
RAPPORT

Supplerende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i Indrevika

OPPDRA GSGIVER

Kvinesdal kommune

EMNE

Tildekning av forurensede masser

DATO / REVISJON: 8.desember 2023 / 00

DOKUMENTKODE: 10251370-RIG-RAP-002



Multiconsult

Dette dokumentet har blitt utarbeidet av Multiconsult på vegne av Multiconsult Norge AS eller selskapets klient. Klientens rettigheter til dokumentet er gitt for den aktuelle oppdragsavtalen eller ved anmodning. Tredjeparter har ingen rettigheter til bruk av dokumentet (eller deler av det) uten skriftlig forhåndsgodkjenning fra Multiconsult. Enhver bruk av dokumentet (eller deler av det) til andre formål, på andre måter eller av andre personer eller enheter enn de som er godkjent skriftlig av Multiconsult, er forbudt, og Multiconsult påtar seg intet ansvar for slikt bruk. Deler av dokumentet kan være beskyttet av immaterielle rettigheter og/eller eiendomsrettigheter. Kopiering, distribusjon, endring, behandling eller annen bruk av dokumentet er ikke tillatt uten skriftlig forhåndssamtykke fra Multiconsult eller annen innehaver av slike rettigheter.

RAPPORT

OPPDRAG	Supplerende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i Indrevika			DOKUMENTKODE	10251370-RIG-RAP-002
EMNE	Tildekning av forurensede masser			TILGJENGELIGHET	Åpen
OPPDRAGSGIVER	Kvinesdal kommune			OPPDRAGSLEDER	Anne Birgitte Roe
KONTAKTPERSON	Inge Hedenstad			UTARBEIDET AV	Anne Birgitte Roe
KOORDINATER	Sone: 32	Øst: 375645	Nord: 6461416	ANSVARLIG ENHET	10233011 Seksjon Geoteknikk Vest
GNR./BNR./SNR.	/ /				

SAMMENDRAG

Sjøbunnen i den indre delen av Fedafjorden, herunder Indrevika, er forurenset. Foreliggende rapport omhandler geotekniske vurderinger av planlagt tildekning av den forurensede sjøbunnen.

Grunnforholdene ved sjøbunnen varierer mellom sand med et varierende innhold av humus og av organiske materialer som gytje og treflis.

Gytje er et svært finkornig materiale, vi vil følgelig anbefale at det benyttes middels til grov silt masser for tildekning av denne typen materiale. I de området der sjøbunnen består av humusholdig siltig sand og sand, anbefaler vi at det benyttes fin sand til fin grus. For områdene med treflis kan det også benyttes tildekningsmasser av fin sand til fin grus.

Materiale av gytje og treflis har svært lav styrke, for denne typen materiale vil ikke eksisterende sjøbunn ha dokumentert stabilitet. Mens for humusholdig sand og sand, vil stabiliteten til dagens sjøbunn være tilfredsstillende. Utleggingen av tildekningsmasser skal foregå på en slik måte at stabiliteten ikke blir redusert i noen faser av utleggingen. Metoden for utlegging er nærmere beskrevet i rapporten, blant annet skal utleggingen legges ut fra områder med størst vanddyp og innover mot grunnere områder.

00	8.12.2023	Klar til utsendelse	ABR	svah	ABR
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHOLDSFORTEGNELSE

1	Innledning	5
2	Regelverk.....	5
3	Grunnforhold.....	5
3.1	Bunntopografi.....	5
3.2	Tidligere geotekniske grunnundersøkelser.....	7
3.3	Miljøgeologiske undersøkelser.....	7
3.4	Geoteknisk grunnundersøkelser 2023.....	9
1.1.1	Prøvetaking av topplaget.....	9
1.1.2	Vurdering av flyteskred.....	10
4	Planlagt tiltak	10
5	Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019.....	11
6	Tildeckningsmasser	12
7	Stabilitetsvurderinger	15
8	Setninger	16
9	Restriksjoner på videre utfylling	16
10	Utførelse.....	16
11	Risikooperasjoner	17
12	Referanser	17

1 Innledning

Sjøbunnen i den indre delen av Fedafjorden, herunder Indrevika, er forurenset av kvikksølv og kobber fra den nedlagte Trælandsfos Cellulosefabrikk (1960-1985) og tidligere PAH-utslipp fra Eramet Kvinesdal (Tinfos Smelteverk AS). Et miljøoppryddingsprosjekt i Lister, «Rene Listerfjorder», med støtte fra Miljødirektoratet har gjennomført opprydding av sjøbunn i Farsund og Flekkefjord. Indre del av Fedafjorden gjenstår i dette prosjektet.

«Rene Listerfjorder» har hatt faglig bistand fra COWI (Flekkefjord) til miljøundersøkelser, utredninger og utkast til tiltaksplan for tildekking av forurenset sjøbunn.

Det skal søkes statlig støtte til tildekkingsprosjektet. Dette krever avklaring av risikoforhold, avklaring av gjennomførbarhet tildekking og kostnadsoverslag. Multiconsult Norge AS er i den forbindelsen engasjert av Kvinesdal kommune for å utføre geotekniske vurderinger av planlagt tildekning.

2 Regelverk

Gjeldende regelverk legges til grunn:

- Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven)
- Byggeteknisk forskrift TEK17
- Byggesaksforskriften SAK10
- NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016 (Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner)
- NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+NA:2016 (Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler)

I tillegg er følgende rapport benyttet:

- M-411/2015 Testprogram for tildekkingsmasser, Forurenset sjøbunn.

3 Grunnforhold

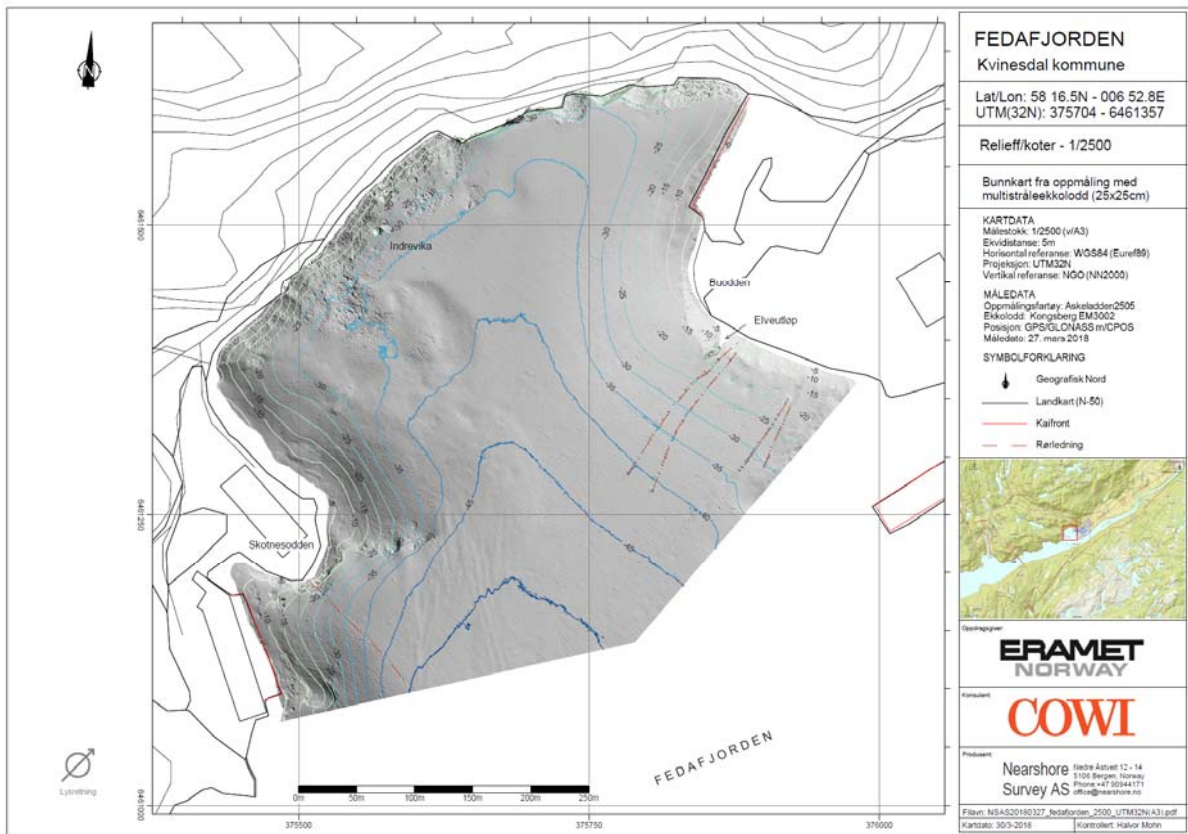
3.1 Bunntopografi

Det er utført multistrålekartlegging av sjøbunnen [1]. Skyggerelieff er vist på Figur 3-1, dette indikerer at sjøbunnen hovedsakelig består av finkornige avsetninger. Mot nordvest ser vi at sjøbunnen er noe mer grovkornet, tolket som eksisterende vegfylling.

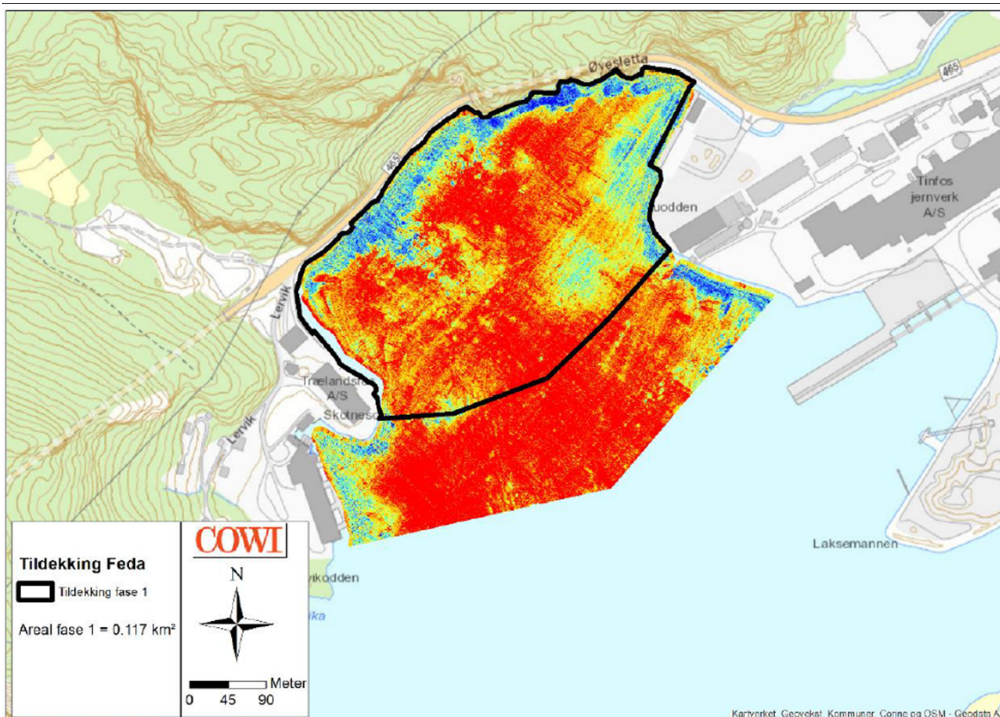
Figur 3-2 viser tolkning av hardheten på sedimentene på sjøbunnen.

I de dypere delene av Indrevika har sjøbunnen en svak helning på ca 3 ° fra nord mot sør. Mens i områdene nærmere land, varierer helningen av sjøbunnen mot vest og øst hovedsakelig mellom 20 og 25 °. Mot nordvest har eksisterende fylling en helning på 38° i den øvre delen, mens helningen blir slakere mot fyllingsfot. Noe som indikerer at fyllingen ligger på setningsømfintlige masser.

Tildekning av forurensede masser



Figur 3-1: Viser skyggerelieff av sjøbunnen [1].



Figur 3-2: Viser variasjon i hardhet på sjøbunnen, blå farge indikerer hard sjøbunn mens rødt indikerer bløte sedimenter [2].

3.2 Tidligere geotekniske grunnundersøkelser

I 1998 utførte Statens vegvesen grunnboringer [3] [4] på sjø i forbindelse med utfylling og foreslått ny veg i området. Utførte dreietrykksonderinger viser at det er registrert mellom 0,1 til 18,5 m med løst lagrete masser. Dreietrykksonderinger er en metode som avsluttes når sonderinger treffer faste masser og er følgelig ikke egnet for påvisning av berg.

I 2017 utførte Multiconsult grunnundersøkelser på land ved Kleven brygge i forbindelse med mellomlagring av en trafo. Grunnundersøkelsene registrerte ca. 4 – 5 m antatt fyllmasser over antatt torv med mektighet opp til 4 m. Under dette var det registrert antatt sand til store dybder.

Tabell 3-1: Relevante tidligere grunnundersøkelsesrapporter

Rapportnummer	Utført av	År	Oppdragsgiver	Oppdragsnavn/ rapportnavn
Ukjent	Statens vegvesen	1998	-	Utfylling i Leirvik
314024	Multiconsult Norge AS	2017	Martin Bencher AS	Trafo ved Kleven brygger Øye, Kvinesdal

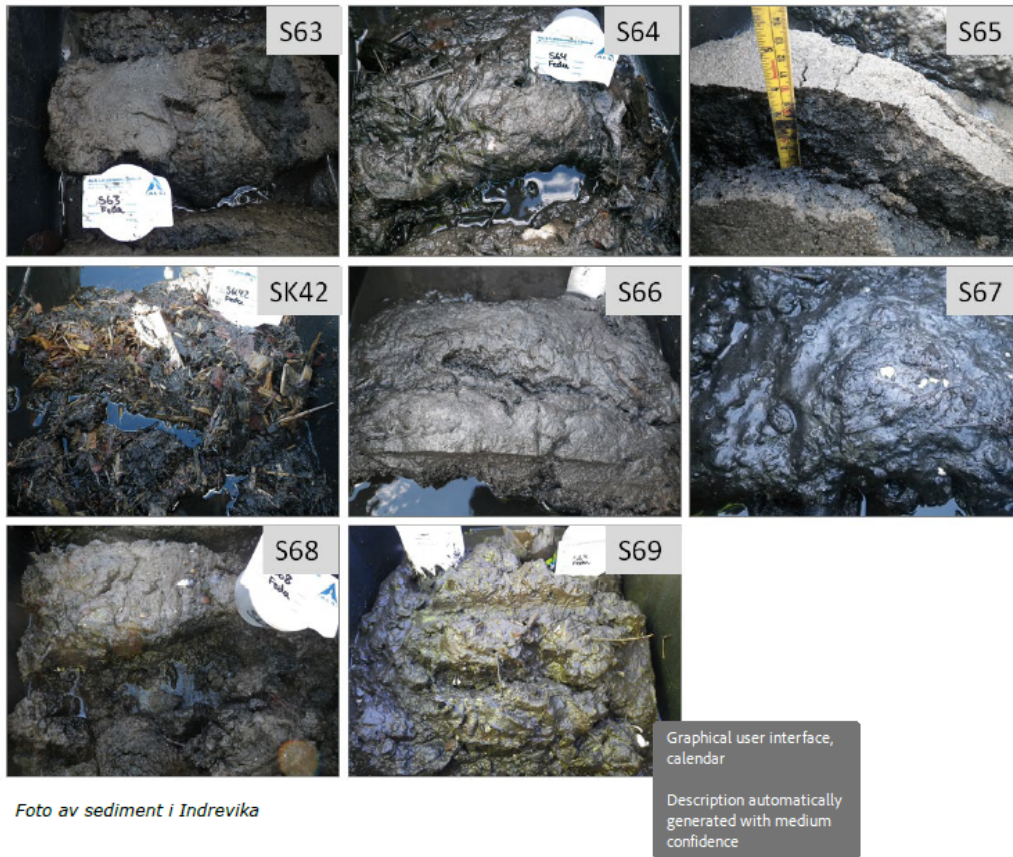
3.3 Miljøgeologiske undersøkelser

Cowi har utføre miljøgeologiske grunnundersøkelser [5]. Bilde av sjøbunnen er vist i Figur 3-5 og blir beskrevet slik: «*Bunnforholdene i delområde Indrevika varierer mellom store områder med flis i Indrevika, mye løv og greiner ved utløpet av Kvina og mer siltige/leirige muddermasser i området mellom Kvina og Indrevika. Begrepet mudder benyttes når samlet silt- og leirinnhold er > 90.*»

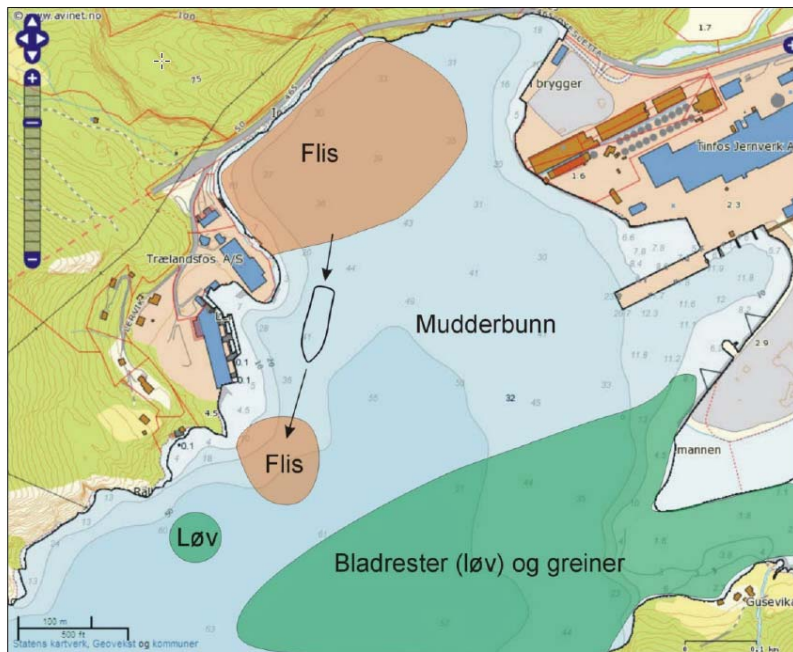
Figur 3-4 viser beskrivelse av sjøbunnen utført av Cowi. Under driften ved fabrikk ble det lagret store mengder med avbarket tømmer (props) i Indrevika, og dette har ført til at det er mye treflis på sjøbunnen. I forbindelse med mudring av sjøbunnen utenfor Borregaard Trælandsfoss sitt tresliperi, er noe flis fraktet lengre ut.

Tildekning av forurensete masser

16 COWI STATUSRAPPORT FORURENSET SJØBUNN FEDAFJORDEN



Figur 3-3: Bilder tatt av sjøbunnen [5].



Figur 3-4: Beskrivelse av sjøbunnen [5].

3.4 Geoteknisk grunnundersøkelser 2023

Multiconsult Norge AS har utført supplerende grunnundersøkelser i 2023 [6], resultatene fra disse kan oppsummeres som:

«Det er stor variasjon i dybden til berg. I de punktene der berg er registrert er dybden mellom 2,0 til 58,6 meter, med antatt bergnivå på mellom kote -13,0 til -78. Det er i enkelte borpunkt boret over 60 m uten at berg er påtruffet.

Grunnundersøkelsene viser at løsmassene består av et topplag av løst lagrete masser som består av treflis, gytje, siltig, sandig gytje, humusholdig siltig sand og sand. I enkelte punkt er det registrert leire fra 6 m sedimentdybde. Laget med leire er definert som sprøbruddmateriale.

Deretter er det registrert fast lagrete masser. I de borpunktene der det er boret dypest, er det deretter registrert middels fast lagret materiale.»

1.1.1 Prøvetaking av topplaget

Prøvetaking av topplaget er vist i Figur 3-5. Laget har følgende beskrivelse i de ulike borpunktene:

- BP 1, 6 og 13: treflis
- BP 16: sandig, siltig gytje
- BP 105: humusholdig siltig sand
- BP 110: sand
- BP: 114: sandig, siltig gytje



Figur 3-5: Bilder av prøver tatt fra sjøbunnen.

Tildekning av forurensede masser

1.1.2 Vurdering av flyteskred

Iht. NVE veileder 1/2019 [7] kan vannmettet løst lagret sand og silt ha sprø bruddoppførsel. Overbelastning av kornstrukturen i slike materialer kan forårsake skred som kan spre seg over et større område, og omtales ofte som flyteskred. Flyteskredmateriale defineres av følgende krav:

- Porøsitet $n > 44 \%$
- Graderingstall $C_u = d_{60}/d_{10} < 5$
- Midlere kornstørrelse, $0,05 \text{ mm} < d_{50} < 0,2 \text{ mm}$

Når flyteskredmateriale konsolideres, kan det oppnå økt styrke.

Laboratorieundersøkelsene viser at det er registrert flyteskredmateriale på sjø i BP 105 fra 0-1,0 m og 2,5-3,5 m.

4 Planlagt tiltak

Tildekningen av forurensede masser er planlagt av Cowi og presentert i «Statusrapport forurenset sjøbunn Fedafjorden» [5].

Figur 4-1 viser planlagt tildekningstiltak. Følgende tekst er hentet fra Cowi sin rapport:

Hovedsakelig planlegges det å legge flere lag, til sammen 35 cm, fin sand over sjøbunnen med et lag erosjonsbeskyttende pukk oppå sandlaget. Sandlaget skal motstå gjennomtrenging av miljøgifter i 1000 år.

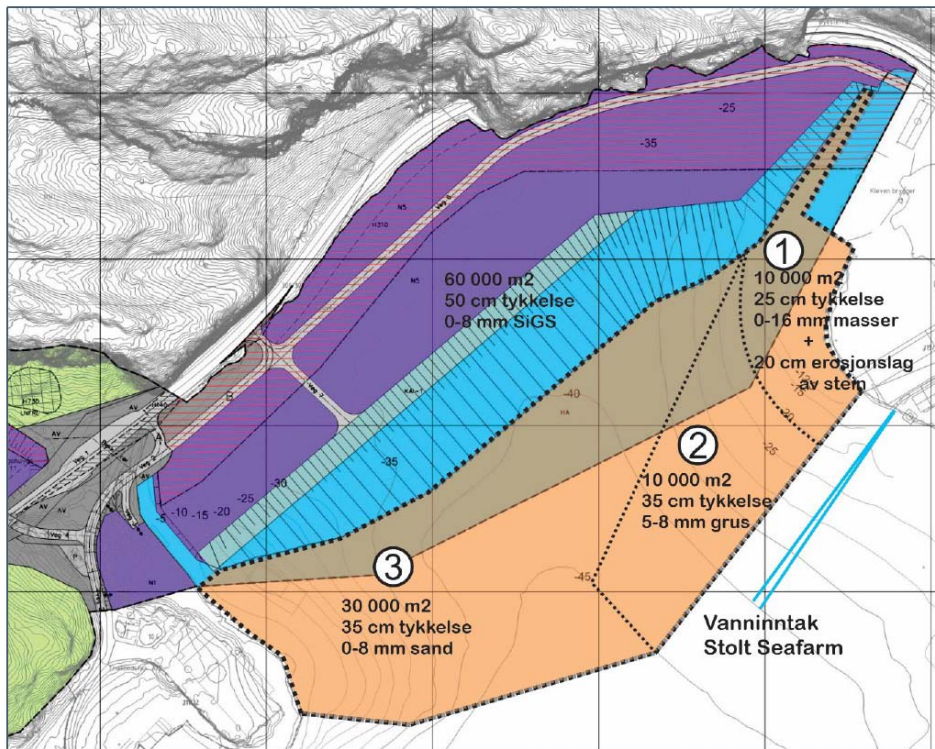
I delområde 1 ved Kleven brygger legges det 25 cm med 0-16 mm masser og over dette laget legges det et 20 cm erosjonslag av stein. Dette laget legges fra 10 til 20 m dyp.

Delområde 2 fortsetter fra delområde 1 ned til 45 m dyp. Området ligger vest for vanninntaket til Stolt Seafarm og det er derfor viktig å bruke tildekningmasser uten finstoff. Det legges 35 cm 5–8 mm grus i minimum to lag hvor det første skal være maksimum 15 cm tykt. Det er ikke gjort vurdering av kostnader mht. omlegging av vanninntaket midlertidig eller permanent. Massene skal legges ut fra det dypeste området mot grunneste av geotekniske hensyn.

I delområde 3 skal det benyttes 0-8 mm masse som legges ut i minimum to lag hvor det første skal være maksimum 15 cm tykt, totalt 35 cm. Massene skal legges ut fra det dypeste området mot grunneste av geotekniske hensyn.

Fyllingen i vest markert med blå og lilla på figuren, skal ikke etableres. Det skal her kun legges ut tildekningsmasser på sjøbunnen, ikke på eksisterende fylling.

Tildekning av forurensede masser



Kartet viser planlagte tiltak. I det blå og lilla område mot veien (vest) skal det etableres fylling.
Tildekning av forurenset sjøbunn vil skje i område 1, 2 og 3.

Figur 4-1. Planlagt tildekningstiltak, hentet fra Cowi sin rapport [5].

5 Gjennomgang av prosedyre NVE 1/2019

Plan- og bygningsloven stiller krav om at det må undersøkes om planområdet har tilfredsstillende sikkerhet mot blant annet områdeskred. Områdeskred brukes som samlebegrep for skred i kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper, og kjennetegnes ved at de kan utløses av små hendelser og bli relativt omfattende.

NVEs veileder nr. 1/2019 [8] «Sikkerhet mot kvikkleireskred» gir retningslinjer og krav til utredninger av skredrisiko (utredning av områdestabilitet) [8] for utbygging i kvikkleireområder. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

Utredning av områdeskredfare i kvikkleire utføres etter prosedyre angitt i tabell 3.1 i veilederen. Punktene under tar for seg prosedyren for utredning av områdeskredfare.

Tabell 5-1 viser en gjennomgang av prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, definert i avsnitt 3.2 i [8].

Tildekning av forurensede masser

Tabell 5-1: Gjennomgang av prosedyren i NVEs veileder 1/2019.

Steg	Overskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er ingen registrerte faresoner for kvikkleire i området. Forekomst av sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Tiltaket ligger under marin grensen. Forekomst av sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for område-skred	Aktsomhetsområde har en helning brattere enn 1:20.
4	Bestem tiltakskategori	Tildekning av sjøbunnen er plassert i tiltakskategori K2. For tiltakskategori K0-K2 er det ikke nødvendig med soneutredning iht. steg 5-11 i prosedyren. Men tiltaket må ikke ha negativ påvirkning på stabiliteten, eventuelt kreves det absolutt sikkerhetsfaktor. I kap. 7 beskriver vi tiltak for å sikre at stabiliteten ikke forverres. Erosjon som kan utløse skred som kan ramme tiltaket må forebygges. Dette blir ivaretatt ved at tildekningsmassene skal tåle erosjon fra bølger og båttrafikk i området
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skråninger og mulig løsneområde	Ikke nødvendig å utføre for tiltak i tiltakskategori K2.
6	Befaring	
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	
9	Klassifiser faresoner	
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	

6 Tildekningsmasser

Rapport M-411, Testprogram for tildekningsmasser [9] beskriver hvilke typer masser som skal benyttes ved tildekning av forurensede masser

«Tildekningsmassene skal tilfredsstillende flere krav som til dels er motstridende. For best mulig effekt med hensyn på å hindre fremtidig forurensningsspredning ved diffusjon fra sedimentet som skal tildekkes, bør tildekningsmassen være forholdsvis finkornig. Tildekningsmassene må også ha en kornfordeling som hindrer sammenblanding av massene. Samtidig må tildekningsmaterialet ha tilstrekkelig permeabilitet (evne til å slippe gjennom vann) til å tillate en viss drenering av porevann fra det underliggende sedimentet.»

Tabell 6-1 er hentet fra M-411, og beskriver egnede tildekningsmaterialer i forhold til bunnsedimentene.

Tildekning av forurensede masser

Tabell 6-1: Typiske kornstørrelser for aktuelle materialer.

Tabell 1 Typiske kornstørrelser for aktuelle materialer

Forurenset sediment				Egnet tildekkingsmateriale	
Forurenset sediment	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Permeabilitet k , (m/s)	Kornstørrelse d_{85} , (mm)	Kornstørrelse d_{15} , (mm)	Beskrivelse, i tilfelle bruk av ensgradert materiale
Siltig leire	< 0.002	$10^{-8} - 10^{-11}$	0.006	< 0.004 - 0.03	Middels til grov silt
Ensgadert silt	0.004	Ca. 10^{-7}	0.02	0.008 - 0.1	Middels silt til fin sand
Velgradert silt	0.006	Ca. 10^{-6}	0.1	0.012 - 0.5	Grov silt til middels sand
Ensgadert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	0.2	0.08 - 1	Middels til grov sand
Velgradert sand	0.08	Ca. 10^{-5}	6	0.08 - 30	Middels sand til grov grus

Videre anbefaler rapporten følgende forhold mellom bunnsedimentene og filterlaget/tildekningsmassene.

$$2 \cdot d_{15} (\text{sediment}) < d_{15} (\text{filter}) < 5 \cdot d_{85} (\text{sediment})$$

Sjøbunnen i Indrevika varierer mellom sand med et varierende innhold av humus og av organiske materialer som gytje og treflis.

Gytje er et svært finkornig materiale, mens treflis har ut ifra en visuell vurdering, en del større fraksjoner.

Ut ifra Tabell 6-1 og en vurdering av at gytje er svært finkorning, vil vi anbefale at det benyttes middels til grov silt masser for tildekning av disse områdene.

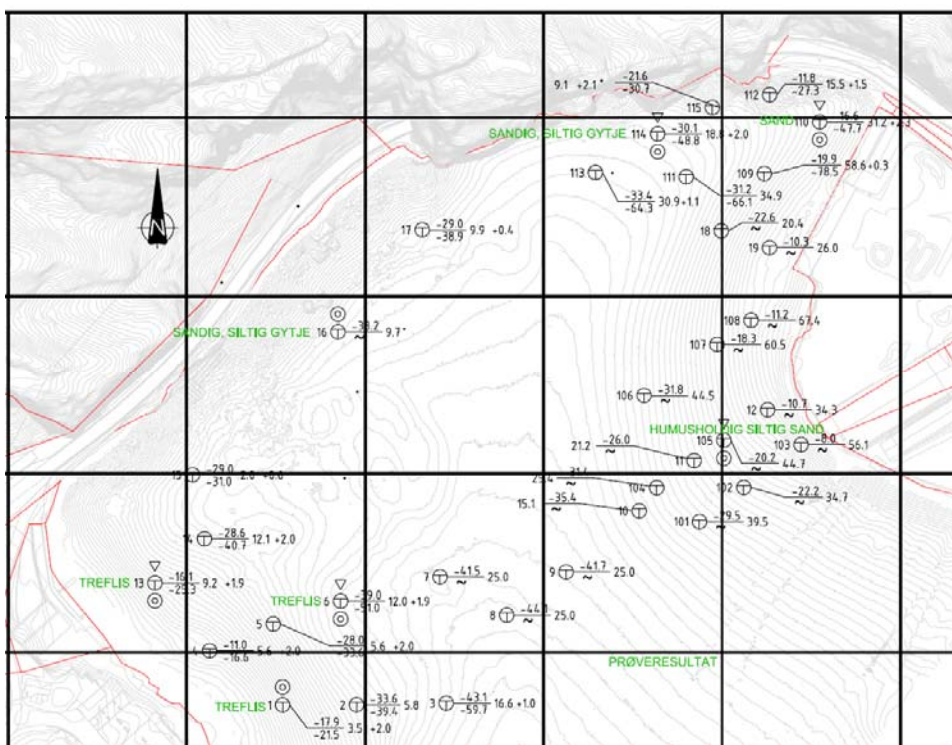
I området av humusholdig siltig sand og sand, anbefaler vi at det benyttes fin sand til fin grus.

For områdene med treflis kan det også benyttes tildekningsmasser av fin sand til fin grus.

I områder med størst vanddyb er det registrert sandig, siltig gytje, mens innholdet av mineralogent materiale øker med minkende vanddybde.

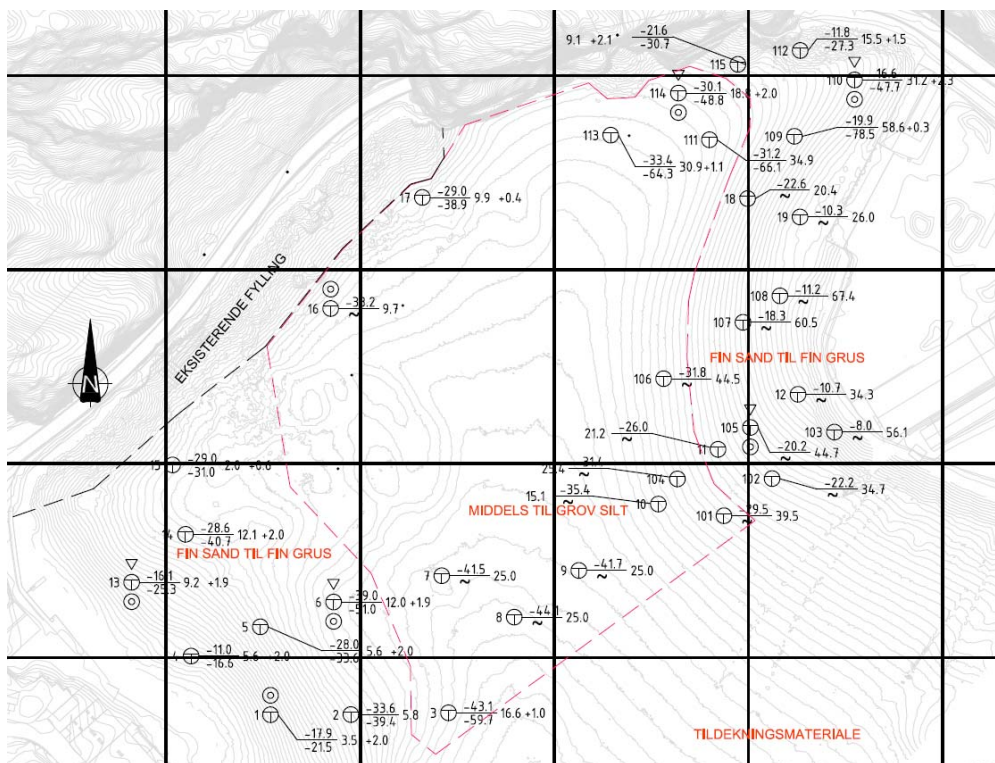
Prøveresultat i de prøvetatte punktene på sjøbunnen er presentert på Figur 6-1. Som vist på figuren er det relativt langt mellom prøvepunktene.

Tildekning av forurensede masser



Figur 6-1. Viser resultat fra analysing av prøver på sjøbunnen.

Forslag til type tildekningsmasser er presentert på Figur 6-2. Vi anbefaler at det benyttes middels til grov silt i området med størst vanddyb, mens det benyttes finsand til fin grus i områdene rundt. Som vist på figuren er det relativt langt mellom prøvepunktene, og det vil være variasjoner mellom prøvepunktene som vi ikke har registrert.



Figur 6-2. Forslag til type tildekningsmasser for de ulike områdene basert på de utføre undersøkelsene.

Tildekning av forurensede masser

Konsekvensene ved å benytte for grove partikler på tildekningsmassene, er at tildekningsmassene vil synke ned i de forurensede massene. Det vil da være behov for å øke lagtykkelsen på tildekningen. Videre er det større fare oppvirvling av de forurensede sedimentene i utleggingsfasen, samt fremtidig spredning av forurensning.

Tildekningsmassene skal også tåle erosjon fra bølger og båttrafikk i området. Vurdering av disse forholdene er ikke inkludert i foreliggende rapport.

Cowi har utført en ROS-analyse for planlagt tildekning av sjøbunnen [5]. De beskriver her at på bakgrunn av at Stolt Seafarm har et vanninntak i området, er det vurdert å benytte større fraksjoner på tildekningsmassene. Dette på grunn av at store partikkelmengder over tid kan føre til akutt fiskedød.

For å få et bedre grunnlag for å vurdere hvilke tildekningsmasser som er best egnet, vil vi anbefale at det utføres et testprosjekt. Dette gjelder særlig dersom det er et ønske om å benytte grovere masser enn det vi har anbefalt. For eksempel kan det være et alternativ å erstatte middels til grov silt med sand med lav egenvekt. I forbindelse med testprogram i Store Lungegårdsvann i Bergen [10] ble det benyttet sand med fraksjonen 0-2 mm.

Et testprogram vil gi informasjon om hvor mye nedsynkning det blir og om det er behov for økt lagtykkelse på tildekningsmassene. Det vil også gi informasjon om i hvilken grad det blir oppvirvling av de forurensede sedimentene. Det er viktig at det utføres tester i områder med ulike grunnforhold, samt at det utføres tilstrekkelig med testpunkt for å kunne fange opp variasjoner i grunnforholdene. Videre må testprosjektet utføres med ulik korngradering på tildekningsmassene, slik at utleggingen kan optimaliseres. Det må utarbeides en plan for testprosjektet og i den forbindelsen vil det være nyttig å ta flere prøver av overflaten på sjøbunnen. Disse prøvene kan tas med grab prøvetaker.

7 Stabilitetsvurderinger

Grunnundersøkelsene viser et topplag som består av svært løst til løst lagrete masser. Laget varierer mellom treflis, gytje, sandig, siltig gytje, humusholdig sand og sand.

Materiale av gytje og treflis har svært lav styrke, for denne typen materiale vil ikke eksisterende sjøbunn ha dokumentert stabilitet. Mens for humusholdig sand og sand, vil stabiliteten til dagens sjøbunn være tilfredsstillende.

Planlagt tildekning har begrenset tykkelse, varierende mellom 35 og 45 cm. Tildekningsmassene skal legges ut i flere lag. I starten vil massene delvis synke ned i grunnen, men gradvis vil sjøbunnen få økt bæreevne, slik at det blir mindre innblanding.

Der tildekningslaget skal legges ut har sjøbunnen en helning på opptil ca 25 °.

Gytje og treflis vil ha et seigt brudd. For denne typen materiale og ved utlegging av tynne lag som beskrevet ovenfor, er det ikke fare for noen større utglidning.

Lag med leire er registrert fra 5 m sedimentdybde, følgelig vil ikke planlagt utlegging av tildekningsmasser føre til økt poretrykk i disse massene. Og planlagt tildekning vil ikke gi kritisk skjærflate ned i laget med leire.

På bakgrunn av ovennevnte forhold er vår tilnærming til vurdering av stabilitet, at utleggingen av tildekningsmasser ikke skal redusere stabiliteten i noen faser av utleggingen.

Følgende forhold må ivaretas mht. stabilitet:

Tildekning av forurensede masser

- Utleggingen legges ut fra områder med størst vanddyp og innover mot grunnere områder.
- Tykkelsen på tildekningsmassene i områder med store vanddyp skal være minimum like stor som i områder med mindre vanddyp. Det er planlagt en total tykkelse på tildekningsmassene på 45 cm i område 1, mens den er 35 cm i område 2. Dette må endres slik at område 2 har minimum like stor total tykkelse som område 1.
- Det benyttes utstyr som kan legge ut massene så nær sjøbunnen som mulig.
- Det benyttes utstyr som kan legge ut tildekningsmassene med stor nøyaktighet (et par cm) på lagtykkelsene.
- Tildekningsmassene legges ut i flere tynne lag.

Tildeckningslaget skal ikke legges ut på eksisterende vegfylling mot fv 465 Øyesletta i nordvest. Dette pga at overflaten for eksisterende fylling er så grov, at det ikke er behov for tildekning. På bakgrunn av registrerte grunnforhold, samt at fyllingsfoten har en relativt slak helning, er det grunn til å anta at denne fyllingen ikke har dokumentert stabilitet.

8 Setninger

Ved utlegging av tildekningsmasser på materiale med et høyt organisk innhold, slik som gytje og treflis er, vil det bli langvarige setninger.

På bakgrunn av at tykkelsen på tildekningsmassene er begrenset, opptil 45 cm, er det ikke fare for setningsskader på nærliggende bebyggelse og infrastruktur på land.

Men infrastruktur på sjøbunnen vil kunne bli påvirket av setninger. På bakgrunn at tykkelsen på oppfyllingen er begrenset og har tilsvarende mektighet, samt at det ikke er registrert store og brå variasjoner i grunnforholdene som gir setninger, forventer vi ikke større skeivsetninger. Dersom det ikke fylles opp i alle områdene samtidig, kan blir noen mindre skeivsetninger mellom områdene.

9 Restriksjoner på videre utfylling

Planlagt tildekning vil legge seg som et lokk over de setningsømfintlige organiske massene av gytje og treflis. Tildekkingen er planlagt utført slik at den ikke skal redusere stabiliteten, men det vil ikke være tilstrekkelig stabilitet for ytterligere utfylling. Eventuelle framtidige utfyllinger på denne typen materiale vil medføre behov for egne geotekniske vurderinger, og man må regne med behov for å fjerne de organiske massene og utlagte tildekningsmasser. Ved framtidig utvidelse av kaiområdet i øst anbefaler vi at kaier blir fundamentert på peler eller cellespunt og at det ikke blir videre utfylling, se 10253170-RIG-RAP-003 [11].

10 Utførelse

Det må benyttes utstyr som kan legge ut massene så nær som mulig sjøbunnen. Metoden for utlegging må ha en nøyaktighet på et par cm i tykkelse.

Det må utføres kontroll med at utlagte tildekningsmasser har en tykkelse som prosjektert. For å kontrollere kan det tas kjerneprøver og/eller det kan etableres målepunkter på sjøbunnen før utlegging av masser.

I forkant av utleggingen må det lages en plan for hvordan denne kontrollen skal gjennomføres.

Multistrålekartlegging av sjøbunnen gir ikke tilstrekkelig nøyaktighet for denne kontrollen.

11 Risikoperasjoner

Det er viktig at arbeidene blir godt planlagt slik at faremomenter blir kartlagt og arbeider gjøres i riktig rekkefølge. Før arbeidene starter skal det gjennomføres sikker jobbanalyse (SJA) som oversendes byggherrens representant før arbeidene starter.

12 Referanser

- [1] Nearshore Survey AS, Fedafjorden, Kvinesdal kommune, Bunnkart fra oppmåling med multistrålekartlegging (25*25 cm), datert 30.3.2018.
- [2] Cowi, Hentet fra presentasjon til Cowi.
- [3] Leirvik oversikt boringer, kopi av utsnitt av tegning som viser plassering av dreietrykkssonderinger.
- [4] Statens vegvesen, Logg for utførte grunnundersøkelser, datert 8/7-12/8 1998.
- [5] COWI, Statusrapport forurenset sjøbunn Fedafjorden, 2010-2022, fagnotat, Oppdragsnr. A245460, dokumentnr. RAP001, datert 17.04.2023.
- [6] Multiconsult Norge AS, 10251370-RIG-RAP-001, Supplerende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i Indrevika, Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser, datert 07.12.2023.
- [7] NVE, Veileder 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med.
- [8] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVEs veileder nr. 1/2019, Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. Desember 2020.
- [9] Miljødirektoratet, Veileder M-411, Testprogram for tildekkingsmasser, Forurenset sjøbunn, datert 2015, oppdatert pr. august 2017.
- [10] COWI, Testtildekking store Lungegårdsvann, Bergen havn, Rapportnr. A040950-2018-02, datert 31.01.2018.
- [11] Multiconsult Norge AS, 10251371-RIG-RAP-003, Supplerende grunnundersøkelser og geotekniske vurderinger i Indrevika, Opsjon, etablering av kai, datert 8.12.2023.