

Rosenberg Worley AS

## ► Søknad om tiltak i sjø

Instefjord - Utdyping av kai

Oppdragsnr.: 5194895 Dokumentnr.: RIM01 Versjon: E03 Dato: 2020-01-13



**Søknad om tiltak i sjø**

Instefjord - Utdyping av kai

Oppdragsnr.: **5194895** Dokumentnr.: **RIM01** Versjon: **E03**

**Oppdragsgiver:** Rosenberg Worley AS  
**Oppdragsgivers kontaktperson:** Geir Berg  
**Rådgiver:** Norconsult AS, Jåttåflaten 27, NO-4020 Stavanger  
**Oppdragsleder:** Trygve Isaksen  
**Fagansvarlig:** Silje Nag Ulla  
**Andre nøkkelpersoner:** Kristian Mejlgaard Ulla

E03	2020-01-13	Oppdatert informasjon om gjennomføring av arbeid og avbøtende tiltak	Kristian Ulla	Silje Nag Ulla	Kai Egil Heggstad
E02	2019-08-14	For oversendelse til Fylkesmannen	Kristian Ulla	Silje Nag Ulla	Trygve Isaksen
D01	2019-08-12	Til kommentar hos oppdragsgiver	Kristian Ulla	Silje Nag Ulla	Trygve 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 AS. Dokumentet må bare benyttes til det formål som oppdragsavtalen beskriver, og må ikke kopieres eller gjøres tilgjengelig på annen måte eller i større utstrekning enn formålet tilsier.

## ► Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>5</b>
1.1	Bakgrunn	5
1.2	Område	6
1.3	Planstatus og tillatelse etter plan- og bygningsloven	7
1.4	Organisering	9
1.5	Gjennomføringstidspunkt	9
<b>2</b>	<b>Beskrivelse av tiltaket</b>	<b>10</b>
2.1	Generelt	10
2.2	Mengder	10
2.3	Grunnforhold og dybder	11
2.4	Metode	13
2.5	Avbøtende tiltak	14
2.5.1	<i>Partikkelspredning</i>	14
2.5.2	<i>Støy og trykkbølger</i>	14
2.5.3	<i>Avvanning</i>	15
2.5.4	<i>Rekontaminering</i>	15
2.5.5	<i>Skyteledninger og plast</i>	15
2.5.6	<i>Kontroll</i>	16
2.6	Massehåndtering	16
2.7	Mellomlagring	16
<b>3</b>	<b>Lokale forhold</b>	<b>17</b>
3.1	Naturmangfold	17
3.1.1	<i>Generelt</i>	17
3.1.2	<i>Gytefelt utenfor tiltaksområdet</i>	19
3.2	Områdets og tiltakets betydning for rekreasjon/friluftsjakter, kommersielt fiske, sportsfiske	20
3.3	Kulturminner	21
3.4	Eksisterende infrastruktur på bakken	22
3.5	Strømningsforhold	23
<b>4</b>	<b>Forurensningssituasjon</b>	<b>26</b>
4.1	Gjennomførte undersøkelser	26
4.2	Supplerende undersøkelse	29
4.3	Vurdering av fare for spredning av forurensning	29
4.4	Restforurensning	29
4.5	Undervannsstøy / trykkbølger	30

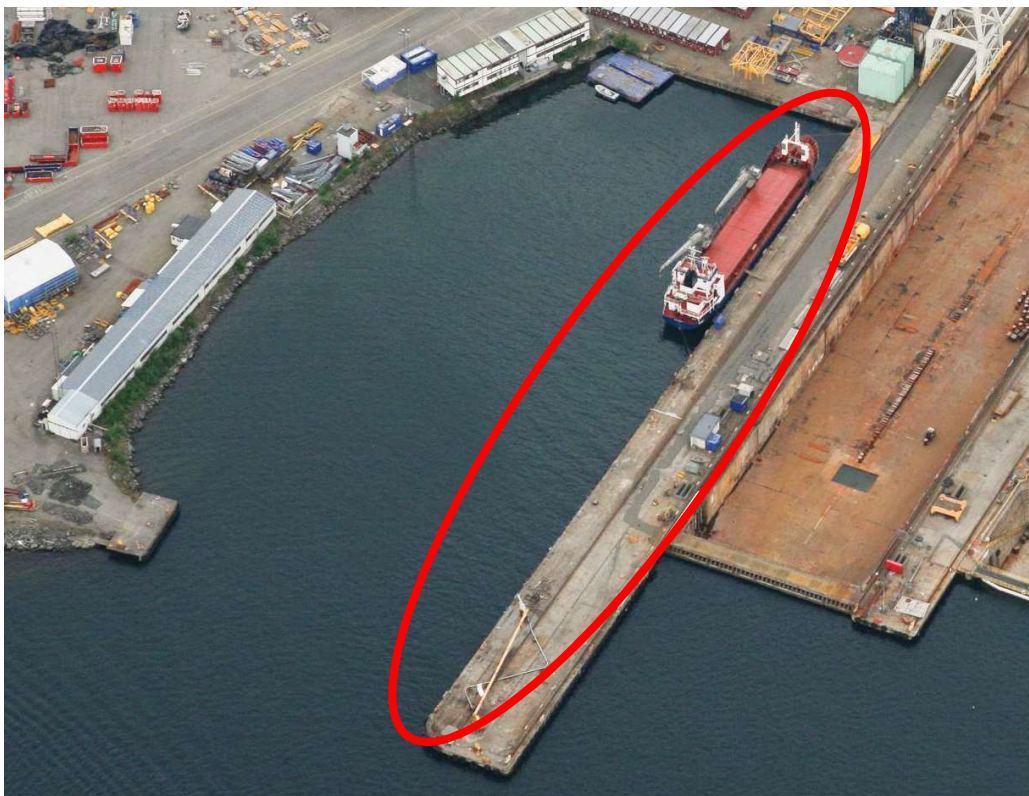
4.5.1	<i>Generelt</i>	30
4.5.2	<i>Tiltaket i Instefjord</i>	31
4.5.3	<i>Vurdering</i>	32
<b>5</b>	<b>Referanser</b>	<b>33</b>
<b>6</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>34</b>

# 1 Innledning

## 1.1 Bakgrunn

For å kunne utføre modifikasjonsarbeider på Jotun A FP50, og ta i mot andre båter som stikker mer enn 7 m, ønsker Rosenberg Worley AS utdypning av deres Instefjord kai (tidligere kalt utrustningskaien). Det er derfor behov for å mudre ut løsmasser over fjell og utsprenning av fjell dersom dette foreligger i dybder grunnere enn -10 m iht. sjøkart 0.

Instefjordkaien er anvist av rød sirkel på figur 1. Ytterst er kaien en frittstående pir fundamentert på senkekasser og pilarer til fjell.



Figur 1: Instefjord kai.

Området ligger innenfor samme område hvor Fylkesmannen i Rogaland i mars 2017 ga pålegg til Buøy Invest AS om utarbeidelse av tiltaksplan for opprydning i forurenset sjøbunn (saksnr. 2017/156). Norconsult utarbeidet tiltaksplan (dok.nr. 5172015-RIM01) og gjennomførte tiltaksrettede undersøkelser (dok.nr. 5172015-RIM02). Norconsult gjennomførte også undersøkelser i området i 2013 i forbindelse med risikovurdering av sedimentene.



## 1.2 Område

Søknaden gjelder mudring utenfor Instefjordkaia for å oppnå en seilingsdybde på 10 m iht. sjøkart 0. Instefjordkaia er plassert ved Rosenberg verft på Buøy. Figur 2 viser tiltaksområdets plassering i Stavanger kommune.



Figur 2: Plassering av tiltaksområdet i Stavanger. Rødt omriss viser omtrentlig plassering av tiltaksområdet.

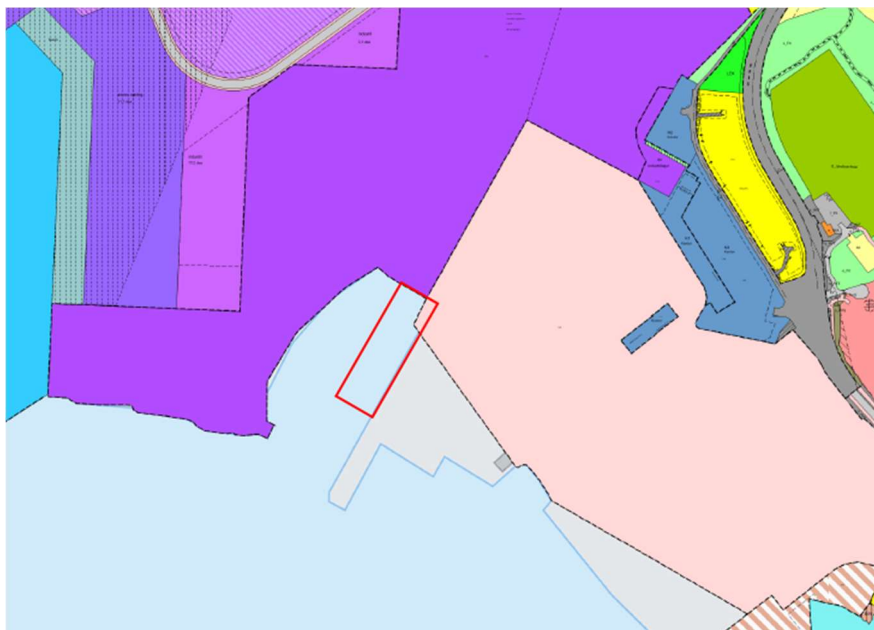
Buøy Invest AS er grunneier for eiendommen som utdypningsområdet i Instefjord ligger inntil. Tiltaksområdet er omgitt av denne eiendommen på alle tre sider, bortsett fra ut mot sjø. Nærmeste tilstøtende eiendommer ligger 200-400 m unna og er også eid av Buøy Invest.



Figur 3: Eiendom med gnr/bnr 51/1 avmerket på kartet (kilde: Kartverket). Tiltaksområdet ca. avmerket med rødt omriss.

### 1.3 Planstatus og tillatelse etter plan- og bygningsloven

Tiltaksområdet er i sjø og i hovedsak uregulert. En eldre regulering med plan-ID 330 strekker seg noe ut i sjøarealet som berøres. I denne planen er området til Rosenberg Worley oppgitt med unyansert reguleringsformål (lys rosa farge). Området vest for tiltaksområdet er regulert til industri (lilla farge), men denne omfatter ikke området i sjø som berøres.



Figur 4: Utsnitt fra Stavanger kommunes kartverktøy hvor gjeldende reguleringsplaner er vist. Omtrentlig plassering av området som skal mudres er markert med rødt omriss.

Etter at Norconsult søkte om dette tiltaket første gang i august 2019 ble det igangsatt en prosess for å avklare om tiltaket var søknadspliktig etter plan- og bygningsloven. Det ble avklart med Stavanger kommune at de anså tiltaket som søknadspliktig og at det var behov for å søke dispensasjon fra plan- og bygningslovens §1-8.

I forbindelse med behandling av søknad om dispensasjon sendte Stavanger kommune saken på høring til Fylkesmannen i Rogaland, Rogaland Fylkeskommune og Fiskeridirektoratet (Vedlegg I). Uttalelse fra Stavangerregionen Havn IKS (Vedlegg H) og Stavanger Maritime museum (Vedlegg G) var vedlagt Norconsults dispensasjonssøknaden.

Stavanger kommune ga tillatelse til tiltaket (Vedlegg E) med følgende vilkår:

1. Plan- og bygningsloven (pbl) med forskrifter må følges.
2. Sprenging og annet arbeidet som kan føre til forstyrrelser for fisk og andre dyr, skal ikke gjennomføres i perioden 1. januar til og med 30. april.
3. Tiltakene må gjennomføres på en så skånsom måte som mulig, slik at omkringliggende miljø påvirket i så liten negativ grad som mulig.
4. Arbeidene kan ikke igangsettes før det foreligger tillatelse fra Fylkesmannen i Rogaland etter forurensingsloven.
5. Før arbeidene kan igangsettes må det innsendes erklæring av ansvar fra utførende på «Utførelse av mudring og sprengning Instefjord kai.»
6. Støyretningslinjen T-1442 skal legges til grunn i alle planfaser.
7. Ansvarlig søker skal sørge for at alle oppgaver er belagt med ansvar og koordinere overlappende ansvarsområder.

Søker, Rosenberg Worley AS, ønsker å starte opp med sprengningsarbeidet tidligere enn 30. april. Det ble derfor tatt kontakt med saksbehandler i Stavanger kommune for å avklare deres intensjon med vilkåret. I en epost fra saksbehandler til søker og Fylkesmannen i Rogaland skriver saksbehandler følgende (Vedlegg F):

*«Jeg viser til telefonsamtale vedrørende følgende vilkår i vår tillatelse:*

*«2. Sprenging og annet arbeidet som kan føre til forstyrrelser for fisk og andre dyr, skal ikke gjennomføres i perioden 1. januar til og med 30. april.»*

*Vår forståelse og hensikt med vilkåret er at det kan utføres sprenging og annet arbeidet i denne perioden så fremt dette ikke fører til forstyrrelser for fisk og andre dyr. Om tiltakshaver kan dokumentere dette ifbm. en søknad til Fylkesmannen, er det vår vurdering at et eventuelt arbeid ikke vil være i strid med vilkåret.»*

Det forutsettes derfor at så lenge Fylkesmannen godkjenner arbeidene og de avbøtende tiltakene som er beskrevet i denne søknaden, eller setter vilkår for dette, så vil gjennomføring av arbeidene iht. tillatelsen til Fylkesmannen også være akseptabel iht. tillatelsen til Stavanger kommune, mhp. vilkår 2 i tillatelsen etter plan- og bygningsloven.

Vi legger også til grunn at tilsvarende gjelder for vilkår 3 og 4.



## 1.4 Organisering

Tiltakshaver er Rosenberg Worley AS. Grunneier er Buøy Invest AS.

Utførende entreprenør er foreløpig ikke engasjert. Det vil bli engasjert kvalifisert entreprenør med utstyr og kompetanse til å gjennomføre de planlagte arbeidene.

## 1.5 Gjennomføringstidspunkt

Følgende fremdrift er planlagt/ønskelig (grov oversikt):

1. februar 2020 (eller tidligere): Tillatelse fra Fylkesmannen i Rogaland til tiltak

Februar: Rigg og mobilisering, etablering av siltgardin og boblegardin og etablering av omlasting og avvanningsområde.

Februar – mars: Mudring, opplasting, levering godkjent mottak

Februar – mars: Sømboring (boring med høy tetthet for å få ønsket skjæring mot kai)

Medio mars – mai: Sprengningsarbeid (etter at mudring er ferdig) og utlasting av sprengstein

Mai - juni: Avslutning og demobilisering

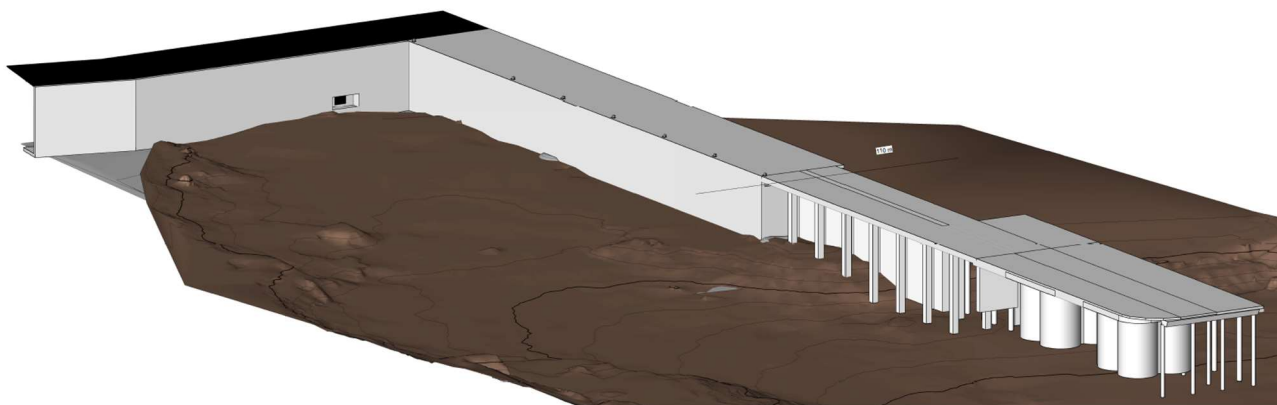
## 2 Beskrivelse av tiltaket

### 2.1 Generelt

Tiltaket består av å øke dybden utenfor de innerste 132 m av Instefjord kai. Bredden på utdypingen skal være 45,5 m fra dagens kaifront. I tillegg tilkommer ekstra bredde på maksimalt 8 m på grunn av skråning fra utdypet bunn og opp til eksisterende sjøbunn.

For å få bedre oversikt over løsmassemekthet og fjellnivå ble det gjennomført fjellkontrollboringer. I tillegg er det gjennomført dykkerinspeksjon og observasjon av området. Basert på dette, foreliggende grunnlagsdata og erfaring fra tidligere og tilgrensende prosjekter er det gjort en ingeniørgeologisk vurdering av området og tiltaket (Vedlegg L).

Kaianlegget består av en kaikonstruksjon i indre del med støttemur av betong som trolig er støpt ned til fjell i hele dens lengde. Ytre del står på pilarer av betong og senkekasser fylt med grus. I havnebassenget er det sediment i varierende mektighet over berggrunn av fyllitt.

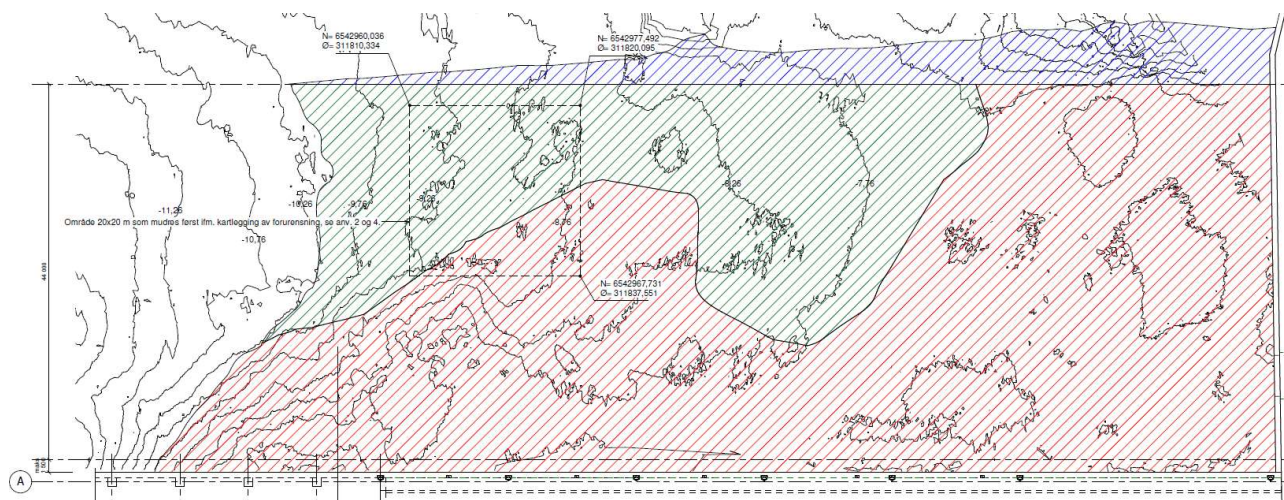


Figur 5: 3-D modell av kaianlegget hvor det skal utdypes.

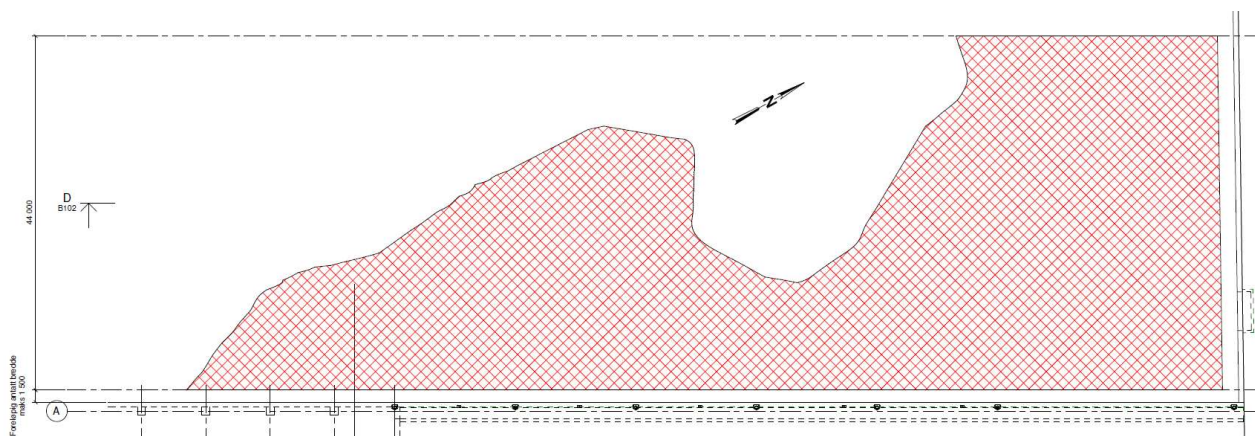
### 2.2 Mengder

Areal som berøres er beregnet til 5800 m<sup>2</sup>. Det søkes derfor om 5800 m<sup>2</sup> +/- 1000 m<sup>2</sup>.

Basert på batymetrisk undersøkelse av sjøbunnen utenfor Rosenberg gjennomført i 2017 og fjellkontrollboringer, har det blitt laget en mudrings- og sprengningsplan og beregnet volumer med masser som antas å måtte håndteres, se Figur 6 og Figur 7.



Figur 6: Mudringsplan (rød skravur = mudring til fjell, grønn skravur, mudring til kote -10,3, blå skravur = mudringskråning 1:1,5).



Figur 7: Sprengningsplan (sprengning til kote -10,3).

For å få kote -10,0 i sjøkartet må det utdypes til -10,3 m. Dette gir følgende mengder:

- Mengde masser som skal mudres: ca. 8300 m<sup>3</sup> +/- 1300 m<sup>3</sup>
- Sprengstein for å få kote -10 i sjøkartet: ca. 4300 fm<sup>3</sup>
- Undersprengning på i snitt ca. 1 meter for å være sikker på å få kote -10 i sjøkartet: ca. 3200 fm<sup>3</sup>
- Totalt ca. 7500 fm<sup>3</sup> sprengstein (mengde usikker pga. usikkerhet knyttet til hvor mye stein det vil bli fra undersprengningen).

### 2.3 Grunnforhold og dybder

I sedimentundersøkelsen som ble gjennomført i 2017 ble det forsøkt tatt ut prøver med kjerneprøvetaker. Grunnet hard bunn, steinete bunn og grove sedimenter var det ikke mulig å gjennomføre kjerneprøvetaking i alle punkt. Der det ikke var mulig å få opp prøve med kjerneprøvetaker ble i stedet grabb forsøkt benyttet.

I Instefjord lyktes det kun å få tatt ut prøve i ett av tre punkter med kjerneprøvetaker (punkt K3). Det ble funnet brun sand i 0 – 0,5 cm dyp. Svart sand i 0,5 – 4 cm dyp. Fra 4-6 cm var det et hardt lag med grå sand. Fra 6 – 16 cm var det svart sand/silt med tydelig oljelukt.

I grabbprøvene fra samme område ble det observert sand, stein, grus og skjell. Også her ble det observert oljelukt i ett grabbskudd fra ett prøvepunkt. Massene er mer detaljert beskrevet på side 99 og 101 i vedlagt kopi av tiltaksplanen.

Det ble gjennomført kornfordelingsanalyse av prøver fra to stasjoner (KG1 og KG3/K3) i Instefjord. Resultater fra kornfordelingsanalyser (3-fraksjoner) og en klassifisering av masstype er vist i tabell 1.

I 2003 gjennomførte Westlab prøvetaking og analyse av sedimentene for Rosenberg Worley. Dykkere tok ut prøvene for Westlab. I rapporten beskriver Westlab at det under sedimentet er pukkk (Vedlegg F).

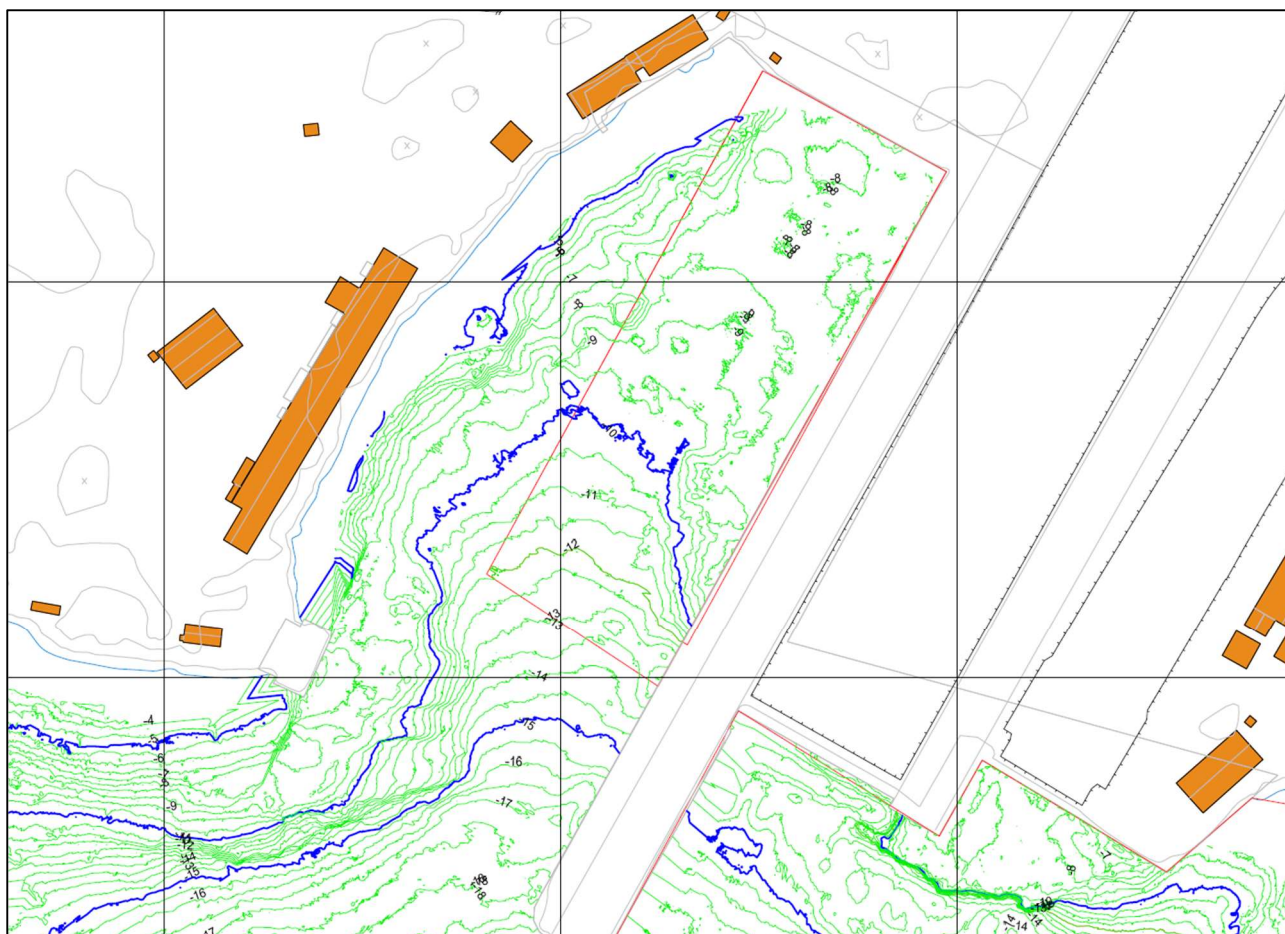
Tabell 1: Resultater fra kornfordelingsanalyser og klassifisering av masstype iht. metode for jordartsbeskrivelse av Statens Vegvesen.

Punkt	Dyp cm	Løsmasstype	Sand (>63µm) %	Silt (2-63 µm) %	Leire (< 2 µm) %
KG1	0-2	Sand	95,3	4,5	0,2
KG1	2-6	Sand	95,1	4,7	0,2
KG3	0-2	Sand	92,3	7,4	0,3
KG3	2-9	Sand	95,5	4,3	0,2
K3	2-16	Sand	92,8	7	0,2

Prøvetatt sediment i området er forurenset. Dette er nærmere beskrevet i kapittel 4.

Under fjellkontrollboringene utført høst 2019 er sedimentene beskrevet å bestå av sand, grus, stein og morene. I borelogg som er vedlagt ingeniørgeologisk rapport fremkommer også dybder til fjell i boringene. I forbindelse med fjellkontrollboringene ble det forsøkt å ta ut sylindrerprøver av sedimentene, men dette lot seg ikke gjøre. Figur 8 viser dybder for sjøbunn innmålt i 2017.





Figur 8: Utsnitt fra oppmåling av sjøbunn utført i 2017.

## 2.4 Metode

Sediment fjernes ved mudring. I store deler av området som skal utdypes må det mudres ned til fjell, men for deler av området ligger fjell dypere enn kote -10,3, og det mudres til denne dybden. I områdene hvor det skal mudres til fjell, sprenges fjell ned til kote -10,3 etter fjerning av løsmasser. I praksis vil entreprenøren trolig sprengre dypere enn kote -10,3 (undersprengning) for å være sikker på å nå ønsket dybde uten å måtte gjennomføre ekstra sprengninger. Vedlegg M, N, O viser mudrings- og sprengningsplan (utsnitt vist i Figur 6 og Figur 7). Det gjøres oppmerksom på at disse er basert på opprinnelig søknad og ikke oppdatert med endring om at det skal brukes boblegardin og siltgardin i kombinasjon.

Det er planlagt brukt mudringsfartøy med bakgraver, fastmontert boreutstyr, mulighet for løs borerigg på dekk, dykkerstasjon og ROV. I tillegg planlegges det å bruke en mudringslekter med bakgraver som kan mudre inntil -17 meter.

Siden sedimentene i stor grad består av sand med lavt spredningspotensial og det iverksettes tiltak for å redusere partikkelspredning vurderes det ikke som nødvendig med miljøgrabb eller lukket graveskuff.

## 2.5 Avbøtende tiltak

### 2.5.1 Partikkelspredning

På grunn av forurensning i sediment i Instefjord vil det være behov for avbøtende tiltak. Det er planlagt bruk av siltgardin for tilbakeholdelse av partikler. Det var opprinnelig planlagt å bruke boblegardin både mhp. partikler og trykkbølger, men det viste seg at bruk av boblegardin gjennom hele anleggsdagen vil kreve enorme mengder diesel til kompressor og dermed både være svært kostbart og lite klimavennlig.

Siltgarden strekkes på tvers av Instefjord på slik måte at det heller ikke slipper ut partikler i åpen del av ytre kaikontruksjon. Den forankres til bunnen med ballast og holdes til vannoverflaten med flytelegemer. Det er planlagt å lage opplegg for å kunne åpne og lukke gardinen for fartøy, men i hovedsak er det planlagt å holde siltgarden lukket og jobbe på innsiden av siltgarden.

Det skal føres daglig inspeksjon med at siltgarden har ønsket funksjon.

Når arbeidene er ferdig leveres siltgarden inn til godkjent avfallsmottak.

### 2.5.2 Støy og trykkbølger

Sprengning under vann medfører trykkbølger som kan være skadelig for fisk og marine dyr. For å redusere virkningen av trykkbølgene er det planlagt brukt boblegardin under sprengningsarbeidet. Boblegardin er en installasjon av mange små luftdyser som senkes ned på havbunnen. En kompressor sørger for tilføring av store mengder luft som sørger for en «vegg» av små luftbobler som stiger fra havbunnen til havoverflaten. Vegg vil både begrense spredning av partikler, samt at luftboblene adsorberer energien i trykkbølgene fra sprengning.

Det har blitt benyttet i flere mudre- og sprengningstiltak før, bl.a. i Indre Oslofjord (Norsk Undervannsarbeid, 2016) og innseiling Farsund (Fylkesmannen i Agder, 2019), samt at det i 2006 ble utført pilotprosjekt i Trondheim havn (DNV Consulting, 2006).



Figur 9: Boblegardin installert av NUVA i Indre Oslofjord. Til venstre: Luftdyser på havbunn. Til høyre: Kompressor som leverer luft. (Norsk Undervannsarbeid, 2016).

For å være sikker på å oppnå god nok demping av trykkbølgene er det planlagt å bruke to boblegardiner. Dette gir en svært god demping på trykkbølgene, samt at det er en ekstra beredskap i tilfelle den ene ikke skulle fungere. Basert på gytefeltets kvalitet i området utenfor Instefjord og beregning av trykkbølger hadde det trolig vært tilstrekkelig med enkelt boblegardin, men for å være på den sikre siden under sprengning i gyteperioden benyttes det dobbelt boblegardin. Utenfor gyteperioden vurderes det som tilstrekkelig med enkelt boblegardin.

Det er nærmere redegjort for effekt av boblegardin og påvirkning av gytefelt i kap. 4.5.

Utover at det benyttes boblegardin som adsorberer mye av energien i trykkbølgene gjøres følgende tiltak:

- Det skal sprenges i grunnen, ikke åpent i vannmassene.
- Det skal sprenges med forsinkelse hvis det skal skytes med flere ladninger – ikke simultant (for å redusere trykkbølger).
- Det sjekkes at det ikke er grupper av dyr i nærheten før støyaktiviteten begynner, f.eks. flokker av fugl, marine pattedyr eller fiskestimer.

Med hensyn på støy fra anleggsarbeidene legges det til grunn retningslinje T-1442.

### **2.5.3 Avvanning**

Vanninnholdet i sedimentene ble i kjerneprøver fra tiltaksområdet i 2017 målt til mellom 32 – 64 %. Det må derfor tas høyde for et vanninnhold på ca. 50 %. Mudringsprosessen vil kunne medføre en økning av vanninnhold. Det vil være behov for avvanning før deponering.

Planlagt metode for avvanning er på land med avrenning til tiltaksområdet innenfor siltgardin. Det etableres et område på land innerst i Instefjord hvor massene tas på land, avvannes og transporteres videre til aktuelt mottak. Arealet etableres med fall mot sjøen og geotekstilduk som separasjon mot underlaget.

### **2.5.4 Rekontaminering**

For å unngå at forurensede og rene sedimenter blandes sammen må forurensede sedimenter mudres først. Ved mudring er det en kjent problemstilling at det ligger igjen et tynt lag av finkornet sediment etter at mudringsarbeidet er gjennomført. Etter at forurensede sedimenter er fjernet, mudres øverste lag av de antatt rene sedimentene. Disse prøvetas for å kontrollere at de ikke er forurensede før de legges på mellomager eller leveres til gjenvinning.

### **2.5.5 Skyteledninger og plast**

Det tilstrebes å redusere mengde plast som benyttes. Det mest aktuelle tiltaket her er å ikke bruke mer skyteledning enn det som er nødvendig for å gjennomføre sprengningen på en sikker måte.

Det utføres daglig visuell inspeksjon innenfor og like utenfor tiltaksområdet, og det samles opp eventuelle skyteledninger som flyter opp.

### 2.5.6 **Kontroll**

Boblegardin og siltgardin skal kontrolleres at har ønsket funksjon hver dag før oppstart av arbeidene. Dersom man observerer at boblegardinen eller siltgardinen ikke fungerer som tiltenkt skal arbeidene avbrytes inntil boblegardinen har normal funksjon. Det skal føres logg over inspeksjon og vedlikehold.

Det skal også føres logg over inspeksjon mhp. skyteledninger.

Det er planlagt at det utarbeides en miljøoppfølgingsplan/ ytre miljø-plan for prosjektet for å følge opp avbøtende tiltak beskrevet i denne søknaden og i vilkår i tillatelse fra Fylkesmannen. Sentralt i planen vil være en kontrollplan som beskriver de ulike miljørisikoene, tiltak for å redusere risiko, ansvarlig for gjennomføring av tiltak og utkvittering av gjennomført tiltak.

## 2.6 **Massehåndtering**

Forurenset sediment leveres til godkjent avfallsmottak for ordinært avfall som f.eks. Svåheia avfall AS eller med lekter til Bergmesteren i Rødsand (inert avfall). Sedimenter som ikke er forurenset, eller tilstrekkelig lite forurenset, leveres til gjenvinning eller egnet mottak. Det samme gjelder sprengstein.

Sprengstein leveres til mottak for rene masser, f.eks. Velde. De kan også ta imot muddermasser som ikke er forurenset, dvs. som ikke overskrider forurensningsforskriftens normverdier. Det må imidlertid avklares om aktuell mottaker ønsker å ta imot sprengstein av fyllitt da den kan ha forhøyet konsentrasjon av arsen og ikke helt optimale tekniske egenskaper.

## 2.7 **Mellomlagring**

Det settes av egnet område til mellomlagring av masser i tilfelle det vil være behov for dette. Kun masse som ikke er forurenset mellomlagres. Dersom forurenset masse mellomlagres vil dette være ifm. avvanning og påvente av opplasting for transport. Forurenset masse mellomlagres kun på fast dekke.

Rene masser som mellomlagres prøvetas på mellomlager for å kontrollere at de ikke er forurenset. Massene mellomlagres i maksimalt 3 år.



## 3 Lokale forhold

### 3.1 Naturmangfold

#### 3.1.1 *Generelt*

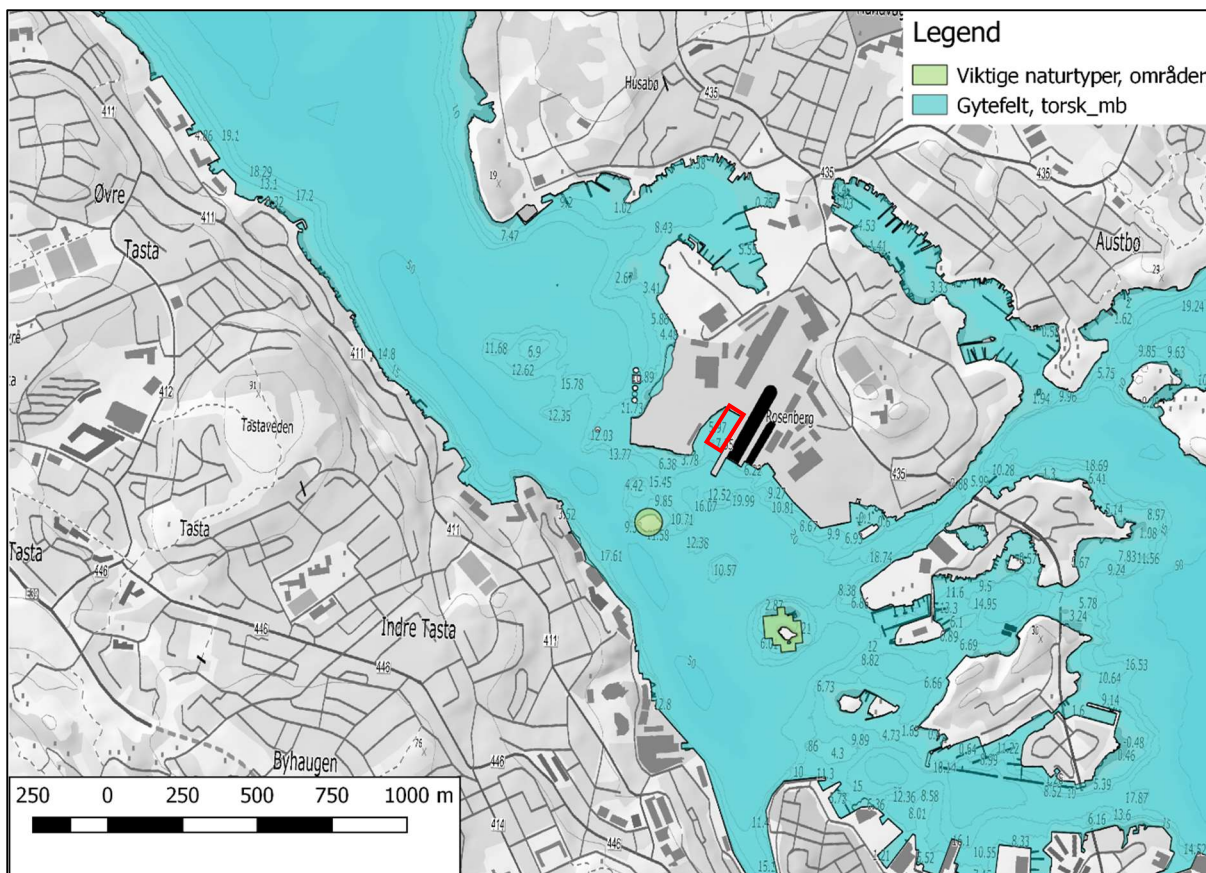
Det er hentet ut informasjon om naturmangfold fra databasene Naturbase samt Fiskeridirektoratets karttjeneste. Funnene er oppsummert i tabell 2, og vist på kart i figur 10. Det er registrert én marin naturtype i Naturbase i tiltakets nærområde; større tareskogforekomster. Det er ikke kjent om denne naturtypen er basert på feltundersøkelser, eller modellering av naturtypen.

I tillegg er Tjuvholmen beskrevet som en viktig hekkeplass for sjøfugl. Vannkanten rundt holmen benyttes til fødesøk.

Videre er et større område markert som gyteområde for torsk (Åmøyfjorden). Gyteområdet er beskrevet som et lokalt viktig gytefelt og er kartlagt med feltundersøkelser.

Tabell 2: Informasjon om marine naturtyper, Naturbase.no og Fiskeridirektoratets karttjeneste.

ID	Områdenavn	Naturtype	Verdi	Beskrivelse	Kilder
BM00102259	Majorskjæret	Større tareskogforekomster	Svært viktig	<p>Dette er en middels stor tareskogforekomst som får verdi A ut fra størrelsen gitt at den ligger i et beskyttet kystområdet, samt at den overlapper med et viktig gytefelt for torsk verifisert av HI.</p> <p>En middels stor tareskogforekomst i et svært bølgebeskyttet område, som har potensiale for forekomst av sukkertareskog.</p>	NIVA, 2014 Kildetype: annet
BN00061780	Tjuvholmen	Andre viktige forekomster	Viktig	<p>Holmen er viktig hekkeplass for sjøfugl. Holmen er en tradisjonell hekkeplass for måker og terner. I perioden 1990-2005 har det årlig hekket mellom 30-60 par fiskemåke, inntil 85 par terner, noen få par med sildemåke og gråmåke samt ett par med svartbak. Vannkanten omkring holmen brukes jevnlig av inntil 10 ind ærfugl til fødesøk sjelden art.</p>	(AMBIO Miljørådgivning AS) Kildetype: Feltundersøkelser
	Åmøyfjorden	Gytefelt, torsk	Gytefelt verdi: 2	<p>Lokalt viktig gytefelt</p> <p>Lite egg (1), Lav retensjon (1)</p>	HI Flødevigen

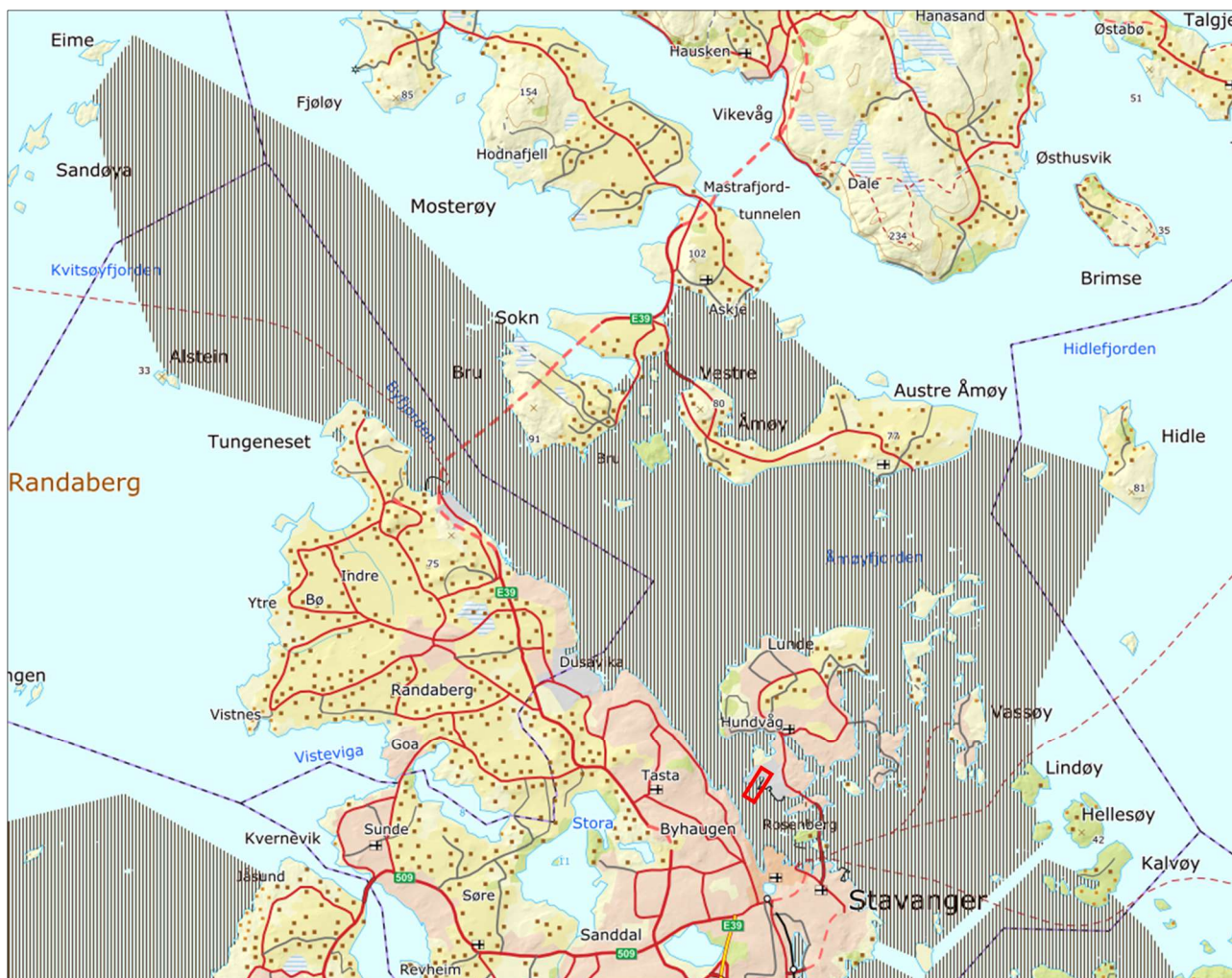


Figur 10: Registrerte marine naturverdier. Rødt omriss viser ca. plassering av tiltaksområdet.

### 3.1.2 Gytefelt utenfor tiltaksområdet

I Åmøyfjorden er et større område markert som gyteområde for torsk. Hele gyteområdet oppgis å ha lav retensjonsgrad og konsentrasjonen av egg er også lav, noe som tilsier at området kan være av lokal betydning, men regionalt mindre viktig for torskebestanden.

Området utenfor Instefjord er vurdert å ha en liten verdi med tanke på hele gytefeltet. Gyteområdet i Åmøyfjorden er stort, og en svært liten del (under 0,1 %) ligger innenfor sannsynlig influensområde (Figur 11). I tillegg er området utenfor tiltaket grunt i forhold til hvor torskene gyter i vannsøylen, og har mye skipstrafikk til både Instefjord og Stavanger. Torskeegg flyter på ca. 30 m dyp før klekking. Det finnes bare enkelte steder som er dypere enn 30 m utenfor Instefjord, noe som tyder på at det sannsynligvis er lite egg i området. Propellene til de store skipene som seiler inn og ut havnen vil forstyrre vannsøylen ned til 20 m. Dette er vanddyptet hvor torskelarvene oppholder seg etter klekking. Det er dermed vurdert at området mest sannsynlig heller ikke har høy tetthet av larver.



Figur 11: Registrert gytefelt i Åmøyfjorden. Rødt omriss viser ca. plassering av tiltaksområdet. Kart hentet fra Fiskeridirektoratets karttjenester.

Norconsult har vært i kontakt med Stavanger og omegn fiskarlag den 8. januar 2020. Fiskarlaget bekreftet at det er lite sannsynlig at tiltaket vil påvirke Åmøyfjorden som gytefelt, og omfanget av skade på funksjonsområdet og ressursgrunnlaget for marin næring antas her å bli lite til ubetydelig.

### 3.2 Områdets og tiltakets betydning for rekreasjon/friluftsjakter, kommersielt fiske, sportsfiske

Tiltaket gjennomføres innenfor et industriområde hvor kun profesjonelle aktører har adgang. Tiltaket har ingen påvirkning på rekreasjon, friluftsjakter, kommersielt fiske eller sportsfiske.



### 3.3 Kulturminner

Informasjon om kulturminner er hentet ut fra databasen Naturbase, hvor kartlag fra tjenesten Kulturminnesøk er lagt inn, samt fra Stavanger maritime museum.

Det er ikke registrerte kulturminner i sjø innenfor tiltaksområdet. Nærmeste registrerte funn av kulturminner er ved Pyntesundet. Disse registreringene er vist på figur 12.



Figur 12: Registrerte kulturminner

Stavanger maritime museum fikk kopi av opprinnelig søknad. De kom da med uttale som er vedlagt revidert søknad, hvor det bl.a. står:

*«Tiltaksområde ligger i areal som ble systematisk utfylt etter 1937 med utviklingen av skipsverft. Samtidig er det område med store aktiviteter på verftet og trafikk av store fartøyer.*

*Stavanger maritime museum kjenner ikke til skipsfunn eller automatisk freda kulturminner som berøres av omsøkt tiltak. Vi har vurdert tiltak til å ikke ha potensiale for funn av hittil ukjente freda kulturminner eller skipsfunn.*

*Vår uttale er at vi ikke har merknad til omsøkt tiltak.*

Om det allikevel under gjennomføringen av tiltaket oppdages kulturhistorisk materiale som kan være vernet eller fredet (for eksempel vrakdelar, keramikk, bearbejdet flint, glass, kritt Piper eller annet), må arbeidene straks stanses og kulturminnemyndighetene varsles, jf. kml § 8 og §14. Tiltakshaver plikter å underrette den som skal utføre arbeidene om dette, men står også selv ansvarlig for at det blir overholdt.»

Det vil bli tatt inn i miljøoppfølgingsplan for prosjektet og i beredskapsplanen til entreprenøren at det skal varsles ved funn.

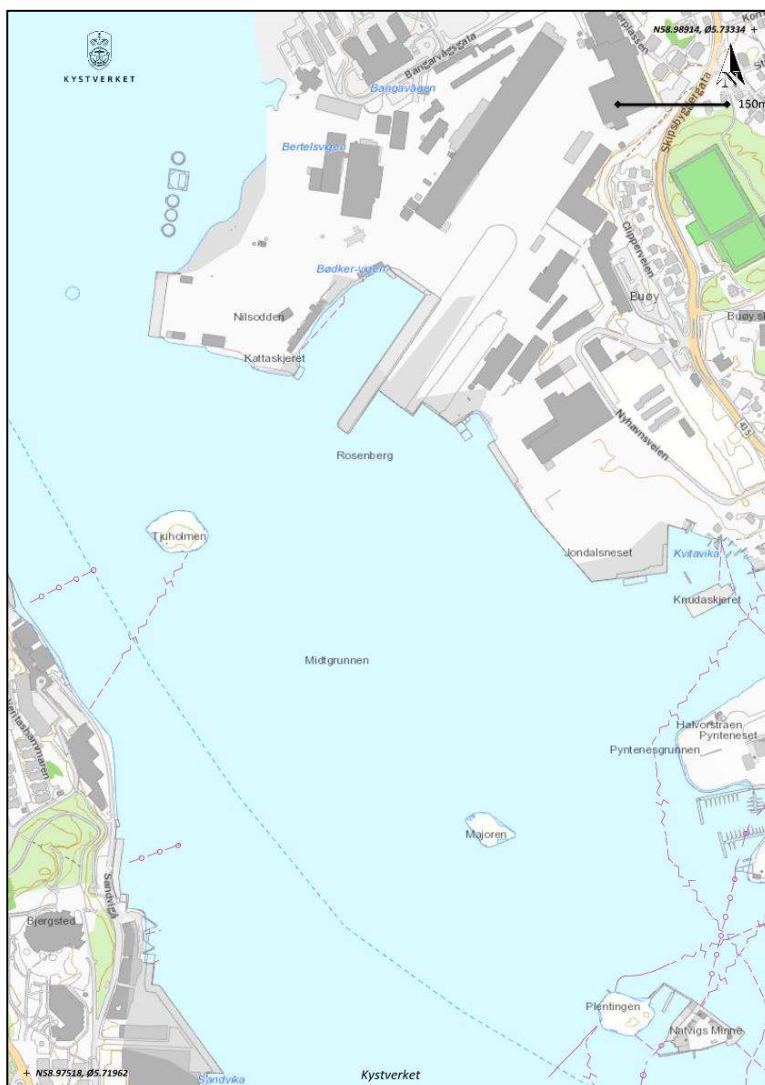
### 3.4 Eksisterende infrastruktur på bakken

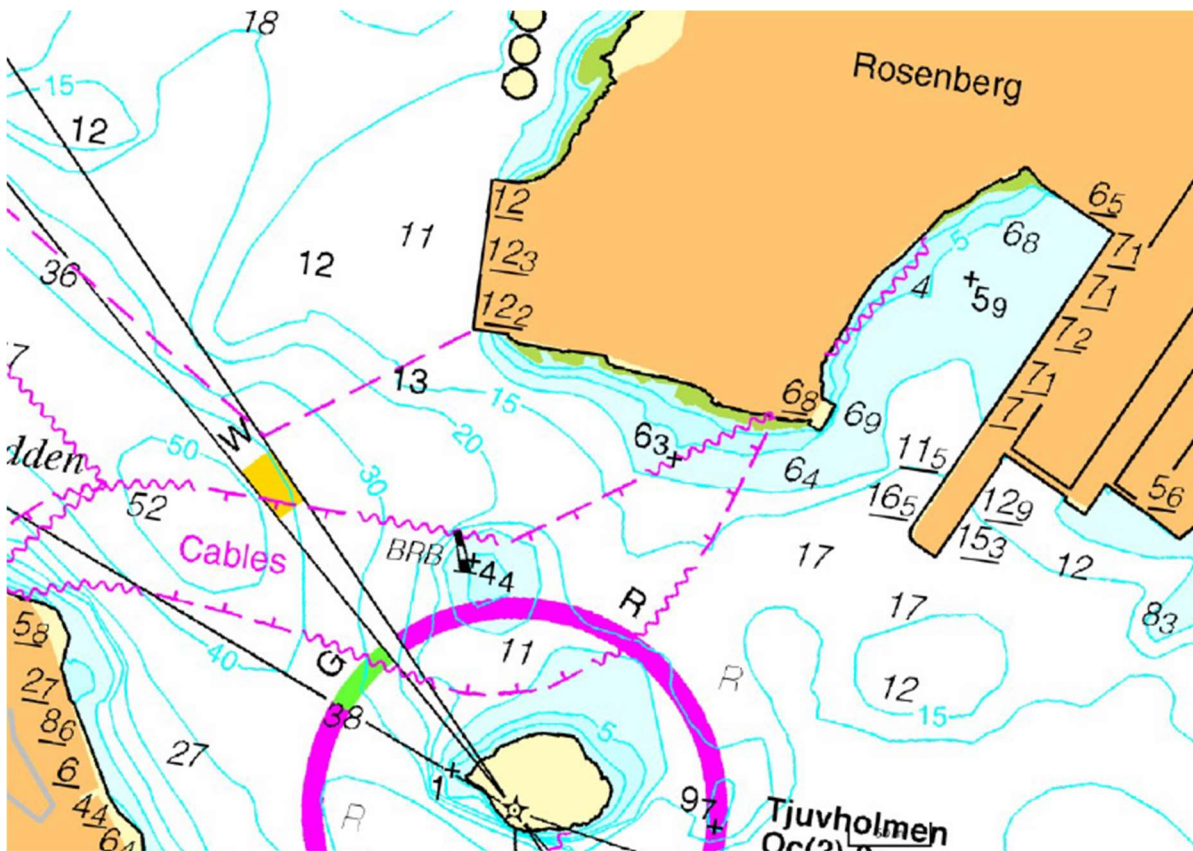
Data om kabler og ledninger i sjø er hentet fra Kartinfo, Kystverkets karttjeneste og vist i figur 13. Informasjon om kabler og ledninger ligger under temakartet Marine grunndata, hvor datagrunnlaget er hentet fra ENC kartene.

Det finnes det infrastruktur på sjøbunnen som ikke fremkommer av Kystverkets karttjeneste. Fra Rosenberg Worley har Norconsult fått oversendt oversikt over sjøkabler som vist på xxx.

I tillegg vil det innentes status over hvilken infrastruktur som faktisk finnes i tiltaksområdet fra Geomatikk (gravemeldingstjenesten) ifm. fjellkontrollboringer som gjennomføres høsten 2019.

Figur 13: Kabler og ledninger i sjø registrert i Kystverkets kartdatabase.





Figur 14: Oversikt over sjøkabler oversendt fra Rosenberg Worley.

### 3.5 Strømningsforhold

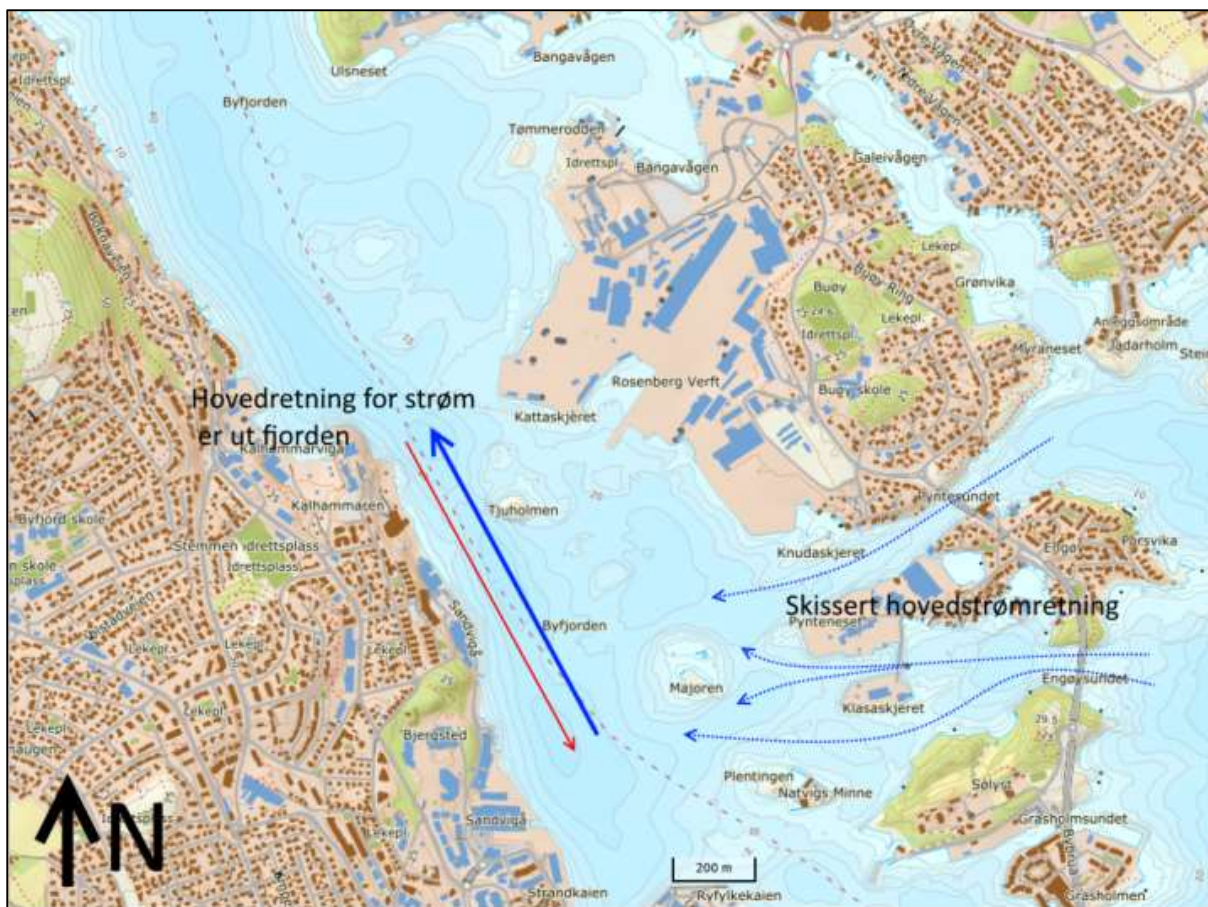
I 1977 utførte SINTEF en resipientvurdering i forbindelse med planlagte utslipp i Byfjorden og Gandsfjorden (SINTEF, 1977). I denne forbindelse ble det utført målinger av strøm, sjiktning og spredningsforhold.

Iht. tidligere resipientvurdering domineres strømmene i Byfjorden i Stavanger hovedsakelig av fire hovedtyper:

- Langperiodisk strøm ut fjorden (flere døgn).
- Langperiodisk strøm inn fjorden (flere døgn).
- Tidevannsstrøm, det vil si strømmen går inn og ut fjorden i takt med tidevannet.
- En kombinasjon av tidevannsstrøm og en mer langperiodisk strøm.

Målingene viste at forurenset vann fra Byfjorden ville spres mot Gandsfjorden i sør ca. 1/4 av tiden. Dvs. at strømmingen var rettet nordover ut av fjorden i 3/4 av tiden.

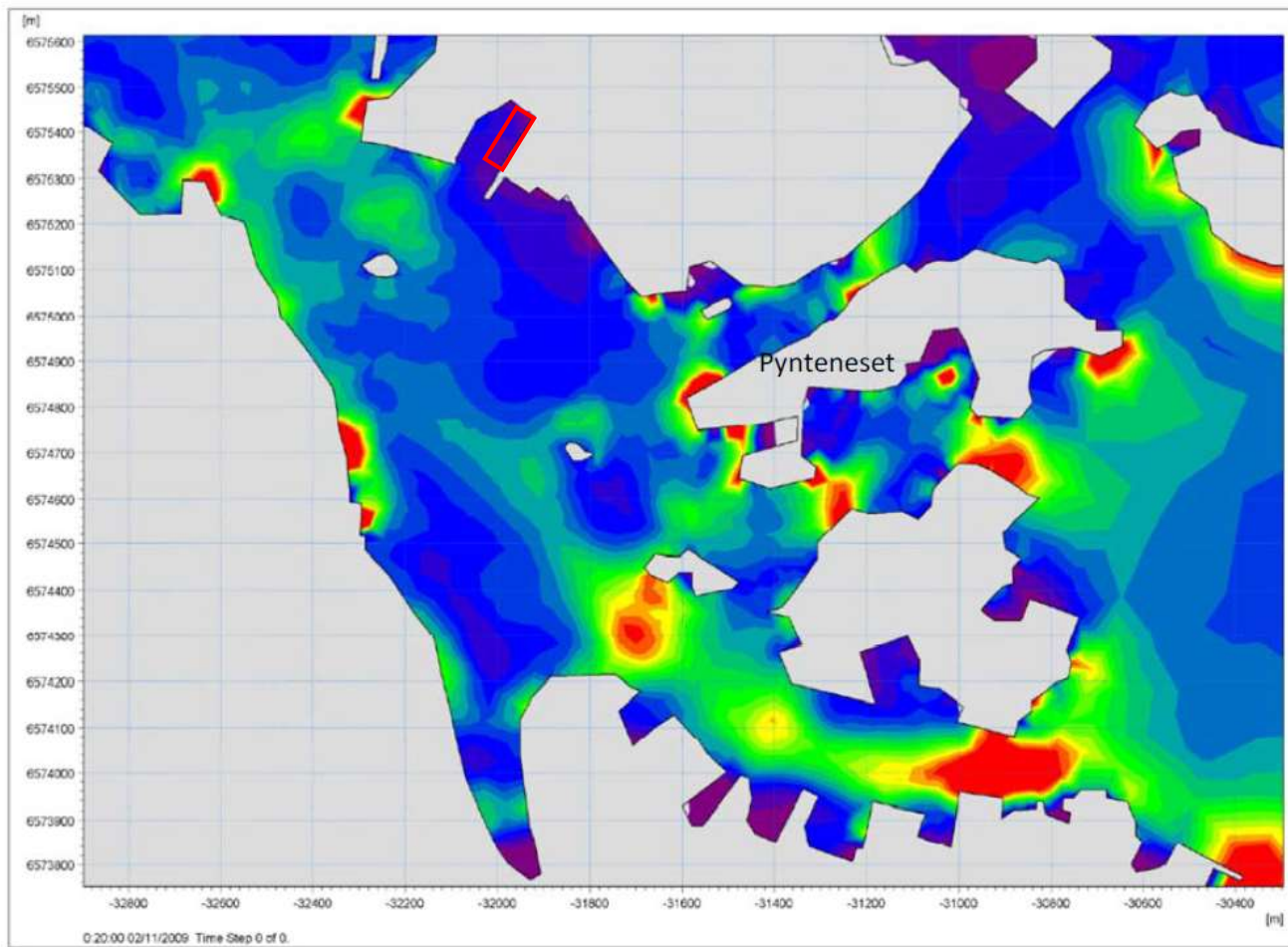




Figur 15: Illustrasjon av hovedstrømretninger ved tiltaksområdet. Stiplede linjer viser antatte hovedstrømretninger.

I 2014 utførte Multiconsult en strømningsanalyse av Byfjorden i Stavanger (Multiconsult, 2014). Modellen ble kalibrert med målinger fra 1970-tallet. Figur 16 er hentet fra denne analysen. Den viser beregnede gjennomsnittshastigheter for november 2009 (fargeskalaen i figuren går fra rødt:  $>0,15$  m/s, ned til lilla:  $<0,01$  m/s). Modellen viser at det er beregnet svært lav gjennomsnittlig strømshastighet i utdypningsområdet i Instefjorden (merket med rødt omriss).





Figur 16 Strømhastighet - gjennomsnitt for november 2009. Fargeskalaen går fra rødt:  $>0,15$  m/s til lilla:  $<0,01$  m/s (Multiconsult, 2014).

## 4 Forurensningssituasjon

### 4.1 Gjennomførte undersøkelser

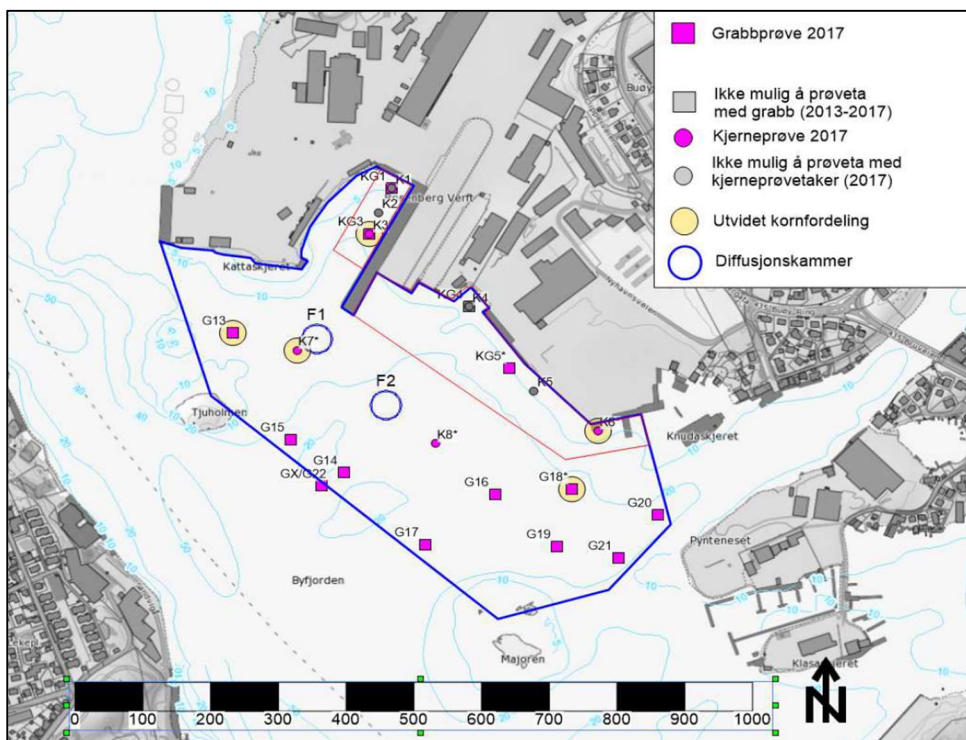
Norconsult har gjennomført to undersøkelser av sedimentene i området utenfor Rosenberg tidligere:

- «Risikovurdering forurensede sedimenter. Utenfor Rosenberg, Buøy, Stavanger kommune», datert 15. april 2013
- «Rosenberg verft. Datarapport prøvetaking av sediment og måling av diffusjon august-september 2017», datert 24. desember 2017

Prøvetakingen i 2013 ble gjennomført i 12 stasjoner (hvorav én stasjon var ikke mulig å prøveta). I 2017 ble det gjennomført prøvetaking i 19 stasjoner (hvorav to ikke var mulig å prøveta). Tre av stasjonene fra undersøkelsen i 2017 er plassert langs kaia i Instefjord hvor det skal utdypes.

I området som skal utdypes ble det forsøkt gjennomført kjerneprøvetaking i 2017 siden man også da var kjent med at det var aktuelt å mudre dette området. På grunn av hard/steinete bunn og grove sedimenter lyktes det kun å gjennomføre kjerneprøvetaking i én av de tre stasjonene. Der det ikke var mulig å få opp prøve med kjerneprøvetaker ble i stedet grabb forsøkt benyttet. Det lyktes å ta opp materiale fra to av tre stasjoner. Det vises til vedlagt tiltaksplan der rapport fra feltarbeid er vedlagt som Vedlegg A for mer omfattende beskrivelse av gjennomført undersøkelse.

Figur 17 viser oversikt over prøvepunkter fra undersøkelsen i 2017. K1, K2, K3, KG1 og KG3 ligger innenfor området som skal utdypes. Resultater fra prøvetakingen er vist i tabell 3, samt figur 18 og figur 19. Prøve K3 er tatt med kjerneprøvetaker. Prøve KG1 og KG3 er tatt med grabb.

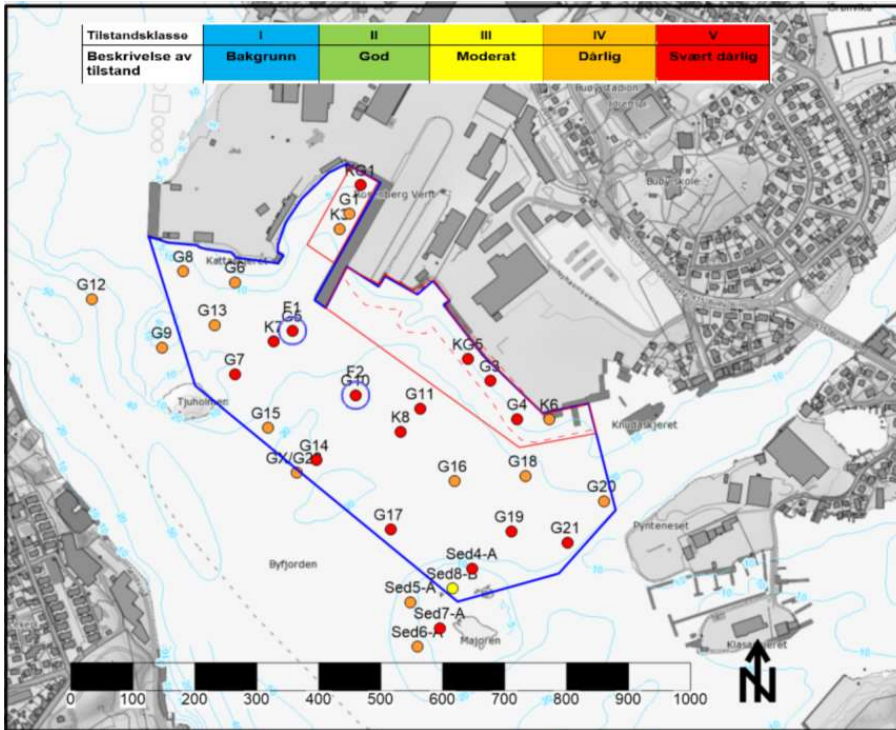


Figur 17: Oversikt over prøvetaking gjennomført ved undersøkelsen i 2017.

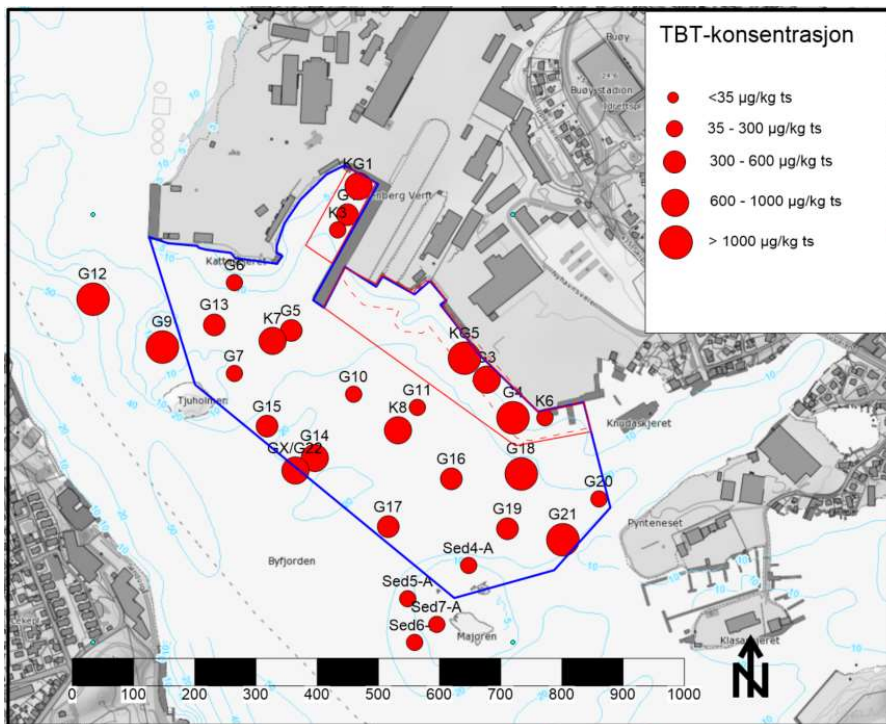
Tabell 3: Analyseresultater fra prøver tatt i Instefjord klassifisert iht. M608. Til høyre resultat fra G1 klassifisert etter TA-2229.

Parameter	Enhet	Målt sedimentkonsentrasjon, C <sub>sed</sub>					Stoff	mg/kg
		KG1	KG1	KG3	KG3	K3		
Prøvetakingsdyp	cm	0-2	2-6	0-2	2-9	2-16		
Tørrestoff (E)	%	75	77	82	80	81		Prøve 1
Vanninnhold	%	25	23	19	20	19	Arsen	5,70
Sand (>63 µm)	%	95	95	92	96	93	Bly	130,00
Silt (2 µm - 63µm)	%	4,5	4,7	7,4	4,3	7,0	Kadmium	0,22
Leire (<2 µm)	%	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	Kobber	58,00
Kornfordeling	se vedl.	*****	*****	*****	*****	*****	Krom totalt (III + VI)	90,00
Klassifisering (Statens vegvesen, håndbok 014)							Kvikksølv	0,86
TOC	% TS	Sand	Sand	Sand	Sand	Sand	Nikkel	65,00
		1,46	1,22	0,378	0,918	0,561	Sink	190,00
Naftalen	µg/kg TS	16	68	30	54	<10	Naftalen	0,059
Acenaftalen	µg/kg TS	<10	<10	<10	<10	22	Acenaftalen	0,071
Fluoren	µg/kg TS	51	136	46	97	24	Fluoren	0,078
Fenantren	µg/kg TS	34	109	32	82	16	Fenantren	0,650
Antracen	µg/kg TS	198	532	112	251	89	Antracen	0,150
Fluoranten	µg/kg TS	40	156	20	63	16	Fluoranten	1,000
Pyren	µg/kg TS	372	938	132	310	104	Pyren	1,100
Benzo(a)antracen <sup>^</sup>	µg/kg TS	319	736	144	334	149	Benzo(a)antracen	0,660
Krysen <sup>^</sup>	µg/kg TS	222	486	77	197	48	Krysen	0,670
Benzo(b)fluoranten <sup>^</sup>	µg/kg TS	245	576	87	200	50	Benzo(b)fluoranten	0,730
Benzo(k)fluoranten <sup>^</sup>	µg/kg TS	296	500	147	218	111	Benzo(k)fluoranten	0,520
Benzo(a)pyren <sup>^</sup>	µg/kg TS	180	418	104	182	75	Benzo(a)pyren	0,640
Dibenzo(ah)antracen <sup>^</sup>	µg/kg TS	276	573	130	228	85	Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,400
Benso(ghi)perylene	µg/kg TS	37	53	27	37	16	Dibenzo(a,h)antracen	0,098
Indeno(123cd)pyren <sup>^</sup>	µg/kg TS	201	361	94	162	58	Benzo(ghi)perylene	0,420
Sum PAH-16	µg/kg TS	217	379	98	139	51	Sum PAH16	7,300
Sum PAH carcinogene <sup>^</sup>	µg/kg TS	2700	6000	1300	2600	910	PCB 28	0,0005
PCB 28	µg/kg TS	1500	3000	670	1200	440	PCB 52	0,0031
PCB 52	µg/kg TS	<0.70	<0.70	<1.82	<0.70	<3.99	PCB 101	0,0064
PCB 101	µg/kg TS	2,2	2,73	5,19	9,69	14,9	PCB 118	0,0026
PCB 118	µg/kg TS	2,12	5,63	3,85	8,41	4,57	PCB 138	0,0190
PCB 138	µg/kg TS	2,34	4,44	2,09	8,11	5,01	PCB 153	0,0140
PCB 153	µg/kg TS	2,23	5,67	3,92	6,91	3,43	PCB 180	0,0089
PCB 180	µg/kg TS	1,67	3,41	2,64	5,02	2,38	Sum PCB-7	0,0540
Sum PCB-7	µg/kg TS	0,98	1,13	1,49	2,6	1,5	Tributyltinn (TBT-ion)	0,23
As (Arsen)	mg/kg TS	12	23	19	41	32		
Pb (Bly)	mg/kg TS	9,5	15,4	10,9	9,12	22,6		
Cu (Kopper)	mg/kg TS	81,7	178	109	394	183		
Cr (Krom)	mg/kg TS	163	238	76,5	94,4	204		
Cd (Kadmium)	mg/kg TS	19,5	26,2	29,5	27,5	45,9		
Hg (Kvikksølv)	mg/kg TS	0,13	0,26	<0.10	0,7	0,59		
Ni (Nikkel)	mg/kg TS	<0.20	1,43	<0.20	<0.20	0,6		
Zn (Sink)	mg/kg TS	256	481	62,7	204	45,2		
Tørrestoff (L)	%	308	287	149	1020	1740		
Monobutyltinnkation	µg/kg TS	75,5	70,1	75,5	88,1	75,8		
Dibutyltinnkation	µg/kg TS	17,1	196	35,8	15,2	13,4		
Tributyltinnkation	µg/kg TS	50	1320	135	54,3	91,2		
Tributyltinnkation	µg/kg TS	215	874	401	163	240		





Figur 18: Høyeste påviste tilstandsklasse i sedimenter i området, med unntak av TBT.



Figur 19: Differensiering av konsentrasjoner av TBT innenfor tiltaksområdet. Samtlige konsentrasjoner er påvist i tilstandsklasse V.



Som nevnt ble også gjennomført prøvetaking av sedimentene i området i 2003. Prøvene ble analyser for metaller, PAH, PCB og TBT hos Westlab, samt at det ble gjennomført kornfordelingsanalyse. Resultatene er ikke gjengitt her siden resultatene er så gamle at de er å regne som foreldet, men konsentrasjonene er i samme størrelsesorden som fra Norconsults undersøkelser i 2017. Rapport fra Westlab er vedlagt.

Det er også gjennomført flere miljøtekniske grunnundersøkelser på land. Resultater er oppsummert i vedlagt tiltaksplan utarbeidet i 2017. Landbasert forurensning vurderes å ha liten relevans for det omsøkte arbeidet.

## 4.2 Supplerende undersøkelse

Siden det ikke lyktes å ta ut prøve med kjerneprøvetaker som planlagt kjenner man ikke til forurensningsnivå i sedimentene i dybde større enn 16 cm. I forbindelse med fjellkontrollboringer vil det bli tatt ut kjerneprøver av dypereliggende sediment for å forsøke å avgrense forurensningen i dybden.

Det er også en mulighet at det er relativt tynn overdekning over fjell. Det vil da i tilfelle ha mindre verdi å avgrense forurensningen i dybden. Dette vil man har bedre oversikt over etter at fjellkontrollboringene er gjennomført i uke 34/35.

## 4.3 Vurdering av fare for spredning av forurensning

I de tre prøvepunktene i Instefjorden er det påvist TBT i tilstandsklasse V iht. M608 i alle prøvene. Tre av fem prøver har også konsentrasjon av kobber i tilstandsklasse V.

I forbindelse med de tiltaksrettede undersøkelsene og utarbeidelse av tiltaksplan i 2017 ble det generelt for hele området gjort følgende vurdering i forhold til om forurensningstilstanden i sedimentene utgjør en risiko eller ikke:

*«Resultatene fra risikovurderingen gir motstridende konklusjoner på om forurensningstilstanden i sedimentet utgjør en risiko eller ikke. Tar man utgangspunkt i målte konsentrasjoner i sedimentet, utgjør sedimentet en risiko for økosystemet, human helse og spredning av TBT. Disse konklusjonene støttes imidlertid ikke av målinger av toksisitet i porevann fra området, fra analyse av miljøgifter i krabber fisket i området eller fra måling av diffusjon i området.»*

Mudring av sedimentene vil medføre en mobilisering av forurensningen i sedimentene og det vil derfor være behov for avbøtende tiltak for å redusere spredning av forurensning. Foreslått avbøtende tiltak er boblegardin, som også reduserer energien i trykkbølger fra spredning.

## 4.4 Restforurensning

Deler av området har allerede ønsket seilingsdyp. Her vil det være forurensede sedimenter som ikke fjernes.

Også utenfor området som skal utdypes vil det fortsatt være forurensede sedimenter som ikke berøres. Disse er omfattet av pålegg og utarbeidet tiltaksplan i 2017. Det er foreløpig ikke konkrete planer om gjennomføring av tiltakene beskrevet i 2017.

## 4.5 Undervannsstøy / trykkbølger

### 4.5.1 Generelt

I forbindelse med undervannsprengning kan den resulterende trykkbølgen være skadelig på marint liv på kort hold, dvs. nær sprengningsstedet. Trykkbølgen dør relativt fort ut over avstand. Foruten avstand er det mange andre faktorer som avgjør trykket i trykkbølgen. Enkeltladningens størrelse, fordemming og innspenningforhold betyr mye, sammen med mulig skjerming fra undervannsterrenget mellom sprengingene og måle/beregningspunkt. Fisk med lukket svømmeblære, og unge stadier er vanligvis mest utsatt for trykkforskjellene i trykkbølgen. Også marine pattedyr og dykkende sjøfugl er svært utsatt for trykkbølger fra sprengning på kort hold. På lengre hold kan støy fra sprengning påvirke fisk og andre dyr i havet ved gjentatte sprengninger. Det er spesielt fisk i oppdrett og fisk som er bundet til et spesielt avsnørt leveområde, som ungfisk i oppvekstområder, som her er utsatt.

Norconsult utførte i 2019 for Statens vegvesen et litteraturstudium og en vurdering av undervannsstøy og trykkbølger fra sprengning ifm. nye ferjekaier på Sande og Nesvik (Norconsult, 2019). I tabell 4 følger en oppsummering fra denne rapporten av ulike nivåer av lydtrykk og observert effekt på fisk, i hovedsak laks og torsk. På bakgrunn av en rekke ulike studier oppsummert i FFI-rapport om akustisk eksponering av fisk ved undervannsprengninger (Kjellsby, 1993) er forventet sammenheng mellom lydtrykknivåene og tilhørende effekter fra sprengninger på fisk vist.

Tabell 4: Oversikt over effekter på fisk (torsk og laks) relatert til lydtrykk (modifisert etter Kjellsby, 1993). Fargekodingen angir skadepotensial.

Spisstrykk i trykkbølgen	Effekter på fisk
10 MPa til 1 MPa	Stor risiko for spontan død etter en enkel sprengning. Fisk med lukket svømmeblære (f.eks. torsk) vil være mer utsatt enn fisk med åpen svømmeblære (f.eks. laksefisk).
1 MPa til 100 kPa	Indre skader med usikker utgang. Risiko for død ved gjentatte sprengninger. Sterke atferdsendringer.
100 kPa til 1 kPa	Mindre eller ingen fysiske skader, men stressbelastning ved gjentatte sprengninger. Middels sterke atferdsendringer.
1 kPa til 100 Pa	Voksen fisk venner seg til støybelastningen ved gjentatte sprengninger, men dette kan være annerledes for larver/ungel.
100 Pa til 1 Pa	Fisk hører sprengingen, men reagerer ikke.
< 1 Pa	Fisk hører ikke sprengninger.

Det vises for øvrig til nevnt litteraturstudium og vurdering som Norconsult utførte for Statens vegvesen ifm. nye ferjekai på Sande og Nesvik for mer generell informasjon undervannsstøy og påvirkning på marint liv.

#### 4.5.2 Tiltaket i Instefjord

I tillegg til mudring skal deler av tiltaksområdet i Instefjord utdypes ved sprengning. For å undersøke nærmere sannsynlig effekt på marint liv har akustiker gjort beregning av spisstrykket i trykkbølger fra sprengning.

Entreprenør er ikke engasjert og det har dermed ikke blitt utarbeidet salveplan, men aktuell entreprenør har oppgitt følgende data om antatt utførelse av sprengningsarbeidene:

- Største ladning per borehull (verste tilfelle): 15,65 kg dynamitt
- Minste detonasjonsintervall (tid mellom detonasjoner av sprengstoff i enkelt hull): 17 ms
- Fordemming: full, med singel eller bedre materiale av alle borehull

Utover denne informasjonen er det lagt følgende forutsetninger til grunn:

- Fungerende boblegardin i hele lengden fra vest til øst like sør for den sørligste salven
- Formelverk for beregning av spisstrykket i trykkbølga som funksjon av avstand fra salven: Nedwell og Thandavomoorthy 1989

I beregning av spisstrykket i trykkbølgen fra sprengningen er det brukt følgende sikkerhetsfaktorer:

- For å ta høyde for at de distinkte trykkpulsene fra enkeltdetonasjonene kan summeres selv om de kommer med minst 17 ms intervall: 20 i faktor
- Demping fra undervannsterreng/topografi: 1, dvs. ingen demping (forsiktig estimat)
- Demping grunnet innborret ladning (som kontrast til ladning i fri vannsøyle): 0,2 (forsiktig estimat)
- Boblegardindempfaktor, enkelt boblegardin: 0,2 (forsiktig estimat, mer realistisk er kanskje 0,1)
- Boblegardindempfaktor, dobbelt boblegardin: 0,04 (forsiktig estimat, mer realistisk er kanskje 0,01).

Basert på dette er det beregnet spisstrykk fra sprengningen både for enkelt og dobbel boblegardin. Tabell 5 viser en oversikt over forventet spisstrykk som funksjon av avstand fra salve. Det er forutsatt fungerende boblegardin mellom salve og beregningspunkt for spisstrykk. Det er beregnet verdier både for enkel og dobbel boblegardin. På bakgrunn av sikkerhetsfaktorene som er brukt må beregningen anses som konservativ.

Tabell 5: Spisstrykk som funksjon av avstand fra salve forutsatt enkel eller dobbel boblegardin. Konservative beregninger.

Spisstrykk	Enkel boblegardin	Dobbel boblegardin
100 kPa	30 m	-
50 kPa	50 m	12 m
10 kPa	210 m	50 m
1 kPa	850 m	380 m



Figur 20: Spisstrykk for enkelt (til venstre) og dobbel boblegardin (til høyre).

### 4.5.3 Vurdering

I Canada er 100 kPa brukt som anbefalt grenseverdi for spisstrykk i nærheten av fiskehabitat. Bruk av boblegardin fører til en god demping av trykkbølgene. Ved bruk av enkelt boblegardin vil trykkbølgene være dempet til 100 kPa rett utenfor boblegardinen. Før man er forbi kaiområdet er spisstrykket nede i 50 kPa. Før sprengingene må man forsikre seg om at boblegardinen(-ene) fungerer etter hensikten, og i hele gardinlengden.

I de grunne områdene før man når Tjuvholmen og Midtgrunnen vil trykket være nede i 10 kPa. Disse områdene ligger grunnere enn dypet torskeegg flyter på før klekking og i dybde hvor det forventes lav tetthet av larver pga. skipstrafikk.

Trolig ville det vært tilstrekkelig med enkelt boblegardin for å dempe trykkbølgene. For å være på den sikre siden ønsker tiltakshaver å benytte en ekstra boblegardin. Dette gir svært god demping av trykkbølgene. Trykket er nede på 10 kPa før man er ute av kaiområdet og utenfor grunnene som avgrenser havnebassenget utenfor Rosenberg vil trykket være nede på 1 kPa, hvor voksen fisk tilpasser seg støynivået. Bruk av to boblegardiner vil føre til lite til ubetydelig påvirkning for fuglene på Tjuvholmen og trolig ingen påvirkning til det nærmeste fiskeoppvekstområdet, tareskogen rundt Majoren.

Sprengningsarbeidene utføres mot slutten av gyteperioden (medio mars – april) og avsluttes i mai utenfor gyteperioden. Etter gyteperioden vurderes det som tilstrekkelig med enkel boblegardin.

Det understrekes at det er brukt flere sikkerhetsfaktorer som gjør beregningen av spisstrykk konservativ. Reelt trykk forventes å være lavere.

Basert på at de konservative beregningene viser god demping av trykkbølgene og kvaliteten av utenforliggende gyteområde, vurderes det ikke som nødvendig å foreta trykkmålinger for å dokumentere påvirkning av sprengningsarbeidene.



## 5 Referanser

- DNV Consulting. (2006). *Boblegardin mot spredning av muddermasser*.
- Fylkesmannen i Agder. (2019). *Tillatelse til mudring/sprengning og dumping i sjø – «Innseiling Farsund» - Farsund kommune*.
- Kjellsby, E. (1993). *Akustisk eksponering av fisk ved undervannssprengninger. FFI-rapport 93/2004, Forsvarets forskningsinstitutt. 60s.*
- Multiconsult . (2017). *Innseiling Stavanger havn. Miljø- og geotekniske undersøkelser. Multiconsult-rapport 218055-RIG-RAP001, datert 24. desember 2017*.
- Multiconsult. (2014). *Strømningsmodellering Byfjorden (217051-RIVass-RAP-01)* .
- Norconsult. (2013). *Risikovurdering forurensede sedimenter. Utenfor Rosenberg, Buøy, Stavanger kommune. Norconsultrapport 5122564-S01, datert 15. april 2013*.
- Norconsult. (2019). *Rv. 13 Sande og Nesvik nye ferjekaier, Hjelmeland. Vurdering av undervannsstøy og trykkbølger fra sprengning. 5187983-RIM03-J02*.
- Norsk Undervannsarbeid. (2016). *Boblegardin vernet torsken i Oslo*. Hentet fra <http://www.undervannsarbeid.no/?p=1030>
- SINTEF. (1977). *Resipientundersøkelser ved Stavangerhalvøya. Marinfysiske vurderinger av utslipp i Byfjorden og Gandsfjorden. Prosjektnr. 602241, datert 29. desember 1977*.

## 6 Vedlegg

Vedlegg A – Kart 1:50.000

Vedlegg B – Kart 1:1000

Vedlegg C – Foto

Vedlegg D – Reguleringsplaner i området

Vedlegg E – Tillatelse til tiltak fra Stavanger kommune

Vedlegg F - Epost fra saksbehandler i Stavanger kommune

Vedlegg G – Uttalelse fra Stavanger maritime museum

Vedlegg H – Uttalelse fra Stavangerregionen havn IKS

Vedlegg I – Uttalelse fra Fiskeridirektoratet

Vedlegg J – Tiltaksplan for forurenset sjøbunn ved Rosenberg Verft. 5172015-RIM01-E03.

Vedlegg K – Analyse av sediment fra Instefjord, Westlab 2003.

Vedlegg L – Ingeniørgeologisk vurdering

Vedlegg M – Mudringsplan

Vedlegg N – Sprengningsplan

Vedlegg O – Snitt og prinsipp