl. Området har nasjonal verdi B (<http://geocortex.dirnat.no/silverlightviewer/?Viewer=Naturbase>).



Figur 2: Vise plassering av ålegrasområdet i bukta

Det er registrert et friluftsområde nord i bukta (Vaulen-Hinna) som ikke er verdisatt, og det er registrert fiskemåke i bukta. Denne er registrert som sårbar (<http://artskart.artsdatabanken.no/default.aspx>).

1.4 TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG LOKALE KILDER TIL FORURENSNING

Bygging av oljeplattformer og annen industri er nærliggende kilder for potensiell forurensning i området.

Undersøkelse av blåskjell sørøst i bukta i 2011 viste kun Arsen over tilstandsklasse 1. (TA-2852/2012).

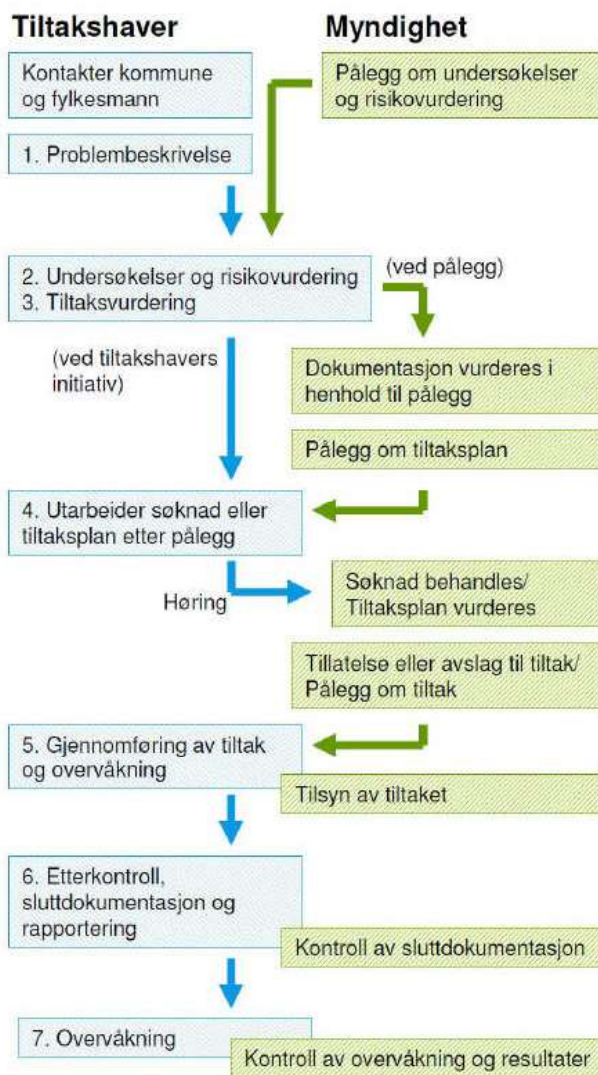
I tiltaksplan for opprydning av forurensete sedimenter i Stavanger havn (2002) omtales forurensningssituasjonen i Gandsfjorden som god, med unntak av en prøve med PCB og en prøve med bly i tilstandsklasse III.

2 Miljøundersøkelse

2.1 BAKGRUNN

Tiltak i forurensede sedimenter er styrt av veiledningen TA-2960/2012: Veileder for håndtering av sedimenter. 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 3 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 uakseptabelt stort?
- Er det behov for å utarbeide en tiltaksplan for utfyllingsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?



Figur 3: Utdrag fra TA-2960/2012, saksgang ved tiltak i sedimenter.

2.2 KARTLEGGING AV SEDIMENTFORURENSNING

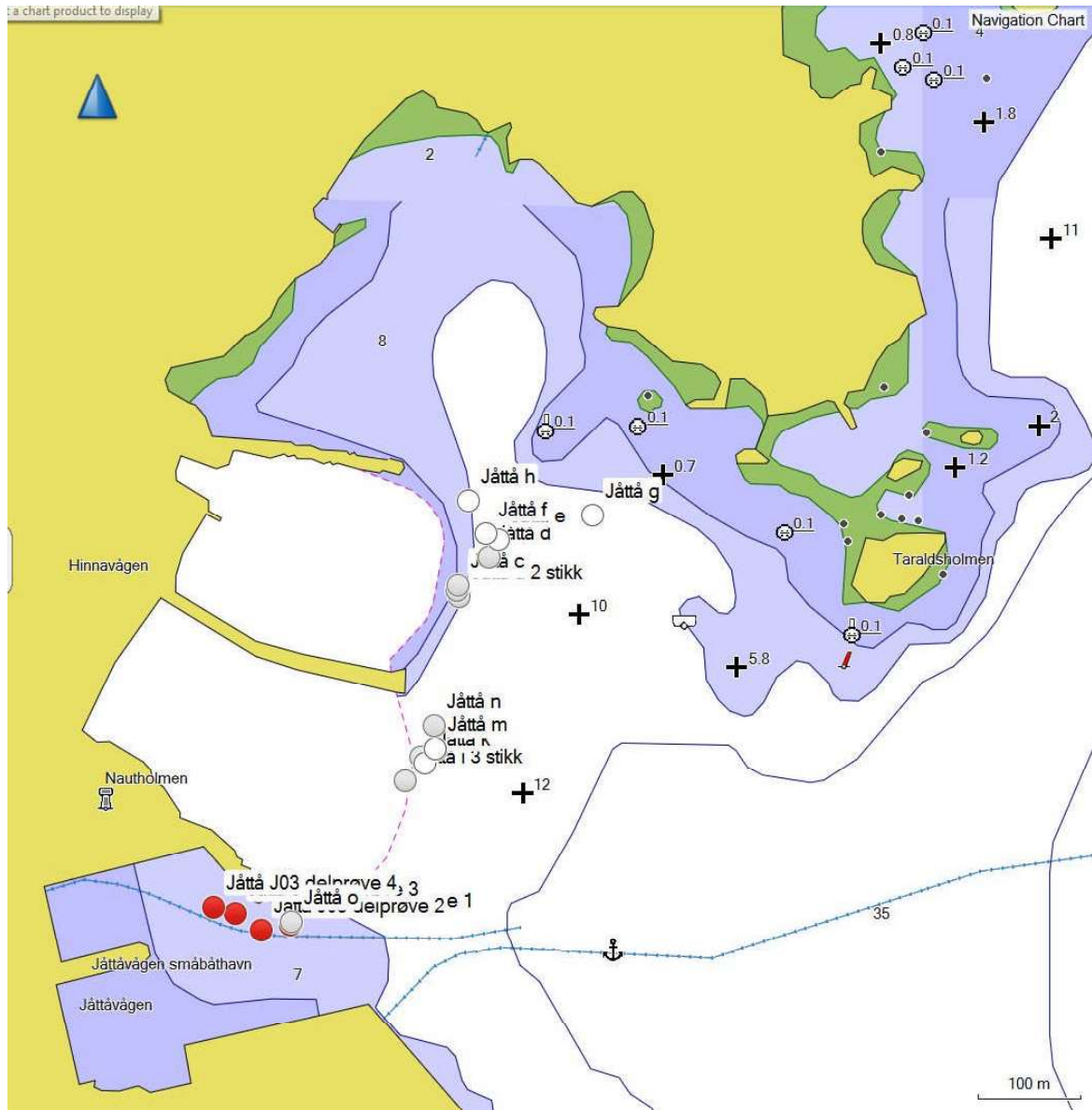
2.2.1 Valg av analyser

Basert på tidligere undersøkelser og områdets bruk er det ansett at en basispakke vil dekke den mest sannsynlige forurensingen i området. Denne består av:

- Metaller
- PAH
- PCB
- TBT

2.2.2 Prøvestasjonene

Prøvetakingen ble gjennomført 25. april 2013. Det ble forsøkt å prøveta 3 stasjoner, 2 øst for betongplate og en sørøst for område A (figur 1). Det var kun mulig å prøveta stasjonen sør for område A. Området øst for betongplaten besto av stein uten finn stoff (vedlegg 1). Prøvene ble tatt med stor Van Veen grabb (0,1 m²). Prøven representerer de øverste 0 til 5 cm av sedimentet og består av blandprøve av 4 delprøver. Prøvene ble analysert av det akkrediterte laboratoriet Eurofins. Prøvestasjonenes plassering er vist i figur 4.



Figur 4: Plassering av prøvetakingspunktene. Hvite sirkler er hvor det kun er funnet stein og grus. Røde sirkler er hvor det er sediment med finstoff.

2.2.3 Sedimentets forurensningsgrad

Tabell 2 viser målte konsentrasjoner av forurensning i sedimentet. Konsentrasjonene er klassifisert etter TA-2229/2007, og fargehenvisninger følger Tabell 1.

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

I Bakgrunn	Bakgrunnsnivå
II God	Ingen toksiske effekter
III Moderat	Kroniske effekter ved langtidseksposering
IV Dårlig	Akutt toksiske effekter ved kortidseksposering
V Svært dårlig	Omfattende akutt-toksiske effekter

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

Stoff	Målt sedimentkonsentrasjon, C _{sed} (mg/kg)
	J03 0-5cm
Arsen	6,80
Bly	120,00
Kadmium	0,39
Kobber	66,00
Krom totalt (III + VI)	27,00
Kvikksølv	0,22
Nikkel	15,00
Sink	690,00
Naftalen	<0,01
Acenaftalen	<0,01
Acenaften	<0,01
Fluoren	<0,01
Fenantren	0,067
Antracen	<0,01
Fluoranten	0,180
Pyren	0,150
Benzo(a)antracen	0,094
Krysen	0,140
Benzo(b)fluoranten	0,099
Benzo(k)fluoranten	0,064
Benzo(a)pyren	0,070
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,032
Dibenzo(a,h)antracen	0,011
Benzo(ghi)perylene	0,038
Sum PAH (16)	0,940
PCB 28	<0,0005
PCB 52	0,00057
PCB 101	0,00087
PCB 118	0,00120
PCB 138	0,00140
PCB 153	0,00086
PCB 180	0,00054
SUM PCB (7)	0,00540
Tributyltinn (TBT-ion)	0,250
TOC %	2,10
Kornstørrelse <2um %	4,70
Kornstørrelse <63um %	20,70

Kornfordelingen viser det er lite leire (<5 %). Og 16 % silt og 79 % sand, grus og stein.

TOC verdiene er på 2,1 %.

Det er påvist bly, kobber og sink i klasse IV. PAH-forbindelsen benzo(a)antracen og benzo(ghi)perylene i tilstandsklasse IV og fluoranten i tilstandsklasse III. TBT er i tilstandsklasse V.

2.3 BEHOV FOR MILJØRETTET RISIKOVURDERING

Tiltak i sedimentet vil kreve en miljørettet risikovurdering og eventuelt en påfølgende tiltaksplan for utfylling på forurenset sediment på grunn av overskridelser av metaller, PAH- forbindelser og TBT. Der er også nødvendig å vurdere om spredning av rene partikler fra utfyllingsmassene og eventuelle sprengstoffrester kan forringe ålegrasengen i bukta.

3 Miljørettet risikovurdering

3.1 FORUTSETNINGER FOR RISIKOVURDERINGEN

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra overflatesedimentet ved utfylling i området sør og sørøst for område A på grunn av konsentrasjoner av metaller, PAH-forbindelser og TBT. For utfylling på betongplaten og på steinete sjøbunnen i øst er det ikke potensiell risiko for spredning av forurensning fra sedimentene. 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. Forutsetninger som er benyttet for beregningene er vist nedenfor. Risikovurderingen er tredelt, spredning fra sedimentet, spredning av rene partikler fra utfyllingsmassen og spredning av sprengstoff rester.

Spredning fra sedimentet:

- Massene er planlagt dumpet fra land. Det er antatt at utfyllingsarbeidet vil foregå over et tidsrom på en uke (for å dekke sjøbunnen). Det er brukt en tiltaksperiode på 5 dager for utfyllingen i sør og sørøst for å beregne spredning av forurenset porevann.
- Det er beregnet at dumping av sprengstein fører til oppvirvling de øverste 10 cm av sedimentet. Det er benyttet en sedimenttetthet på 1,6 kg/L i beregningene.
- Konsentrasjonen av forurensning i porevannet er beregnet ut fra konsentrasjon i sediment og stedsspesifikke fordelingskoeffisienter, K_d , (fra TA-2802/2011). Utrekningene er vist i tabell nedenfor. Spredning av forurenset porevann er sammenlignet med PNEC (akutt) («predicted no effect concentration», akutt toksisitet for marine organismer) (TA-2803/2011). Det er valgt å bruke verdier for akutte effekter på grunn av tiltakets korte varighet. Det er beregnet hvor stort volum av resipienten som daglig vil påvirkes i konsentrasjoner over denne grenseverdien for økologisk effekt under tiltaket.

Spredning fra utfyllingsmassene:

- Det er antatt at massene består av omentrent fordelingen som er vist under, og at fraksjonen som har potensial for lengre transport er satt konservativt høyt til 1 % av total mengde.

Sprengsteinfraksjon'	maks. str. mm	% andel
<4mm	4	15 %
4-40mm	40	25 %
40-400mm	400	30 %
400-1000mm	1000	30 %
sum		100 %

- Det skal fylles ut 1 100 000 m³ masse.

Spredning av sprengstoffrester

Det skal deponeres 1 100 000 m³ med sprengsteinsmasser. Tunell drivingen er forventet å ta 3 år. De vill si ca 1000 m³ per dag.

Det kan forventes en tilførsel av 13-40 kg nitrogen per 1000 m³ utsprengt masse (Hindar og Roseth, 2003). Uomsatt sprengstoff inneholder ca. 50 % ammoniumforbindelser og 50 % nitratforbindelser. Toksisiteten av NH_x (NH₃/NH₄⁺) vil være avhengig av pH-verdien i vannet. Ved normal pH i sjø (ca. 8-8,5) vil det meste av NH_x foreligge som ammonium, NH₄⁺. Ved høyere pH-verdier derimot, vil en større andel av NH_x finnes som ammoniakk, NH₃. 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. 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 miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-1467/1997). I marine miljøer er nitrogen ofte vekstbegrensende og tilførsel av nitrat kan føre til eutrofiering (Bækken, 1998).

3.2 RISIKOVURDERING

3.2.1 Spredning fra sedimentet

Tabell 3 viser beregnet spredning av forurensning under utfyllingsarbeidene uten sprednings reduserende tiltak. Ved prøvetaking ble det vurdert at de øverste 7 til 10 cm blir virvlet opp med utfylling. Beregningene for oppvirvling av de øverste 10 cm er derfor konservative. Beregningene hensyntar kun området med sedimenter sør og sørøst for område A. Det er videre antatt at sjøbunnen dekkes i løpet av 5 dager.

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

Parameter	Partikler			Porevann			
	Analysert konsentrasjon i prøve (mg/kg tørstoff)	Mengde oppvirvlet materiale totalt (kg)	Kd sed (l/kg) ved 2,1 % TOC	Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)	Mengde spredt i porevann per dag i (mg)	PNEC Akutt (mg/l)	Volum resipient påvirket over PNEC Akutt hver dag (m ³)
Bly	120,000	72,000	154882	167,353	33,4706	0,0085	3,9
Kobber	66,000	39,600	24409	584,05	116,8094	0,0008	146,0
Sink	690,000	414,000	73000	2041,64	408,3288	0,006	68,1
Fluoraten	0,180	0,108	3035	12,81	2,5621	0,0009	2,8
Benzo(a)antracene	0,094	0,056	10525	1,93	0,3858	0,000018	21,4
Benzo(ghi)perylene	0,038	0,023	21489	0,38	0,0764	0,000003	25,5
TBT	0,250	0,150	23	2347,83	469,5652	0,000015	313043,5

3.2.2 Partikler fra sedimentet

Ut fra stoffenes konsentrasjon er det beregnet mengde av totalt oppvirvlet materiale. Dette gir et innblikk i potensiale for spredning av partikkelbundet forurensning.

Det er beregnet at det er potensial for total spredning av 414 kg sink, og 150 g TBT fra sedimentet ved utfylling.

På bakgrunn av partikkelstørrelsene i sedimentet og antatte strømforhold er det potensial for lengre transport og spredning av ca. 125 000 kg sediment, og dermed fare for å forurense antatt mindre forurensete områder. Likevel er det liten fare for at denne oppvirvlingen vil transporteres til ålegrasområdet ved buktas nordside siden distansen er >500 meter og ålegrasengen ligger grunnere en antatt høyde som sedimentet oppvirvles til.

3.2.3 Porevann fra sedimentet

Miljørisikovurderingen viser at det kan forventes spredning av TBT som fører til overskridelser av PNEC (akutt) i et daglig volum på inntil 313 044 m³ som tilsvarer hele utfyllingsområdet areal (ca. 113.000 m²) i 3 meters høyde. Gitt tiltakets korte varighet anses dette som akseptabelt.

3.2.4 Spredning av nitrogenforbindelser

Ved pH 8,2 og temperatur 20 °C vil ca. 3,6 % av ammoniumnitrogen være tilstede som ammoniakk. En oversikt over mengder nitrogenforbindelser knyttet til de ulike mengdene sprengstein er gitt i Tabell 4.

Tabell 4: Mengder nitrogenforbindelser fra sprengstein i løpet av anleggsperioden.

Sprengsteinsmengde (m ³)	Total nitrogen (kg)	Nitratforbindelser (kg)	Ammoniumforbindelser (kg)	Ammoniakk (kg)
1 099 550	14 294 – 43 982	7 147 – 21 991	7 147 – 21 991	257 - 792

Det er ingen informasjon om næringstilstanden i vann i utfyllingsområdet. I Tabell 5 er det gjort beregninger for mengden rent vann som kreves daglig for å oppnå nitrogenkonsentrasjon i tilstandsklasse II, basert på utslippsmengden knyttet til sprengstein. For ammoniakk er det beregnet mengden rent vann som kreves daglig for å nå konsentrasjon 25 µg/L.

Tabell 5: Mengde nitrogen og ammoniakk per dag og vannbehov for å nå akseptable konsentrasjoner.

Sprengsteinsmengde (m ³)	Total nitrogen (kg)	Vannbehov (m ³)	Ammoniakk (kg)	Vannbehov (m ³)
1 099 550 (1004 m ³ per dag)	13,1 – 40,2	39 558 – 121 716	0,235 - 0,723	9 399 – 28 920

Eutrofieringsproblematikk er knyttet til overflatelaget der fotosyntetisk produksjon foregår. Noe av nitrogenet vil frigjøres fra sprengsteinsmassene med en gang de kommer i kontakt med vannet. Resten vil vaskes av på vei ned mot bunnen. Forhøyede konsentrasjoner av ammoniakk vil kunne ha lokal toksisk effekt på fisk ved utfyllingene. I Jåttåvågen utskiftes 194 093 m³ med vann to ganger i døgnet av tidevann alene. Det antas derfor at utfyllingen vil føre til akseptable lave nitrogen og ammoniakk verdier i bukta som helhet. Lokalt kan vil det likevel kunne være forhøyete konsentrasjoner.

3.2.5 Partikler fra utfyllingsmassene

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 for beskyttelse av fisk (Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk 2009). Nært utfyllingen vil konsentrasjonen være høyere.

Spredning av 1 % av massene vil utgjøre ca 11 000 m³. Hvis alt transporteres til området med ålegras (antatt 60 000 m² i bukta) vil dette utgjøre 18 cm med sedimentasjon i gjennomsnitt. Dette er 0,2 mm per dag. Undersøkelser fra USA viser at ålegras maksimalt tåler 0,3 mm per dag (Lensstyrelsen 2009).

3.2.6 Konklusjon

Det er knyttet akseptabelt lav risiko til utlekking av forurenset porevann som følge av utfylling på de forurensete sedimentene sør og sørøst for område A.

Det er risiko for spredning av forurensete partikler fra sedimentene sør og sørøst for område A til potensielt mindre forurensete områder.

Nitrogen knyttet til sprengstein vil føre til konsentrasjoner over tilstandsklasse II i et volum utenfor utfyllingsområdet, men gjennomsnittsverdiene for Jåttåvågen vil være betydelig under grenseverdi.

Vannvolumet som påvirkes av konsentrasjoner over anbefalt konsentrasjon for ammoniakk er betydelig mindre enn for total nitrogen.

Det er beregnet at sedimentasjon i ålegrasengen som helhet vil være akseptabelt lav, men det er risiko for at områdene nærmest utfyllingsområdet kan få for høy sedimentasjon og tilslamming.

4 Tiltaksvurderinger, beskrivelse av alternative tiltak og løsninger

4.1 REDUKSJON AV RISIKO

Det finnes flere alternative tiltak og løsninger som kan iverksettes for å begrense risikoen for spredning av forurensning som dumping av masser i sjø bidrar til. Det kan være tiltak som:

- begrenser sannsynlighet for oppvirvling og utlekking ved utfylling, eller sannsynligheten for uønsket konsekvens
- begrenser omfanget av spredningen

For dette tiltaket er det risikoen for spredning av forurensede partikler fra sjøbunnen i område sør og sørøst for område A, samt risiko for spredning av partikler som tilslammer ålegrasengen i bukta som må reduseres.

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 beregnet over. Det er ikke planlagt innhenting av nye data.

Fordel

- Rimelig

Ulemper

- Forurensede masser vil spres til nærliggende områder
- Risiko for at sedimentasjon lokalt vil være for høy i ålegrasengen

4.1.2 Fjerning av forurenset sediment /mudring (sør og sørøst for område A)

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. Generelt for mudring før utfylling er betydelig økte kostnader samt behov for deponering av massene. Aktuelle metoder er:

- Vanlig bakgraver/grabb
- Miljø grabb
- Sugemudring

4.1.2.1 Vanlig bakgraver/grabb

Vanlig metode som effektivt fjerner massene på sjøbunnen.

Fordeler

- Rimelig (sammenlignet med andre mudringsmetoder)
- Effektiv

Ulemper

- Forurensede masser vil spres under mudring.
- Behov for egne tiltak for å begrense spredning
- 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 (sammenlignet med andre mudrings metoder)
- 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 egne tiltak for å begrense spredning.
- 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 porevanns konsentrasjoner over 10 ganger PNEC for sjøvann, være betydelig forurenset. I dette tilfelle av Bly, kobber, sink, Benzo(a)antracen, Benzo(ghi)perylene og TBT.

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 fra sediment ved at 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

- Det er til dels løst lagrete sedimenter, så noe spredning må påregnes
- Økte kostnader

4.1.3.2 Beskyttende lag

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

Fordel

- Betydelig reduksjon av spredning

Ulemper

- Økte kostnader

4.1.3.3 Geotekstil

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

Fordel

- Mindre spredning av forurensning

Ulemper

- Økte kostnader, dyrere enn beskyttende lag

4.1.4 Begrense forurensning spredning

Begrense spredning kan innebære flere tiltak som hindrer spredning fra sedimentet og/eller utfyllingsmassene. I dette tilfelle har vi vurdert:

- Etablering av sjete
- Siltgardin

4.1.4.1 Arbeid innenfor sjete

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

Fordeler

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

Ulemper

- Det vil bli spredning av forurensning ved utlegging av sjeteen
- Ved over 1000 m³ per dag som skal fylles ut vil dette vanskelig kunne gjennomføres på en trygg måte
- Vil ikke føre til reduksjon av forurensingsspredningen i områder sør og sørøst for område A siden området er for lite

4.1.4.2 Siltgardin

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

Fordeler

- Effektiv begrensning 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
- Overvåkning

4.1.5.1 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

- Reduserer 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.

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 raskt iverksettes

5 Forslag til overvåknings plan

5.1 **TURBIDITET**

Under utlegging av beskyttende grus lag overvåkes tiltaket med turbiditets overvåking. En stasjon plasseres like utenfor siltgardinen og en stasjon plasseres lengre ut i bukta. Overvåkingen kan være manuell hvis tiltaket er av kort varighet, men hvis tiltaket overgår 2 uker bør det brukes kontinuerlige turbiditets målere. Ved manuell måling måles to ganger om dagen mens arbeidet pågår. Målingene gjøres en meter over sjøbunnen.

Foreslått grenseverdi: Siden det er spredning fra sedimentet som er problematisk og det vil komme rene partikler fra tildekking massene, foreslås 5 ganger bakgrunn som grenseverdi.

5.2 **SPREDNING TIL OG SEDIMENTASJON I ÅLEGRASOMRÅDET**

Det foreslås å bruke 4 sedimentfeller. 3 i ålegras området ved utfyllingen og en referanse lengre nord. Fellene står ute ca 2 måneder per år, og sedimentasjon beregnes. sedimentasjon på 0,3 mm/døgn foreslås som grenseverdi (Lensstyrelsen 2009).

5.3 **STRANDSONEN MED HENSYN TIL UØNSKEDE KONSEKVENSER SOM FØLGE AV ØKT TILFØRSEL AV NITROGEN OG AMMONIAKK, SAMT TILSTANDEN TIL ÅLEGRASENGEN**

Undersøkelse av strandsonen og ålegraset er meget viktig for å kunne dokumentere eventuell påvirkning. Undersøkelsene gjøres samtidig. En gang før tiltaket starter, en gang per år mens tiltaket pågår, og en gang etter tiltaket er ferdig. Undersøkelsen må fore gå på samme tid av året hver gang.

Undersøkelse av strandsonen: det velges ut en lokalitet nært tiltaksområdet, og en referanselokalitet. Disse undersøkes årlig for å oppfange endringer.

Undersøkelse av ålegrassengen: Det undersøkes utbredelse og tilstand (tetthet, nedslamming mm) med vannkikker fra båt. Et område med ålegress lengre nord blir brukt som referanse.

5.4 **OVERSKRIDELSE AV GRENSEVERDIER OG PÅVIST UHELDIG PÅVIRKNING**

Ved overskridelser av grenseverdier eller påvist uheldig påvirkning skal årsak utredes, tiltak vurderes og iverksettes, og Fylkesmanne varsles.

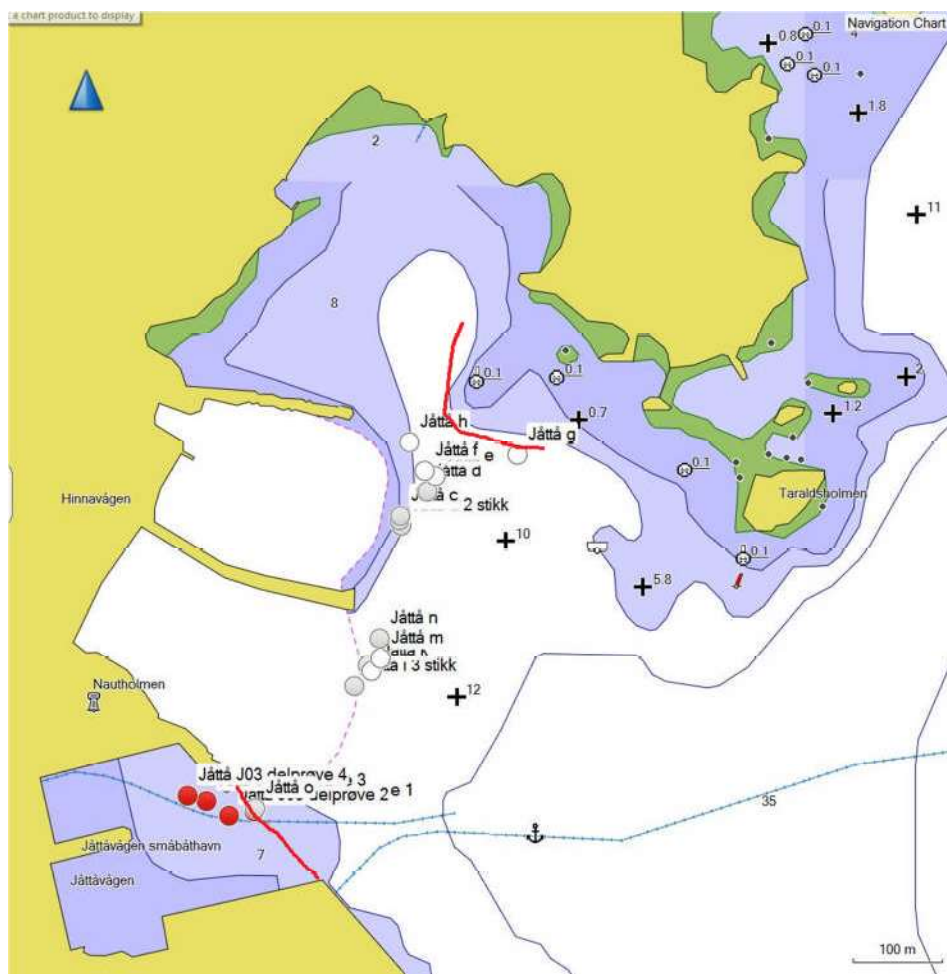
5.5 **RAPPORTERING**

Overvåkings resultatene rapporteres i rapport form 1 gang per år og oversendes Fylkesmannen

6 Anbefalte tiltak

For å redusere uakseptabel spredning av partikkelbunnet forurensning samt spredning av rene partikler til ålegrasområdet i Jåttåvågen anbefales følgende tiltak:

- For å redusere spredningen av forurensning fra sedimentet i området sør og sørøst for område A under utfyllingen anbefales det at det legges ut et 30 cm tykt lag med grov sand eller fin grus. Området bør skjermes med skiltgardin (160 meter) under utlegging av sand-/gruslaget. Forslag til plassering er vist i figur 4. Dette vil føre til akseptabelt lav spredning av partikkelbunnet forurensning fra sedimentet.
- For å redusere risikoen for nedslamming og høy sedimentasjon i ålegrasområdet anbefales det at det brukes en siltgardin. Denne kan enten være rundt områdene hvor det fylles ut masser eller gardinen kan plasseres rundt verdiene som skal vernes. Ved å legge gardinen rundt områdene som skal vernes vil man unngå mye håndtering av gardinen, men det vil være behov for ca. 250 meter med siltgardin. Forslag til plassering er vist i figur 5. Siltgardinen må inspiseres og skadet gardin må skiftes ut. Det er sannsynlig at gardinen må skiftes i løpet av tiltaksperioden på 3 år.
- For å redusere sannsynligheten av uønskede konsekvenser av tiltaket bør det utarbeides en overvåkningsplan. Denne må ha fokus på:
 1. Overvåke spredning av forurensning fra sedimentet i området sør og sørøst for område A, og ut av området
 2. Overvåke spredning til og sedimentasjon i ålegrasområdet
 3. Overvåke strandsonen med hensyn til uønskede konsekvenser som følge av økt tilførsel av nitrogen og ammoniakk, samt tilstanden til ålegrasengen



Figur 5 Forslag til plassering av siltgardiner.

7 Referanser

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

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

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

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

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

Karttjenesten Naturbase <http://geocortex.dirnat.no/silverlightViewer/?Viewer=Naturbase>

Karttjenesten til Fiskeridirektoratet <http://kart.fiskeridir.no/default.aspx?gui=1&lang=2>

Karttjenesten Vannmiljø <http://vannmiljo.klif.no/>

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

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

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

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

Klif (2012). Veileder for håndtering av sediment (TA-2960/2012).

Länsstyrelsen Västra Götaland (2009). Restaurera ålgräsängar

Norsk Forening for Fjellsprengningsteknikk. Behandling og utslipp av driftsvann fra tunnelanlegg. Teknisk rapport 09, august 2009.

SFT (1997). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (TA-1467/1997).

8 Vedlegg

1. Feltlogg prøvetaking
2. Analyserapporter

Til:

Fra:


Dato: 25. 04. 2013


Prøvetaking RYFAST, Jåttåvågen og Leirvig




Den 25.04, 2013 ble overflate sedimentet i prøvetatt. (figur 1). Formålet med prøvetakingen var å undersøke om sedimentet er forurenset, og tiltakplan påkrevet ifm utfylling av sprengsteinmasser fra RYFAST.

Resultat av prøvetakingen


Prøvene består av blandprøver tatt men stor VanVeen grabb og representerer 0 til 5 cm av sedimentet.

Stasjonsnavn	Beskrivelse	GPS- koordinater	Bilde
Jåttå	Det ble gjort 16 grabbsikk i østre del av utfyllingsområdet. I alle stikkene var massene grus, med skarpe kanter, trulig produsert grus.	58.55.263/05.44.513 (2 stikk) 58.55.266/05.44.510 58.55.269/05.44.512 58.55.284/05.44.544 58.55.293/05.44.554 58.55.296/05.44.541 58.55.306/05.44.525 58.55.313/05.44.522 58.55.167/05.44.456 (3 stikk) 58.55.180/05.44.473 58.55.177/05.44.477 58.55.183/05.44.489 58.55.184/05.44.487 58.55.196/05.44.487 58.55.094/05.44.336	Grus 

<p>Jättå J03 Delprøve 1</p>	<p>Kl. 11.00 25.04.2013 Utstyr Stor Grabb Maksveker Vær: Overskyet Kommentar: Svart sand med tang, mark og noe stein. Sterk H₂S lukt</p>	<p>58.55.092/05.44.335 Vannbyp: ca. 12 meter</p>	<p>Grabb-bilde</p> 
<p>Jättå J03 Delprøve 2</p>	<p>Kl. 11.08 25.04.2013 Utstyr Stor Grabb Maksveker Vær: Overskyet Kommentar: Svart sand med tang, mark og mye stein. Rød- brune kuler et par mm store. Ingen lukt,</p>	<p>58.55.090/05.44.304 Vannbyp: ca. 11 meter</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 

<p>Jåttå J03 Delprøve 3</p>	<p>Kl. 11.12 25.04.2013 Utstyr Stor Grabb Maksvekter Vær: Overskyet Kommentar: Svart sand med tang, mark og mye stein. Rød- brune kuler et par mm store. Ingen lukt,</p>	<p>58.55.098/05.44.277 Vanndyp: ca. 11 meter</p>	<p>Grabb-bilde:</p> 
<p>Jåttå J03 Delprøve 4</p>	<p>Kl. 11.25 25.04.2013 Utstyr Stor Grabb Maksvekter Vær: Overskyet Kommentar: Svart sand med mark og mye stein. Meget løse sedimenter Meget sterk H2S lukt</p>	<p>58.55.102/05.44.254 Vanndyp: ca. 10 meter</p>	<p>Grabb Bilde:</p>  <p>Bland prøve Jåttå 03</p> 

<p>Leirvig</p>	<p>25.04.2013</p> <p>Utstyr Stor Grabb Maksveker</p> <p>Vær: Overskyet</p> <p>Kommentar: Det ble tatt 7 grabbsikk hvor grabben enten var tom eller prøven besto av grus</p>	<p>58.58.083/05.45.757 (2. stikk)</p> <p>58.58.081/05.45.757</p> <p>58.58.085/05.45.770</p> <p>58.58.084/05.45.770</p> <p>58.58.085/05.45.769</p> <p>58.58.093/05.45.801</p>	<p>Stein</p> 
<p>Leirvig leir 1</p>	<p>Kl. 12.05</p> <p>25.04.2013</p> <p>Utstyr Stor Grabb Maksveker</p> <p>Vær: Overskyet</p> <p>Kommentar: Olivengrå overflate (topp 0,5 cm). Under grå sandig leire. Ingen lukt</p>	<p>58.58.083/05.45.775</p> <p>Vanddyp: ca. 12 meter</p>	<p>Grabb Bilde</p>  <p>Bilde viser fargeforskjell</p> 

<p>Leirvig leir 2 Delprøve 1</p>	<p>Kl. 12.09 25.04.2013 Utstyr Stor Grabb Maksvekter Vær: Overskyet Kommentar: Olivengrå overflate (topp 0,5 cm). Under grå sandig leire. Ingen lukt Bilde ikke tatt (problem med kamera)</p>	<p>58.58.090/05.45.798 Vanndyp: ca. 12 meter</p>	<p>Bilde ikke tatt</p>
<p>Leirvig leir 2 Delprøve 2</p>	<p>Kl. 12.20 25.04.2013 Utstyr Stor Grabb Maksvekter Vær: Overskyet Kommentar: Olivengrå overflate (topp 0,5 cm). Under grå sandig leire. Mark. Ingen lukt</p>	<p>58.58.093/05.45.800 Vanndyp: 11,8 meter</p>	<p>Grabb bilde: </p>

Leirvig leir 3 Delprøve 3	Kl. 12.40 25.04.2013 Utstyr Stor Grabb Maksvekker Vær: Overskyet Kommentar: Olivengrå overflate (topp 0,5 cm). Under grå sandig leire, med stein. Mark. Ingen lukt. Bilde ikke tatt (Problemer med kamera)	58.58.102/05.45.820 Vannndyp: 12 meter	Bilde ikke tatt
---------------------------------	---	---	-----------------

Stavanger, 2013-04-25

Gaute Rørvik Salomonsen



Eurofins Environment Testing Norway

AS (Moss)

F. reg. 965 141 618 MVA

Møllebakken 50

NO-1538 Moss

Tlf: +47 69 00 52 00

Fax: +47 69 27 23 40

Norconsult AS

Apotekergaten 14

3191 Horten

Attn: Gaute Salomonsen

AR-13-MM-006950-01



EUNOMO-00073673

Prøvemottak: 29.04.2013

Temperatur:

Analyseperiode: 29.04.2013-07.05.2013

Referanse: Ryfast

ANALYSERAPPORT

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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



Prøvenr.:	439-2013-04290073	Prøvetakingsdato:	25.04.2013
Prøvetype:	Sedimenter	Prøvetaker:	Gaute Rørvik Salomonsen
Prøvemerkning:	J03 - 5111687 0-5cm Ryfast Jåttåvågen	Analysedato:	29.04.2013

Analyse	Resultat:	Enhet:	MU	Metode:	LOQ:	Grenseverdi
Arsen (As)	6.8	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Bly (Pb)	120	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.5	
Kadmium (Cd)	0.39	mg/kg TS	20%	NS EN ISO 17294-2	0.01	
Kobber (Cu)	66	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.8	
Krom (Cr)	27	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	0.3	
Kvikksølv (Hg)	0.215	mg/kg TS	20%	NS-EN ISO 12846	0.001	
Nikkel (Ni)	15	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	1	
Sink (Zn)	690	mg/kg TS	25%	NS EN ISO 17294-2	10	
PAH 16 EPA						
Naftalen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaftilen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Acenaften	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoren	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fenantren	0.067	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Antracen	<0.01	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Fluoranten	0.18	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Pyren	0.15	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]antracen	0.094	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Krysen/Trifenylen	0.14	mg/kg TS	35%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[b]fluoranten	0.099	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[k]fluoranten	0.064	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[a]pyren	0.070	mg/kg TS	25%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Indeno[1,2,3-cd]pyren	0.032	mg/kg TS	30%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Dibenzo[a,h]antracen	0.011	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Benzo[ghi]perylen	0.038	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.01	
Sum PAH(16) EPA	0.94	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
PCB 7						
PCB 28	<0.0005	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 52	0.00057	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 101	0.00087	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 118	0.0012	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 138	0.0014	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 153	0.00086	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
PCB 180	0.00054	mg/kg TS	40%	ISO/DIS 16703-Mod	0.0005	
Sum 7 PCB	0.0054	mg/kg TS		ISO/DIS 16703-Mod		
Tributyltinn (TBT)	250	µg/kg TS	40%	Intern metode	1	
a)* Totalt organisk karbon (TOC)	21	g/kg TS	0%	In acc. with NEN-EN 13137	5	
a) Kornstørrelse <2 µm	4.7	% TS		Equiv. to NEN 5753	1	
a) Kornstørrelse < 63 µm	20.2	% TS	0%	Sedimentering	0.1	
Total tørrstoff	64	%	12%	NS 4764	0.02	

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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

**Utførende laboratorium/ Underleverandør:**

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

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

Kopi til:

Gunn Haugestøl (gunn.lise.haugestol@norconsult.com)

Moss 07.05.2013

Stig Tjomsland

ASM/Bachelor Kjemi

Tegnforklaring:

* (Ikke omfattet av akkrediteringen)

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

Opplysninger om måleusikkerhet fås ved henvendelse til laboratoriet.

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