

Fylkesmannen i Vest-Agder og Aust-Agder

Deres ref.: Utdyping Containerhavna Kristiansand  
Vår ref.: 5172286/2017-11-03 Følgebrev Søknad om dumping av masser i sjø  
Dato: 2017-11-03

## Søknad om tillatelse til dumping av rene masser fra Containerhavna i Kristiansand

På vegne av Kristiansand havn søkes det iht. Forurensningsforskriften §22-6 om tillatelse til dumping av 8 600 – 20 100 m<sup>3</sup> rene masser fra Containerhavna i Kristiansand i sjø. Søknad om mudring er innsendt separat.

Det finnes ikke regulerte dumpeplasser for rene masser i Vest-Agder og Aust-Agder. Det søkes derfor å dumpe massene ved følgende lokaliteter:

1. Sør for Lagmannsholmen (1. prioritet)

eller

2. Sør for Bredalsholmen (2. prioritet).

Ved begge disse lokalitetene har det nylig (fra 2012-2015) blitt dumpet rene masser og sjøbunnen er derfor allerede påvirket. Dumpingen vil ikke medføre spredning av miljøgifter ettersom både massene som skal dumpes og massene på dumpestedet er rene.

Dumpingen kan medføre spredning av rene silt- og leirpartikler. Avbøtende tiltak vil hindre at spredningen har uakseptabel påvirkning på nærliggende verdier.

### Vurdering av andre bruksområder

Massene består av siltig leire og er på grunn av geotekniske egenskaper uegnet til nyttiggjøring som fyllmasse.

På grunn av finstoffinnhold og kohesivitet vil massene kreve mye bearbeiding (kverning, oppslemming, tilsetning av salt og ev. sand) for å kunne legges ut kontrollert og som et jevnt lag og benyttes til tildekkingsmasse av forurenset sjøbunn. Bearbeidingen antas å koste mer enn å levere massene til deponi.

Det har ikke lyktes å finne andre prosjekter som kan nyttiggjøre massene.

Å fylle opp landdeponier beregnet for forurensete masser med ren leire anses som dårlig bruk av deponiressurser som på grunn av sine spesielle krav til geologiske og hydrogeologiske forhold må anses som en ufornybar ressurs.

### Fordeler og ulemper ved tiltaket

Det er identifisert følgende fordeler ved tiltaket:

- At man unngår å fylle opp deponier for forurensete masser (ufornybar ressurs) med rene masser
- Kortere transport og mindre belastning på lokalt trafikksystem
- Lavere kostnader for prosjektet og høyere sannsynlighet for realisering

Det er identifisert følgende ulemper ved tiltaket:

- Spredning av finstoff (rene silt- og leirpartikler) ved dumping

Avbøtende tiltak er beskrevet i det påfølgende. Etter avbøtende tiltak anses fordelene med tiltaket å være klart større enn ulempene.

### Metode

Dumping vil foregå ved at de rene massene dumpes fra overflaten med splittlekter eller fallbunnslekter.

### Spredningspotensial og risiko

Massene som skal dumpes er rene, men kan utgjøre en risiko for nedslamming av viktige naturverdier, forringede gyteforhold eller være i konflikt med brukerinteresser.

Leirpartikler har potensiale til å transporteres over flere km lange strekninger. Lange avstander vil imidlertid medføre en fortykning både i horisontal og vertikal utstrekning å antas derfor å ha mindre påvirkning på områder som ligger langt fra planlagt dumpested eller i grunne områder.

Følgende verdier er på bakgrunn av strømforhold og type vurdert som mest sårbare mht. dumping:

- Gytefelt torsk Bragdeøya NV ved dumping sør for Lagmannsholmen
- Sjøvanninntak med sjøvannsforsyning til Fiskemottak og Fiskebasar ved dumping sør for Lagmannsholmen
- Ålegrasenger ved Sølvvika, Stræden og Brøvigbukta ved dumping sør for Bredalsholmen

### Avbøtende tiltak

Det skal utarbeides overvåkingsprogram for valgt dumpelokalitet. Overvåkingsprogrammet skal oversendes Fylkesmannen i Vest-Agder og Aust-Agder før oppstart av arbeidene.

Generelt for begge områdene gjelder det at det ikke skal dumpes i perioden 15.mai -15. september.

Dumping ved Lagmannsholmen:

- Alternativ A: Det skal ikke dumpes i gyteperioden (15. februar – 15. april)
- Alternativ B: Det skal beregnes tålegrenser for gyteområdet ved Bragdeøya NV (turbiditet og varighet). Området skal overvåkes med automatisk turbiditetsmåler i ett punkt og ett referansepunkt. Ved overskridelse av tålegrensen skal arbeidene stanses inntil turbiditeten igjen er under tålegrensen.
- Sjøvannsinntaket skal sikres før oppstart av dumping

Dumping ved Bredalsholmen:

Det skal beregnes tålegrenser (turbiditet og varighet) for områdene med ålegrasenger ved Sølvvika, Stræden og Brøvigbukta. Områdene skal overvåkes med automatiske turbiditetsmålere i totalt to punkt og ett referansepunkt. Ved overskridelse av tålegrensen skal arbeidene stanses inntil turbiditeten igjen er under tålegrensen.

### Områdebeskrivelse

En oversikt over mudre- og dumpe-lokalitetene er vist i figur 1 – 3. En oversikt over nøkkelparametere ved dumpestedene er vist i tabell 1 og 2. For mer detaljert områdebeskrivelse henvises det til vedlegg 03 til søknaden.

Tabell 1: Nøkkelparametere dumping ved Lagmannsholmen

<b>Koordinater (WGS 84):</b>	SV: 58° 8,334, 7° 59,295 SØ: 58° 8,287, 7° 59,477 NØ: 58° 8,319, 7° 59,505 NV: 58° 8,371, 7° 59,329
<b>Dybder:</b>	16 – 30 m
<b>Areal:</b>	13 000 m <sup>2</sup> +/- 10 %
<b>Mektighet:</b>	1 m
<b>Totalt volum tilgjengelig:</b>	13 000 m <sup>3</sup> +/- 10 %
<b>Avstand fra mudreområde:</b>	400 m

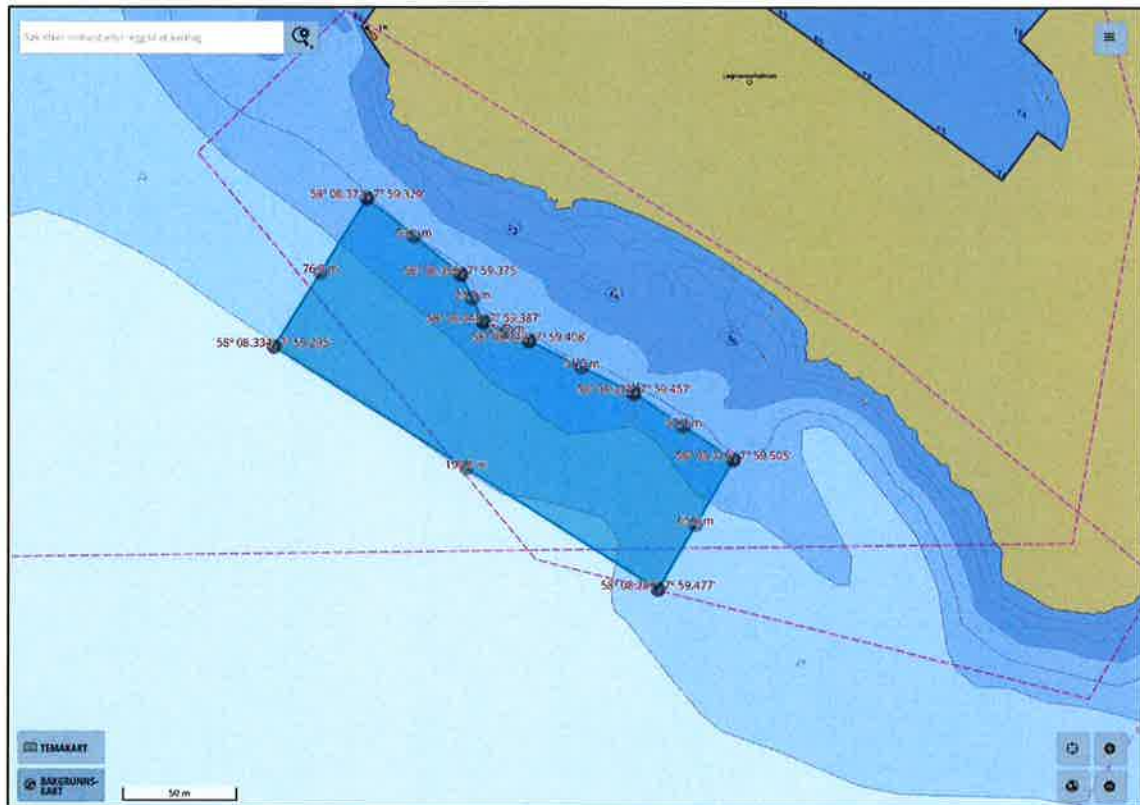
Tabell 2: Nøkkelparametere for dumping av masser sør for Bredalsholmen

<b>Koordinater (WGS 84):</b>	NV: 58° 6,428, 7° 59,964 SV: 58° 6,343, 7° 59,884 SØ: 58° 6,334, 7° 59,950 NØ: 58° 6,432, 8° 00,061
<b>Dybder:</b>	52 m
<b>Areal:</b>	9 500 m <sup>2</sup> +/- 10 %
<b>Mektighet:</b>	4 m
<b>Totalt volum tilgjengelig:</b>	38 000 m <sup>3</sup> +/- 10 %
<b>Avstand fra mudreområde:</b>	ca. 4,5 km

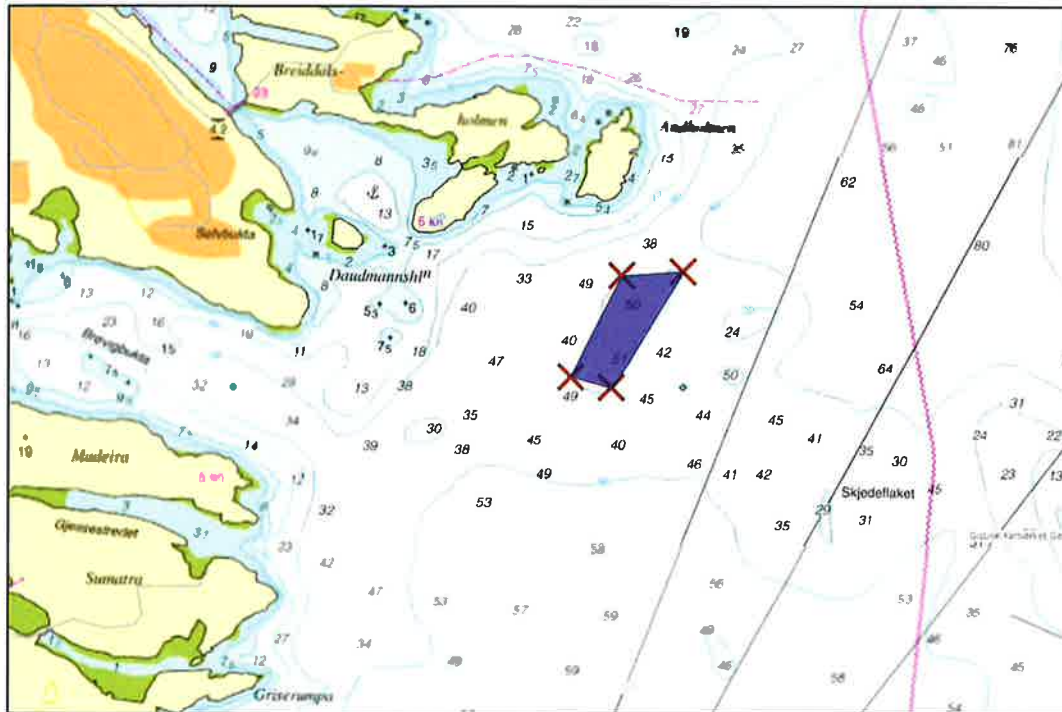


Figur 1: Oversiktskart som viser lokalisering av mudreområdet (Containerhavna) og dumpeområder (Lagmannsholmen, Bredalsholmen)





Figur 2: Oversikt over ønsket dumppeområde ved Lagmannsholmen (mørkeblå skravur). Kilde: Kristiansand havn, oversendt i epost datert 2017-10-31.



Figur 3: Plassering av mulig dumpeområde ved Bredalsholmen

Med vennlig hilsen

**Norconsult AS**

*Silje Nag Ulla*

Norconsult v/Silje Nag Ulla

**Vedlegg**

Nr	Tittel
00	Følg brev til søknad om mudring (dette dokumentet)
01	Søknadsskjema for mudring dumping og utfylling i sjø og vassdrag
02	Tiltaksplan. Sedimentundersøkelser Containerhavna. Norconsult oppdragsnr. 5172286, dokumentnr. Miljø-02, versjon J05, datert 23. oktober 2017.
03	Muligheter for disponering av rene mudrede masser. Norconsult oppdragsnr. 5172286, dokumentnr. Miljø-02, versjon J02, datert 3. november 2017.

**Kopi er sendt til: Kystverket, Postboks 1502, 6025 Ålesund**



Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder  
Miljøvernavdelingen

3

SØKNADSSKJEMA FOR MUDRING DUMPING OG  
UTFYLLING I SJØ OG VASSDRAG

Fylles ut for hvert enkelt tiltak

Fylkesmannen i Aust- og Vest-Agder opplyser om vedtak fra Klima- og miljødepartementet som innebærer gebyr for forurensningsmyndighetenes arbeid med tillatelser etter forurensningsloven. Dette gjelder også vedtak i medhold av forskrifter fastsatt med hjemmel i forurensningsloven som krever tillatelse. Se veileder til søknadsskjema for mer informasjon.

1 Generell informasjon

a Søker

(tiltakshaver)

Navn: Kristiansand havn KF

Adresse: Gravane 4  
4610 Kristiansand S

b Kontaktperson (søker eller konsulent)

Navn: Norconsult AS v/Silje Nag Ulla

Adresse: Jåttåflaten 27  
4020 Stavanger

Tlf: 40895510

e-post: Silje.nag.ulla@norconsult.com

c Ansvarlig entreprenør (hvis kjent) : Entreprenør er ikke kontrahert.

Navn:

Adresse:

Tlf:

2 Beskrivelse av tiltaket

a Type tiltak

Mudring fra land

Mudring fra fartøy

Dumping

Utfylling

b Lokalisering

Kommune:

Stedsnavn:

Gnr/bnr:

Koordinater (ved dumping):

Kart må vedlegges

Kristiansand  
Lagmannsholmen  
(primært)  
Bredalsholmen  
(alternativt)  
Ingen

Koordinater Lagmannsholmen:

SV: 58° 8,334, 7° 59,295, SØ: 58° 8,287, 7° 59,477,

NØ: 58° 8,319, 7° 59,505, NV: 58° 8,371, 7° 59,329

Koordinater Bredalsholmen:

NV: 58° 6,428, 7° 59,964, SV: 58° 6,343, 7° 59,884,

SØ: 58° 6,334, 7° 59,950, NØ: 58° 6,432, 8° 00,061

- c Formål
- |                  |                          |                            |
|------------------|--------------------------|----------------------------|
| Gjentatt mudring | <input type="checkbox"/> | Årstall for siste mudring: |
| 1. gangsmudring  | <input type="checkbox"/> |                            |
| Privat brygge    | <input type="checkbox"/> |                            |
| Felles båtanlegg | <input type="checkbox"/> |                            |
| Infrastruktur    | <input type="checkbox"/> |                            |
| Annet            | <input type="checkbox"/> |                            |
- forklar: Disponering av rene overskuddsmasser siltig leire/leirig silt etter mudring.

d Mengde (ved mudring, dumping eller utfylling) : Dumping: 8 600 – 20 100 m<sup>3</sup>

e Areal som berøres av tiltaket (vises i kart): (se vedlegg 00, tabell 1 og 2)

f Mudringsdybde (hvor dypt ned i sedimentet det skal mudres):

- g Tiltaksmetode ved mudring:
- |                    |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Graving fra lekter | <input type="checkbox"/> |
| Grabbmudring       | <input type="checkbox"/> |
| Sugemudring        | <input type="checkbox"/> |
| Annet              | <input type="checkbox"/> |
- forklar:

- h Disponeringsløsning for mudrede masser (lokalitet må avmerkes i kart)
- |                   |                                     |  |
|-------------------|-------------------------------------|--|
| Dumping i sjø     | <input checked="" type="checkbox"/> | koordinater: <span style="color: blue;">Se punkt 2</span>                              |
| I sjødeponi*      | <input type="checkbox"/>            | koordinater:   |
| Strandkantdeponi* | <input type="checkbox"/>            | gnr/bnr:   |
| Avfallsdeponi     | <input checked="" type="checkbox"/> | oppgi navn: <span style="color: blue;">Kun aktuelt dersom dumping ikke tillates</span> |
| Fyllmasse         | <input type="checkbox"/>            | oppgi sted:  |
- \* Forutsetter egen tillatelse etter forurensningsloven

For kart henvises det til vedlegg 00, figur 1-3. Det henvises også til kapittel 2 og 4 i vedlegg 03. Massene er rene, men på bakgrunn av geotekniske egenskaper anses de lite egnet for nyttiggjøring som fyllmasse eller tildekking av forurensete sedimenter.

- i Metode for transport av mudrede masser (forklar):  
 Lekter (ved dumping i sjø)  
 Avvaning og transport på lastebil med tett plan/kontainer eller på skip/lekter (ved levering til avfallsdeponi)

- j Avbøtende tiltak og forslag til overvåkning av utslipp (forklar):

Det henvises til vedlegg 00, overskrift: «Avbøtende tiltak». Følgende overvåkning er foreslått:

- Manuelle og automatiske turbiditetsmålinger
- Siltgardin i beredskap
- Tiltak for å hindre forurensning av vanninntak Fiskabasar/Fiskemottak
- Unngå gyteperioden 15. februar – 15. april og perioden 15. mai – 15. september

k Tidsperiode for gjennomføring av tiltak: 15. September 2018 – 15. Februar 2019

l Berørte eiendommer:

Eier:	Gnr:	Bnr:
Kristiansand kommune (Lagmannsholmen)	150	1636
Kristiansand kommune (Lagmannsholmen)	150	1671

Lagmannsholmen: Det er kun sjøområdet utenfor eiendommene som blir berørt av tiltaket.

Bredalsholmen: Ingen eiendommer i nær tilknytning til sjøområdet berørt av tiltaket.

### 3 Lokale forhold

a Vanddyp før tiltak: Lagmannsholmen: 16-30 m  
Bredalsholmen: 52 m

b Beskrivelse av bunnforholdene:  
Se kapittel 5.1.1 og 5.2.1 i vedlegg 03.

c Beskrivelse av naturforholdene:  
Se kapittel 5.1.2 og 5.2.2 i vedlegg 03.

Bruk gjerne offentlige databaser (Naturbase, Artsdatabanken, Fiskeridirektoratets innsynsløsning o.l.) og informasjon fra kommunen.

4 Mulig fare for forurensning

a Finnes det forurensningskilder i nærheten? ja  nei

Hvis ja, angi hvilke(n):

a Søker om fritak fra prøvetakning.

Hvis ja, hvilke(n) årsaker: Ved begge foreslåtte områder er det nylig (2012-2015) dumpet rene masser. Det er ikke kjente forurensningskilder som kan ha kontaminert området etter dette.

b Prøvetaking av sjøbunnen (analyserapport vedlegges søknaden)

Antall prøvesteder (angis på kart) :

Totalt antall prøver:

Analyser (sett kryss):

Kvikksølv (Hg)	<input type="checkbox"/>	Nikkel (Ni)	<input type="checkbox"/>	Totalt organisk karbon (TOC)	<input type="checkbox"/>
Bly (Pb)	<input type="checkbox"/>	TBT	<input type="checkbox"/>	Tørrstoff	<input type="checkbox"/>
Kobber (Cu)	<input type="checkbox"/>	PAH	<input type="checkbox"/>	Kornfordeling	<input type="checkbox"/>
Krom (Cr)	<input type="checkbox"/>	PCB	<input type="checkbox"/>	Annet (angi nedenfor)	<input type="checkbox"/>
Kadmium (Cd)	<input type="checkbox"/>	Bromerte (PBDE, HBSD)	<input type="checkbox"/>		
Sink (Zn)	<input type="checkbox"/>	Perfluoreerte (PFOS)	<input type="checkbox"/>		

c Sedimentenes sammensetning (angi i %):

Grus:		Skjellsand:		Leire:	Median:
Sand:	Median:	Silt:	Median:	Annet:	

Lagmannsholmen: Området er nylig utfyllt med sprengstein

Bredalsholmen: Massene som sist ble dumpet bestod av sediment i fraksjoner leire til grov sand.

5 Behandling av andre myndigheter

a Er tiltaket i tråd med gjeldende plan for området?

vet ikke

ja

nei

Angi plangrunnlag:

Lagmannsholmen: OK ift. kommuneplanens arealdel 2011-2022, 22.6.2011

Bredalsholmen: Utenfor kommuneplanens arealdel

b Er tiltaket vurdert og eventuelt behandlet etter annet lovverk i kommunen?  
(hvis ja må kopi av tilbakemelding eller vedtak legges ved)

ja

nei

c Er tiltaket vurdert av kulturmyndighetene?

ja

nei

(hvis ja må kopi av tilbakemelding eller vedtak legges ved)

Ettersom begge områdene allerede er benyttet til dumping av rene masser anses ikke dette punktet som relevant.

*Andre opplysninger som er av betydning for saken vedlegges søknaden*

Søker er kjent med at det skal betales gebyr for behandling av søknaden (kryss av for å bekrefte)  
Jfr. Forurensningsforskriften § 39

Stavanger, 3/11-17  
Sted, dato

Silje Nagilla  
Søkers underskrift

Vedlegg:

Nr	Tittel
00	Følg brev til søknad om mudring
01	Søknadsskjema for mudring dumping og utfylling i sjø og vassdrag (dette dokumentet)
02	Tiltaksplan. Sedimentundersøkelser Containerhavna. Norconsult oppdragsnr. 5172286, dokumentnr. Miljø-02, versjon J05, datert 23. oktober 2017.
03	Muligheter for disponering av rene mudrede masser. Norconsult oppdragsnr. 5172286, dokumentnr. Miljø-02, versjon J02, datert 3. november 2017.



Utfyllt søknad skrives ut, underskrives og sendes til fylkesmannen. Vi sørger for kopi til berørte parter for kommentarer. Søker må selv vurdere om det kan være andre parter i saken enn de obligatoriske som er listet opp under. **Vi viser her til forurensningsforskriften §§ 36-3 – 36-7.**

**FRIST FOR KOMMENTARER TIL FYLKESMANNEN ER 4 UKER  
SAKSBEHANDLINGTID FOR FYLKESMANNEN ER YTTERLIGERE 8 UKER ETTER AT NØDVENDIGE  
DOKUMENTER OG UTTALELSERTILLATELSER FORELIGGER.**

Kopi:

	kopi dersom sendt (kryss av)
Norsk Maritimt Museum, Bygdøynesveien 37, 0286 Oslo	<input type="checkbox"/>
Fiskeridirektoratet region sør, Postboks 185 Sentrum, 5804 Bergen	<input type="checkbox"/>
Lokal havnemyndighet	<input type="checkbox"/>
Aktuell kommune v/plan- og bygningsmyndighet	<input type="checkbox"/>
Kystverket, Postboks 1502, 6025 Ålesund	<input checked="" type="checkbox"/>
Vest-Agder Fylkeskommune, Postboks 517 Lund, 4605 Kristiansand	<input type="checkbox"/>
Aust-Agder Fylkeskommune, Postboks 788 Stoa, 4809 Arendal	<input type="checkbox"/>
Andre berørte parter (f.eks naboer, interesseorganisasjoner og velforeninger. Listes opp nedenfor)	<input type="checkbox"/>

[Fiskebasar/Fiskemottak v/Reinhartsen 1931 AS, Pb. 362, 4664 Kristiansand S \(eier av sjøvannsinntak\)](#)

(Skjema sist revidert 04-2016)

Kristiansand havn

# Tiltaksplan

Sedimentundersøkelser containerhavna



Oppdragsnr.: 5172286 Dokumentnr.: Miljø-02 Versjon: J05  
2017-10-23

**Oppdragsgiver:** Kristiansand havn  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Trond Sikveland  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Henrik Wergelandsgate 27, NO-4612 Kristiansand  
**Oppdragsleder:** Marte Eik Isaksen  
**Fagansvarlig:** Jane Dolven og Gaute Rørvik Salomonsen  
**Andre nøkkelpersoner:** Silje Nag Ulla, Gaute Rørvik Salomonsen

J05	2017-10-23	Mindre justeringer	sinul	grs	sinul
J04	2017-10-05	Mindre justeringer (sprengning, kulturminner, sammendrag)	sinul	grs	sinul
J03	2017-07-05	Revidert etter endret mudringsdybde	maeis	jakdo	maeis
J02	2017-05-26	For bruk	maeis	grs/sinul	maeis
A01	2017-05-10	Intern versjon	maeis	jakdo	maeis
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	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.

## Sammendrag

Kristiansand Havn skal mudre i containerhavna for å kunne ta imot større containerskip. Arealet i containerhavna som ønskes mudret er omtrent 22 000 m<sup>2</sup>. I tillegg skal det mudres i innseilingen til området. Det kan også være behov å sprengre noe fjell. Omtrentlig totalområde for tiltaksområdet er 28 000 m<sup>2</sup>, omtrentlig volum som skal mudres er ca. 24 200 m<sup>3</sup>.

Området har vært påvirket av ulike historiske forurensningskilder siden Kristiansand by ble grunnlagt i 1641. Av disse kan nevnes havnevirksomhet, nærhet til jernbane, verft og kull-lagring. Avløp og renovasjon vil også i de fleste byer ha bidratt til forurensning i ulik grad. Kristiansand havn overtok området i 1973, hvor på verftsvirksomheten i området opphørte. Dagens kilder til forurensning i området antas å være diverse aktiv industri nær Kristiansand sentrum og lokaliteter med forurenset sjøbunn.

Norconsult AS er engasjert av Kristiansand Havn for å utføre miljøtekniske undersøkelser av sediment i containerhavna. Prøvene ble analysert for de vanligste miljøgiftene. Resultatene viste at de øverste 2 cm, samt de underliggende sedimentene i stasjon 1, er forurenset over Trinn 1 grenseverdi. Disse massene lå i tilstandsklasse III og IV. De øvrige massene (underliggende masser i stasjon 2, 3 og 4) lå i tilstandsklasse II. Alle stasjonene hadde tilstandsklasse V for TBT, men konsentrasjonene er under anbefalte tiltaksgrense på 35 µg TBT /kg.

Det anbefales at overflatelaget samt de underliggende sedimentene i stasjon 1, mudres og sendes til godkjent deponi.

Det anbefales også å benytte følgende avbøtende tiltak:

- Det anbefales å bruke en bakgraver med lokk, evt. en miljøgrabb, for å redusere mulighetene for spredning forurenset sediment
- Siltgardin (evt. boblegardin): reduserer spredning av partikkelbundede miljøgifter (ikke miljøgifter i porevann) og finpartikulært materiale
- Overvåking under tiltak (eks. bruk av turbiditetsmåler) noe som vil bidra til at spredning oppdages, tiltak stoppes midlertidig, årsak identifiseres og tiltak iverksettes for å redusere ytterligere spredning.
- Tiltaket bør gjennomføres i perioden 15. september til 15. mai.

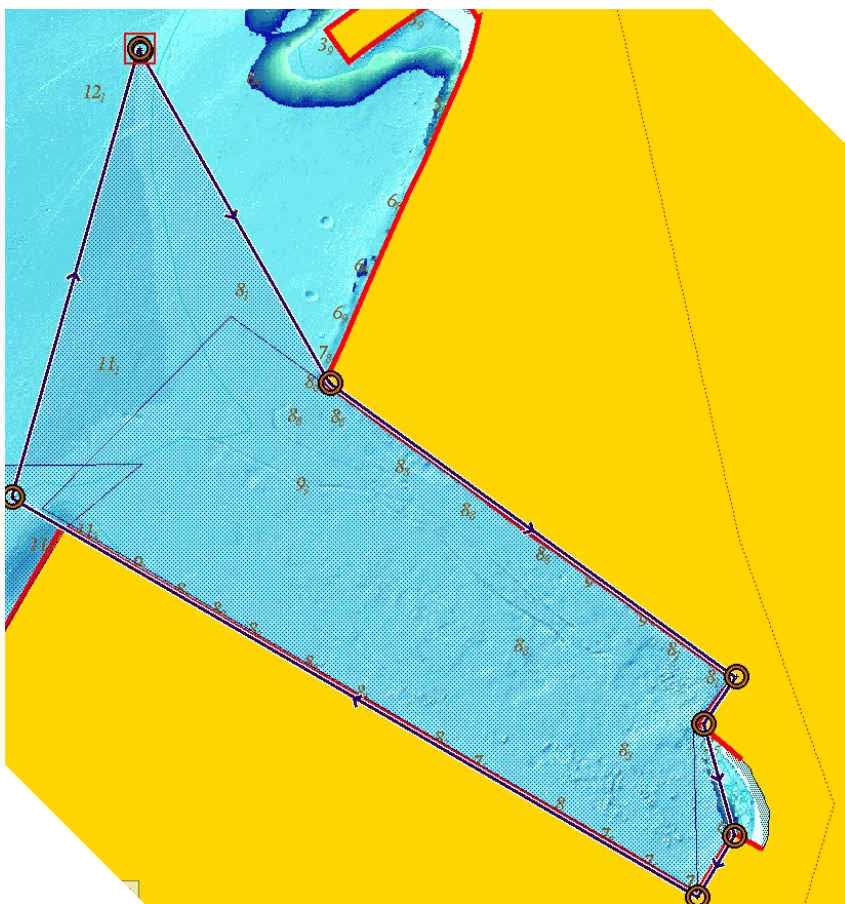
## Innhold

<b>1</b>	<b>Bakgrunn</b>	<b>5</b>
1.1	Oppdraget	5
1.2	Resipienten	6
1.3	Naturverdier	7
1.4	Kulturminner	8
1.5	Tidligere undersøkelser og lokale kilder til forurensning	10
<b>2</b>	<b>Miljøundersøkelse</b>	<b>14</b>
2.1	Metode	14
2.1.1	Analyser	15
2.2	Feltarbeid og prøvetakingsstasjoner	16
2.3	Resultater	16
<b>3</b>	<b>Tiltaksplan</b>	<b>19</b>
3.1	Miljørettet risikovurdering	19
3.1.1	Spredning av forurensede partikler	19
3.1.2	Utslipp av porevann	21
3.1.3	Risiko iht. effekter på økosystemet	22
3.1.4	Redusere risiko iht. human helse	23
3.2	Ulike tiltaksmetoder for mudring	23
3.2.1	Vanlig bakgraver/grabb	23
3.2.2	Miljøgrabb	23
3.2.3	Sugemudring	24
3.3	Begrense forurensningsspredning	24
3.3.1	Arbeid innenfor sjete	24
3.3.2	Siltgardin	24
3.3.3	Boblegardin	25
3.4	Redusere risikoen knyttet til spredning	25
3.4.1	Tidspunkt for gjennomføring	25
3.4.2	Overvåkning	26
<b>4</b>	<b>Massedisponering</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Anbefalte tiltak</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Oppsummering og konklusjon</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>31</b>

# 1 Bakgrunn

## 1.1 Oppdraget

Norconsult AS har på oppdrag fra Kristiansand havn gjennomført prøvetaking og analyse av sedimentene i området for containerhavna i Kristiansand.



Figur 1: Utsnitt fra tegning oversendt fra Kristiansand Havn som viser omtrentlig avgrensning av tiltaksområdet.

### 1.1.1 Mudring for å øke seilingsdybde

Kristiansand Havn ønsker å mudere i containerhavna (ned til kote -10,5 meter) for å legge til rette for å ta inn dyperegående skip. Arealet som ønskes mudret er omtrent 22 000 m<sup>2</sup>. I tillegg skal det mudres i innseilingen til området. Omtrentlig totalområde er ca. 28 000 m<sup>2</sup>, omtrentlig volum er ca. 24 200 m<sup>3</sup>. Volum er beregnet ut fra data fra OLEX (scan av sjøbunnen) og oversendt fra Kristiansand Havn (KristiansandHavn, 2017)



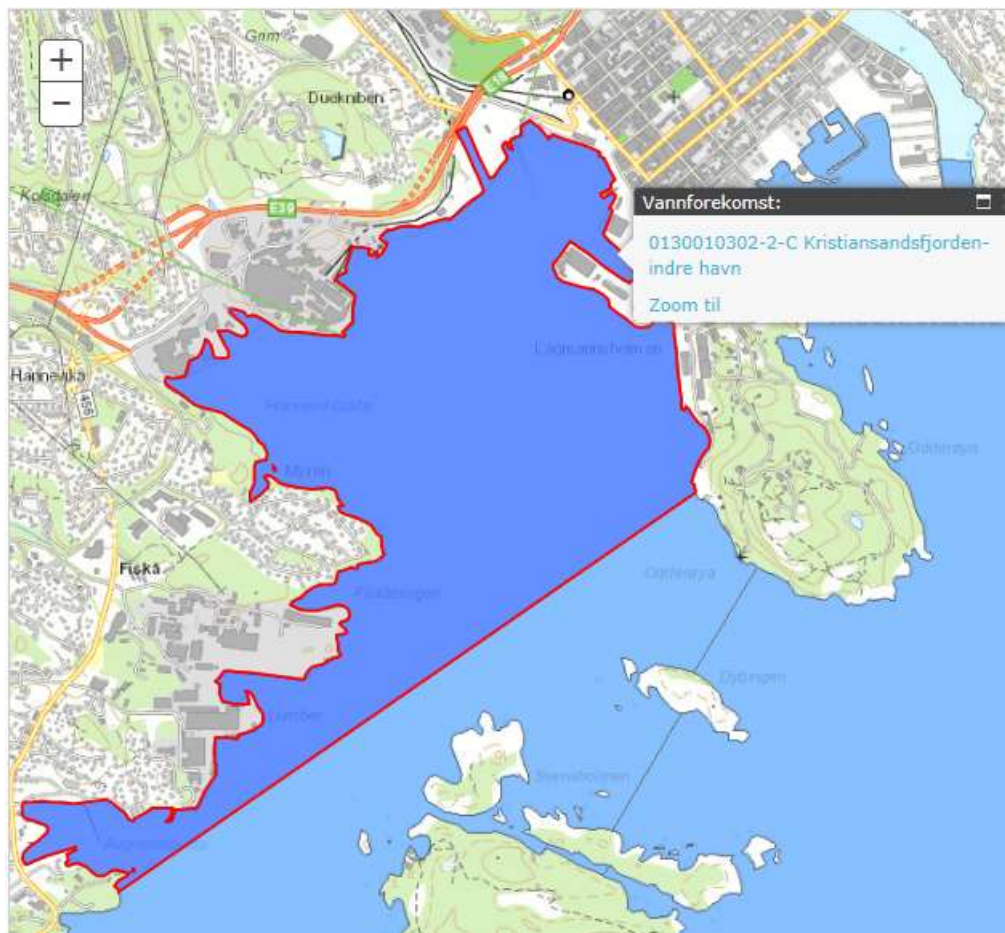
### 1.1.2 Sprengning for å øke seilingsdybde

Det antas at det kan påtreffes fjell i området for utdyping og at det derfor kan være behov for noe utdyping ved sprengning. Det planlegges ytterligere undersøkelser for å redegjøre for omfang av dette.

## 1.2 Resipienten

Tiltaket skal foregå i vannforekomsten Kristiansandsfjorden – indre havn, i Agder. Vanntypen er «beskyttet kyst/fjord». Den økologiske tilstanden er klassifisert som moderat, mens den kjemiske tilstanden er klassifisert som «oppnår ikke god». Miljømålet for vannforekomsten er god økologisk tilstand, mål for kjemisk tilstand er ikke definert. Det er høy risiko for at miljømålet ikke nås innen 2021. Det er gitt et unntak for miljømål med utsatt frist av tekniske årsaker (jf. Vannforskriften § 9). (Vann-Nett, 2017).

Kristiansandsfjorden – indre havn er beskyttet i forhold til bølgeeksponering, og har en delvis lagdelt vannsøyle. Oppholdstid for bunnvann er moderat (uker) og strømhastigheten er svak (< 1 knop) (Vann-Nett, vannnett.no, 2017).



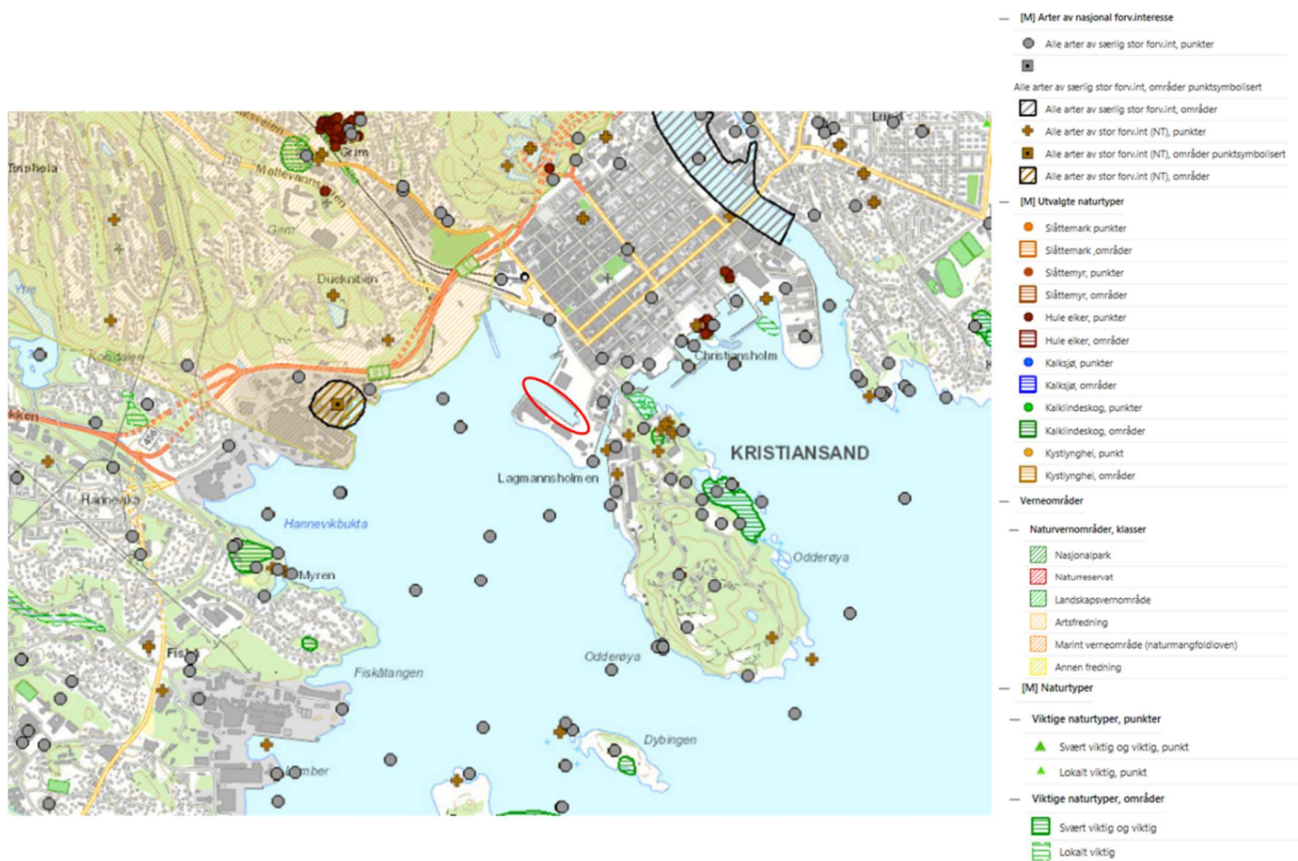
Figur 2: Kartutsnitt fra Vann-Nett.no som viser utstrekningen av Kristiansandsfjorden - indre havn (Vann-Nett, vann-nett.no, 2017).

### 1.3 Naturverdier

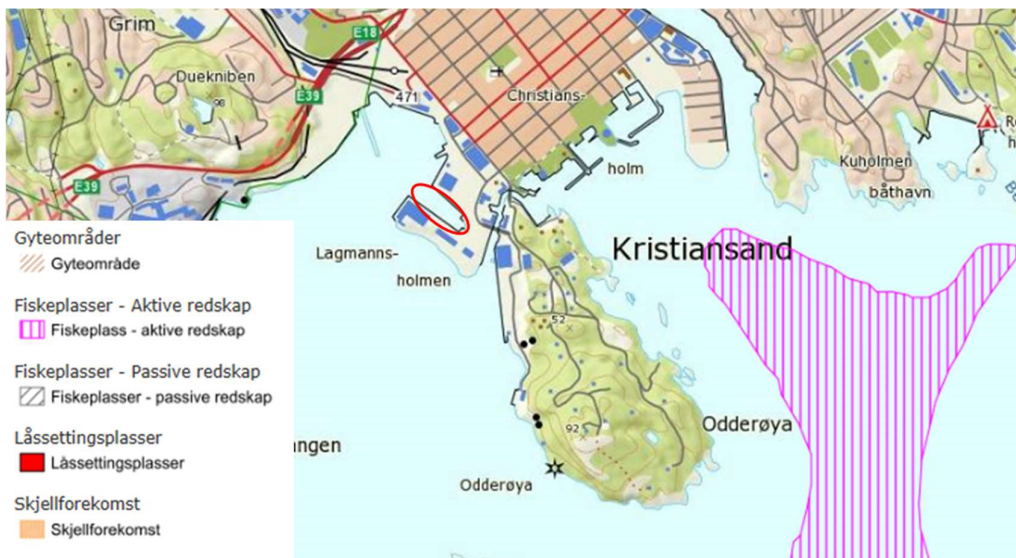
Det er registrert flere arter med nasjonal forvaltningsinteresse. Ca. 400 meter fra tiltaksområdet er det registrert en forekomst av *Mya arenaria* (vanlig sandskjell) som utifra Norsk Rødliste (2015) er kategorisert som *sårbar*. Lengre ute er det registrert ulike fuglearter, samt torsk (basert på observasjoner) og *Nereis elitoralis* (børstemark).

Det er i Naturbase.no ikke registrert noen utvalgte naturtyper eller verneområder i umiddelbar nærhet til tiltaksområdet.

Figur 4 viser et utsnitt fra kart på Fiskeridirektoratets nettsider. Det er ingen gyteområder i umiddelbar nærhet til området. Den nærmeste registreringen er fiskeplass – aktive redskap som er et stykke unna området.



Figur 3 Naturverdier hentet fra Naturbase (Miljødirektoratet, <http://kart.naturbase.no/>, 2017). Tiltaksområdet ligger innenfor den røde sirkelen.



Figur 4: Utsnitt fra Fiskeridirektoratets kart (Fiskeridirektoratet, 2017).

## 1.4 Kulturminner

Figur 5 viser en oversikt over kulturminner i området registrert i Naturbase. Det er registrert to lokaliteter i sjø 200-300 m fra tiltaksområdet, cruisepiren og Kristiansand havn (skrogdeler skipsvrak), informasjon om kulturminnet Kristiansand havn er hentet fra nettsiden kulturminnesok.no (Riksantikvaren, 2017).

På bakgrunn av en henvendelse til Norsk maritimt museum om det vil være undersøkelsesplikt iht. Kulturminneloven §9 i forbindelse med tiltaket, er det mottatt følgende vurdering (se også vedlegg 2):<sup>1</sup>:

*Arealet utenfor pollen ligger i planområdet for Kristiansand Fergeterminal, som ble undersøkt av NMM i 2015 (Rapport skrevet av Frode Kvalø, NMM). I tillegg viser NGUs rapport fra 2013 (nr. 2013\_007 side 29), at områdene rett utenfor antakelig består av fyllmasser. Dette tilsier at det også vil være fyllmasser nærmere land. Selve pollen virker å ha lavt potensial for funn, ettersom sjøbunnen skal være mudret og består av leire.*

*NMM har derfor ikke innvendinger til den planlagte mudringen i Kristiansand havn.*

*På grunn av områdets historisk viktige funksjon som havn, gjør vi særskilt oppmerksom på meldeplikten ved funn av kulturminner. Dersom det under arbeidet i sjøen oppdages kulturhistorisk materiale som kan være vernet eller fredet (for eksempel vrakdeler, keramikk, bearbeidet flint, glass, kritt Piper eller annet), må arbeidene straks stanses og museet varsles, jf. kml § 14 tredje ledd. Tiltakshaver plikter å underrette den som skal utføre arbeidene om dette, men står også selv ansvarlig for at det blir overholdt.*

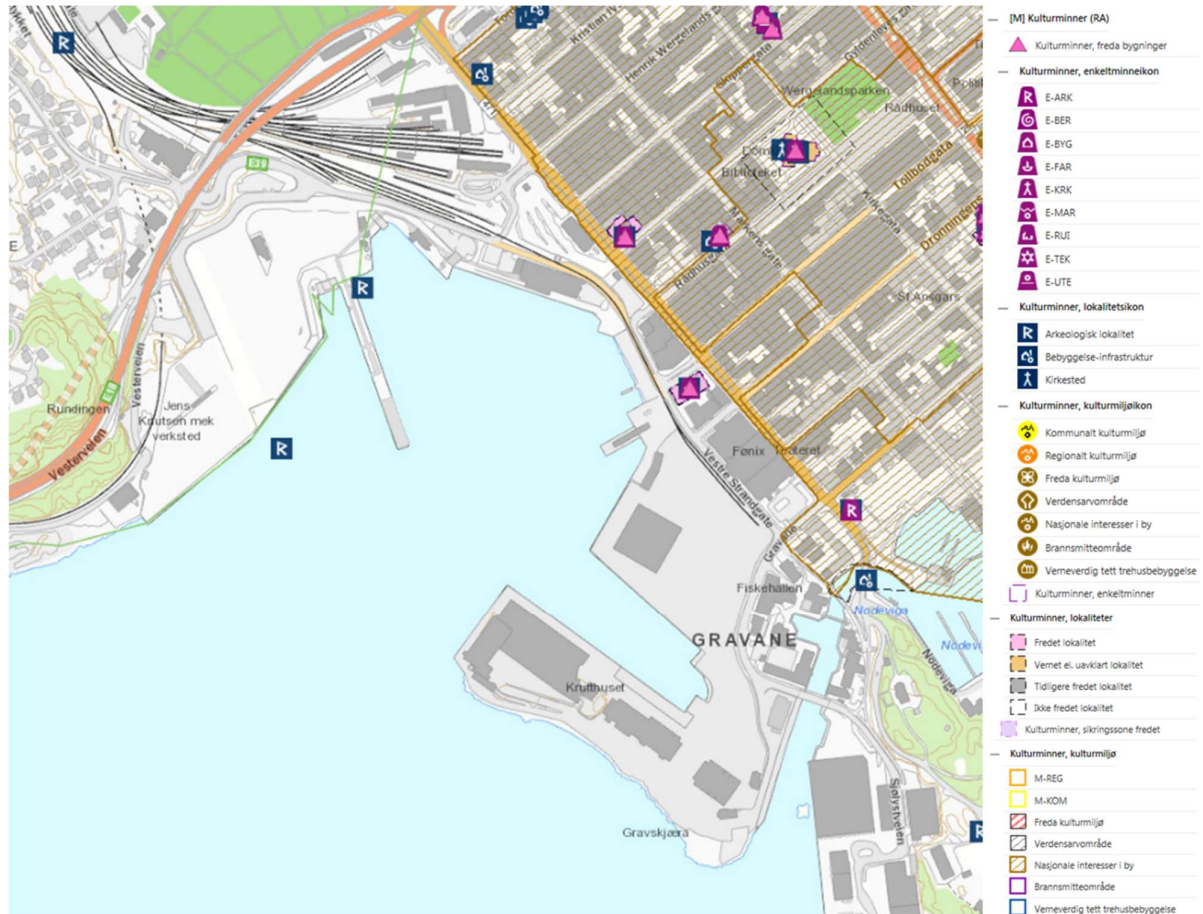
På bakgrunn av dette anses det ikke å være undersøkelsesplikt.

Det understrekes imidlertid at det ved funn av kulturhistorisk materiale som kan være vernet eller fredet under mudringsarbeidene (for eksempel vrakdeler, keramikk, bearbeidet flint, glass, kritt Piper eller annet) skal arbeidene stanses og Norsk maritimt museum varsles.

<sup>1</sup> Epost fra NMM, datert 5. oktober 2017. Se vedlegg 3.



Tiltakshaver plikter å underrette den som skal utføre arbeidene om dette, men står også selv ansvarlig for at det blir overholdt.



Figur 5: Registrerte kulturminner i området (Miljødirektoratet, <http://kart.naturbase.no/>, 2017).



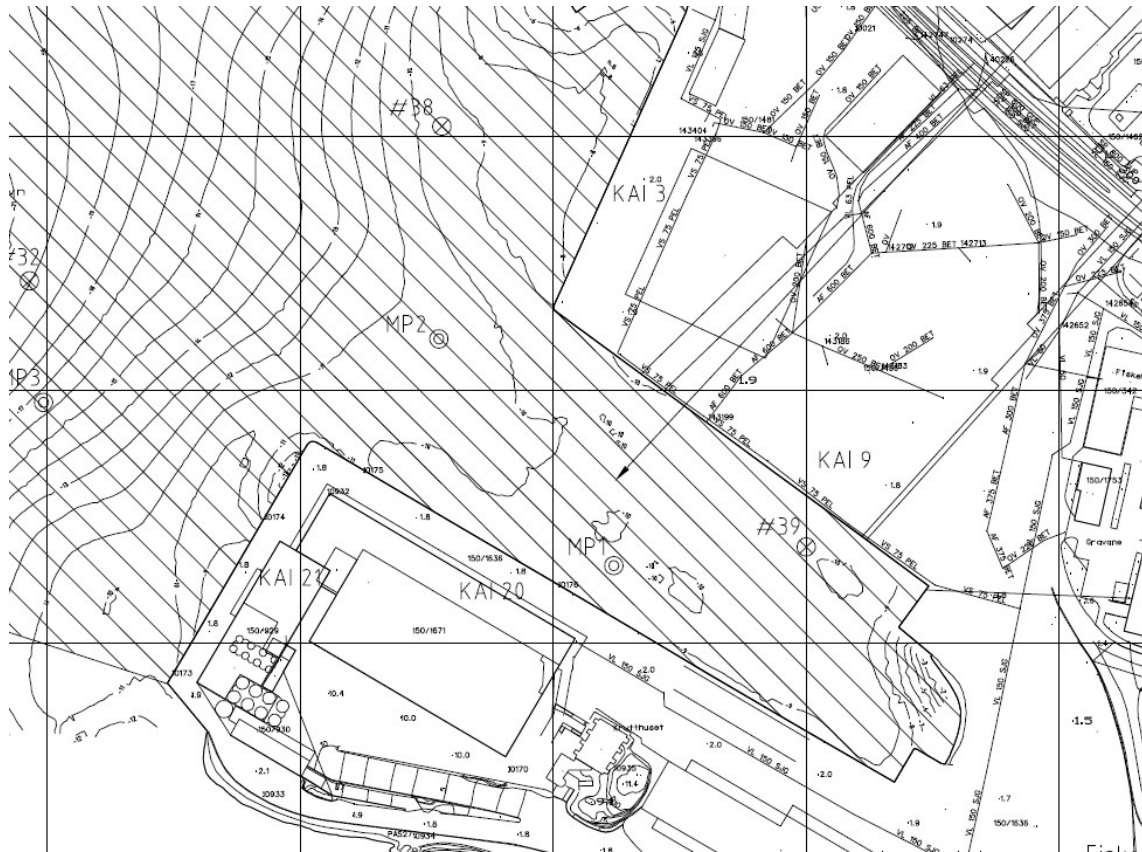
Figur 6: Kart fra 1600-tallet over Kristiansand, mottatt fra Norsk Maritimt museum 24.5.17.

## 1.5 Tidligere undersøkelser og lokale kilder til forurensning

Det har blitt utført noen tidligere undersøkelser i området. Relevante rapporter er sammenfattet kort i avsnittene under.

Deler av containerhavnen (ca. 3 daa.) ble mudret ned til fast leire (kote -9) i 1999, mudringsmassene var løs leire og slam (Multiconsult, 2009).

I 2009 utarbeidet Multiconsult en risiko- og tiltaksvurdering av forurensede sedimenter for Kristiansand Havn, inklusive containerhavna. Denne oppsummerte en del tidligere undersøkelser som var blitt utført. Resultater fra tidligere undersøkelser ble gjennomgått, og det ble i tillegg utført en supplerende prøvetaking. Det var et prøvepunkt fra en tidligere undersøkelse (#39) og det ble tatt to supplerende prøvepunkter (MP1, MP2) innenfor ønskede tiltaksområdet i containerhavna (en prøve innhentet 2001 og to prøver innhentet 2009). Prøvepunkt #39 hadde flere PAH'er i tilstandsklasse IV og V. Prøvepunkt MP1 hadde sum PAH i tilstandsklasse V og TBT over tiltaksgrensen på 35 µg/kg, og prøvepunkt MP2 hadde TBT over tiltaksgrensen (Multiconsult, 2009).



Figur 7: Utsnitt av prøvetakingsplanen fra Multiconsults rapport (Multiconsult, 2009), prøvepunktene MP1, MP2 og #39 er innenfor ønsket tiltaksområde.

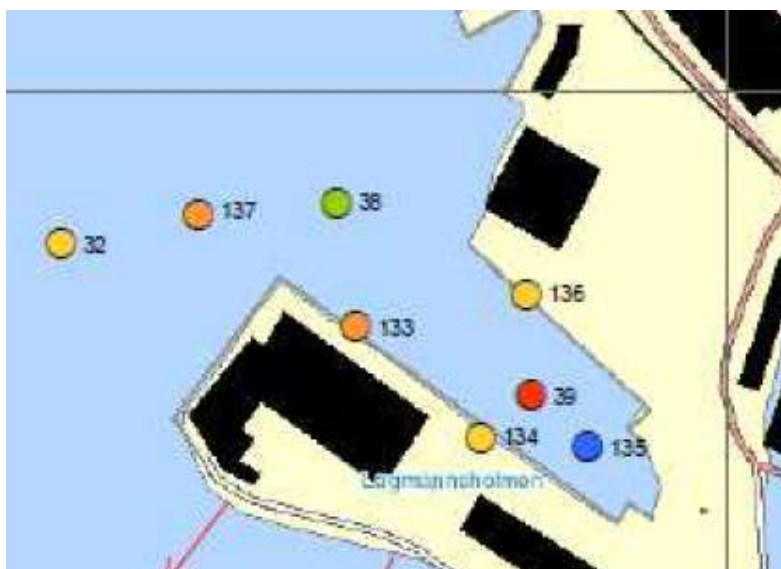
Det Norske Veritas utarbeidet i 2011 en revidert tiltaksplan for forurensede sedimenter – Kristiansandsfjorden. Denne oppsummerer tidligere undersøkelser fra 1998, 2000/2001 og 2005/2006 i området. Tabell 1 viser en oversikt over forurensningsparametere påvist i vestre havn.

Tabell 1: Utsnitt fra DNVs rapport med oversikt over sedimentprøver tatt i vestre havn. Sedimentprøvene er vurdert opp mot klassifisering av miljøkvalitet (SFT 2229/2007).

<b>Antall stasjoner hvor det er tatt og analysert sedimentprøver i delområdet: 50 (prøvene er tatt i 1998 (5 stk.) i 2000/2001 (13 stk.) og 2005/2006 (32 stk.))</b>
<b>Klasse V: Bly (1 stasjon), kobber (6 stasjoner), kvikksølv (2 stasjoner), nikkel (2 stasjoner), PAH-16 (9 stasjoner) og TBT (6 stasjoner)</b>
<b>Klasse IV: Bly (4 stasjoner), kobber (8 stasjoner), kvikksølv (1 stasjon), nikkel (8 stasjoner), PAH-16 (9 stasjoner), dioksiner (5 stasjoner) og TBT (3 stasjoner)</b>

Innenfor ønsket tiltaksområde ble det blant annet påvist høy forurensning av PAH, se Figur 8.





Figur 8: Utsnitt fra figur i DNVs rapport, viser PAH forurensning i containerhavna. Punktene vurdert opp mot klassifisering av miljøkvalitetet (SFT 2229/2007).

Figur 9 viser hvor Vestre havn er i Kristiansandsfjorden, kartutsnittet er hentet fra DNVs rapport. DNVs konkluderte med at det ikke var anbefalt å gjøre noen tiltak i sjø i Vestre Havn (DNV D. n., 2011).



Figur 9: Utsnitt fra kartbilde i DNVs rapport (DNV D. n., 2011).

Det er flere kilder til forurensning i området. De to som ligger nærmest området er Glencore nikkerverk og KMV – Vesterveien. Glencore nikkerverk (tidligere Xtrata, og Falconbridge) ligger ca. 850 m vest (i luftlinje) for den ytterste del av containerhavna. Den har påvirkningsgrad 2 (akseptabel forurensning med dagens areal- og resipientbruk, bekreftede forbindelser; Co, Cu, Ni, Pb, Zn). KMV – Vesterveien (nedlagt/aktivt skipsverft) lå tidligere ca. 450 nordvest for området. Den har påvirkningsgrad 03 (ikke akseptabel forurensning og behov for tiltak), mistenkte stoffgrupper alifatiske hydrokarboner og metallforbindelser. Hannevika slaggdeponi ligger ca. 1,6 km sørvest for området, og har påvirkningsgrad 2 for ulike metallforbindelser. Elkem ligger ca. 1,6 km sørvest for den ytterste del av containerhavna, den har også påvirkningsgrad 2 (bekreftede forbindelser er; PAH). Bekskjær (Odderøya) ligger ca. 200 m fra området, dette er imidlertid i kanalen i øst og ikke direkte tilgjengelig.



## 2 Miljøundersøkelse

### 2.1 Metode

Tiltak i forurensede sedimenter er styrt av veiledningen M-350, Håndtering av sedimenter (Miljødirektoratet, 2015). Denne undersøkelsen skal vurdere om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av mudringen. Inneværende rapporten omhandler punkt 2 (Undersøkelse og risikovurdering, Figur 11) og resulterer i en tiltaksvurdering (punkt 3).

Rapporten svarer ut 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 mudringsarbeidet, og dermed ha bedre kontroll på tiltakets forurensningspotensial?



Figur 11: Saksgang ved tiltak i sedimenter (hentet fra M-350/2015)

Konsentrasjonen av forurensning i sedimentet sammenlignes med klassegrenser i veiledning M-608/2016 «Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota». For Sum-PAH benyttes grenseverdier i TA-2229/2007 (Miljødirektoratet, 2007). Grenseverdien for økologiske effekter er svært lav for TBT (0,002 µg/kg). Dette er lavere enn hva laboratorier kan måle. Veileder M-409/2015 anbefaler derfor en tiltaksgrense på 35 µg/kg for TBT.

Tilstandsklassene representerer ulik forurensningsgrad basert på fare for effekter på organismer. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i Tabell 2.

Tabell 2 Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter hentet fra veileder M608/2016 (Miljødirektoratet, 2016)

Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Betingelser	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter

Grensen mellom klasse II og III brukes som grenseverdi (med unntak av TBT) for Trinn 1, noe som i praksis betyr at man for et sedimentområde som overskrider tilstandsklasse II i klassifiseringssystemet vil måtte gjøre en nærmere risikovurdering med tanke på planlegging av tiltak.

Sedimentene ansees å utgjøre en ubetydelig risiko og kan "friskmeldes" dersom:

- Gjennomsnittskonsentrasjon for hver miljøgift over alle prøvene (minst 5) er lavere enn grenseverdien for Trinn 1, og ingen enkeltkonsentrasjon er høyere enn den høyeste av (Miljødirektoratet, 2015):
  - 2 x grenseverdien
  - Grensen mellom klasse III og IV for stoffet
- Toksisiteten av sedimentet tilfredsstiller grenseverdiene for alle testene
- Et unntak er TBT der tiltaksgrensen på 35 µg/kg beholdes inntil videre

### 2.1.1 Analyser

Basert på tidligere undersøkelser og områdets bruk er det ansett at en basispakke vil dekke den mest sannsynlige forurensingen i området. Prøvene ble analysert av ALS Laboratory Group som er akkreditert for analysene. Basispakken for sediment består av:

- Metaller
- PAH-16
- PCB-7
- TBT
- TOC
- kornfordeling

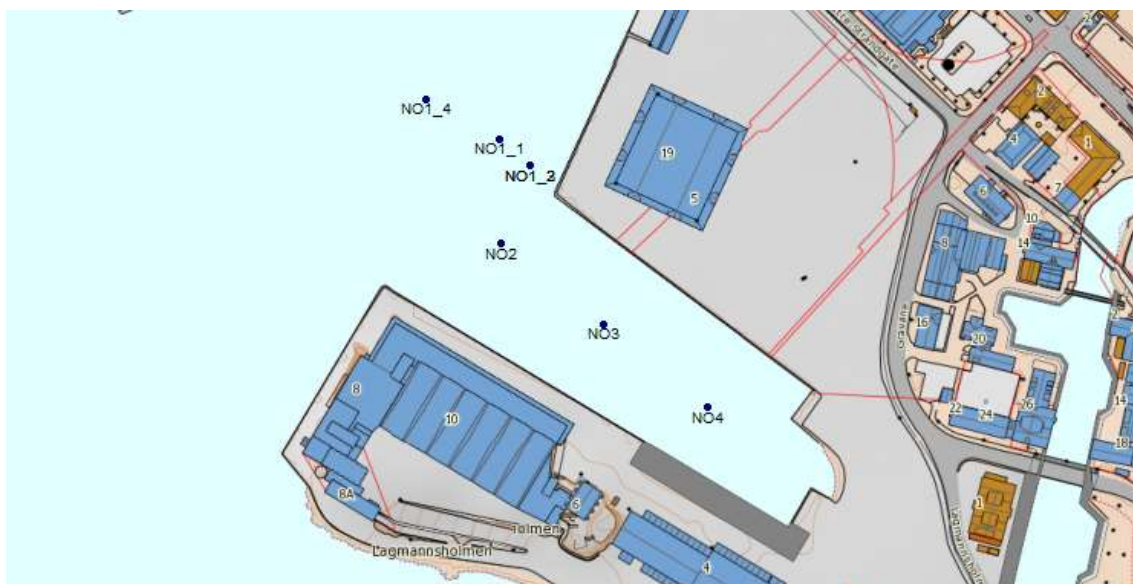


## 2.2 Feltarbeid og prøvetakingsstasjoner

Undersøkelsene ble gjennomført 7. april 2017 av Norconsult AS (prøvetaking) og Kristiansand Havn (båt og mannskap), Kristiansand Havns nye havnebåt ble brukt ved prøvetakingen. Det ble prøvetatt i fire stasjoner som angitt i prøvetakingsprogrammet i Figur 12. Prøvene ble innhentet ved bruk av en kjerneprøvetaker (Gemini) fra båt. Det ble tatt fire stikk per stasjon. Det ble tatt ut blandprøve av de øverste 2 cm, og en blandprøve av massen fra 2 cm og dypere. Det var ganske ensartet masser i området. I NO 2, NO3 og NO4 var det stort sett grå leire med enkelte hulrom nedover i sylindrene. NO1 hadde de groveste sedimentene, de var her mer siltig/sandige enn i de øvrige stasjonene. For nærmere beskrivelse av massene i stasjonene, samt bilder, se feltlogg i datarapporten (Vedlegg 1).

Tabell 3: Oversikt over stasjoner, med koordinater gitt i WGS 84, EPSG 4326.

Stasjonsnr.	Koordinater (WGS 84, EPSG 4326)
NO1	58 °08.509 N, 7 °59.444 Ø
For NO1 ble det tatt ut koordinater for alle 4 stikk	58 °08.500 N, 7 °59.428 Ø 58 °08.505 N, 7 °59.456 Ø 58 °08.520 N, 7 °59.399 Ø
NO2	58 °08.476 N, 7 °59.499 Ø
NO3	58 °08.450 N, 7 °59.504 Ø
NO4	58 °08.430 N, 7 °59.569 Ø



Figur 12: Stasjoner for prøvetaking av sediment. Kart hentet fra kartverket.no.

## 2.3 Resultater

Analyseresultatene av den gjennomførte sedimentundersøkelsen er vist i Tabell 4. Fargekodingen tilsvarer tilstandsklassene i Tabell 2. Fullstendige analyserapporter inkludert kornfordelingsanalyse er gitt i Vedlegg 1.

Tabell 4: Analyseresultater med målte konsentrasjoner av forurensningsforbindelser i sedimentprøver fra utfyllingsområdet, klassifisert etter M-608/2016 (sum-PAH er klassifisert etter klassifisering i TA-2229/2007).

Parameter	Enhet	Stasjon 1	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon3	Stasjon 4	Stasjon 4	Gjennomsnitts-konsentrasjon	Trinn 1 grenseverdi	Normverdi forurenset jord
Prøvetakingsnivå		0-2cm	blandprøve	0-2cm	blandprøve	0-2cm	blandprøve	0-2cm	blandprøve			-
Tørrestoff (E)	%	76,4	77,6	71,8	71,5	66,6	66,8	65,7	66			-
Vanninnhold	%	23,6	22,4	28,2	28,5	33,4	33,2	34,3	34			-
Kornstørrelse >63 µm	%	70,2	64,6	16	8,8	13,2	3,3	25,9	3,9			-
Kornstørrelse <2 µm	%	3,1	4,1	10,5	11,4	14,8	18,1	15,4	19			-
TOC	% TS	1,66	0,666	0,274	0,267	0,618	0,584	1,27	0,186			-
Naftalen	µg/kg TS	31	<10	<10	<10	12	<10	<10	<10	9,13	27	800
Acenaflyten	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	5,75	33	-
Acenaftefen	µg/kg TS	15	<10	<10	<10	43	<10	<10	<10	11,00	96	-
Fluorefen	µg/kg TS	23	<10	<10	<10	69	<10	12	<10	16,38	150	800
Fenantren	µg/kg TS	125	37	50	<10	422	23	70	14	93,25	780	-
Antracfen	µg/kg TS	40	12	17	<10	136	<10	26	<10	30,75	4,6	-
Fluoranten	µg/kg TS	212	103	118	<10	645	55	126	20	162,63	400	1000
Pyren	µg/kg TS	183	96	99	<10	550	50	107	20	140,50	84	1000
Benso(a)antracfen <sup>^</sup>	µg/kg TS	109	58	54	<10	352	30	67	11	87,00	60	-
Krysen <sup>^</sup>	µg/kg TS	107	60	56	<10	303	19	61	13	79,25	280	-
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	µg/kg TS	89	62	52	<10	221	24	57	11	66,50	140	-
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	µg/kg TS	84	49	46	<10	216	23	56	10	62,38	135	-
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	µg/kg TS	97	64	52	<10	258	28	64	14	73,75	183	1000
Dibenso(ah)antracfen <sup>^</sup>	µg/kg TS	18	11	<10	<10	37	<10	12	<10	12,25	27	-
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	70	44	35	<10	156	19	42	17	48,50	84	-
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	µg/kg TS	61	41	36	<10	171	13	32	15	46,75	63	-
Sum PAH-16	µg/kg TS	1300	640	620	n.d.	3600	280	730	99	1057,14	2000	2000
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	µg/kg TS	570	350	300	n.d.	1600	140	350	59			-
Sum PCB-7	µg/kg TS	1,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,20	4,1	10
As (Arsen)	mg/kg TS	3,58	3,04	2,66	<0,50	4,51	<0,50	1,63	2,46	2,30	18	8
Pb (Bly)	mg/kg TS	29,7	14,3	75,3	57,3	15	13,3	18	13,9	29,60	150	60
Cu (Kopper)	mg/kg TS	34,7	26,5	31,4	27,4	38,9	32,6	36,6	31	32,39	84	100
Cr (Krom)	mg/kg TS	12,9	13,5	20,1	21,9	23,6	29,7	29	27,9	22,33	660	50
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,05	2,5	1,5
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	<0,20	0,10	0,52	1
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	25,4	18	27,1	20,3	26,6	23,4	31,3	25,9	24,75	42	60
Zn (Sink)	mg/kg TS	56,9	53,7	203	79,5	83,4	97,6	96,4	95,3	95,73	139	200
Tørrestoff (L)	%	73,3	74,1	70,8	72,2	66,1	65,6	64,9	66,7			-
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	4,86	2,7	6,44	2,03	3,62	1,12	3,54	2,65			-
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	2,51	1,67	1,45	<1	1,47	1,21	1,13	1,04			-
Tributyltinnkation	µg/kg TS	24,9	15,5	22,8	11,3	14,3	3,78	18,7	10,3	15,17	35	15



Følgende forbindelser er påvist over tilstandsklasse 2 (god):

- TBT: Tilstandsklasse V (svært dårlig), men lavere enn grenseverdi for trinn 1 (35 µg/kg) i samtlige stasjoner.
- Antracen: Tilstandsklasse IV (dårlig) i stasjon 1 (0-2 cm) og stasjon 3 (0-2 cm).
- Fluoranten, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(pyren), benso(ghi)perylene og indeno(123cd)pyren: Tilstandsklasse IV i stasjon 3 (0-2 cm).
- Naftalen: Tilstandsklasse III i en prøve.
- Antracen: Tilstandsklasse III (moderat) i tre prøver.
- Pyren: Tilstandsklasse III i fem prøver.
- Benso(a)antracen: Tilstandsklasse III i tre prøver.
- Dibenso(ah)antracen. Tilstandsklasse III i en prøve.
- Sink: Tilstandsklasse III i en prøve

Det meste av overskridelsene iht. miljøgifter er knyttet til de øverste 0-2 cm av sedimentet. Alle stasjonene har tilstandsklasse V for TBT. For de øvrige parameterne har stasjon 1 og 3 tilstandsklasse IV i de øverste cm, mens stasjon 2 og 4 har tilstandsklasse III. I de underliggende massene har stasjon 1 tilstandsklasse III, mens stasjon 2, 3 og 4 har tilstandsklasse II.

Innholdet av TOC varierer fra 0,186 til 1,66 %, med et gjennomsnitt på 0,69 %.

Tabell 5: Oversikt over klassifisering av sediment iht. kornfordelingen.

Stasjon	Dybde	Klassifisering
1	0-2 cm	Siltig
	Blandprøve	Siltig sand
2	0-2 cm	Leirig silt
	Blandprøve	Leirig silt
3	0-2 cm	Leirig silt
	Blandprøve	Silt med leire
4	0-2 cm	Silt med leire
	Blandprøve	Silt med leire

Iht. til Trinn 1 risikovurderingen tilsier dette at sedimentet i de øverste 2 cm, samt de underliggende sedimentene i stasjon 1 er forurenset over terskelverdi og må derfor behandles som forurensete masser. Det er fine masser (leire og silt) og forurensningen kan derfor kunne spres som følge av tiltaket. Det er derfor behov for å utarbeide en tiltaksplan for arbeidene som skal utføres. Trinn 1 risikovurderingen omhandler kun den økologiske risikoen.

## 3 Tiltaksplan

### 3.1 Miljørettet risikovurdering

Følgende risikomomenter er vurdert:

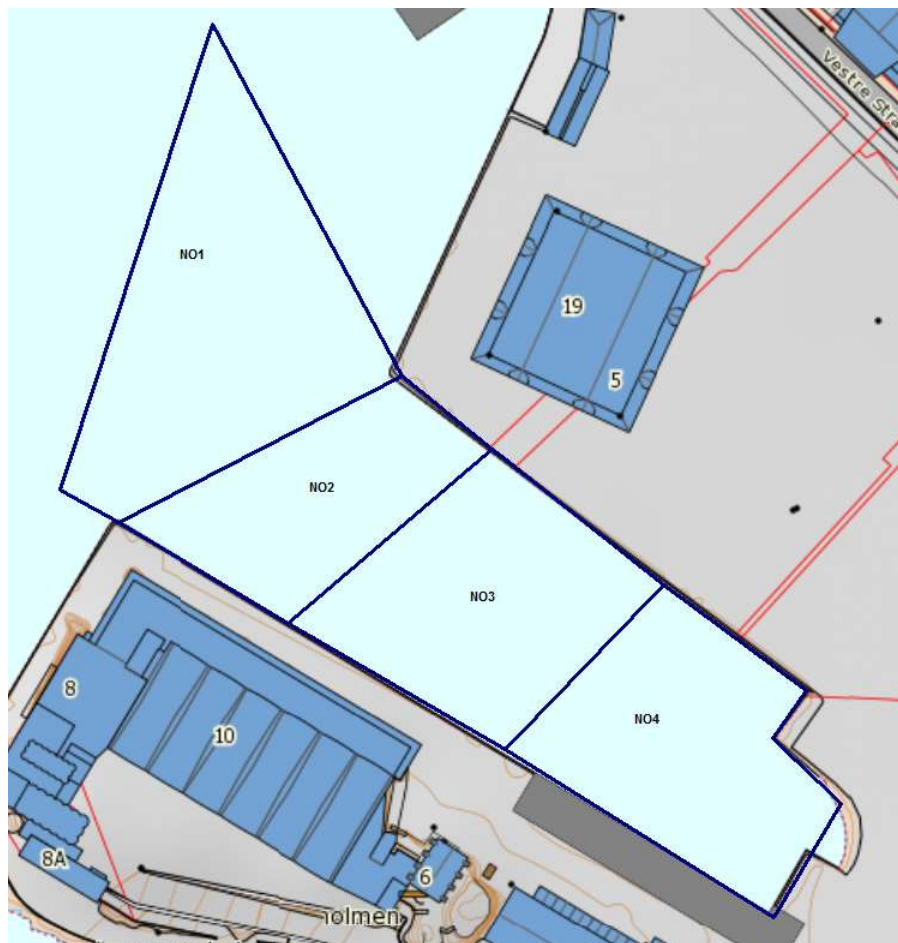
- Spredning av forurensede partikler ut av tiltaksområdet
- Økte konsentrasjoner i vannfasen på grunn av utslipp av forurenset porevann

#### 3.1.1 Spredning av forurensede partikler

Det er knyttet potensiell risiko til spredning av forurensning fra overflatesedimentet ved mudring på grunn av konsentrasjoner av sum PAH-16, samt enkeltforbindelser av PAH, og sink. For å beregne potensiell risiko for spredning av forurensning er det gjort beregninger av oppvirket materiale og spredningspotensiale for forbindelsene som er påvist over grenseverdier for trinn 1.

Følgende forutsetninger er benyttet:

- Volum forurensede masser som skal mudres utgjør totalt ca. 4080 m<sup>3</sup>. Det er da beregnet ut fra at tykkelsen på det øverste forurensede laget er 2 cm. Det vil imidlertid ikke være mulig å mudre kun de to øverste cm. De ulike parameterne er ikke jevnt fordelt i sedimentet og volum per parameter er beregnet separat ut fra dybder for mudring og arealet av områdene som vist i Figur 13.
- Basert på erfaringstall er det beregnet at 5 % av sedimentet spres under mudringen.
- Det er benyttet en sediment-tetthet på 1,6 kg/L i beregningene.
- Det er benyttet en strømhastighet på 1800 m/t (1 knop). Dette er maksimal hastighet da Vann-Nett oppgir < 1 knop (Vann-Nett, vannnett.no, 2017).
- Det er benyttet en gjennomsnittlig dybde på ca. 10,5 m.
- Partiklene følger Stokes love og følgende synkehastigheter:
  - Leire 10 cm/døgn
  - Silt 10 m/døgn
  - Sand 60 m/døgn



Figur 13: Arealer brukt til beregninger.

Beregnet spredningspotensial for forurensningsforbindelser bundet til silt- og leirpartikler er vist i Tabell 6. Beregnet spredningspotensial for forurensning bundet til leirpartikler er 1,48 g PAH og 86,49 g sink. Mht. forurensning bundet til silt er det beregnet spredning av 5,9 g PAH-16 og 0,34 kg sink.

Med en strømhastighet på < 1 knop (1800 m/t), en dybde på 10,5 m og en synkehastighet på ca. 0,42 m/t vil siltpartiklene teoretisk kunne bli spredt 45 km fra mudringsstedet. I den ytterste delen av ønsket tiltaksområde er det en terskel og dypere vann. Leirpartikler har en synkehastighet på ca. 10 cm/døgn (0,0042 m/t), og teoretisk vil de kunne bli spredt 4500 km fra mudringsstedet.

En slik spredning er et «worst-case» scenario, og det er flere faktorer som spiller inn på spredningen. Beregningene antar at det er enkeltpartikler som blir spredt utover i vannsøylen, og at partiklene ikke klumper seg sammen. I praksis vil partikler klumpe seg sammen og synkehastigheten vil være høyere enn den beregnede. Selve pollen er mer skjermet enn resten av Kristiansandsfjorden – indre havn, strømningshastigheten vil derfor være lavere her, se Figur 2. Partiklene vil også bli fortynnet utover i vannsøylen som vil føre til en mindre mektighet av partikler når det blir fordelt på et større areal.

Tabell 6: Beregning av spredningspotensial for forurensningsforbindelser.

Parameter	Konsentrasjon	Totalt mengde	Oppvirvlet sediment med spredningspotensial (5 %)	Bundet til silt (37,98 %)	Bundet til leire (9,58 %)
Enhet	µg/kg TS	g	g	g	g
Naftalen	13	10	1	0,2	0,05
Antracen	46	302	15	5,7	1,44
Fluoranten	275	62	3	1,2	0,30
Pyren	207	1351	68	25,7	6,47
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	146	109	5	2,1	0,52
Krysen	132	30	1	0,6	0,14
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	105	23	1	0,4	0,11
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	101	23	1	0,4	0,11
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	118	26	1	0,5	0,13
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	18	4	0	0,1	0,02
Benso(ghi)perylene	76	17	1	0,3	0,08
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	75	58	3	1,1	0,28
Sum PAH-16	1378	309	15	5,9	1,48
Zn (Sink)	109925	18056	903	342,9	86,49

### 3.1.2 Utslipp av porevann

Utslipp av forurenset porevann kan utgjøre en risiko for vannlevende organismer lokalt i tiltaksområdet. Det antas at mudringen vil ta omtrent 20 dager. Det er beregnet ut fra at man kan mudre ca. 6000 m<sup>3</sup> i løpet av en uke. Dette er imidlertid avhengig av flere faktorer, og antall dager er usikkert. Hvilket utstyr som blir benyttet, hvordan gjennomføringen av mudringen gjøres, hvor mange store containerskip som kommer inn i mudringsperioden og tidspunkt for mudringen (ved mudring vinterhalvåret kan det være problemer ift. is). Ut fra en gjennomsnittlig dybde på ca. 10,5 m får man et vannvolum på 299 250 m<sup>3</sup> innenfor ønsket tiltaksområde. Konsentrasjonen som blir spredt fra porevann ved mudring vil derfor bli kraftig fortynnet innenfor tiltaksområdet, og enda mer fortynnet når det beveger seg ut av tiltaksområdet. Dersom man ser på volum resipient påvirket over PNEC akutt pr dag, ser man at de høyeste volumene er for antracen (8 136m<sup>3</sup>) og pyren (79 551m<sup>3</sup>). Med et totalt volum på 299 250 innenfor tiltaksområdet vil man ikke oppnå påvirkning over PNEC akutt pr dag innenfor tiltaksområdet. For volum resipient påvirket over PNEC hver dag (kronisk) er det det antracen (8 136m<sup>3</sup>), fluoren (7 981 m<sup>3</sup>), pyren (7 9551m<sup>3</sup>) og benso(a)pyren (14 870) som påvirker det største volumet. Det betyr at området med overskridelser av PNEC vil være innenfor tiltaksområdet.

Tabell 7: Beregning av spredningspotensial for porevann.

Parameter	"Mengde totalt spredt i porevann i tiltaksperioden (mg)"	"Mengde spredt i porevann per dag i (mg)"	Grenseverdi PNEC kronisk (mg/l)	Volum resipient påvirket over PNEC hver dag (m3)	Grenseverdi PNEC akutt (mg/l)	Volum resipient påvirket over PNEC akutt pr dag (m3)	Konsentrasjon i porevann (ug/l)
Naftalen	12033	601,66	0,002	301	0,13	5	1 104,1667
Antracen	16272	813,61	0,0001	8136	0,0001	8136	175,6654
Fluoranten	1006	50,28	0,0000063	7981	0,00012	419	316,3793
Pyren	36593	1829,67	0,000023	79551	0,000023	79551	395,0382
Benso(a)antracen^	346	17,29	0,000012	1441	0,000018	961	32,6160
Krysen	118	5,91	0,00007	84	0,00007	84	37,1860
Benso(b)fluoranten^	45	2,25	0,000017	132	0,000017	132	14,1478
Benso(k)fluoranten^	45	2,26	0,000017	133	0,000017	133	14,2170
Benso(a)pyren^	51	2,53	0,00000017	14870	0,000027	94	15,9057
Dibenso(ah)antracen^	3	0,16	0,0000006	275	0,000014	12	1,0373
Benso(ghi)perylen	26	1,32	0,00000082	1612	0,0000082	161	8,3178
Indeno(123cd)pyren^	39	1,96	0,0000027	725	0,000027	73	3,5949
Zn (Sink)	2329	116,46	0,0034	34	0,006	19	0,9993

### 3.1.3 Risiko iht. effekter på økosystemet

Spesielt marine organismer og biologisk mangfold:

- Organismene i mudringsområdet utraderes, men vil sannsynligvis kunne rekolonisere området igjen etter tiltaket er gjennomført.
- Ingen registrerte verneverdige arter / naturtyper i eller like ved området.
- Bør likevel iverksettes avbøtende tiltak iht. spredning av miljøgifter og finpartikulært materiale (hindre spredning til viktige naturverdier ikke så langt unna).



### 3.1.4 Redusere risiko iht. human helse

Det fiskes ikke fra kaien i området, det er derfor ikke sannsynlig at det er fare for human helse.

## 3.2 Ulike tiltaksmetoder for mudring

Tiltaket omfatter mudring av rene og forurensede masser. Mudringen må trolig skje både fra land og fra lekter. All mudring i forurenset sediment fører til stor forurensningsspredning. Det er ulike gravemetoder tilgjengelig. Noen er spesialutformet for å redusere spredning av forurensning. Aktuelle metoder er:

- Vanlig bakgraver/grabb
- Miljøgrabb
- Sugemudring

### 3.2.1 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

### 3.2.2 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. Det er ikke observert stein under prøvetaking. Prøvetakingsmetoden er imidlertid ikke dekkende for å dokumentere om sjøbunnen inneholder stein eller ikke. Dette kan gjøres ved filming.

#### *Fordeler*

- Rimelig (sammenlignet med andre mudringsmetoder)
- Effektiv
- Mindre forurensing vil spres sammenlignet med vanlig bakgraver

#### *Ulemper*

- Virker ikke etter hensikten i masser som inneholder stein
- Behov for egne tiltak for å begrense spredning.

### 3.2.3 Sugemudring

Vanlig metode som effektivt fjerner fine homogene masser fra sjøbunnen, med liten spredning av partikler og porevann. Metoden genererer store mengder vann (opptil 90 %). Dette vannet vil kan bli forurenset av forurenset porevann i sedimentet og kreve rensing før tilbakeføring til resipient.

#### *Fordel*

- Mindre spredning

#### *Ulemper*

- Problemer med stein, trolig ikke et problem her da det ikke ble påtruffet under feltarbeidet.
- Porevann må renses eller håndteres på annen måte
- Kostbart

## 3.3 Begrense forurensningsspredning

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

- Etablering av sjete
- Siltgardin

### 3.3.1 Arbeid innenfor sjete

Arbeid innenfor sjete vil gi effektiv beskyttelse mot spredning av forurensete partikler.

#### *Fordeler*

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

#### *Ulemper*

- Det vil bli spredning av forurensning ved utlegging av sjeteen
- Meget kostnadsdrivende
- Sjeteen må fjernes etter tiltaket

Anses ikke å være et aktuelt tiltak i dette tilfellet.

### 3.3.2 Siltgardin

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

#### *Fordeler*

- Effektiv begrenning av partikkelspredning

- Lett å håndtere

#### *Ulemper*

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

### 3.3.3 Boblegardin

Under mudring/tildekking kan det monteres en boblegardin hvor luft i fra perforerte rør på havbunnen danner en oppadgående luftstrøm for å forhindre spredning av forurensede masser i fra tiltaksområdet.

#### *Fordeler*

- Boblesonen reduserer gjennomstrømning av slam
- Lett å håndtere, enkel montering, høy fleksibilitet ved endringer/tilpasninger
- Båttrafikk kan enkelt passere boblesonen

#### *Ulemper*

- Relativt ny metode, lite utprøvd
- Slipper gjennom noe av forurensning

#### *Norconsults evaluering i forhold til dette tiltaket*

- Er lite brukt tidligere, men kan være en kostnadseffektiv løsning, bør undersøkes nærmere

## 3.4 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

### 3.4.1 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.

### 3.4.2 Overvåking

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

## 4 Massedisponering

På bakgrunn av planlagt tiltak og registrerte vanndybder er det gjort et overslag over mengde masser i ulike kategorier som berøres av tiltaket. En oversikt over anslåtte mengder mudrede forurensede masser som må leveres godkjent deponi og mudrede rene masser som skal nyttiggjøres er gitt i Tabell 8. Mengdeberegningene i tabellen er basert på volumberegninger fra OLEX (KristiansandHavn, 2017) og omtrentlig areal rundt de ulike stasjonene og er derfor usikkert.

Tabell 8: Oversikt over massedisponering.

Type	Areal (m <sup>2</sup> ) omtrentlig	Volum (m <sup>3</sup> ) omtrentlig. Med øverste lag 2 cm	Volum (m <sup>3</sup> ) omtrentlig. Dersom det mudres 50 cm av øverste lag
Forurensede masser	Ca. 28 000	4 080	15 600
Rene masser	Ca. 28 000	20 084	8 564
Sprengstein	Ukjent	Ukjent	Ukjent
Totalt	Ca. 28 000	24 164	24 164

Forurensede masser i de øverste 2 cm, samt de underliggende massene i stasjon 1 overskrider trinn 1 grenseverdier og sedimentet herfra må leveres til godkjent deponi, eksempelvis Kongsgård strandkantdeponi. Det anses imidlertid som praktisk vanskelig å kun mudre de øverste 2 cm, og at alle masser som inneholder det øverste lag må behandles som forurenset. Det er derfor også beregnet volum av masser hvor det er antatt at man greier å mudre de øverste 50 cm.

Muddermasser anses som avfall og disponeringsløsning er avhengig av forurensningsgrad, beskaffenhet, samt innhold av vann og organisk materiale. I følge M-350/2015 må disponeringsløsninger planlegges samtidig med tiltaket og plan for disponering inkluderes i søknad om tillatelse til tiltak (eller i tiltaksplan).

Endelig massedisponering av alle typer masser er ikke endelig avgjort. Masser som ikke overskrider grenseverdiene i Trinn 1; de underliggende massene i stasjon 2, 3 og 4 vil teoretisk sett kunne deponeres i sjø dersom man har et godkjent sjødeponi. Dette må i så fall godkjennes av Fylkesmannen i Agder. Et annet alternativ kan være å benytte de rene massene til nyttig formål på land. Som vist i Tabell 4 overholder de underliggende massene i stasjon 2, 3, og 4 normverdier for forurenset grunn for samtlige parametere som det finnes normverdi for, og anses derfor ikke å utgjøre en fare for forurensning. Ved eventuell nyttiggjøring skal massene erstatte andre byggematerialer som ellers ville blitt brukt.

Ved evt. behov for utdyping ved sprengning kan sprengstein > 25 mm (uten finstoff) tas på land og nyttiggjøres fritt så lenge dette gjøres iht. plan- og bygningsloven.

Fylkesmannen er normalt forurensningsmyndighet i forbindelse med mudring og dumping.



## 5 Anbefalte tiltak

Da hele topplaget (0-2 cm) er forurenset i tilstandsklasse III eller IV bør man først mudre topplaget samlet. Deretter kan man, om det er ønskelig å forsøke å redusere mengden forurenset sediment, ta supplerende prøver i stasjon 1 for å avgrense denne forurensningen i dybden. Ved å starte mudringen innerst i havna, kan man mudre der samtidig som det tas prøver ytterst for stasjon 1. En evt. supplerende prøve i stasjon 1 bør da analyseres for PAH.

Tiltaksområdet er begrenset med en spredningsvei. Innseilingen er et mer åpent område. Strømhastigheten er lav (< 1 knop). Massene er i midlertid fine, silt og leire, og vil bruke tid på å sedimentere.

Det anbefales at overflatelaget i samtlige stasjoner samt de underliggende sedimentene i stasjon 1, mudres og leveres til godkjent deponi. Ved mudring av forurenset sediment anbefales det å bruke en bakgraver med lokk, evt. en miljøgrabb. Det kan imidlertid være problematisk med miljøgrabb dersom det er stein på sjøbunnen. Det ble ikke påtruffet stein ved prøvetakingen, men da det ble brukt kjerneprøvetaker er dette noe usikkert. Dersom det skal benyttes miljøgrabb bør man f.eks. filme overflaten før tiltak for å være sikker på at det ikke er stein på sjøbunnen.

Ved evt. behov for sprengning skal dette gjøres etter mudring av forurensete sediment.

Andre avbøtende tiltak:

- Det anbefales bruk av siltgardin ved mudring av overflatelag inne i containerhavna. Dette vil redusere spredning av partikkelbundet miljøgifter (ikke miljøgifter i porevann) og spredning av finpartikulært materiale. Bruk av siltgardin vil være problematisk dersom det er skipsanløp til og fra kaien under mudringen, da siltgardinen må fjernes for ikke å ødelegges eller komme i propellen til passerende båt. Dette gir rom for spredning av forurenset materiale. Det optimale ville derfor være å legge mudringsarbeidet til et tidspunkt hvor det ikke er planlagt skipsanløp slik at siltgardinen kan plasseres ytterst i bukta og ikke fjernes før mudringen av overflatelaget er gjennomført.  
Et alternativ til siltgardin er bruk av boblegardin som vil redusere spredningen av forurensete masser men likevel vil opprettholde sjøtrafikk under tiltaket. Bruk av boblegardin er brukt tidligere under mudring av Trondheim havn (DNV, 2006). Det anbefales i tillegg tett oppfølging (overvåking) ved bruk av turbiditetsmålere.
- Mudringsrekkefølge må tilpasses strømningsretning ift. at man vil redusere grad av rekontaminering av allerede mudrede områder.
- Ev. sprengning gjøres etter at området som kan påvirkes av sprengningen er mudret mht. forurensete masser.
- Overvåking under tiltak (spredning oppdages, tiltak midlertidig stoppes, årsak identifiseres og tiltak iverksettes for å redusere spredning).
- Av hensyn til plante- og dyrelivet, friluftsliv og rekreasjon anbefaler Miljødirektoratet at tiltak i sjø gjøres i perioden 15. september til 15 mai.

## 6 Oppsummering og konklusjon

Kristiansand Havn skal mudre i containerhavna for å kunne ta imot større containerskip. Det er i den forbindelse utført miljøtekniske undersøkelser av sediment i containerhavna. Prøvene ble analysert for de vanligste miljøgiftene. Resultatene viste at de øverste 2 cm, samt de underliggende sedimentene i stasjon 1, er forurenset over Trinn 1 grenseverdi. Disse massene lå i tilstandsklasse III og IV. De øvrige massene (underliggende masser i stasjon 2, 3 og 4) lå i tilstandsklasse II. Alle stasjonene er i tilstandsklasse V for TBT, men konsentrasjonene er likevel under tiltaksgrensen på 35 µg TBT/kg.

Det anbefales at overflatelaget (hele området) samt de underliggende sedimentene i stasjon 1, mudres og sendes til godkjent deponi. Det anbefales å bruke en bakgraver med lokk, evt. en miljøgrabb ved mudring av forurensete masser. Ved behov for sprengning av fjellknaus innerst i havna skal dette gjøres etter mudring av forurensete masser.

Miljøgifter vil spres under tiltaket (mudringen), men etter tiltaket vil de være fjernet fra det biologiske omløp. Mudringen vil føre til en midlertidig forhøyet konsentrasjon av forurensning i vannsøylen, men etter utført tiltak vil situasjonen bli forbedret. Det er potensielt fare for noe spredning av forurensete partikler og finpartikulært materiale i tiltaksperioden. Forurenset porevann vil spres til vannsøylen i som følge av mudringen, men dette vil raskt bli fortennet og anses ikke å være et problem utover tiltaksområdet. Bunnlevende organismer som lever i området vil bli utradert under tiltaket, men vil sannsynligvis rekoloniseres området når tiltaket er gjennomført. Det er ikke kjent noen verneverdige naturtyper i tiltaksområdet som vil bli påvirket av tiltaket. Det er ikke fiske fra kai, og det er derfor liten fare for human helse.

Det anbefales også å benytte følgende avbøtende tiltak:

- Siltgardin (evt. boblegardin) ved mudring av overflatelag inne i containerhavna: hindrer partikkelbundet spredning av miljøgifter (ikke miljøgifter i porevann) og reduserer spredning av finpartikulært materiale
- Overvåking under tiltak (spredning oppdages, årsak identifiseres og tiltak iverksettes).
- Tiltaket bør gjennomføres i perioden 15. september til 15. mai.

## 7 Referanser

- DNV. (2006). *Pilotprosjektet i Trondheim havn. Boblegardin mot spredning av muddermasser. Rapportnr.: 2006-025. Rev.: 0.*
- DNV, D. n. (2011). *Revidert tiltaksplan for forurensede sedimenter - Kristiansandsfjorden.*
- Fiskeridirektoratet. (2017, 05 11). <https://kart.fiskeridir.no/>.
- KristiansandHavn. (2017). Personlig meddelelse.
- Miljødirektoratet. (2007). *Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter.*
- Miljødirektoratet. (2015). *M-350. Håndtering av sedimenter.*
- Miljødirektoratet. (2015). *M-409. Risikovurdering av forurenset sediment.*
- Miljødirektoratet. (2016). *M608/2016. Grenseverdier for klassifisering av vann, sediment og biota.*
- Miljødirektoratet. (2017, 04 10). <http://kart.naturbase.no/>.
- Miljøstatus.no. (2017, 05 22). <http://www.miljostatus.no/kart/>.
- Multiconsult. (2009). *Risiko- og tiltaksvurdering av forurensede sedimenter.*
- Riksantikvaren. (2017, 05 11). <https://kulturminnesok.no/>. Hentet fra <https://kulturminnesok.no/minne/?queryString=https%3A%2F%2Fdata.kulturminne.no%2Faskeladden%2Flokalitet%2F139482>
- Vann-Nett. (2017, 04 10). [vannnett.no](http://vann-nett.no). Hentet fra <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=109-86-R>
- Vann-Nett. (2017, 05 22). [vann-nett.no](http://vann-nett.no). Hentet fra <http://vann-nett.no/portal/Water?WaterbodyID=0130010302-2-C>

## 8 Vedlegg

1. Datarapport
2. Vurdering av Norsk Maritimt Museum, epost datert 5. oktober 2017

## Vedlegg 1 Datarapport



Kristiansand Havn

# Miljøteknisk kartlegging av sedimenter

Mudring i containerhavna



Oppdragsnr.: 5172286 Dokumentnr.: RIM-01-5172286 Versjon: J03  
2017-05-24

**Oppdragsgiver:** Kristiansand Havn  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Trond Sikveland  
**Rådgiver:** Norconsult  
**Oppdragsleder:** Marte Eik Isaksen  
**Fagansvarlig:** Silje Nag Ulla (fagkontroll)  
**Andre nøkkelpersoner:** Jane Dolven

J03	2017-05-24	For bruk	Marte Eik Isaksen	Silje Nag Ulla	Marte Eik Isaksen
B02	2017-05-12	Foreløpig versjon	Marte Eik Isaksen	Silje Nag Ulla	Marte Eik Isaksen
A01	2017-05-08	Intern versjon	Marte Eik Isaksen	Silje Nag Ulla	Marte Eik Isaksen
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	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.

## Sammendrag

Kristiansand Havn skal mudre i containerhavna for å legge til rette for å ta inn dypgående skip, -10,5 meter. Arealet som skal mudres er omtrent 22 000 m<sup>2</sup>. I tillegg skal det mudres i innseilingen til området. Omtrentlig totalområde er 28 000 m<sup>2</sup>.

Norconsult har i forbindelse med mudringarbeidene fått i oppdrag å gjennomføre en miljøteknisk undersøkelse av sedimentene i containerhavna. Undersøkelsene ble utført i april 2017. Det er tatt ut prøver av sediment med kjerneprøvetaker (Gemini) i 4 stasjoner. Analyse av prøvene har vist at sedimentet er forurenset i en grad som innebærer økologisk risiko for sedimentlevende organismer.

Sedimentene inneholder en stor andel fine partikler (leire og silt) og vil kunne virvles opp og spres ved mudring.

Det er noen arter av nasjonal forvaltningsinteresse i nærheten av tiltaksområdet.

Det må søkes Fylkesmannen om tillatelse til å gjennomføre mudringen. Ettersom det er påvist forurensning i sedimentene skal det også utarbeides en tiltaksplan for mudringsarbeidene.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Myndighetskrav	6
1.3	Målsetning	6
<b>2</b>	<b>Lokale forhold</b>	<b>7</b>
2.1	Resipienten	7
2.2	Naturverdier	7
<b>3</b>	<b>Miljøundersøkelse</b>	<b>9</b>
3.1	Metode	9
3.1.1	Prøvetaking	9
3.1.2	Vurderingsgrunnlag	10
3.2	Feltarbeid	10
3.3	Resultater	13
<b>4</b>	<b>Konklusjon/vurdering</b>	<b>16</b>

Vedlegg 1: Skisse over planlagt mudringsområde

Vedlegg 2: Analyserapporter

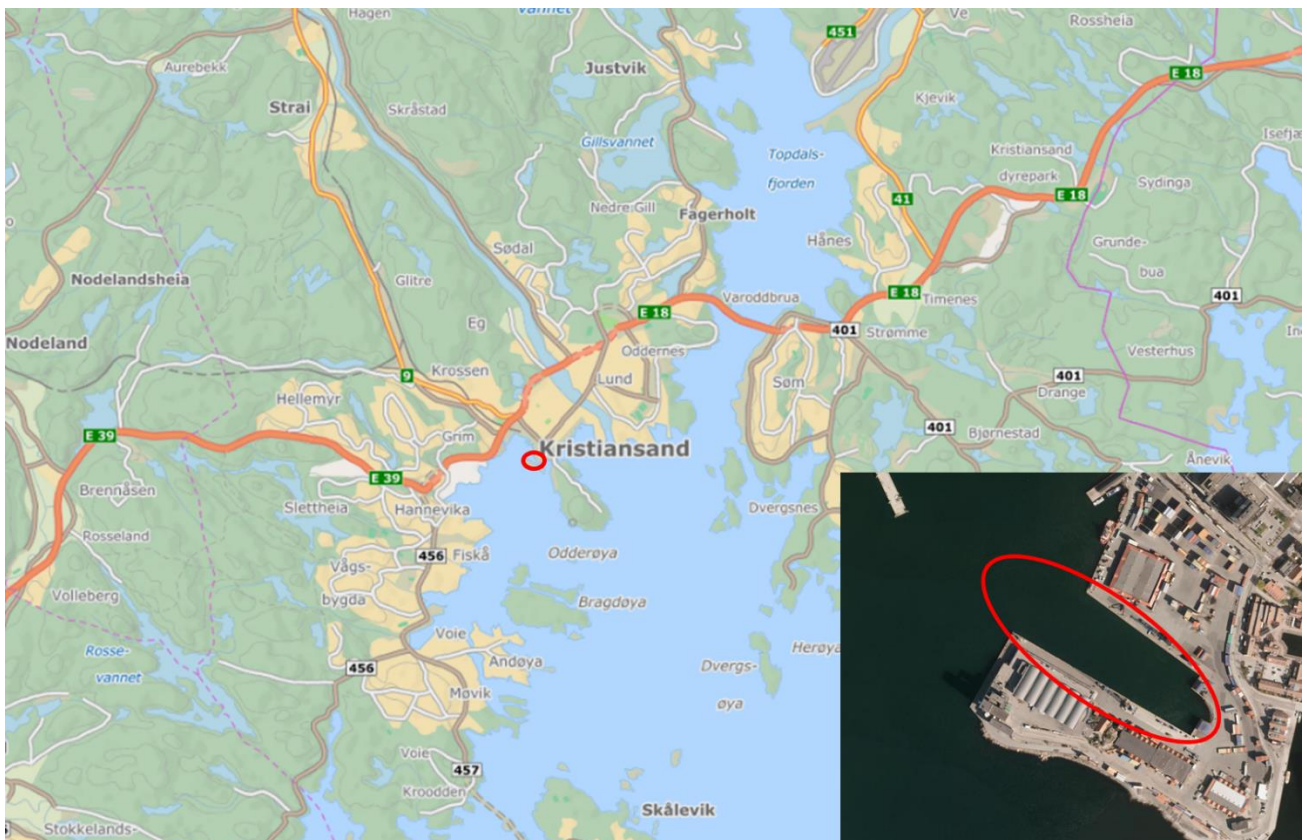
# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Kristiansand Havn skal mudre i containerhavna for å legge til rette for å ta inn dypgående skip, -10,5 meter. Arealet som skal mudres er omtrent 22 000 m<sup>2</sup>. I tillegg skal det mudres i innseilingen til området. Omtrentlig totalområde er 28 000 m<sup>2</sup>.

Norconsult har i forbindelse med mudringarbeidene fått i oppdrag å gjennomføre en miljøteknisk undersøkelse av sedimentene i containerhavna. Undersøkelsene ble utført i april 2017. Det er tatt ut prøver av sediment med kjerneprøvetaker (Gemini) i 4 stasjoner.

Figur 4 viser omtrentlig mudringsområde, samt prøvepunkter. Skisse over planlagt mudringsområde finnes i vedlegg 1. Arealet av mudringsområdet er beregnet til ca. 28 800 m<sup>2</sup>. Det skal mudres inne i selve pollen, og i innseilingen. Det er ikke helt avklart den endelige avgrensningen av mudringen i innseilingen, men det er tatt prøver i fire stasjoner. Det vurderes at tiltaket som skal gjennomføres vil være < 30 000 m<sup>2</sup>, og dermed karakteriseres som et «mellomstort tiltak» i sjø iht. Miljødirektoratets «Håndteringsveileder».



Figur 1 Geografisk plassering av tiltaksområdet er markert med en rød sirkel på kartutsnittet og utsnittet av flyfoto (Finn.no, 2017).

## 1.2 Myndighetskrav

Det skal mudres i containerhavna og det er da krav om å søke til Fylkesmannen i henhold til forurensningsforskriften kapittel 22, *Mudring og dumping i sjø og vassdrag* (KLD, 2007).

## 1.3 Målsetning

Prøvetakingen av sedimenter skal gi svar på om sjøbunnen er forurenset over relevante grenseverdier. Dersom sjøbunnen er forurenset, skal det utarbeides en tiltaksplan og søkes til Fylkesmannen om tillatelse til mudring.



## 2 Lokale forhold

### 2.1 Resipienten

Tiltaket skal foregå i vannforekomsten Kristiansandsfjorden – indre havn, i Agder. Vanntypen er «beskyttet kyst/fjord». Den økologiske tilstanden er klassifisert som moderat, mens den kjemiske tilstanden er klassifisert som «oppnår ikke god». Data for klassifisering av tilstand er hentet inn fra Vannmiljø.

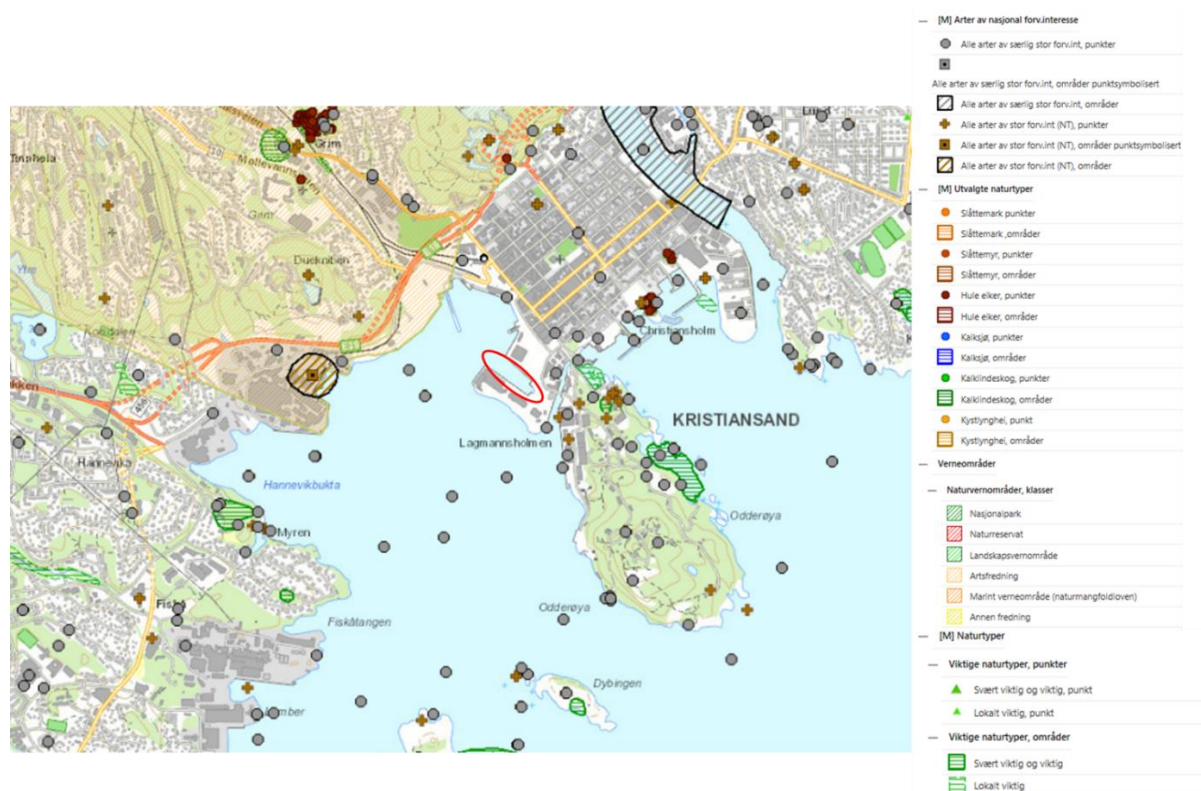
Kristiansandsfjorden – indre havn er beskyttet i forhold til bølgeeksponering, og har en delvis lagdelt vannsøyle. Oppholdstid for bunnvann er moderat (uker) og strømhastigheten er svak (< 1 knop) (Vann-Nett, 2017).

### 2.2 Naturverdier

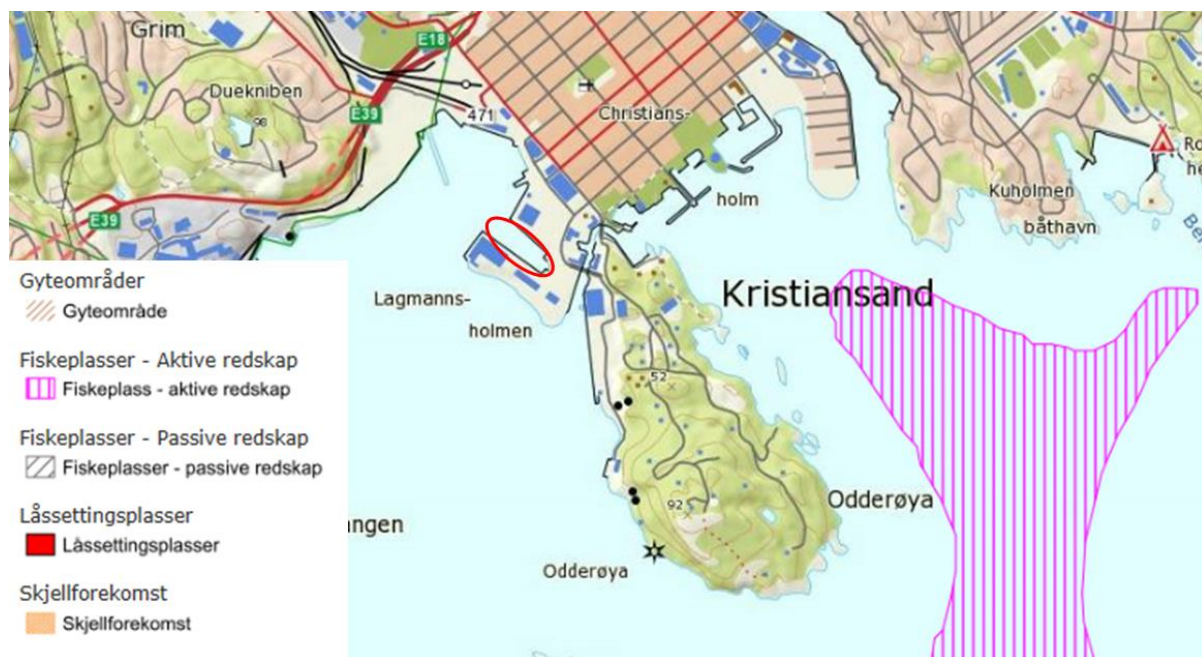
Det er registrert flere arter med nasjonal forvaltningsinteresse. Ca. 400 meter fra tiltaksområdet er det registrert en forekomst av *Mya arenaria* (vanlig sandskjell). Lengre ute er det registrert ulike fuglearter, samt torsk og *Nereis elitoralis* (børstemark).

Det er ikke registrert noen utvalgte naturtyper eller verneområder i umiddelbar nærhet til tiltaksområdet.

Figur 3 viser et utsnitt fra kart på Fiskeridirektoratets nettsider. Det er ingen gyteområder i umiddelbar nærhet til området. Den nærmeste registreringen er fiskeplass – aktive redskap som er et stykke unna området.



Figur 2 Naturverdier hentet fra Naturbase (Miljødirektoratet, 2017). Tiltaksområdet ligger innenfor den røde sirkelen.



Figur 3: Utsnitt fra Fiskeridirektoratets kart (Fiskeridirektoratet, 2017).

## 3 Miljøundersøkelse

### 3.1 Metode

Tiltak i forurensede sedimenter er styrt av Miljødirektoratets veiledning M-350/2015; Håndtering av sedimenter. Undersøkelser av sjøbunnen og klassifisering av forurensningstilstand i henhold til Miljødirektoratets klassifiseringssystem for miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (M-608) skal legges til grunn i vurdering om og hvordan tiltak kan gjennomføres.

For å avklare forurensingssituasjonen, naturforholdene på stedet og fare for spredning av forurensning må det gjøres undersøkelser og en risikovurdering. Behov for tiltak og aktuelle tiltaksmetoder må vurderes i lys av undersøkelsene. I denne undersøkelsen skal det vurderes om det er behov for tiltak knyttet til eventuelt forurenset sediment som følge av den planlagte mudringen.

#### 3.1.1 Prøvetaking

For å kartlegge sjøbunnen i mudringsområdet er det utført prøvetaking ved fire stasjoner. Plassering av stasjonene er vist i Figur 4. Hver stasjon kan i henhold til Miljødirektoratets veileder TA 2802 maksimalt representere et areal på 10 000 m<sup>2</sup>. For hver stasjon skal det lages en blandprøve fra fire stikk med kjerneprøvetaker innenfor stasjonsområdet. Blandprøvene er sendt til laboratoriet ALS for analyse på tungmetaller, PCB, PAH, TBT, TOC, tørrstoff og korfordeling (< 2 µm og < 63 µm), i tillegg er full korfordeling utført i en stasjon. Basert på områdets bruk er det ansett at disse analysene dekker den mest sannsynlige forurensingen i området.



Figur 4 Plassering av prøvetakingsstasjoner fra prøvetakingsprogrammet.

### 3.1.2 Vurderingsgrunnlag

Konsentrasjoner i sedimentet sammenlignes med grenseverdier for tilstandsklassene utarbeidet av Miljødirektoratet (Miljødirektoratet, 2016). Tilstandsklassene representerer ulik forurensningsgrad basert på fare for effekter på organismer. Beskrivelse av de ulike tilstandsklassene er vist i Tabell 1.

Tabell 1 Klassifiseringssystem for metaller og organiske miljøgifter (M-608)



Tilstandsklasse	I	II	III	IV	V
Beskrivelse av tilstand	Bakgrunn	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Betingelser	Bakgrunnsnivå	Ingen toksiske effekter	Kroniske effekter ved langtids eksponering	Akutt toksiske effekter ved korttids eksponering	Omfattende akutt-toksiske effekter


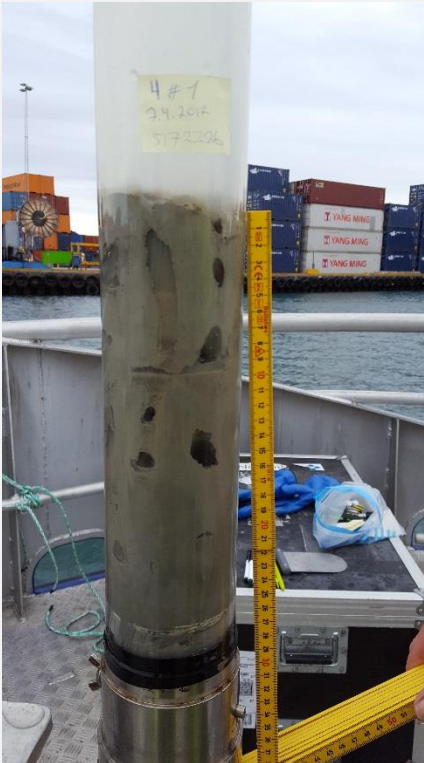
### 3.2 Feltarbeid

Prøvetaking av sediment i containerhavna ble utført av Jane Dolven og Marte Eik Isaksen (Norconsult AS) 7. april 2017. Med på prøvetakingen var også personell fra Kristiansand Havn. Prøvene ble tatt ved bruk av en kjerneprøvetaker (Gemini) fra båt. Det ble prøvetatt i fire stasjoner som angitt i Figur 4. Beskrivelse og bilde fra sedimentet for hver stasjon er vist i Tabell 2.



Tabell 2 Feltlogg fra prøvetaking 7.4.2017. Koordinatene er i WGS 84, EPSG 4326.

Stasjonsnr.	Beskrivelse	Foto
NO1	<p>Ensartet mer siltig/sandige masser enn i de øvrige stasjonene. Den stasjonen med de groveste partiklene.</p> <p>Mektigheten til kjernene var 20-30 cm.</p> <p>9,4-12,4 m dybde til sjøbunn.</p> <p>For NO1 ble det tatt ut koordinater for alle 4 stikk:</p> <p>58 °08.509 N, 7 °59.444 Ø 58 °08.500 N, 7 °59.428 Ø 58 °08.505 N, 7 °59.456 Ø 58 °08.520 N, 7 °59.399 Ø</p>	
NO2	<p>Ensartet med litt grovere på toppen og leirig under. Hulrom nedover i sedimentet. Noe rødbrune alger på toppen i noen av delprøvene. Denne stasjonen hadde de nest groveste partiklene.</p> <p>Mektigheten til kjernene var 17-34 cm.</p> <p>Ca. 10,8 m dybde til sjøbunn.</p> <p>58 °08.476 N, 7 °59.499 Ø</p>	

Stasjonsnr.	Beskrivelse	Foto
NO3	<p>Ensartet i hele sylinderen. Grå leire med hulrom, i noen av hulrommene var det krepsdyr. Noe grovere partikler på toppen og i hulrommene. Noe småstein og skjellbiter. Noen av delprøvene hadde noe rødbrune alger på toppen. Denne stasjonen hadde de fineste partiklene.</p> <p>Mektigheten av kjernene var 16-24,5 cm.</p> <p>Ca. 10 m dybde til sjøbunn.</p> <p>58 °08.450 N, 7 °59.504 Ø</p>	
NO4	<p>Sedimentene var ensartet i hele sylinderen. Det var grå leire med hulrom. Noe grovere partikler på toppen og i hulrommene. Denne stasjonen hadde de nest fineste partiklene.</p> <p>Mektigheten av kjernene var 25-32 cm.</p> <p>Ca. 9,8 m dybde til sjøbunn.</p> <p>58 °08.430 N, 7 °59.569 Ø</p>	



### 3.3 Resultater

Resultatene av den gjennomførte undersøkelsen er vist i Tabell 3 og fargene tilsvarer tilstandsklassene i tabell 1. Fullstendige analyserapporter er gitt i vedlegg 2.

Følgende forbindelser er påvist over tilstandsklasse 2 (god):

- TBT: Tilstandsklasse V (svært dårlig), men lavere enn grenseverdi for trinn 1 i samtlige stasjoner.
- Antracen: Tilstandsklasse IV (dårlig) i stasjon 1 (0-2 cm) og stasjon 3 (0-2 cm).
- Fluoranten, krysen, benso(b)fluoranten, benso(k)fluoranten, benso(pyren), benso(ghi)perylen og indeno(123cd)pyren: Tilstandsklasse IV i stasjon 3 (0-2 cm).
- Naftalen: Tilstandsklasse III i en prøve.
- Antracen: Tilstandsklasse III (moderat) i tre prøver.
- Pyren: Tilstandsklasse III i fem prøver.
- Benso(a)antracen: Tilstandsklasse III i tre prøver.
- Dibenso(ah)antracen: Tilstandsklasse III i en prøve.
- Sink: Tilstandsklasse III i en prøve.

Konsentrasjonen av forurensningsparametere er størst i stasjon 1 0-2 cm, og i stasjon 3 0-2 cm. Den laveste konsentrasjonen av forurensningsparametere er knyttet til blandprøvene i stasjonene, det vil si sedimentene dypere enn 2 cm.

Tabell 3 Analyseresultater, fargekodet etter klassifiseringssystem beskrevet i kapittel 3.1.2. Parametere som ikke er påvist over rapporteringsgrensen er farget med grå bakgrunn.

Parameter	Enhet	Stasjon 1	Stasjon 1	Stasjon 2	Stasjon 2	Stasjon 3	Stasjon3	Stasjon 4	Stasjon 4	Gjennomsnitts-konsentrasjon	Trinn 1 grenseverdi
Prøvetakingsnivå		0-2cm	blandprøve	0-2cm	blandprøve	0-2cm	blandprøve	0-2cm	blandprøve		
Tørrestoff (E)	%	76,4	77,6	71,8	71,5	66,6	66,8	65,7	66		
Vanninnhold	%	23,6	22,4	28,2	28,5	33,4	33,2	34,3	34		
Kornstørrelse >63 µm	%	70,2	64,6	16	8,8	13,2	3,3	25,9	3,9		
Kornstørrelse <2 µm	%	3,1	4,1	10,5	11,4	14,8	18,1	15,4	19		
TOC	% TS	1,66	0,666	0,274	0,267	0,618	0,584	1,27	0,186		
Naftalen	µg/kg TS	31	<10	<10	<10	12	<10	<10	<10	9,13	27
Acenafylen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	5,75	33
Acenaften	µg/kg TS	15	<10	<10	<10	43	<10	<10	<10	11,00	96
Fluoren	µg/kg TS	23	<10	<10	<10	69	<10	12	<10	16,38	150
Fenantren	µg/kg TS	125	37	50	<10	422	23	70	14	93,25	780
Antracen	µg/kg TS	40	12	17	<10	136	<10	26	<10	30,75	4,6
Fluoranten	µg/kg TS	212	103	118	<10	645	55	126	20	162,63	400
Pyren	µg/kg TS	183	96	99	<10	550	50	107	20	140,50	84
Benso(a)antracen^	µg/kg TS	109	58	54	<10	352	30	67	11	87,00	60
Krysen^	µg/kg TS	107	60	56	<10	303	19	61	13	79,25	280
Benso(b)fluoranten^	µg/kg TS	89	62	52	<10	221	24	57	11	66,50	140
Benso(k)fluoranten^	µg/kg TS	84	49	46	<10	216	23	56	10	62,38	135
Benso(a)pyren^	µg/kg TS	97	64	52	<10	258	28	64	14	73,75	183
Dibenso(ah)antracen^	µg/kg TS	18	11	<10	<10	37	<10	12	<10	12,25	27
Benso(ghi)perylen	µg/kg TS	70	44	35	<10	156	19	42	17	48,50	84
Indeno(123cd)pyren^	µg/kg TS	61	41	36	<10	171	13	32	15	46,75	63
Sum PAH-16	µg/kg TS	1300	640	620	n.d.	3600	280	730	99	1057,14	2000
Sum PAH carcinogene^	µg/kg TS	570	350	300	n.d.	1600	140	350	59		
Sum PCB-7	µg/kg TS	1,9	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	3,20	4,1
As (Arsen)	mg/kg TS	3,58	3,04	2,66	<0.50	4,51	<0.50	1,63	2,46	2,30	18
Pb (Bly)	mg/kg TS	29,7	14,3	75,3	57,3	15	13,3	18	13,9	29,60	150
Cu (Kopper)	mg/kg TS	34,7	26,5	31,4	27,4	38,9	32,6	36,6	31	32,39	84
Cr (Krom)	mg/kg TS	12,9	13,5	20,1	21,9	23,6	29,7	29	27,9	22,33	660
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	0,05	2,5
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	<0.20	0,10	0,52
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	25,4	18	27,1	20,3	26,6	23,4	31,3	25,9	24,75	42
Zn (Sink)	mg/kg TS	56,9	53,7	203	79,5	83,4	97,6	96,4	95,3	95,73	139
Tørrestoff (L)	%	73,3	74,1	70,8	72,2	66,1	65,6	64,9	66,7		
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	4,86	2,7	6,44	2,03	3,62	1,12	3,54	2,65		
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	2,51	1,67	1,45	<1	1,47	1,21	1,13	1,04		
Tributyltinnkation	µg/kg TS	24,9	15,5	22,6	11,3	14,3	3,78	18,7	10,3	15,17	35

Det er utført full kornfordelingsanalyse på en blandprøve, samt kornfordeling (<2µm, >63 µm).

Tabell 4: Klassifisering sediment

Stasjon	Dybde	Klassifisering
1	0-2 cm	Silting
	Blandprøve	Siltig sand
2	0-2 cm	Leirig silt
	Blandprøve	Leirig silt
3	0-2 cm	Leirig silt
	Blandprøve	Silt med leire
4	0-2 cm	Silt med leire
	Blandprøve	Silt med leire

## 4 Konklusjon/vurdering

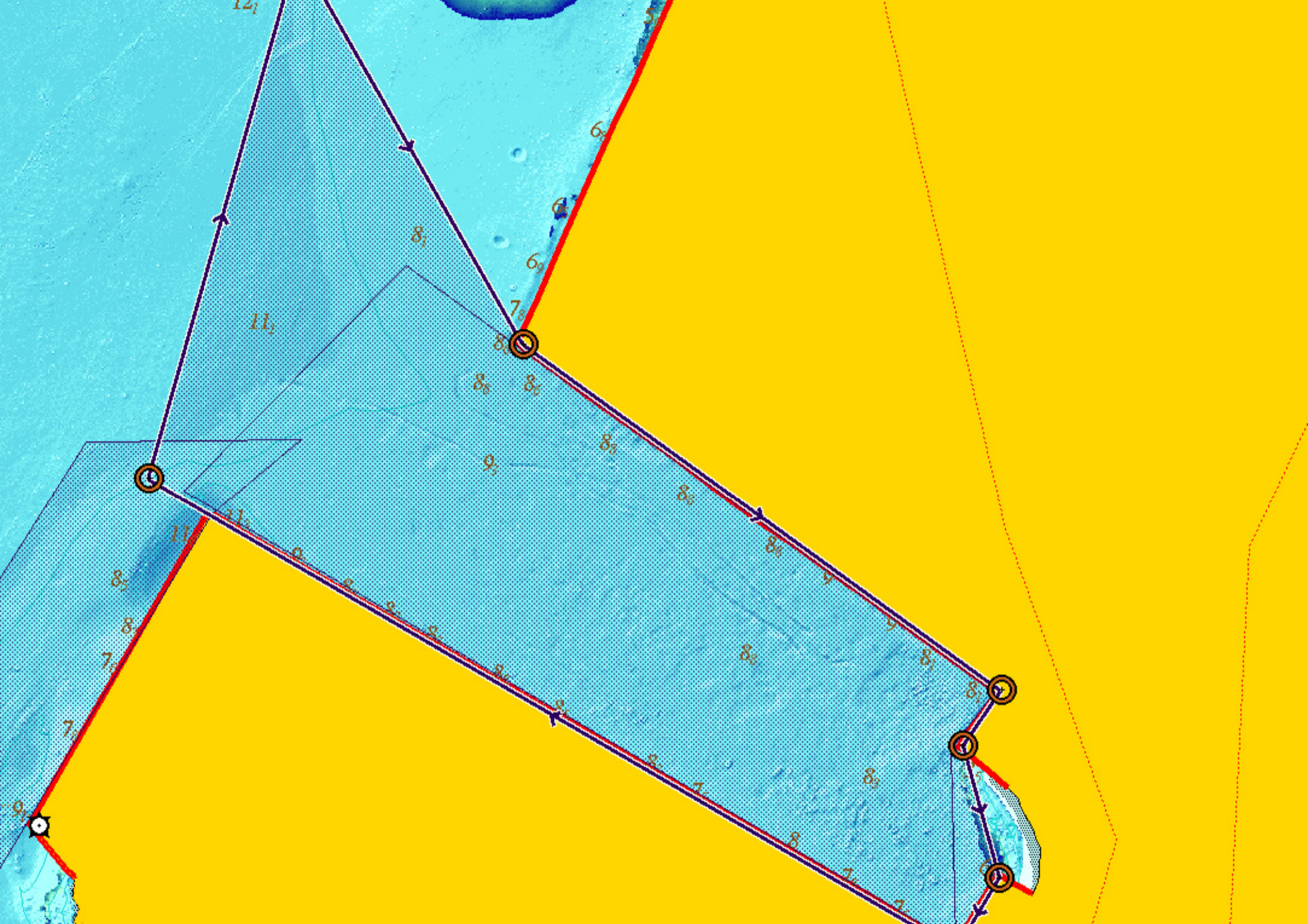
Kartlegging av sedimentene innenfor planlagt mudringsområde har vist at sedimentet er forurenset i en grad som innebærer økologisk risiko for sedimentlevende organismer.

Sedimentene inneholder en stor andel av fine partikler (leire og silt) og vil kunne virvles opp og spres ved mudring.

Det er noen arter av nasjonal forvaltningsinteresse i nærheten av tiltaksområdet.

Det må søkes Fylkesmannen om tillatelse til å gjennomføre mudringen. Ettersom det er påvist forurensning i sedimentene skal det også utarbeides en tiltaksplan for mudringsarbeidene.







Mottatt dato **2017-04-12**  
 Utstedt **2017-05-23**

Norconsult  
 Marte Eik Isaksen  
 Ansatt 93277  
 Henrik Wergelands gate 27  
 4612 Kristiansand S  
 Norway

Prosjekt **Sedimentundersøkelser containerhavna**  
 Bestnr **5172286**

**Revidert rapport som erstatter tidligere rapport med samme nummer.**  
 Endringer i resultater er angitt med skyggelagte rader.

## Analyse av sediment

Deres prøvenavn	<b>1 0-2cm Sediment</b>					
Labnummer	N00494888					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis*	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
Tørrstoff (E)	<b>76.4</b>	4.61	%	2	2	NADO
Vanninnhold	<b>23.6</b>	1.45	%	2	2	NADO
Kornstørrelse >63 µm	<b>70.2</b>	7.0	%	2	2	NADO
Kornstørrelse <2 µm	<b>3.1</b>	0.3	%	2	2	NADO
Kornfordeling	-----		se vedl.	2	2	NADO
TOC	<b>1.66</b>		% TS	2	2	NADO
Naftalen	<b>31</b>	9.41	µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaftylene	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaften	<b>15</b>	4.48	µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoren	<b>23</b>	6.92	µg/kg TS	2	2	NADO
Fenantren	<b>125</b>	37.4	µg/kg TS	2	2	NADO
Antracene	<b>40</b>	12.0	µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoranten	<b>212</b>	63.7	µg/kg TS	2	2	NADO
Pyren	<b>183</b>	55.0	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)antracene <sup>^</sup>	<b>109</b>	32.7	µg/kg TS	2	2	NADO
Krysen <sup>^</sup>	<b>107</b>	32.2	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	<b>89</b>	26.8	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<b>84</b>	25.3	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	<b>97</b>	29.1	µg/kg TS	2	2	NADO
Dibenso(ah)antracene <sup>^</sup>	<b>18</b>	5.46	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(ghi)perylene	<b>70</b>	20.9	µg/kg TS	2	2	NADO
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	<b>61</b>	18.3	µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH-16*	<b>1300</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	<b>570</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 28	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 52	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 101	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 118	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 138	<b>1.13</b>	0.338	µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 153	<b>0.76</b>	0.229	µg/kg TS	2	2	NADO





Deres prøvenavn	<b>1 0-2cm Sediment</b>					
Labnummer	N00494888					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PCB-7*</b>	<b>1.9</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>As (Arsen)</b>	<b>3.58</b>	0.72	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pb (Bly)</b>	<b>29.7</b>	5.9	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cu (Kopper)</b>	<b>34.7</b>	6.94	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cr (Krom)</b>	<b>12.9</b>	2.57	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cd (Kadmium)</b>	<b>&lt;0.10</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Hg (Kvikksølv)</b>	<b>&lt;0.20</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Ni (Nikkel)</b>	<b>25.4</b>	5.1	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Zn (Sink)</b>	<b>56.9</b>	11.4	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Tørrstoff (L)</b>	<b>73.3</b>	2	%	3	V	NADO
<b>Monobutyltinnkation</b>	<b>4.86</b>	1.92	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Dibutyltinnkation</b>	<b>2.51</b>	1.01	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Tributyltinnkation</b>	<b>24.9</b>	7.9	µg/kg TS	3	T	NADO



Deres prøvenavn	<b>1 bland Sediment</b>					
Labnummer	N00494889					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Sedimentpakke-basis*</b>	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
<b>Tørrstoff (E)</b>	<b>77.6</b>	4.68	%	2	2	NADO
<b>Vanninnhold</b>	<b>22.4</b>	1.38	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>64.6</b>	6.4	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>4.1</b>	0.4	%	2	2	NADO
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	2	2	NADO
<b>TOC</b>	<b>0.666</b>		% TS	2	2	NADO
<b>Naftalen</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaftylen</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaften</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoren</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fenantren</b>	<b>37</b>	11.1	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Antracen</b>	<b>12</b>	3.46	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoranten</b>	<b>103</b>	30.9	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pyren</b>	<b>96</b>	28.8	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(a)antracen<sup>^</sup></b>	<b>58</b>	17.3	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Krysen<sup>^</sup></b>	<b>60</b>	17.9	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(b)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>62</b>	18.5	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(k)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>49</b>	14.8	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(a)pyren<sup>^</sup></b>	<b>64</b>	19.2	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Dibenso(ah)antracen<sup>^</sup></b>	<b>11</b>	3.31	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(ghi)perylene</b>	<b>44</b>	13.2	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Indeno(123cd)pyren<sup>^</sup></b>	<b>41</b>	12.2	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PAH-16*</b>	<b>640</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PAH carcinogene<sup>^*</sup></b>	<b>350</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 52</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 101</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 118</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 138</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 153</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PCB-7*</b>	<b>n.d.</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>As (Arsen)</b>	<b>3.04</b>	0.61	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pb (Bly)</b>	<b>14.3</b>	2.8	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cu (Kopper)</b>	<b>26.5</b>	5.29	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cr (Krom)</b>	<b>13.5</b>	2.70	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cd (Kadmium)</b>	<b>&lt;0.10</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Hg (Kvikksølv)</b>	<b>&lt;0.20</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Ni (Nikkel)</b>	<b>18.0</b>	3.6	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Zn (Sink)</b>	<b>53.7</b>	10.7	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Tørrstoff (L)</b>	<b>74.1</b>	2	%	3	V	NADO
<b>Monobutyltinnkation</b>	<b>2.70</b>	1.07	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Dibutyltinnkation</b>	<b>1.67</b>	0.70	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Tributyltinnkation</b>	<b>15.5</b>	4.9	µg/kg TS	3	T	NADO



Deres prøvenavn	<b>2 0-2 cm Sediment</b>					
Labnummer	N00494890					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Sedimentpakke-basis*</b>	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
Tørrstoff (E)	<b>71.8</b>	4.34	%	2	2	NADO
Vanninnhold	<b>28.2</b>	1.72	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>16.0</b>	1.6	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>10.5</b>	1.0	%	2	2	NADO
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	2	2	NADO
<b>TOC</b>	<b>0.274</b>		% TS	2	2	NADO
<b>Naftalen</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaftylen</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaften</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoren</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fenantren</b>	<b>50</b>	14.8	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Antracen</b>	<b>17</b>	5.00	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoranten</b>	<b>118</b>	35.6	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pyren</b>	<b>99</b>	29.7	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(a)antracen<sup>^</sup></b>	<b>54</b>	16.2	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Krysen<sup>^</sup></b>	<b>56</b>	16.7	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(b)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>52</b>	15.6	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(k)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>46</b>	13.8	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(a)pyren<sup>^</sup></b>	<b>52</b>	15.6	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Dibenso(ah)antracen<sup>^</sup></b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(ghi)perylene</b>	<b>35</b>	10.6	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Indeno(123cd)pyren<sup>^</sup></b>	<b>36</b>	10.7	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PAH-16*</b>	<b>620</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PAH carcinogene<sup>^*</sup></b>	<b>300</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 52</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 101</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 118</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 138</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 153</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PCB-7*</b>	<b>n.d.</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>As (Arsen)</b>	<b>2.66</b>	0.53	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pb (Bly)</b>	<b>75.3</b>	15.0	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cu (Kopper)</b>	<b>31.4</b>	6.29	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cr (Krom)</b>	<b>20.1</b>	4.02	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cd (Kadmium)</b>	<b>&lt;0.10</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Hg (Kvikksølv)</b>	<b>&lt;0.20</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Ni (Nikkel)</b>	<b>27.1</b>	5.4	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Zn (Sink)</b>	<b>203</b>	40.5	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Tørrstoff (L)</b>	<b>70.8</b>	2	%	3	V	NADO
<b>Monobutyltinnkation</b>	<b>6.44</b>	2.53	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Dibutyltinnkation</b>	<b>1.45</b>	0.62	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Tributyltinnkation</b>	<b>22.6</b>	7.2	µg/kg TS	3	T	NADO



Deres prøvenavn	<b>2 bland Sediment</b>					
Labnummer	N00494891					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Sedimentpakke-basis*</b>	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
Tørrstoff (E)	<b>71.5</b>	4.32	%	2	2	NADO
Vanninnhold	<b>28.5</b>	1.74	%	2	2	NADO
Kornstørrelse >63 µm	<b>8.8</b>	0.9	%	2	2	NADO
Kornstørrelse <2 µm	<b>11.4</b>	1.1	%	2	2	NADO
Kornfordeling	-----		se vedl.	2	2	NADO
TOC	<b>0.267</b>		% TS	2	2	NADO
Naftalen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaftalen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaften	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoren	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fenantren	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Antracen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoranten	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Pyren	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Krysen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(ghi)perylene	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH-16*	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	2	2	NADO
Pb (Bly)	<b>57.3</b>	11.4	mg/kg TS	2	2	NADO
Cu (Kopper)	<b>27.4</b>	5.48	mg/kg TS	2	2	NADO
Cr (Krom)	<b>21.9</b>	4.38	mg/kg TS	2	2	NADO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	2	2	NADO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	2	2	NADO
Ni (Nikkel)	<b>20.3</b>	4.1	mg/kg TS	2	2	NADO
Zn (Sink)	<b>79.5</b>	15.9	mg/kg TS	2	2	NADO
Tørrstoff (L)	<b>72.2</b>	2	%	3	V	NADO
Monobutyltinnkation	<b>2.03</b>	0.80	µg/kg TS	3	T	NADO
Dibutyltinnkation	<1		µg/kg TS	3	T	NADO
Tributyltinnkation	<b>11.3</b>	3.6	µg/kg TS	3	T	NADO



Deres prøvenavn	<b>2 bland Sediment</b>					
Labnummer	N00494891					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Kornstørrelse >2 mm	1.65		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 1-2 mm	0.50		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,5-1 mm	1.21		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,25-0,5 mm	2.15		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,125-0,25 mm	1.40		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,063-0,125 mm	1.93		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,032-0,063 mm	8.83		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,016-0,032 mm	20.5		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,008-0,016 mm	22.8		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,004-0,008 mm	14.0		%	4	2	NADO
Kornstørrelse 0,002-0,004 mm	13.6		%	4	2	NADO
Kornstørrelse < 0,002 mm	11.4		%	4	2	NADO
Kornfordeling	-----		se vedl.	4	2	NADO



Deres prøvenavn	<b>3 0-2 cm Sediment</b>					
Labnummer	N00494892					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Sedimentpakke-basis*</b>	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
<b>Tørrstoff (E)</b>	<b>66.6</b>	4.03	%	2	2	NADO
<b>Vanninnhold</b>	<b>33.4</b>	2.03	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>13.2</b>	1.3	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>14.8</b>	1.5	%	2	2	NADO
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	2	2	NADO
<b>TOC</b>	<b>0.618</b>		% TS	2	2	NADO
<b>Naftalen</b>	<b>12</b>	3.70	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaftalen</b>	<b>11</b>	3.20	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaften</b>	<b>43</b>	13.0	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoren</b>	<b>69</b>	20.7	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fenantren</b>	<b>422</b>	127	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Antracen</b>	<b>136</b>	40.6	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoranten</b>	<b>645</b>	194	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pyren</b>	<b>550</b>	165	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(a)antracen<sup>^</sup></b>	<b>352</b>	106	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Krysen<sup>^</sup></b>	<b>303</b>	90.8	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(b)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>221</b>	66.3	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(k)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>216</b>	64.9	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(a)pyren<sup>^</sup></b>	<b>258</b>	77.5	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Dibenso(ah)antracen<sup>^</sup></b>	<b>37</b>	11.1	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(ghi)perylene</b>	<b>156</b>	46.9	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Indeno(123cd)pyren<sup>^</sup></b>	<b>171</b>	51.3	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PAH-16*</b>	<b>3600</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PAH carcinogene<sup>^*</sup></b>	<b>1600</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 52</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 101</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 118</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 138</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 153</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PCB-7*</b>	<b>n.d.</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>As (Arsen)</b>	<b>4.51</b>	0.90	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pb (Bly)</b>	<b>15.0</b>	3.0	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cu (Kopper)</b>	<b>38.9</b>	7.78	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cr (Krom)</b>	<b>23.6</b>	4.72	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cd (Kadmium)</b>	<b>&lt;0.10</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Hg (Kvikksølv)</b>	<b>&lt;0.20</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Ni (Nikkel)</b>	<b>26.6</b>	5.3	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Zn (Sink)</b>	<b>83.4</b>	16.7	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Tørrstoff (L)</b>	<b>66.1</b>	2	%	3	V	NADO
<b>Monobutyltinnkation</b>	<b>3.62</b>	1.44	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Dibutyltinnkation</b>	<b>1.47</b>	0.65	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Tributyltinnkation</b>	<b>14.3</b>	4.6	µg/kg TS	3	T	NADO





Deres prøvenavn	<b>3 bland Sediment</b>					
Labnummer	N00494893					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Sedimentpakke-basis*</b>	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
Tørrstoff (E)	<b>66.8</b>	4.04	%	2	2	NADO
Vanninnhold	<b>33.2</b>	2.02	%	2	2	NADO
Kornstørrelse >63 µm	<b>3.3</b>	0.3	%	2	2	NADO
Kornstørrelse <2 µm	<b>18.1</b>	1.8	%	2	2	NADO
Kornfordeling	-----		se vedl.	2	2	NADO
TOC	<b>0.584</b>		% TS	2	2	NADO
Naftalen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaftalen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaften	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoren	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fenantren	<b>23</b>	6.86	µg/kg TS	2	2	NADO
Antracen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoranten	<b>55</b>	16.4	µg/kg TS	2	2	NADO
Pyren	<b>50</b>	14.9	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	<b>30</b>	9.05	µg/kg TS	2	2	NADO
Krysen <sup>^</sup>	<b>19</b>	5.78	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	<b>24</b>	7.14	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	<b>23</b>	6.88	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	<b>28</b>	8.27	µg/kg TS	2	2	NADO
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(ghi)perylene	<b>19</b>	5.78	µg/kg TS	2	2	NADO
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	<b>13</b>	3.79	µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH-16*	<b>280</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	<b>140</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PCB-7*	<b>n.d.</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
As (Arsen)	<0.50		mg/kg TS	2	2	NADO
Pb (Bly)	<b>13.3</b>	2.7	mg/kg TS	2	2	NADO
Cu (Kopper)	<b>32.6</b>	6.52	mg/kg TS	2	2	NADO
Cr (Krom)	<b>29.7</b>	5.93	mg/kg TS	2	2	NADO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	2	2	NADO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	2	2	NADO
Ni (Nikkel)	<b>23.4</b>	4.7	mg/kg TS	2	2	NADO
Zn (Sink)	<b>97.6</b>	19.5	mg/kg TS	2	2	NADO
Tørrstoff (L)	<b>65.6</b>	2	%	3	V	NADO
Monobutyltinnkation	<b>1.12</b>	0.45	µg/kg TS	3	T	NADO
Dibutyltinnkation	<b>1.21</b>	0.53	µg/kg TS	3	T	NADO
Tributyltinnkation	<b>3.78</b>	1.20	µg/kg TS	3	T	NADO



Deres prøvenavn	4 0-2cm Sediment					
Labnummer	N00494894					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
Sedimentpakke-basis*	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
Tørrstoff (E)	65.7	3.97	%	2	2	NADO
Vanninnhold	34.3	2.09	%	2	2	NADO
Kornstørrelse >63 µm	25.9	2.6	%	2	2	NADO
Kornstørrelse <2 µm	15.4	1.5	%	2	2	NADO
Kornfordeling	-----		se vedl.	2	2	NADO
TOC	1.27		% TS	2	2	NADO
Naftalen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaftylen	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Acenaften	<10		µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoren	12	3.60	µg/kg TS	2	2	CAFR
Fenantren	70	20.9	µg/kg TS	2	2	NADO
Antracen	26	7.90	µg/kg TS	2	2	NADO
Fluoranten	126	38.0	µg/kg TS	2	2	NADO
Pyren	107	32.2	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)antracen <sup>^</sup>	67	20.1	µg/kg TS	2	2	NADO
Krysen <sup>^</sup>	61	18.3	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(b)fluoranten <sup>^</sup>	57	17.1	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(k)fluoranten <sup>^</sup>	56	16.8	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(a)pyren <sup>^</sup>	64	19.1	µg/kg TS	2	2	NADO
Dibenso(ah)antracen <sup>^</sup>	12	3.52	µg/kg TS	2	2	NADO
Benso(ghi)perylene	42	12.5	µg/kg TS	2	2	NADO
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	32	9.71	µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH-16*	730		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PAH carcinogene <sup>^*</sup>	350		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 28	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 52	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 101	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 118	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 138	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 153	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
PCB 180	<0.70		µg/kg TS	2	2	NADO
Sum PCB-7*	n.d.		µg/kg TS	2	2	NADO
As (Arsen)	1.63	0.33	mg/kg TS	2	2	NADO
Pb (Bly)	18.0	3.6	mg/kg TS	2	2	NADO
Cu (Kopper)	36.6	7.32	mg/kg TS	2	2	NADO
Cr (Krom)	29.0	5.81	mg/kg TS	2	2	NADO
Cd (Kadmium)	<0.10		mg/kg TS	2	2	NADO
Hg (Kvikksølv)	<0.20		mg/kg TS	2	2	NADO
Ni (Nikkel)	31.3	6.3	mg/kg TS	2	2	NADO
Zn (Sink)	96.4	19.3	mg/kg TS	2	2	NADO
Tørrstoff (L)	64.9	2	%	3	V	NADO
Monobutyltinnkation	3.54	1.40	µg/kg TS	3	T	NADO
Dibutyltinnkation	1.13	0.50	µg/kg TS	3	T	NADO
Tributyltinnkation	18.7	6.0	µg/kg TS	3	T	NADO



Deres prøvenavn	<b>4 bland Sediment</b>					
Labnummer	N00494895					
Analyse	Resultater	Usikkerhet (±)	Enhet	Metode	Utført	Sign
<b>Sedimentpakke-basis*</b>	-----		Arbetsmoment	1	1	NADO
<b>Tørrstoff (E)</b>	<b>66.0</b>	3.99	%	2	2	NADO
<b>Vanninnhold</b>	<b>34.0</b>	2.07	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &gt;63 µm</b>	<b>3.9</b>	0.4	%	2	2	NADO
<b>Kornstørrelse &lt;2 µm</b>	<b>19.0</b>	1.9	%	2	2	NADO
<b>Kornfordeling</b>	-----		se vedl.	2	2	NADO
<b>TOC</b>	<b>0.186</b>		% TS	2	2	NADO
<b>Naftalen</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaftalen</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Acenaften</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoren</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fenantren</b>	<b>14</b>	4.35	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Antracen</b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Fluoranten</b>	<b>20</b>	6.00	µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Pyren</b>	<b>20</b>	6.00	µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Benso(a)antracen<sup>^</sup></b>	<b>11</b>	3.30	µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Krysen<sup>^</sup></b>	<b>13</b>	3.90	µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Benso(b)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>11</b>	3.30	µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Benso(k)fluoranten<sup>^</sup></b>	<b>10</b>	3.00	µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Benso(a)pyren<sup>^</sup></b>	<b>14</b>	4.20	µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Dibenso(ah)antracen<sup>^</sup></b>	<b>&lt;10</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Benso(ghi)perylene</b>	<b>17</b>	5.15	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Indeno(123cd)pyren<sup>^</sup></b>	<b>15</b>	4.38	µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PAH-16*</b>	<b>99</b>		µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>Sum PAH carcinogene<sup>^*</sup></b>	<b>59</b>		µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>PCB 28</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 52</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>PCB 101</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>PCB 118</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>PCB 138</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>PCB 153</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>PCB 180</b>	<b>&lt;0.70</b>		µg/kg TS	2	2	NADO
<b>Sum PCB-7*</b>	<b>n.d.</b>		µg/kg TS	2	2	CAFR
<b>As (Arsen)</b>	<b>2.46</b>	0.49	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Pb (Bly)</b>	<b>13.9</b>	2.8	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cu (Kopper)</b>	<b>31.0</b>	6.20	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cr (Krom)</b>	<b>27.9</b>	5.59	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Cd (Kadmium)</b>	<b>&lt;0.10</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Hg (Kvikksølv)</b>	<b>&lt;0.20</b>		mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Ni (Nikkel)</b>	<b>25.9</b>	5.2	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Zn (Sink)</b>	<b>95.3</b>	19.0	mg/kg TS	2	2	NADO
<b>Tørrstoff (L)</b>	<b>66.7</b>	2	%	3	V	NADO
<b>Monobutyltinnkation</b>	<b>2.65</b>	1.07	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Dibutyltinnkation</b>	<b>1.04</b>	0.47	µg/kg TS	3	T	NADO
<b>Tributyltinnkation</b>	<b>10.3</b>	3.3	µg/kg TS	3	T	NADO



\*etter parameternavn indikerer at analysen er utført uakkreditert ved ALS Laboratory Group Norway AS eller underleverandør. Utførende laboratorium er oppgitt i tabell kalt Utf.

n.d. betyr ikke påvist.

n/a betyr ikke analyserbart.

< betyr mindre enn.

> betyr større enn.

Metodespesifikasjon	
1	<b>Pakkenavn «Sedimentpakke basis»</b> Øvrig metodeinformasjon til de ulike analysene sees under
2	<b>«Sediment basispakke» Risikovurdering av sediment</b>  <b>Bestemmelse av vanninnhold og tørrstoff</b>  Metode: ISO 11465 Måleprinsipp: Tørrstoff bestemmes gravimetrisk og vanninnhold beregnes utfra målte verdier. Rapporteringsgrense: 0,10 % Måleusikkerhet: 5 %  <b>Bestemmelse av Kornfordeling (&lt;63 µm, &gt;63 µm og &lt;2 µm)</b>  Metode: ISO 11277:2009 Måleprinsipp: Laserdiffraksjon Rapporteringsgrense: 0,10 %  <b>Bestemmelse av TOC</b>  Metode: ISO 10694, EN 13137, EN 15936 Måleprinsipp: Coulometrisk bestemmelse Rapporteringsgrense: 0,010 %TS  <b>Bestemmelse av polysykliske aromatiske hydrokarboner, PAH-16</b>  Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 10 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 %  <b>Bestemmelse av polyklorete bifenyler, PCB-7</b>  Metode: EPA 429, EPA 1668, EPA 3550 Måleprinsipp: GC/MSD Rapporteringsgrenser: 0,7 µg/kg TS Måleusikkerhet: 30 %  <b>Bestemmelse av metaller, M-1C</b>  Metode: EPA 200.7, ISO 11885, EPA 6010, SM 3120 Måleprinsipp: ICP-AES Rapporteringsgrenser: As(0.50), Cd(0.10), Cr(0.25), Cu(0.10), Pb(1.0), Hg(0.20), Ni(5.0), Zn(1.0)



Metodespesifikasjon	
Måleusikkerhet:	alle enheter i mg/kg TS 20 %
3	<p>«Sediment basispakke» <b>Risikovurdering av sediment</b></p> <p><b>Bestemmelse av tinnorganiske forbindelser</b></p> <p>Metode: ISO 23161:2011                      Deteksjon og kvantifisering: GC-ICP-SFMS                      Rapporteringsgrenser: 1 µg/kg TS</p>
4	<p><b>Bestemmelse av kornfordeling – 12 fraksjoner – i jord og sediment</b></p> <p>Metode: ISO 11277:2009                      Måleprinsipp: Kombinasjon av våtsikting og laserdiffraksjon (&gt;2mm – &lt; 0.002 mm)                      Rapporteringsgrenser: 0.01 %                      Andre opplysninger: Brukes på prøver av jord og sediment som inneholder leire, silt, sand, småstein og grus. Det angis totalt 12 fraksjoner:                      &gt;2 mm                      1 - 2 mm                      0.5 – 1 mm                      0.25 – 0.5 mm                      0.125 – 0.25 mm                      0.063 – 0.125 mm                      0.032 – 0.063 mm                      0.016 – 0.032 mm                      0.008 – 0.016 mm                      0.004 – 0.008 mm                      0.002 – 0.004 mm                      &lt;0.002 mm</p>

Godkjenner	
CAFR	Camilla Fredriksen
NADO	Nadide Dönmez

Utf <sup>1</sup>	
T	GC-ICP-QMS
	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
V	Ansvarlig laboratorium: ALS Scandinavia AB, Aurorum 10, 977 75 Luleå, Sverige
1	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group Norway AS, Postboks 643 Skøyen, 0214 Oslo, Norge

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



Utf'	
	Leveringsadresse: Drammensveien 173, 0277 Oslo, Norge
2	Ansvarlig laboratorium: ALS Laboratory Group, ALS Czech Republic s.r.o, Na Harfě 9/336, Praha, Tsjekkia Lokalisering av andre ALS laboratorier: Ceska Lipa Bendlova 1687/7, 470 03 Ceska Lipa Pardubice V Raji 906, 530 02 Pardubice Kontakt ALS Laboratory Group Norge, for ytterligere informasjon

Måleusikkerheten angis som en utvidet måleusikkerhet (etter definisjon i "Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement", JCGM 100:2008 Corrected version 2010) 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.

Måleusikkerhet skal være tilgjengelig for akkrediterte metoder. For visse analyser der dette ikke oppgis i rapporten, vil dette oppgis ved henvendelse til laboratoriet.

Denne rapporten får kun gjengis i sin helhet, om ikke utførende laboratorium på forhånd har skriftlig godkjent annet. Resultatene gjelder bare de analyserte prøvene.

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.





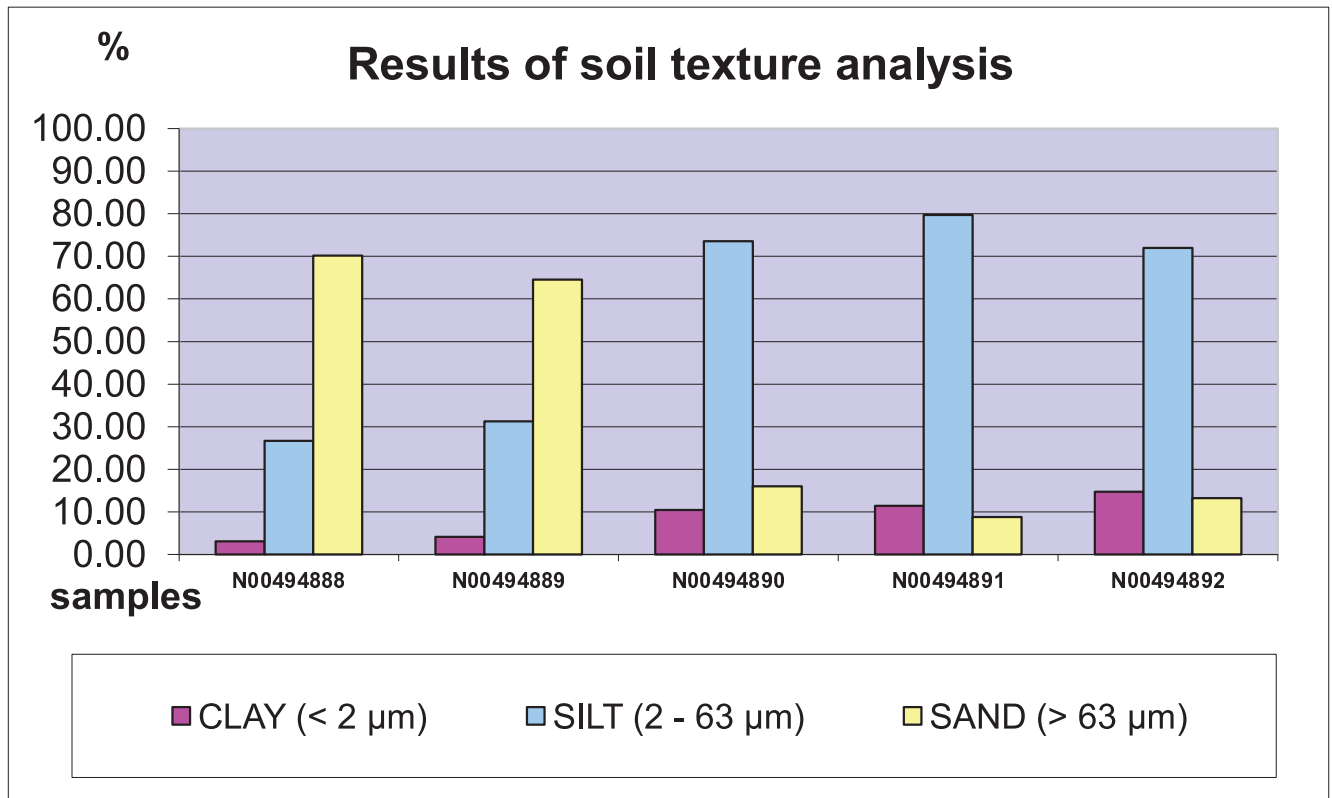
ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Attachment No. 1 to the Test Report No.: PR1709045**

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

**RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS**

Sample label:	N00494888	N00494889	N00494890	N00494891	N00494892
Lab. ID:	001	002	003	004	005
Gross sample weight [g]	30.79	36.42	29.41	45.54	24.01
CLAY (< 2 µm) [%]	3.14	4.14	10.46	11.43	14.77
SILT (2 - 63 µm) [%]	26.67	31.29	73.54	79.72	71.98
SAND (> 63 µm) [%]	70.19	64.57	16.00	8.85	13.24



**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:**

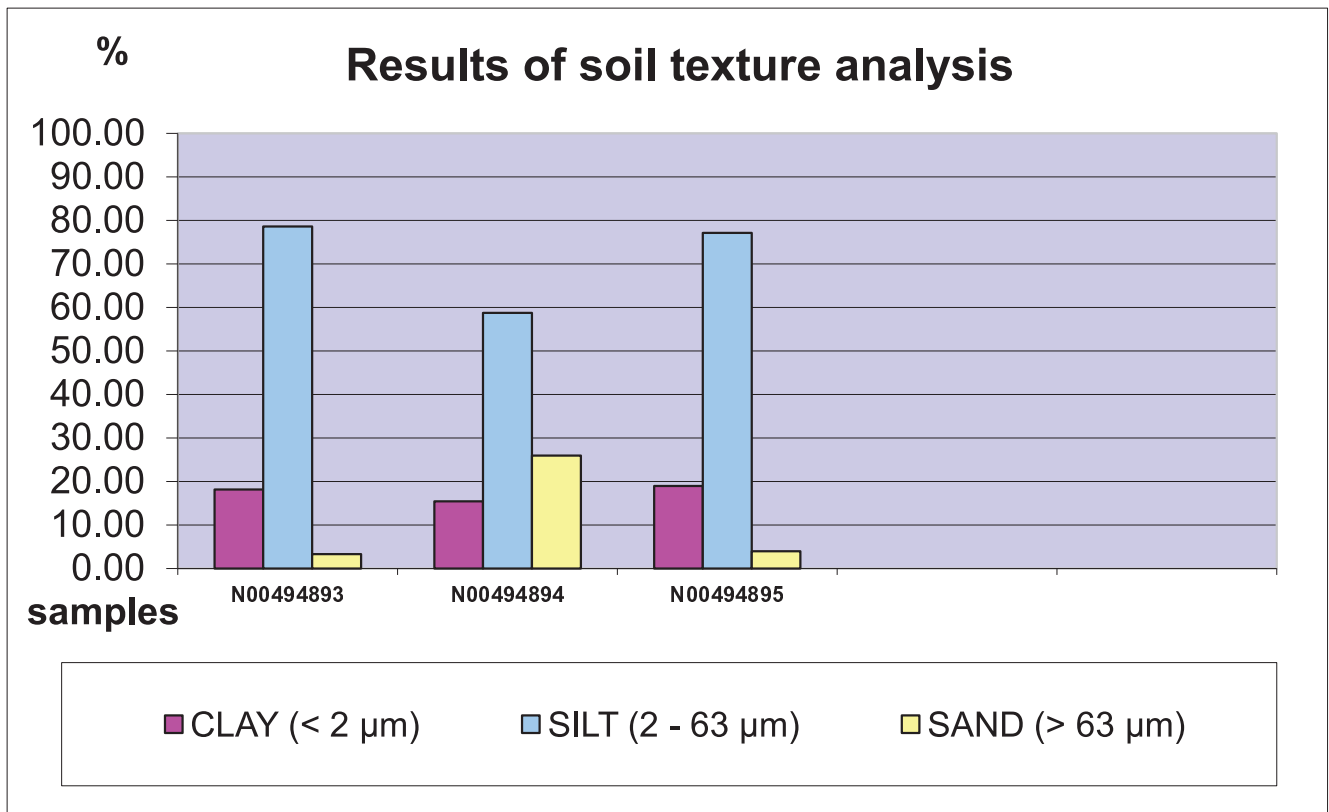


ALS Czech Republic, s.r.o., Na Harfě 336/9, 190 00 Praha 9

ALS Czech Republic, s.r.o., Laboratory Česká Lípa **Attachment No. 1 to the Test Report No.: PR1709045**  
Bendlova 1687/7, CZ-470 03 Česká Lípa, Czech Republic

## RESULTS OF SOIL TEXTURE ANALYSIS

Sample label:	N00494893	N00494894	N00494895
Lab. ID:	006	007	008
Gross sample weight [g]	26.32	29.35	19.34
CLAY (< 2 µm) [%]	18.11	15.38	18.97
SILT (2 - 63 µm) [%]	78.58	58.73	77.10
SAND (> 63 µm) [%]	3.31	25.89	3.93



**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:**



## RESULTS OF GRAIN SIZE ANALYSIS

<b>Sample label:</b>	<b>N00494891</b>
<b>Lab. ID:</b>	004
<b>Total weight of sample [g]</b>	45.54
<b>FW &lt; 0.063 mm [g]</b>	41.51
<b>FW 0.063-0.125 mm [g]</b>	0.88
<b>FW 0.125-0.250 mm [g]</b>	0.64
<b>FW 0.250-0.500 mm [g]</b>	0.98
<b>FW 0.500-1.000 mm [g]</b>	0.55
<b>FW 1.000-2.000 mm [g]</b>	0.23
<b>FW &gt; 2.000 mm [g]</b>	0.75
<b>q &lt; 0,002 mm [%]</b>	11.43
<b>q 0.002-0.004 mm [%]</b>	13.59
<b>q 0.004-0.008 mm [%]</b>	14.02
<b>q 0.008-0.016 mm [%]</b>	22.79
<b>q 0.016-0.032 mm [%]</b>	20.49
<b>q 0.032-0.063 mm [%]</b>	8.83
<b>q 0.063-0.125 mm [%]</b>	1.93
<b>q 0.125-0.250 mm [%]</b>	1.41
<b>q 0.250-0.500 mm [%]</b>	2.15
<b>q 0.500-1.000 mm [%]</b>	1.21
<b>q 1.000-2.000 mm [%]</b>	0.51
<b>q &gt; 2.000 mm [%]</b>	1.65
<b>Q &lt; 0,002 mm [%]</b>	11.43
<b>Q &lt; 0.004 mm [%]</b>	25.02
<b>Q &lt; 0.008 mm [%]</b>	39.05
<b>Q &lt; 0.016 mm [%]</b>	61.84
<b>Q &lt; 0.032 mm [%]</b>	82.32
<b>Q &lt; 0.063 mm [%]</b>	91.15
<b>Q &lt; 0.125 mm [%]</b>	93.08
<b>Q &lt; 0.250 mm [%]</b>	94.49
<b>Q &lt; 0.500 mm [%]</b>	96.64
<b>Q &lt; 1.000 mm [%]</b>	97.85
<b>Q &lt; 2.000 mm [%]</b>	98.35

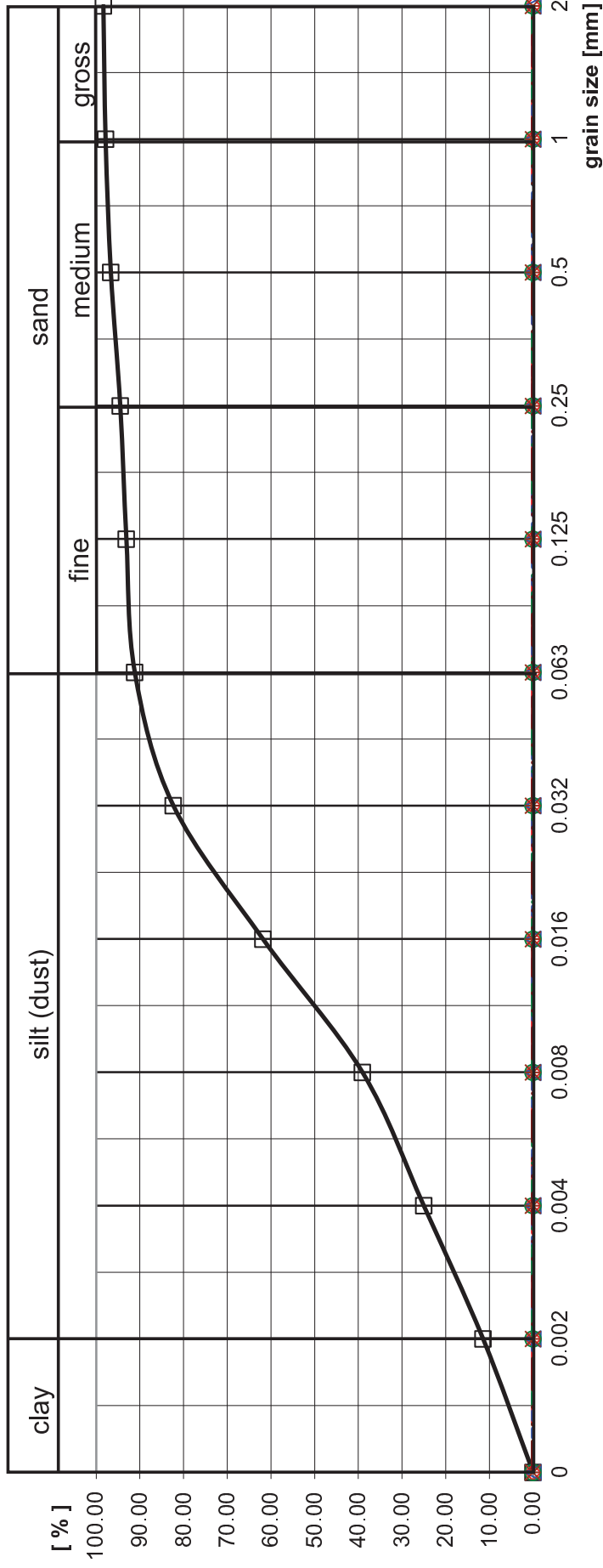
FW - fraction weight, q - fraction percentage part, Q - fraction cumulative part.

**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). Fractions > 2 mm, 1-2 mm, 0.5-1 mm, 0.25-0.50 mm, 0.125-0.25 mm and 0.063-0.125 mm were determined by wet sieving method, other fractions were determined from the fraction "<0.063 mm" by laser particle size analyzer using liquid dispersion mode.

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



**RESULTS OF GRAIN SIZE ANALYSIS**



—■— N00494891

## Vedlegg 2 Vurdering av Norsk Maritimt Museum, epost datert 5. oktober 2017

## Ulla Silje Nag

---

**Fra:** Elling Utvik Wammer <Elling.Utvik.Wammer@marmuseum.no>  
**Sendt:** 4. oktober 2017 12:27  
**Til:** Ulla Silje Nag  
**Kopi:** Frode Kvalø; Haukalid, Snorre; Isaksen Marte Eik  
**Emne:** SV: Mudring av sediment

Hei igjen, da svarer jeg direkte til prosjektleder Silje.

Arealet utenfor pollen ligger i planområdet for Kristiansand Fergeterminal, som ble undersøkt av NMM i 2015 (Rapport skrevet av Frode Kvalø, NMM). I tillegg viser NGUs rapport fra 2013 (nr. 2013\_007 side 29), at områdene rett utenfor antakelig består av fyllmasser. Dette tilsier at det også vil være fyllmasser nærmere land. Selve pollen virker å ha lavt potensial for funn, ettersom sjøbunnen skal være mudret og består av leire.

NMM har derfor ikke innvendinger til den planlagte mudringen i Kristiansand havn.

På grunn av områdets historisk viktige funksjon som havn, gjør vi særskilt oppmerksom på meldeplikten ved funn av kulturminner. Dersom det under arbeider i sjøen oppdages kulturhistorisk materiale som kan være vernet eller fredet (for eksempel vrakdelar, keramikk, bearbeidet flint, glass, kritt Piper eller annet), må arbeidene straks stanses og museet varsles, jf. kml § 14 tredje ledd. Tiltakshaver plikter å underrette den som skal utføre arbeidene om dette, men står også selv ansvarlig for at det blir overholdt.

Med vennlig hilsen

**Elling Utvik Wammer**  
Arkeolog/saksbehandler  
Konservator NMF

**Norsk folkemuseum**  
**Avdeling Norsk Maritimt Museum**  
**Seksjon for arkeologi**  
Postboks 720  
N-0214 Oslo  
Tlf. 474 73 036

---

**Fra:** Isaksen Marte Eik [mailto:Marte.Eik.Isaksen@norconsult.com]  
**Sendt:** 20. september 2017 12.13  
**Til:** Elling Utvik Wammer <Elling.Utvik.Wammer@marmuseum.no>  
**Kopi:** Frode Kvalø <Frode.Kvalo@marmuseum.no>; Haukalid, Snorre <Snorre.Haukalid@vaf.no>; Ulla Silje Nag <Silje.Nag.Ulla@norconsult.com>  
**Emne:** RE: Mudring av sediment

Hei,  
Jeg har ikke funnet at det er utført noen bunnkartlegginger (stratigrafisk). Det jeg fant var en undersøkelse utført av NGU, men dette så ut til å være med sidesøkende sonar og er kanskje den dere har sett tidligere. Jeg har også undersøkt med kommunen og de hadde ikke noe annet enn overordnede rapporter på hele byfjorden, men det så ikke ut til å være noe der heller:  
[http://www.miljodirektoratet.no/Global/dokumenter/tema/forurenset\\_sjobunn/opprydding/Kristiansandsfjorden/sluttrapport%20Kristiansandsfjorden%202007.pdf](http://www.miljodirektoratet.no/Global/dokumenter/tema/forurenset_sjobunn/opprydding/Kristiansandsfjorden/sluttrapport%20Kristiansandsfjorden%202007.pdf)



[http://www.miljodirektoratet.no/Global/dokumenter/tema/forurenset\\_sjobunn/opprydding/Kristiansandsfjorden/Revidert%20iltaksplan%20Kristiansandsfjorden%202011.pdf](http://www.miljodirektoratet.no/Global/dokumenter/tema/forurenset_sjobunn/opprydding/Kristiansandsfjorden/Revidert%20iltaksplan%20Kristiansandsfjorden%202011.pdf)

I tillegg til mudringsarbeidene som skal utføres kan det bli aktuelt med sprengning helt innerst i containerhavna dersom det påtreffes fjell.

Jeg har satt Silje Nag Ulla på kopi i denne mailen da hun nå overtar dette prosjektet.

Med vennlig hilsen

Marte Eik Isaksen

Miljørådgiver

Dir: +47 38 60 34 64 | Mob: +47 915 48 974

[marte.eik.isaksen@norconsult.com](mailto:marte.eik.isaksen@norconsult.com)

Norconsult AS

Henrik Wergelands gate 27, 4612 Kristiansand S

Tel: +47 38 60 34 60

[www.norconsult.no](http://www.norconsult.no)

*CONFIDENTIALITY AND DISCLAIMER NOTICE: This message is for the sole use of the intended recipients and may contain confidential information. If you are not an intended recipient, you are requested to notify the sender by reply e-mail and destroy all copies of the original message. Any unauthorized review, use, disclosure or distribution is prohibited. While the sender has taken reasonable precautions to minimize the risk of viruses, we cannot warrant the absence of, or accept liability for, any such viruses in this message or any attachment.*

---

**From:** Isaksen Marte Eik

**Sent:** 6. juli 2017 14:38

**To:** 'Elling Utvik Wammer' <[Elling.Utvik.Wammer@marmuseum.no](mailto:Elling.Utvik.Wammer@marmuseum.no)>

**Cc:** Frode Kvalø <[Frode.Kvalo@marmuseum.no](mailto:Frode.Kvalo@marmuseum.no)>; Haukalid, Snorre <[Snorre.Haukalid@vaf.no](mailto:Snorre.Haukalid@vaf.no)>

**Subject:** RE: Mudring av sediment

Hei,

Takk for tilbakemeldingen! Beklager sent svar men det har blitt en del endringer i omfanget av dette prosjektet. Det skal mudres ned til ca. -10,5 m, området hvor det skal mudres innenfor er ca. 28 000 m<sup>2</sup>, omtrentlig volum er 24 200 m<sup>3</sup>. Selve containerhavna (pollen) har blitt mudret tidligere. Det er ikke kjent om det er mudret i innseilingen (trekanten utenfor). Det er sand helt ytterst i området (rett utenfor pollen), mens det er leire/silt inne i pollen.

Havna undersøker om det er utført noen bunnkartlegginger og jeg kommer tilbake til det.

Med vennlig hilsen

Marte Eik Isaksen

Miljørådgiver

Dir: +47 38 60 34 64 | Mob: +47 915 48 974

[marte.eik.isaksen@norconsult.com](mailto:marte.eik.isaksen@norconsult.com)

Norconsult AS

Henrik Wergelands gate 27, 4612 Kristiansand S

Tel: +47 38 60 34 60

[www.norconsult.no](http://www.norconsult.no)

*CONFIDENTIALITY AND DISCLAIMER NOTICE: This message is for the sole use of the intended recipients and may contain confidential information. If you are not an intended recipient, you are requested to notify the sender by reply e-mail and destroy all copies of the original message. Any unauthorized review, use, disclosure or distribution is prohibited. While the sender has taken reasonable precautions to minimize the risk of viruses, we cannot warrant the absence of, or accept liability for, any such viruses in this message or any attachment.*

---

**From:** Elling Utvik Wammer [<mailto:Elling.Utvik.Wammer@marmuseum.no>]  
**Sent:** 24. mai 2017 14:06  
**To:** Isaksen Marte Eik <[Marte.Eik.Isaksen@norconsult.com](mailto:Marte.Eik.Isaksen@norconsult.com)>  
**Cc:** Frode Kvalø <[Frode.Kvalo@marmuseum.no](mailto:Frode.Kvalo@marmuseum.no)>; Haukalid, Snorre <[Snorre.Haukalid@vaf.no](mailto:Snorre.Haukalid@vaf.no)>  
**Subject:** SV: Mudring av sediment

Hei,

Vi viser til oversending den 19.05. (se under).

Innenfor området som planlegges mudret er det ingen kjente kulturminner per i dag. Området er imidlertid en sentral del av det gamle havneområdet for byen (jf. vedlagt kart fra 1600-tallet). Potensialet for vernede kulturminner i hht. Kulturminnelovens § 14 Skipsfunn (gjenstander, kulturlag og skipsvrak m.m.) er derfor i utgangspunktet svært høyt.

På den annen side har området vært anvendt som moderne havn med til dels store skip, som kan ha forårsaket propellspyling/erosjon o.l. Det er også grunn til å anta at sjøbunnen kan ha blitt forstyrret av utfyllinger o.l. Hvor mye som er bevart av den opprinnelige sjøbunnen er ikke kjent for NMM. Det har blitt kjørt sidesøkende sonar i området, som gir en oversikt over strukturer på bunnoverflaten. Vi kjenner imidlertid ikke til undersøkelser som har kartlagt sjøbunnens stratigrafi.

Dere opplyser ikke hvor dypt en planlegger å mudre eller hva slags masser en forventer å fjerne. Vi anmoder om at tiltakshaver/Norconsult oversender mer utfyllende informasjon om saken og eventuelle bunnkartlegginger, dersom slike eksisterer.

NMM vil på grunnlag av dette vurdere om det vil være nødvendig å gjennomføre en arkeologisk registrering i området, jf. kulturminnelovens § 9 (undersøkelsesplikten).

Med vennlig hilsen

**Elling Utvik Wammer**  
Arkeolog/saksbehandler  
Konservator NMF

**Norsk folkemuseum**  
**Avdeling Norsk Maritimt Museum**  
**Seksjon for arkeologi**  
Postboks 720  
N-0214 Oslo  
Tlf. 474 73 036

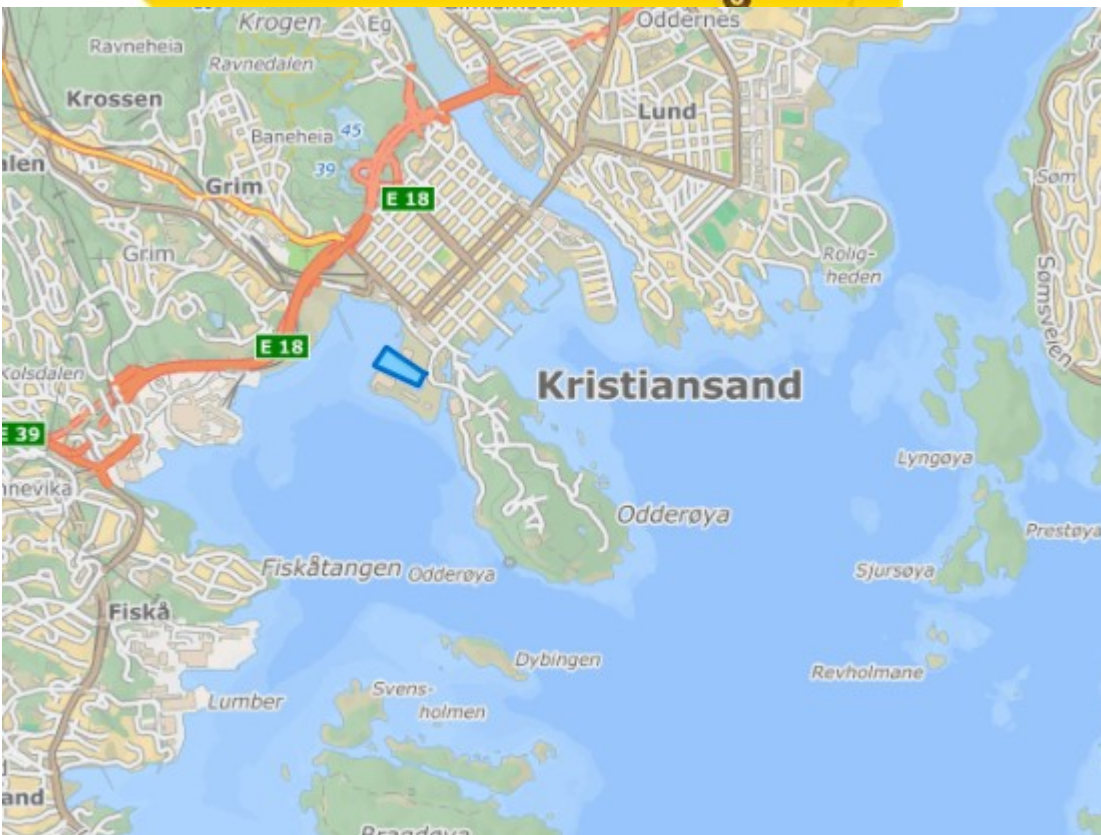
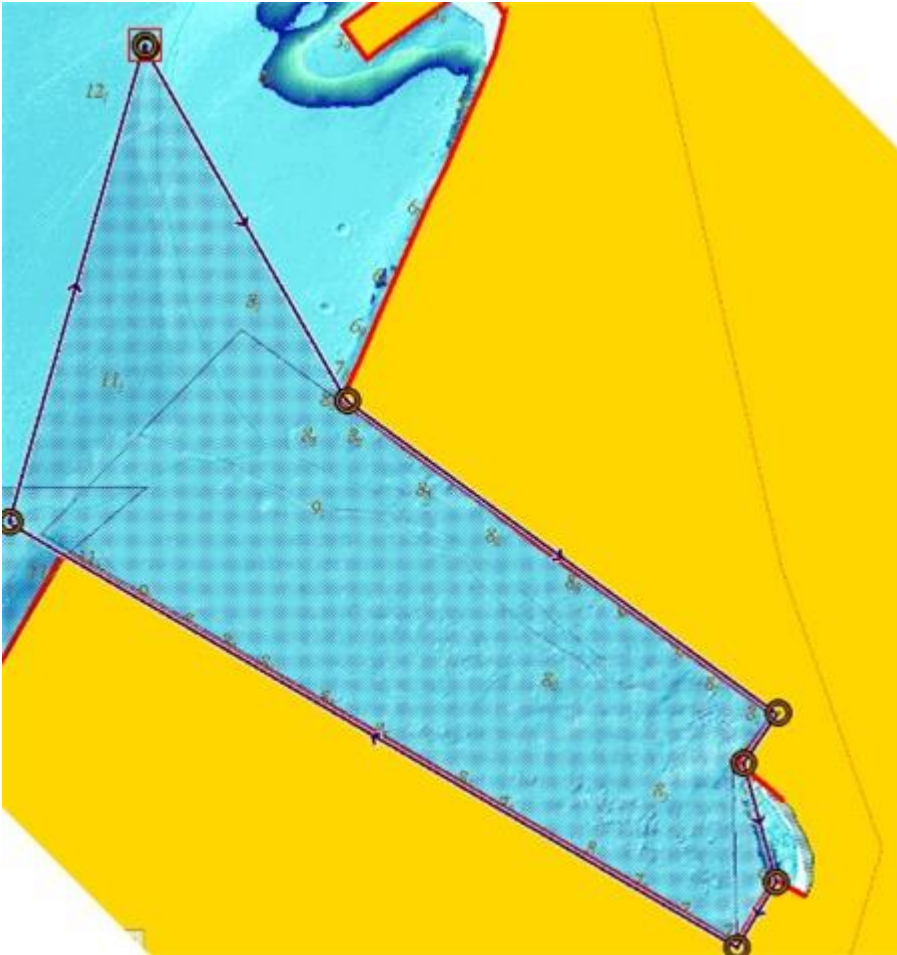
---

**Fra:** Isaksen Marte Eik [<mailto:Marte.Eik.Isaksen@norconsult.com>]  
**Sendt:** 19. mai 2017 10:03  
**Til:** NMM Fellespost <[fellespost@marmuseum.no](mailto:fellespost@marmuseum.no)>; Tori Falck <[Tori.Falck@marmuseum.no](mailto:Tori.Falck@marmuseum.no)>  
**Emne:** Mudring av sediment

Hei,

Som sagt over telefon skal det mudres sediment i containerhavna i Kristiansand. Er det skipsvrak/båtvrak, andre gjenstandsfunn i området, eller andre hensyn som må tas i en evt. mudring i området?

Se kartutsnitt over området under, det ligger like ved sentrum. Si ifra dersom du trenger noe mer informasjon.



Med vennlig hilsen

Marte Eik Isaksen

Miljørådgiver

Dir: +47 38 60 34 64 | Mob: +47 915 48 974

[marte.eik.isaksen@norconsult.com](mailto:marte.eik.isaksen@norconsult.com)

**Norconsult AS**

Henrik Wergelands gate 27, 4612 Kristiansand S

Tel: +47 38 60 34 60

[www.norconsult.no](http://www.norconsult.no)

*CONFIDENTIALITY AND DISCLAIMER NOTICE: This message is for the sole use of the intended recipients and may contain confidential information. If you are not an intended recipient, you are requested to notify the sender by reply e-mail and destroy all copies of the original message. Any unauthorized review, use, disclosure or distribution is prohibited. While the sender has taken reasonable precautions to minimize the risk of viruses, we cannot warrant the absence of, or accept liability for, any such viruses in this message or any attachment.*

**Til:** Kristiansand havn v/Steffen B. Løvdahl  
**Fra:** Norconsult v/Silje Nag Ulla  
**Dato** 2017-11-03

## Muligheter for disponering av rene mudrede masser

### 1 Bakgrunn

Kristiansand Havn skal mudre i Containerhavna for å kunne ta imot større containerskip. Norconsult AS bistår Kristiansand Havn i forbindelse med miljøundersøkelser, tiltaksplan og søknader knyttet til tiltaket.

Tiltaket vil generere ca. 4 100 – 15 600 m<sup>3</sup> forurensede masser, samt ca. 8 600 – 20 100 m<sup>3</sup> rene overskuddsmasser. Avhengig av grunnforholdene kan det også bli generert noe sprengstein som følge av utdypingen.

Forurensede mudrede masser skal leveres godkjent avfallsmottak.

Iht. M350 (Håndteringsveilederen) finnes det tre alternative disponeringsløsninger for rene mudrede masser:

- Deponering i godkjent avfallsdeponi på land
- Nyttiggjøring i sjø eller på land, ved bruk som utfyllingsmasser, lokal deponering i strandkant eller i strandkantdeponi
- Dumping fra skip eller deponering i sjødeponi

Dette notatet oppsummerer undersøkelser og vurderinger av de ulike alternativene for disponering av rene masser.

Hensikten med notatet er å tydeliggjøre aktuelle bruksområder å disponere massene på, og for å brukes som grunnlag for søknad om dumping.

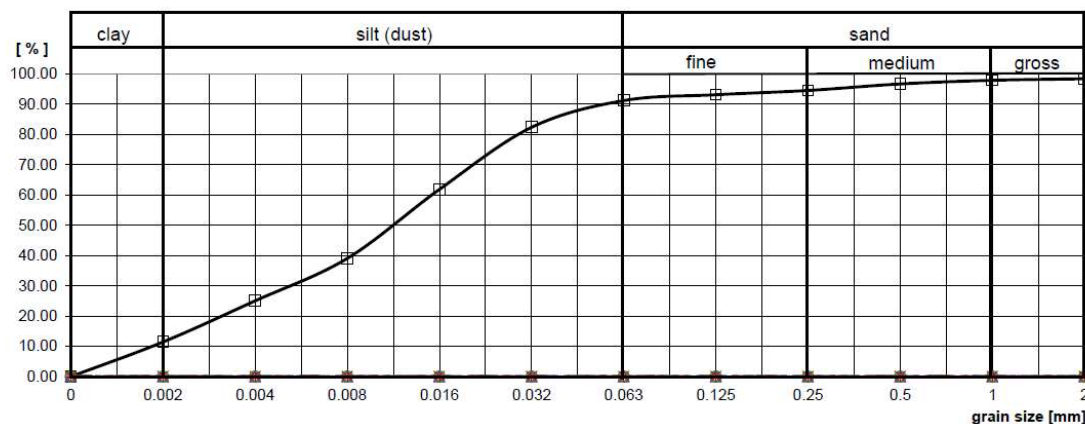
### 2 Avfallsets egenskaper

Avfallet består av mudret siltig leire/leirig silt som tilfredsstillende tilstandsklasse 2 iht. M608 og normverdier for forurenset grunn (tilstandsklasse 1 iht TA 2553). På grunn av innhold av leire kan massene «klumpe seg» ved utlegging i vann uten forbehandling. En oversikt over fysiske egenskaper er gitt i tabell 1 og kornfordeling i figur 1.

Tabell 1: Fysiske egenskaper rene mudrede masser Containerhavna

<b>Volum:</b>	8 600 – 20 100 m <sup>3</sup>
<b>Geografisk opphav:</b>	Containerhavna, Kristiansand
<b>Løsmassetype:</b>	Mudringsmasser av siltig leire – leirig silt
<b>Vanninnhold:</b>	29 – 34 %
<b>TOC:</b>	0,19 – 0,58 %
<b>d<sub>15</sub>:</b>	0,0026 mm
<b>D<sub>85</sub>:</b>	0,040 mm

## RESULTS OF GRAIN SIZE ANALYSIS



Figur 1: Kornfordeling i prøvepunkt 2 (bland 2) (ALS Laboratory Group Norway AS)

### 3 Deponering i avfallsdeponi på land

Rene mudrede masser er iht. Miljødirektoratets «Håndteringsveileder», M350 (Miljødirektoratet, 2015), å anse som et næringsavfall og skal i utgangspunktet leveres til et godkjent avfallsmottak.

Avfallsdeponier er anlagt på geologisk og hydrogeologisk spesielt egnede steder og oppbygd på en spesiell måte for å hindre utlekking av forurensning fra forurensede masser. Antall steder som er egnet til avfallsdeponier er begrenset. Det er derfor svært uheldig å fylle opp avfallsdeponier med store mengder rene masser. Disse kan disponeres på andre steder uten samme krav til geologiske barrierer mot utlekking.

Avhengig av om massene transporteres via sjø eller lastebil må man beregne fra ca. 200 – 600 kr eks. mva i deponerings- og transportkostnader per m<sup>3</sup> masse til godkjent avfallsmottak. Dette utgjør en total kostnad på 1,7 – 12 millioner for disponering av de rene massene alene.

Volumet rene masser som ev. skal transporteres tilsvarer ca. 1000 – 2500 lastebillass. Ved transport på bil vil transporten utgjøre en stor lokal trafikk- og miljøbelastning. Transport via skip vil sannsynligvis være både rimeligere og mer miljøvennlig.

Deponering av rene masser i avfallsdeponier er av økonomiske, ressurs- og miljømessige grunner ikke en anbefalt løsning så langt det er mulig å disponere massene på annen måte.

### 4 Nyttiggjøring

Forurensningsloven åpner for at rene mudrede masser kan nyttiggjøres. Med nyttiggjøring menes erstatte andre materialer som ellers ville blitt brukt i et tiltak som uansett er planlagt gjennomført. Massene som i dette tilfellet er aktuelt å nyttiggjøre består av siltig leire og leirig silt.

#### Fyllmasse

Massene har dårlig bæreevne og er derav ikke egnet til fyllmasse under vegger, bygninger og konstruksjoner.



### **Strandkantdeponi**

Etablering av strandkantdeponi med innfylling i konstruksjoner for eksempel cellespunt kan være en mulighet, men er svært kostbart og krever egnet sted og regulering.

### **Tettelag/tildeckingslag**

Massenes lave kornstørrelse gir massene gode tetteegenskaper og gjør at massene kan være egnet til tettlag på deponi/grøfter eller som tildeckingsmateriale for forurenset sjøbunn. Mudringsmassene er iht. M411 (Tildeckingsveilederen) kjemisk egnet som tildeckingsmasser ettersom innholdet av TOC er mindre enn 1 % og innholdet av forurensningsparametere er i tilstandsklasse II eller lavere iht. M608.

Ved tildekking av forurenset sediment stilles blant annet følgende fysiske krav til tildeckingsmaterialet:

$$d_{15} \text{ (tildeckingsmasser)} < 5 \times d_{85} \text{ (sediment)} \text{ (forhindrer utvasking av finstoff)}$$

$$d_{15} \text{ (tildeckingsmasser)} > 2 \times d_{15} \text{ (sediment)} \text{ (forhindrer overtrykk i sedimentet pga. utpresset porevann)}$$

Dette medfører at massene i området som skal tildekkes må oppfylle følgende krav:

$$d_{85} \text{ (sediment)} > 0,00052 \text{ mm og } d_{15} \text{ (sediment)} < 0,0013 \text{ mm}$$

Det må sannsynligvis spesielle målinger utover standard kornfordeling til for å bestemme om  $d_{15}$  er mindre enn 0,0013 mm. Uansett må det forurensete sedimentet som skal tildekkes ha et høyt leirinnhold for å oppfylle krav i tildeckingsveilederen.

Ved evt. bruk som tildeckingsmasser skal massene testes og beskrives iht. Miljødirektoratets tildeckingsveileder (M411) kapittel 3.1.1 og 3.1.2. og det må gjøres stedsspesifikke vurderinger som beskrevet i kapittel 6 i samme veileder.

### **Aktuelle tildeckingsprosjekter**

Kristiansand havn har vært i kontakt med Kristiansand kommune og Fylkesmannen i Vest-Agder og Aust-Agder for å finne lokale prosjekter som kan nyttiggjøre massene. Det er kommet opp to alternativer som kan være aktuelle ifbm tildekking av forurenset sjøbunn:

- Elkem ved Fiskå, Kristiansand
- Bredalsholmen, Kristiansand

Elkem har frist til 1. april 2018 for å ferdigstille tiltaksplan. De jobber med kartlegging og det er for tidlig å si konkret hva som skal gjøres, men det er ikke utenkelig at det kan bli behov for rene masser. Kristiansand havn har avtalt å holde kontakten og snakkes nærmere når deres tiltaksplan nærmer seg ferdigstillelse.

Kristiansand Eiendom koordinerer prosjektet ved Bredalsholmen, og målet er å ferdigstille tiltaksplan i mars/april 2018. Arbeid er ikke påbegynt ennå, men det er ikke utenkelig at det kan bli behov for rene masser, og da først i andre halvdel av 2018. Dette kan passe bra med havnas potensielle prosjekt. Kristiansand havn har avtalt å holde kontakten og snakkes nærmere når deres tiltaksplan nærmer seg ferdigstillelse.

### **Gjennomførbarhet**

Til tross for at det kan finnes aktuelle tildeckingsprosjekter i området anses bruk til tildekking som lite gjennomførbart sammenlignet med å bruke andre tilkjørte masser.

- 1) Massene i området må være svært finkornet (leire med  $d_{15} < 0,0015$  mm).

- 2) Massene krever kostbar bearbeiding før utlegging. For å unngå «klumping» ved utlegging må det påregnes å kverne leira og oppslemme den eller tilsvarende. På grunn av partiklenes lave vekt når de er suspendert må det også påregnes å tilsette saltvannsløsning og føre ned massene via rør for at de skal kunne legges ned kontrollert. Denne bearbeidingen av massene krever spesialutstyr og antas å være svært kostbar og uforutsigbar.

Bruk av de mudrede massene som tildekkingsmateriale anses derfor som lite gjennomførbart sett ut ifra både praktiske og økonomiske årsaker.

## 5 Dumping i sjø

All dumping av materiale i sjø er i utgangspunktet forbudt. Forurensningsforskriften §22-6 åpner imidlertid for dumping av muddermasser, løsmasser og stein på sjøbunnen på bakgrunn av søknad til og tillatelse fra Fylkesmannen. Ved avgjørelse av søknaden skal det legges vekt på de forurensningsmessige ulemper ved tiltaket sammenholdt med de fordeler og ulemper som tiltaket for øvrig vil medføre.

Det finnes ikke regulerte dumpsteder i Vest-Agder og Aust-Agder.

Vurderte ikke-regulerte områder til dumping av rene masser er:

- Sør for Lagmannsholmen
- Tidligere dumpsted sør for Bredalsholmen

Disse områdene anses som godt egnet til dumping av rene masser sammenlignet med å levere rene masser til avfallsdeponi. Alternativene er vurdert i påfølgende kapitler.

### 5.1 Sør for Lagmannsholmen

I forbindelse med etablering av ny kai ved Lagmannsholmen (Kai 10) ble det i 2014/2015 utført utfylling av sprengstein på sjøbunnen over et område på over 23 000 m<sup>2</sup>. Utfyllingen ble gjort av geotekniske hensyn for å oppnå stabilitet i forbindelse med det nye kaiarealet. For mer informasjon henvises det til følgende rapporter:

- Lagmannsholmen. Multifunksjonskai. Sluttrapport kaifylling. 615195-RIGm-RAP-003, 2016-02-18, Multiconsult.
- Lagmannsholmen. Multifunksjonskai. Miljøgeologisk grunnundersøkelse. Risiko- og tiltaksvurdering for kaifylling, 2014-06-19, Multiconsult

#### 5.1.1 Områdebeskrivelse

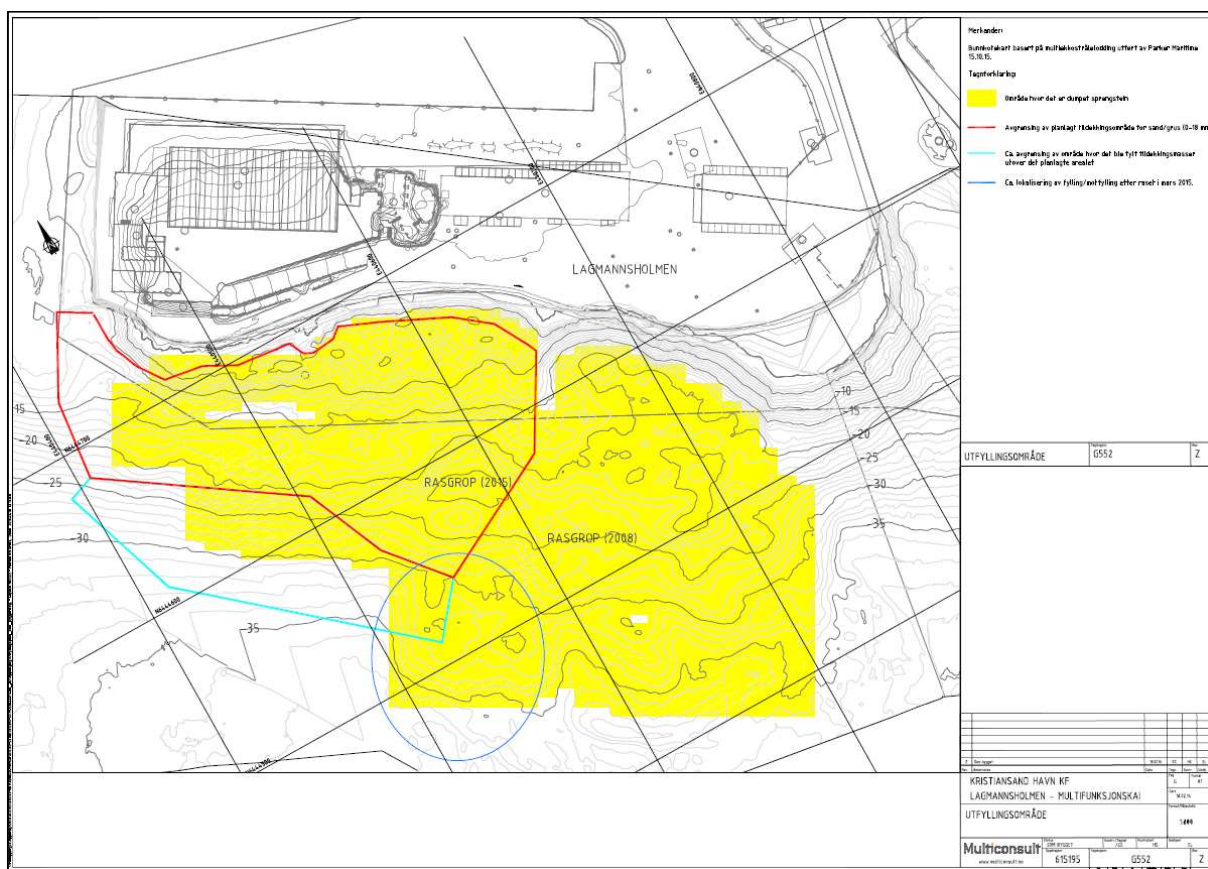
En oversikt over området som ble fylt ut med sprengstein er vist med gult i figur 2. Det søkes om å dumpe rene leirmasser i en mektighet av 1 m fra kote -16 innenfor tidligere utfylt område. Dette utgjør totalt et tilgjengelig dumpeareal på 13 000 m<sup>2</sup>. Dumpeområdet er vist i figur 3, nøkkelparametere er vist i tabell 2.

Det er avklart med geotekniker i Multiconsult at fylling av inntil 1 m fyllmasse over sprengsteinen ikke vil medføre stabilitetsproblemer. Utpressing av porevann og dannelse av glidelag vil heller ikke være en problemstilling ved fylling av leire på sprengstein.

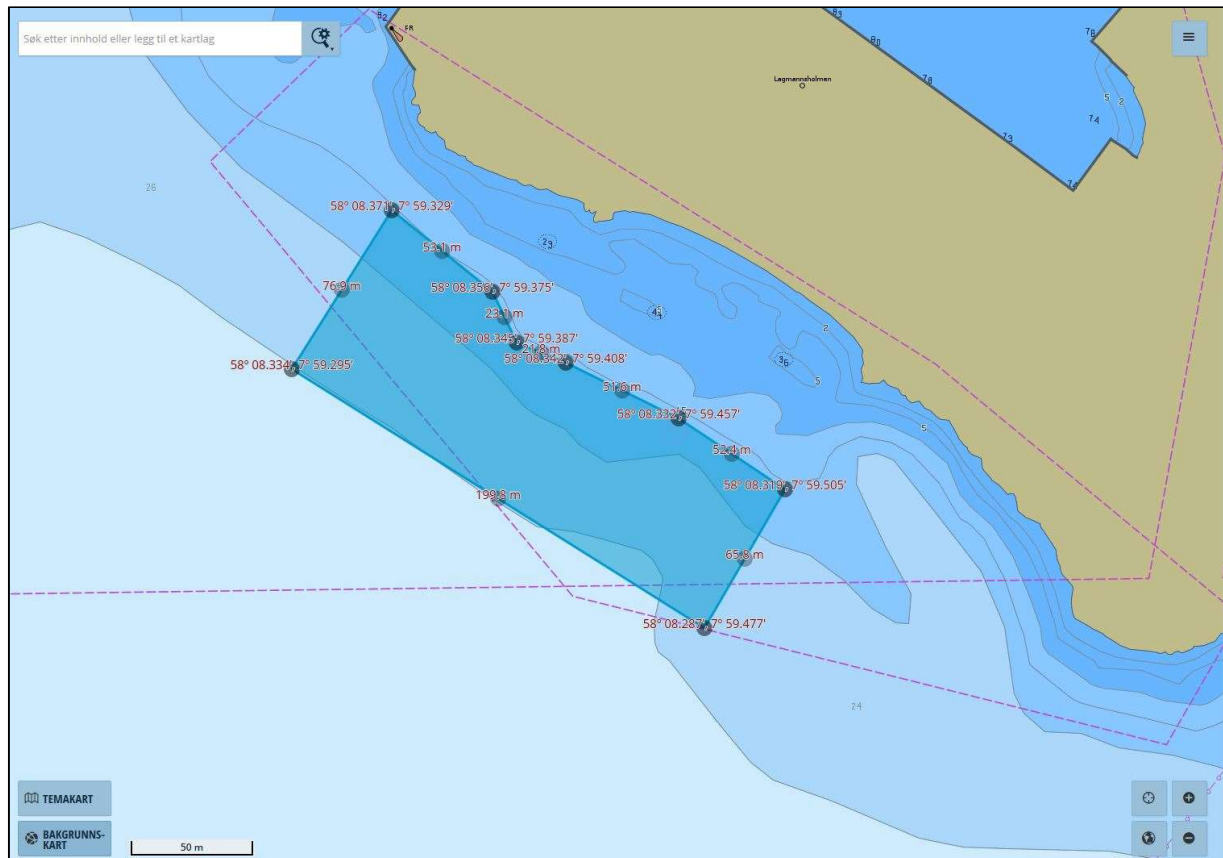
Erosjon av utlagte masser på grunn av propeller og strøm anses å være ubetydelig under kote -15.

Tabell 2: Nøkkelparametere dumping ved Lagmannsholmen

<b>Koordinater (WGS 84):</b>	SV: 58° 8,334, 7° 59,295 SØ: 58° 8,287, 7° 59,477 NØ: 58° 8,319, 7° 59,505 NV: 58° 8,371, 7° 59,329
<b>Dybder:</b>	16 – 30 m
<b>Areal:</b>	13 000 m <sup>2</sup> +/- 10 %
<b>Mektighet:</b>	1 m
<b>Totalt volum tilgjengelig:</b>	13 000 m <sup>3</sup> +/- 10 %
<b>Avstand fra mudreamråde:</b>	400 m



Figur 2: Oversikt over tidligere utfylling av sprengstein (gul skravur) ifbm etablering av ny kai (Kai 10). Kilde: Multiconsult 615195-RIGm-RAP-003, 2016-02-18.



Figur 3: Oversikt over ønsket dumpeområde ved Lagmannsholmen (mørkeblå skravur). Kilde: Kristiansand havn, oversendt i epost datert 2017-10-31.

### 5.1.2. Naturforhold

Det er gjort søk i databasene Naturbase (Miljødirektoratet) og Yggdrasil (Fiskeridirektoratet).

Relevante resultater er oppsummert i tabell 3 og vist på kart i figur 4 og figur 5. Registrerte naturtyper og friluftsområder er langt fra dumpestedet (950 m og lenger) og er i tilknytning til land og grunnere vann. Det er derfor lite sannsynlig at de rene massene vil medføre nedslamming av disse områdene.

Det er observert flere arter av nasjonal forvaringsinteresse i nærheten av dumpeområdet. De fleste er fuglearter og derfor ikke ansett som relevant. Det er ellers registrert leddorm av typen *Neris Elitoralis* og skjell av typen *Mya arenaria* fra ca. 300 m og lenger fra dumpeområdet.

Det er registrert fiske med aktive fiskeredskaper i Byfjorden ca. 1,5 km sør/sør-vest for dumpeområdet. Fisket i dette området anses ikke å bli påvirket av dumping av rene masser.

Det er også et sjøvannsinntak med sjøvannsforsyning til Fiskemottak og Fiskebasar (Kilde: Multiconsult 615195-RIGm-RAP-003, 2016-02-18).

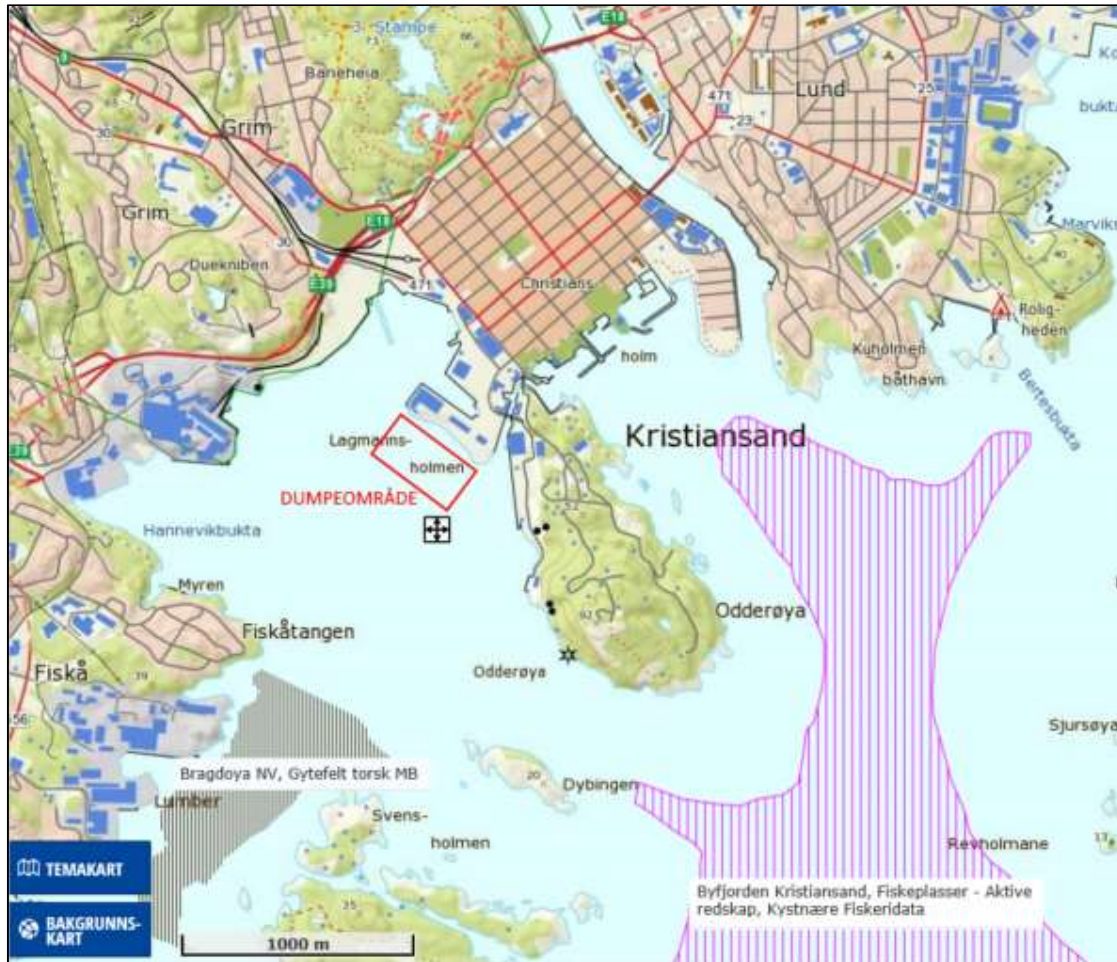
Det er ikke registrert kulturminner i dumpeområdet eller i umiddelbar nærhet.

I forbindelse med tillatelse til utfylling med sprengstein vurderte Fylkesmannen det mest sårbare området til å være gytefeltet for torsk som er registrert mellom Fiskåtangen og Dybingen/Bragdøya, samt friluftsområdene på Bragdøya. Privatboliger langs Fiskåtangen ble også vurdert som utsatt.

Tabell 3: Marine arter, naturtyper, friluftsområder og fiskeri plasser som må vurderes om kan påvirkes av tiltaket

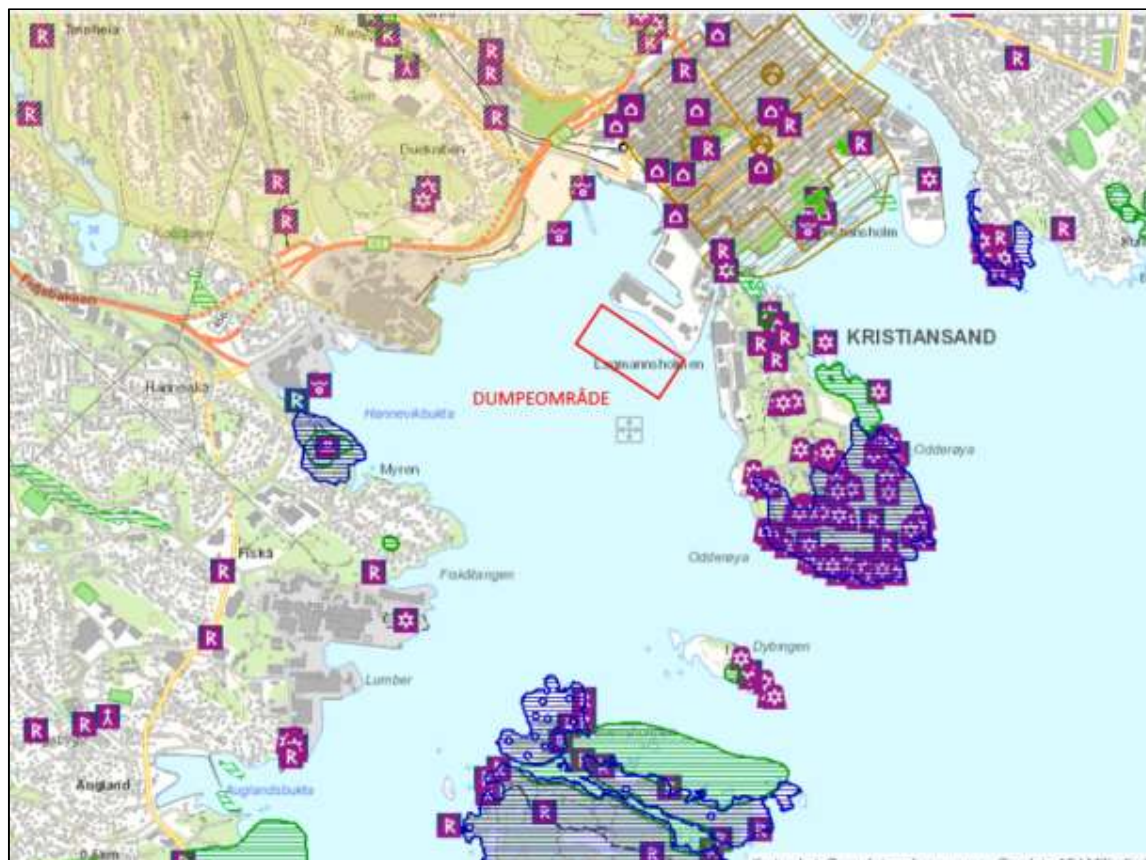
Database	Sted	Type	Status	Avstand, ca
Naturbase	Dybingen	Rik sumpskog	Svært viktig	1,5 km sør/sør-øst
Naturbase	Bragdøyrenna	Undervannseng Beiteområde Ærfugl Yngleområde Siland	Viktig	1,5 km sør
Naturbase	Stræden	Undervannseng	Viktig	2,5 km sør/sør-vest
Naturbase	Vesterhavn	<i>Mya arenaria</i> (vanlig sandskjell)	Sårbar (VU)	300 m og lenger sør og sør-vest
Naturbase	Vesterhavn	<i>Neris elitoralis</i> (leddorm)	Sårbar (VU)	850 m sør/sør-vest
Naturbase	Bragdøya, Langøya, Svensholmen m.fl	Friluftsområde	Svært viktig	1,5 km sør
Naturbase	Odderøya	Friluftsområde	Svært viktig	950 m sør-øst
Naturbase	Myren gård	Friluftsområde	Svært viktig	1,3 km sør-vest
Yggdrasil	Bragdøya NV	Gyteområde Torsk	C-2 Middels viktig	1 km sør/sør-vest
Yggdrasil	Byfjorden Kr.sand	Fiskeplasser aktive redskap	3 brukere	1,5 km sørvest





Figur 4: Yggdrasil Kystnære fiskeridata (Fiskeridirektoratet, 31.10.2017)





Figur 5: Naturbase Verneområder, Naturtyper, Friluftsområder, Kulturminner ved Lagmannsholmen (Miljødirektoratet, 31.10.2017)

## 5.2 Sør for Bredalsholmen

En fordypning sør for Bredalsholmen har tidligere vært benyttet til dumping av rene masser, sist i forbindelse med utvidelsen av sikkerhetssonen ved Kjevik lufthavn i 2012 (se tillatelse Fylkesmannen i Vest-Agder datert 2012-08-29). Hensikten med dumping i 2012 hadde ikke nyttig formål utover å unngå å legge rene masser på deponi.

### 5.2.1 Områdebeskrivelse

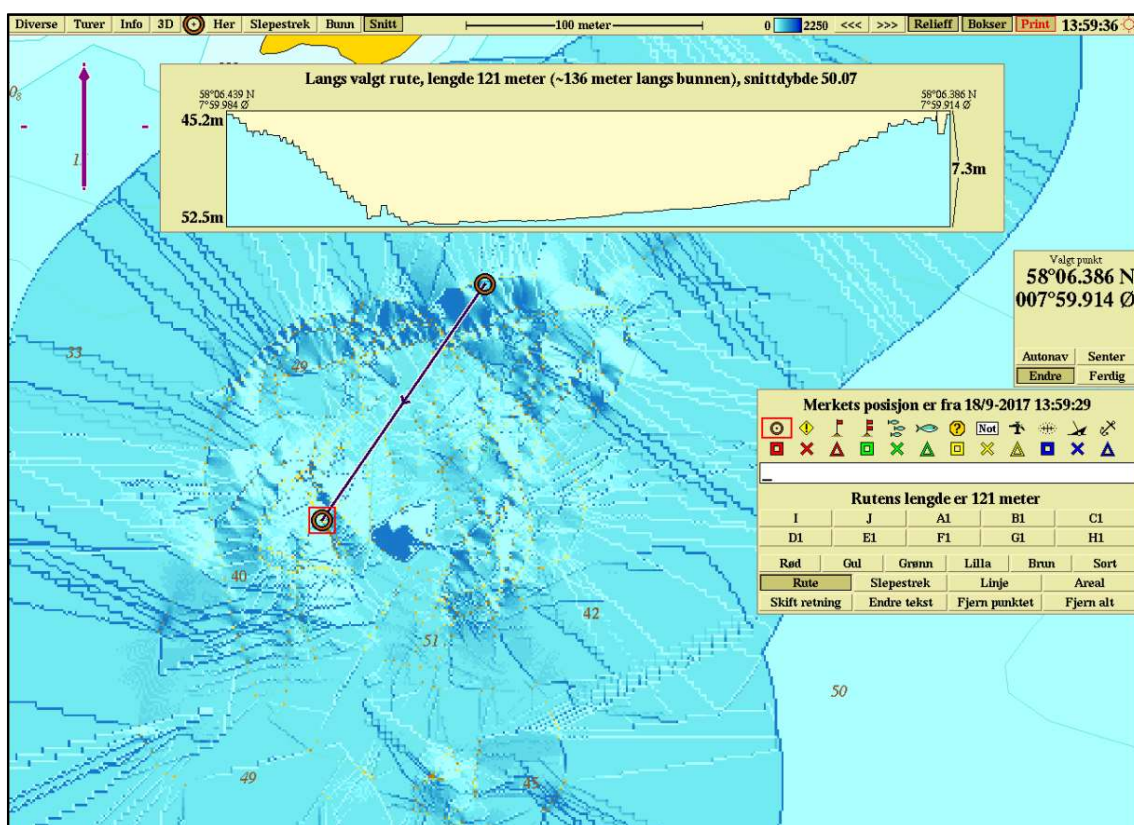
Kristiansand havn har utført en innmåling med beregning av deponiets restkapasitet i september 2017 (figur 6). Ved å heve sjøbunnen fra dagens 52 m til 48 m innenfor deponiets grenser har det en restkapasitet på 38 000 m<sup>3</sup> masser.

Massene som ble dumpet i 2012 hadde variert kornfordeling fra grov sand til finsand og leire. Utlegging av siltig leire vil likevel ikke medføre risiko for utglidning av lag på grunn av overtrykk ved utpressing av porevann ettersom massene legges i en fordypning.

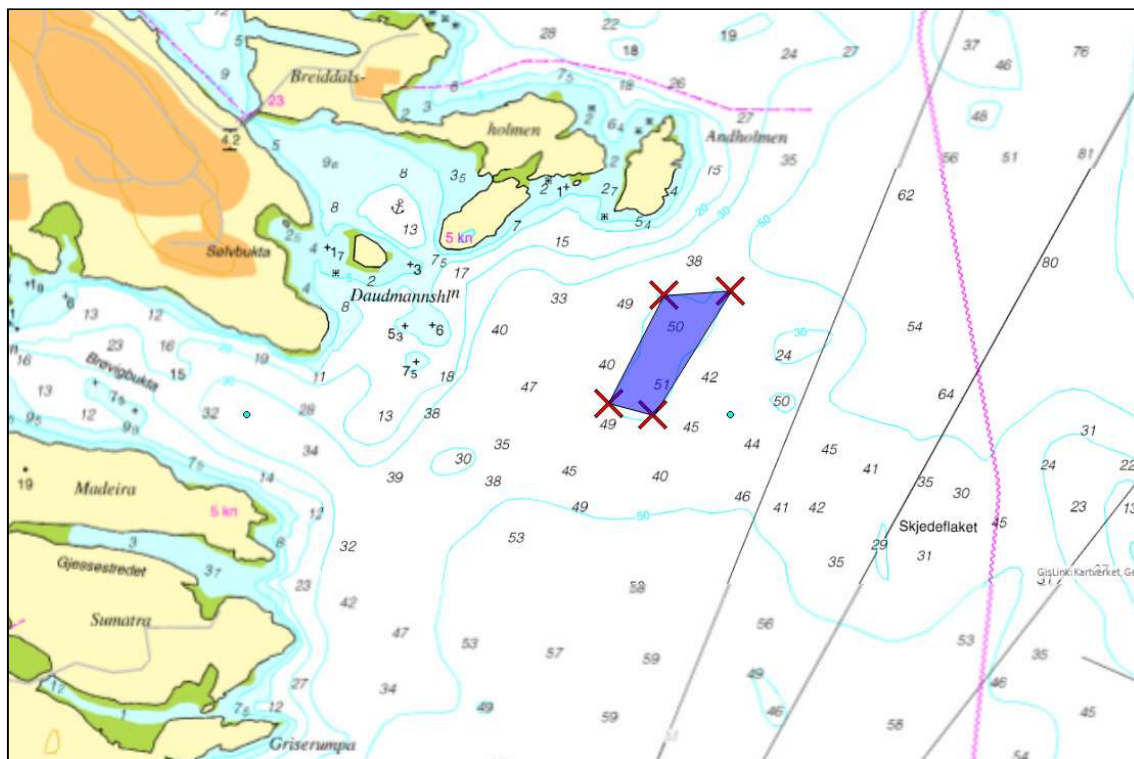
Dumpeområdet er vist i figur 7, nøkkelparametere er vist i tabell 4.

Tabell 4: Nøkkelparametere for dumping av masser sør for Bredalsholmen

<b>Koordinater (WGS 84):</b>	NV: 58° 6,428, 7° 59,964 SV: 58° 6,343, 7° 59,884 SØ: 58° 6,334, 7° 59,950 NØ: 58° 6,432, 8° 00,061
<b>Dybder:</b>	52 m
<b>Areal:</b>	9 500 m <sup>2</sup> +/- 10 %
<b>Mektighet:</b>	4 m
<b>Totalt volum tilgjengelig:</b>	38 000 m <sup>3</sup> +/- 10 %
<b>Avstand fra mudreamråde:</b>	ca. 4,5 km



Figur 6: Resultater fra innmåling av tidligere dumpeplass ved Bredalsholmen (Kristiansand havn, 2017)



Figur 7: Plassering av mulig dumpeområde ved Bredalsholmen

### 5.2.2 Naturforhold

Det er gjort søk i databasene Naturbase (Miljødirektoratet) og Yggdrasil (Fiskeridirektoratet).

Relevante resultater er oppsummert i tabell 5 og vist på kart i figur 8 og figur 9.

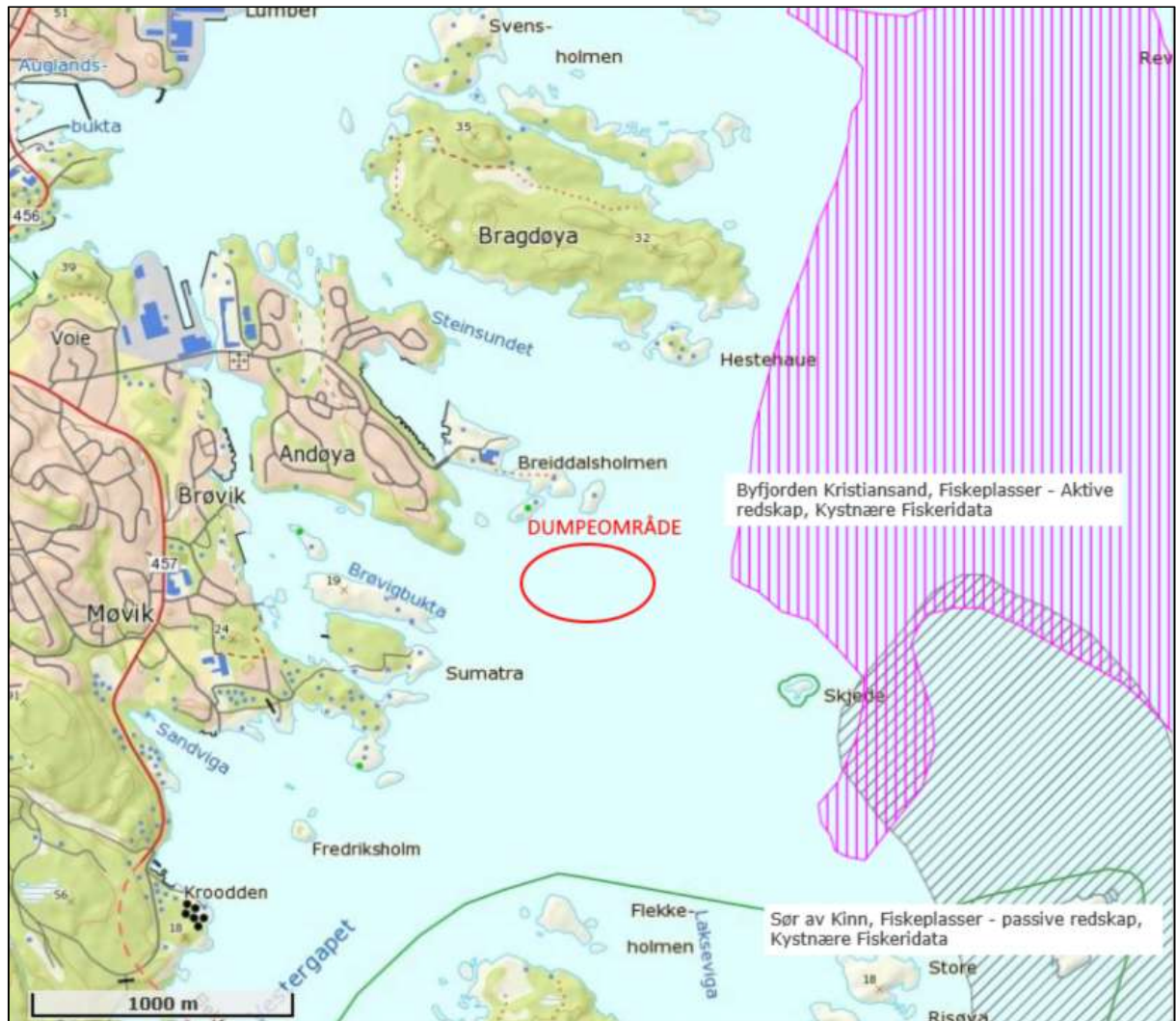
I forbindelse med tidligere dumping i området (2011/2012) ble det vurdert til at nedslamming av undervannsenger var lite sannsynlig grunnet lange avstander og at disse ligger på grunnere vandtyp enn dumpingsområdet. Massene som nå skal dumpes har større spredningspotensial på grunn av mindre kornstrørrelse.

Det er ikke registrert kulturminner i dumpeområdet eller i umiddelbar nærhet.

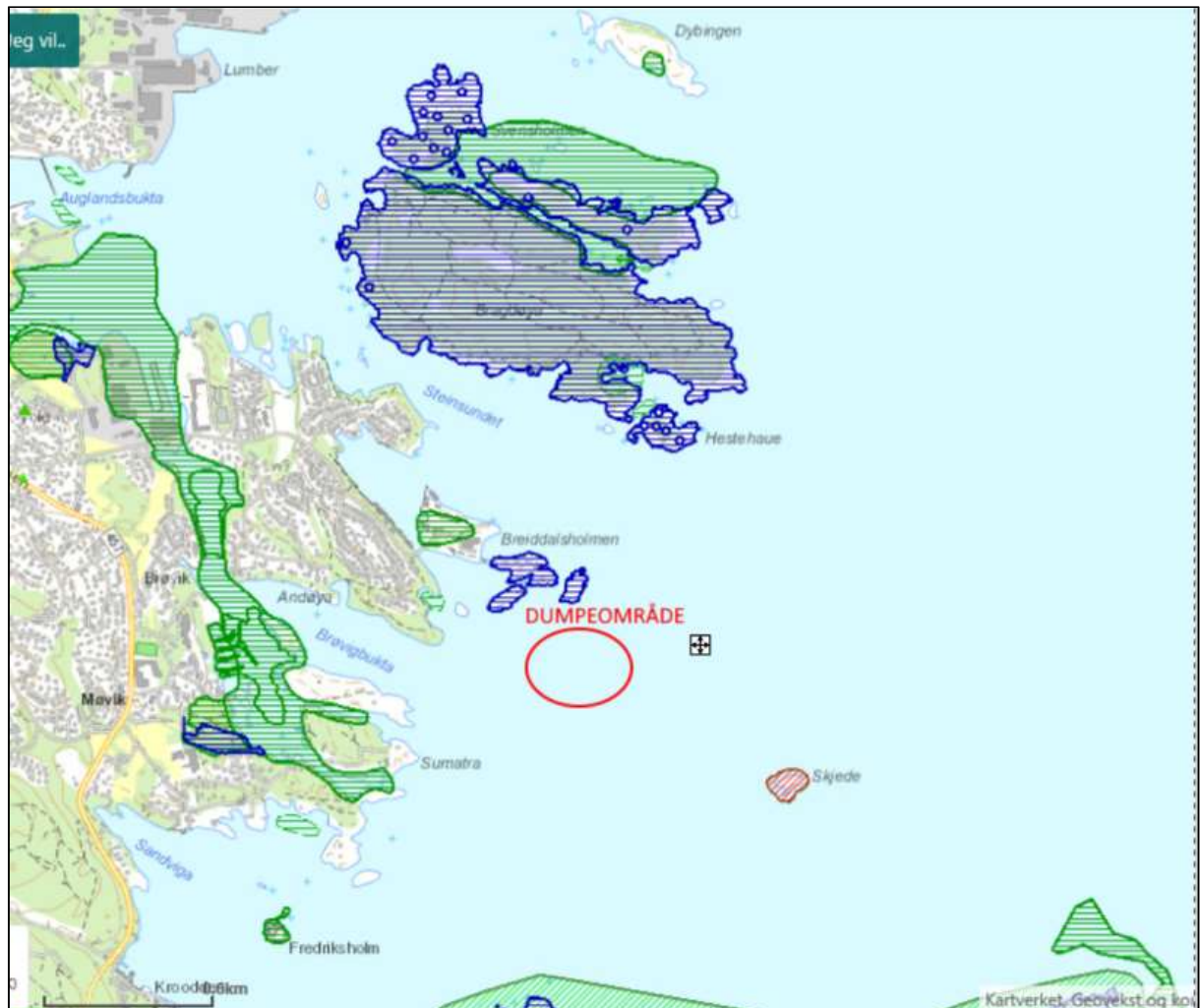
Tabell 5: Marine arter, naturtyper, friluftsområder og fiskeriplasser som må vurderes om kan påvirkes av tiltaket.

Database	Sted	Type	Status	Avstand, ca
Naturbase	Bredalsholmen, Andholmen, Daudmannsholmen	Friluftsområde	Svært viktig	130 m nord
Naturbase	Sølvbukta	Ålegrassamfunn	Lokalt viktig	500 m vest/ nord-vest
Naturbase	Brøvigbukta	Ålegrassamfunn	Svært viktig	1,05 km vest
Naturbase	Stræden	Undervannseng (inkl. ålegras)	Viktig	650 m vest/ sør-vest
Naturbase	Skjede	Naturreservat	-	900 m sør/sør-øst
Naturbase	Bredalsholmen veteranskipsverft	Skrotemark	Svært viktig	600 m nord/nord-vest
Naturbase	Bragdøyrenna	Undervannseng Beiteområde Ærfugl Yngleområde Siland	Viktig	750 m nord
Naturbase	Oksøy-Lyvingen	Landskapsvernområde	-	1,2 km sør
Yggdrasil	Byfjorden Kr. sand	Fiskeplasser aktive redskap	3 brukere	550 m øst
Yggdrasil	Sør av Kinn	Fiskeplasser passive redskap	1 bruker	1,15 m sør-øst





Figur 8: Yggdrasil Kystnære fiskeridata ved Bredalsholmen (Fiskeridirektoratet, 31.10.2017)



Figur 9: Naturbase Verneområder, Naturtyper, Friluftsområder, Kulturminner ved Bredalsholmen (Miljødirektoratet, 31.10.2017)

J03	2017-11-03	Til bruk	sinul	grs	sinul
D02	2017-11-03	Til godkjenning kunde	sinul	grs	sinul
A01	2017-11-01	Til fagkontroll	sinul	grs	sinul
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	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.