

## ► Utfylling for byggetrinn 3 (BT3) Strandvegen, Svelgen

### Sammendrag/konklusjon

Breivika Eiendom AS planlegger for etablering av siste del for fylling i sjø, byggetrinn 3. Gjenstående utfyllingsområdet ligger mellom eksisterende molo for småbåthavnen (i øst) og allerede utfylt område fra tidligere byggetrinn. Ferdig topp fylling skal være på kote +4,4. Det skal føres opp 2 natursteinsmurer i forbindelse med utfyllingen. Den ene er i front av fyllingen og er i underkant av 2 m. Mens den andre i bakkant av utfyllingen, mot eksisterende molo og småbåthavn. Denne muren blir rundt 2,5 m høy.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i området som skal fylles ut for byggetrinn 3, men i nærheten av byggetrinn 3. Grunnundersøkelsene er tidligere utførte på land og på sjø ved forrige byggetrinn. På sjø viser totalsonderingene løst lagret løsmasser over meget faste masser over berg. Basert på utførte totalsonderingene tolkes løsmassene til å bestå av løst lagrede sand og silt, deretter morenemasser over berg. Det foreligger ikke prøvetaking av løsmassene som kan gi sikker påvisning av type løsmasser.

Utfyllingen er tenkt etablert med sprengning ved massefortrenging. Samme metodikk er brukt ved utfylling på de tidligere byggetrinnene. Det er viktig med god oppfølging av sprengningsarbeid underveis i arbeidet for å dokumentere tilstrekkelig stabilitet av utfyllingen for å sikre trygg undergrunn for mannskap og maskiner.

Under forutsetninger om at utfylling blir etablert ned på faste masser med sprengstein, vil det være egensetninger i fyllingen som vil dominere. Med metoden «fortrenging» kan det ikke utelukkes at det vil være lommer av bløtere lag som kan gi økte setninger i enkelte områder. Komprimering av utfylling vil først være mulig over vannivå, fra ca. kote +0,5. Dermed vil det påløpe en del egensetninger under kote +1 som vil ta noe mer tid før det stabiliserer seg. Det er ikke plan om konstruksjoner på utfyllingen, men etablering av rør i fyllingen. Etter utfylling anbefales det å sette ut setningsplater eller fastpunkt på fyllingen, slik en kan følge med setningsforløpet, før en beslutter og etablerer rør i fyllingen.

## Innhold

<b>1</b>	<b>Innledning</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Grunnforhold</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Styrende dokumenter og myndighetskrav</b>	<b>5</b>
3.1	Klassifisering av tiltak	5
<b>4</b>	<b>Geoteknisk prosjektering for etablering av utfylling</b>	<b>6</b>
4.1	Stabilitet av fylling	6
4.2	Setninger	6
4.3	Arbeidskrav for etablering av utfylling i sjø	6
4.3.1	Prosedyre for utfylling i sjø	7
4.3.2	Kontroll og oppfølging	8
<b>5</b>	<b>Plastring av fylling</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Fareidentifikasjon og restrisiko</b>	<b>9</b>
6.1	Fareidentifikasjon	9
6.2	Restrisiko	10
<b>7</b>	<b>Referanser</b>	<b>10</b>

## Vedlegg

1. Fareidentifikasjoner
2. Notat, utførelse natursteinsmurer

## 1 Innledning

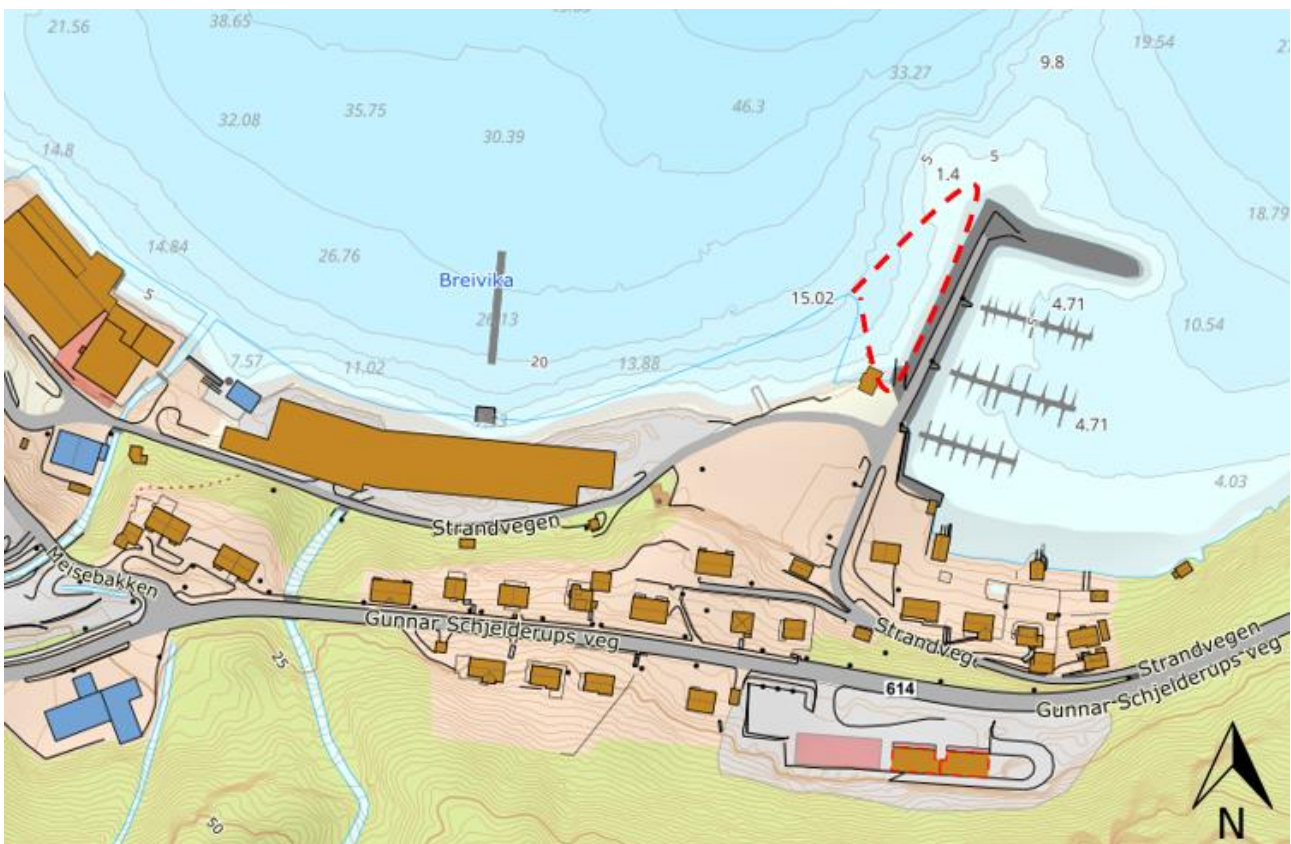
Norconsult Norge AS er engasjert av Brevika Eiendom AS for geoteknisk prosjektering for byggetrinn 3 i prosjektet som ligger i Brevika i Svelgen (Bremanger kommune). I forbindelse med byggetrinn 3 har Norconsult vurdert etablering av utfylling i sjø. Gjenstående utfyllingsområdet ligger mellom eksisterende molo for småbåthavnen (i øst) og allerede utfylt område fra tidligere byggetrinn. Se Figur 1 for omriss av byggetrinn 3 i plan.

Tidligere utfylling er etablert med fortrenning ved sprengning og Multiconsult var inne som geoteknisk rådgiver for disse arbeidene.

Ferdig topp fylling er planlagt avsluttet på kote +4,4. Det skal og føres opp natursteinsmur i front og i bakkant av fylling.

Dette notatet gir føringer for etablering for utfylling i sjø. Notatet omhandler ikke påvirkning knyttet til ytre miljø. Tiltak i sjø blir omtalt og søkt for i et annet dokument av Norconsult. Fyllingen skal plastres etter sammen prinsipp som for tidligere byggetrinn der Multiconsult har dimensjonert plastringen.

Det skal og etableres murer i ytterkant av fyllingen. Den laveste vil være i front av fylling og vil ha en front høyde på underkant av 2 m. Den andre muren vil være mot eksisterende molo og båthavn i øst, og får en front høyde på ca. 3 m høy. Disse murene er ikke dimensjonert av Norconsult.



Figur 1 Oversikt og planlagt utfylt for byggetrinn 3, omriss vist med rødt stiplet linje

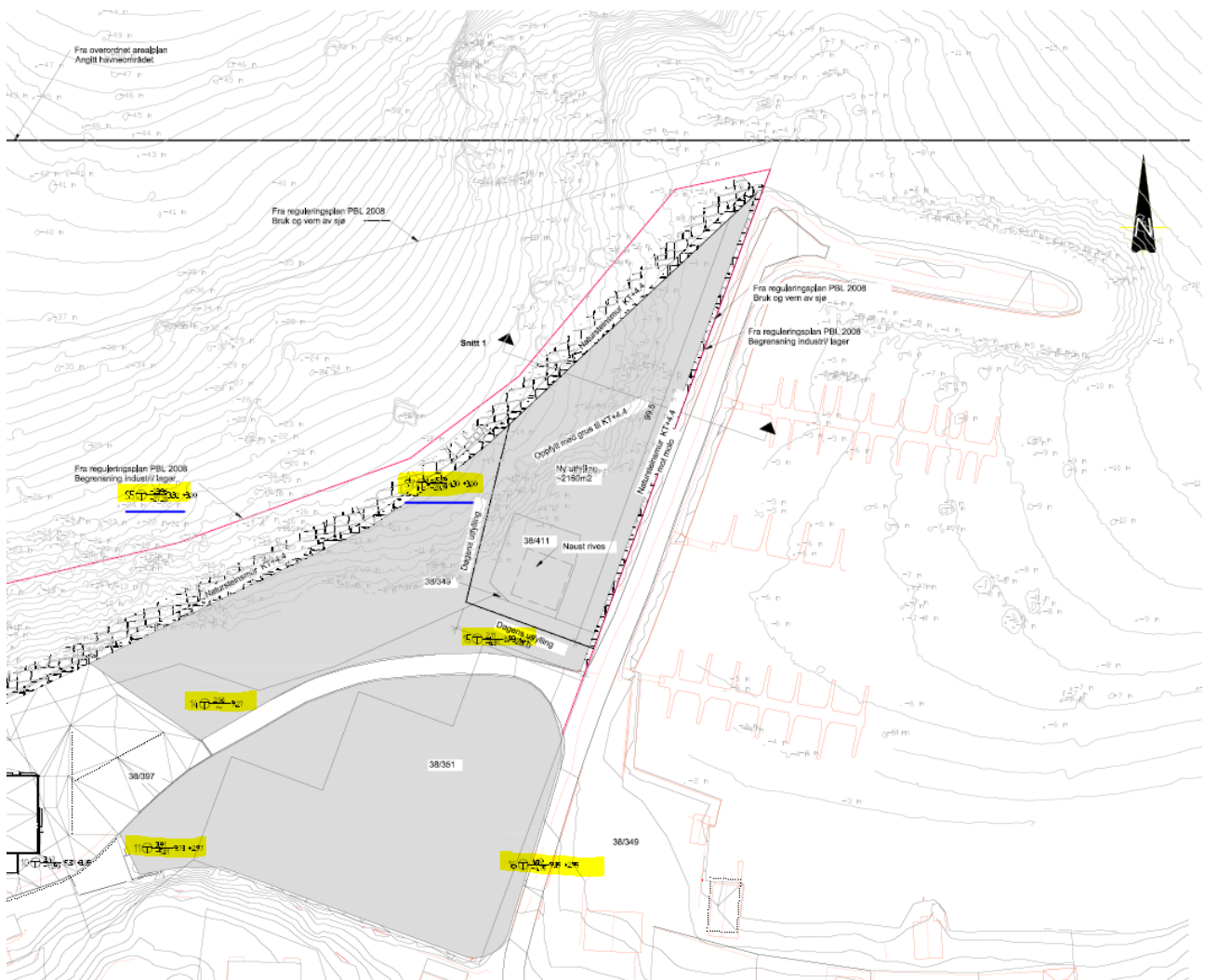
## 2 Grunnforhold

Våren 2017 utførte Multiconsult grunnundersøkelser på land og på sjø [1]. Det ble utført totalsonderinger på land og på sjø for kartlegging av dybder til berg og grov kartlegging av løsmasseavsetning.

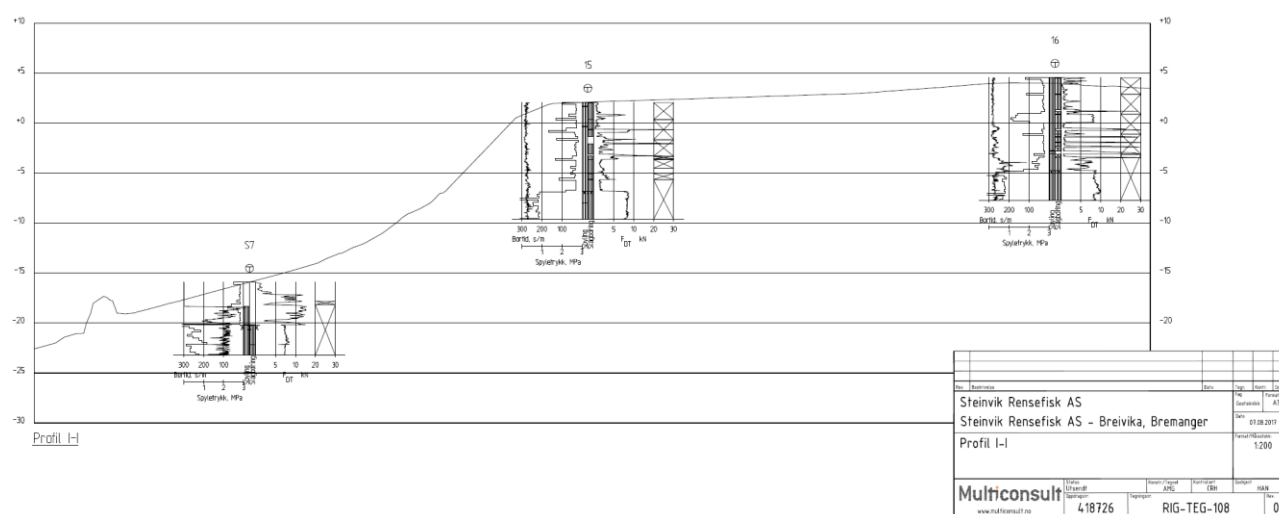
På sjø viser totalsonderingene løst lagret løsmasser over meget faste masser over berg. Basert på utførte totalsonderingene tolkes løsmassene til å bestå av løst lagrede sand og silt, deretter morenemasser over berg. Det foreligger ikke prøvetaking av løsmassene som kan gi sikker påvisning av type løsmasser.

Det er ikke utført grunnundersøkelser i området som skal fylles ut for byggetrinn 3. Grunnboring i nærhet av ny utfylling er merket med gult, og nærmeste borpunkt, S7 og 15, er merket med blå linje på Figur 1/2.

Figur 3 viser et tverrsnitt med resultat av totalsondering.



Figur 2 Kartutsnitt med tidligere utført grunnundersøkelser med planlagt utfylling for BT3



Figur 3 Utdrag fra grunnundersøkelserapport profil I-I [1]

### 3 Styrende dokumenter og myndighetskrav

Vurderinger knyttet til tiltaket gjøres med utgangspunkt i krav fastsatt i Byggesaksforskriften (SAK10) og Byggteknisk forskrift (TEK17) som skal være oppfylt, hhv. ref. [2] og [3]. I henhold til krav til konstruksjonssikkerhet (TEK17 §10), vil forskriftens minstekrav til personlig og materiell sikkerhet være oppfylt dersom det benyttes metoder og utførelse etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode grunnlag for prosjektering av konstruksjoner [4] og underliggende standarder NS-EN 1991 til NS-EN 1999. Geoteknisk prosjektering er behandlet i NS-EN 1997-1 Geoteknisk prosjektering Del 1: Allmenne regler [5].

#### 3.1 Klassifisering av tiltak

Følgende klassifisering av tiltaket legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen (se underliggende tabeller).

Tabell 1 Klassifisering av byggetiltak

Tema	Kategori	Referanse
Geoteknisk kategori	2	[5]
Pålitelighetsklasse	CC/RC 2	[4]
Tiltaksklasse	2	[2]

Klassifiseringen medfører ulike krav til kontroll hos en 3. part som er listet under. Krav til prosjekteringskontroll og utførelseskontroll er gitt av SAK10, men SAK10 åpner for kontroll etter Eurokode 0 dersom all prosjektering er gjort etter denne standarden. Vår prosjektering følger aktuelle eurokoder.

Tabell 2 Kontrollklasser for byggetiltak

Tema	Kategori	Referanse
Prosjekterings- og utførelseskontroll	PKK2 og UKK2	[4]
Kontroll SAK10	UAK TK 2	[2]



## 4 Geoteknisk prosjektering for etablering av utfylling

### 4.1 Stabilitet av fylling

For å sikre tilstrekkelig sikkerhet for utfylling må fyllingsfot etableres ned mot faste masser. Dersom fylling blir fundamentert på bløte løsmasser vil dette reduserer stabiliteten av utfyllingen og det kan oppstå utglidning.

Basert på utfylling for tidligere byggetrinn, er det ønskelig å bruke samme prinsipp med etablering av utfylling med sprenging.

Dette er en løsning som er om velkjent for utførende og viser gode resultat. Men det er viktig med god oppfølging av sprengningsarbeid underveis i arbeidet for å dokumentere tilstrekkelig stabilitet av utfyllingen for å sikre trygg undergrunn for mannskap og maskiner.

Ved fylling i sjø vil den legges seg naturlig på med en helning på ca. 1:1,3, men lokalt kan det bygges opp overheng som er brattere enn 1:1,3 (i noen tilfeller brattere enn 1:1). Slik lokale overheng må jevnes ut for å ivareta stabilitet av fyllingen.

### 4.2 Setninger

Under forutsetninger om at utfylling blir etablert ned på faste masser med sprengstein, vil det kun være egensetninger i fyllingen som vil oppstå. Med metoden «fortrenging» kan det ikke utelukkes at det vil være lommer av bløtere lag som kan gi økte setninger i enkelte områder.

Erfaringsmessig forventes det egensetninger i mektige fyllinger (over 5 m fylling) av sprengstein og en kan forvente mellom 0,5 – 1 % av fyllingshøyden selv om den bygges opp og komprimeres lagvis. Selv med lagvis komprimering kan egensetningene forventes å påløpe inntil 6 måneder. For sjøfyllinger, hvor man ikke anledning til å utføre lagvis komprimering, vil egensetningene bli noe større og påløpe 6-12 måneder etter fylling. Største delen av egensetningene vil imidlertid påløpe de første månedene, og avta gradvis.

Komprimering av utfylling vil først være mulig over vannivå, fra min. kote +0,5 til +1. Fra dette nivået kan fylling etableres og komprimeres lagvis iht. NS 3458 (Komprimering – krav og utførelse) og setninger i fylling vil kunne reduseres.

Det er ikke plan om å etablere konstruksjoner opp på utfyllingen, men etablering av rør og ledninger i selve fyllingen. Nivå for dette er ikke kjent. Etter utfylling anbefales det å sette ut setningsplater eller fastpunkt på fyllingen, slik en kan følge med setningsforløpet, før en beslutter og etablerer rør og ledninger i fyllingen.

### 4.3 Arbeidskrav for etablering av utfylling i sjø

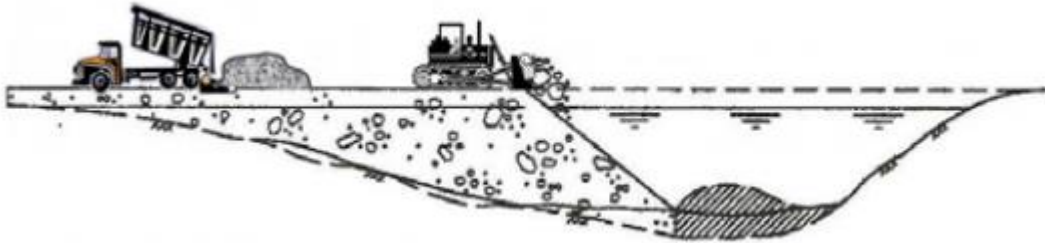
Utfyllingen skal etableres ned på faste masser eller berg.

Mannskap og maskiner skal stå på trygg og fast grunn i forbindelse med grave- og fyllingsarbeider. Det anbefales at gravemaskin står hele tiden min. 3,0 m fra fyllingskant, og ikke med bruk av doser som vist på Figur 4.

Ved fyllingsarbeid skal det være enkelt å rømme, for eksempel åpen dør i gravemaskin samt tilgjengelig livredningsbøye hvor arbeidet pågår. Det anbefales at det er min. to personer til stede under utfyllingsarbeid, slik en får varsler dersom uhell inntreffer. Utførende entreprenør bør vurdere behov for båt som har mulighet for å plukke opp person fra vannet.

Utfylling i sjø med sprengstein skal det benyttes storfallen stein med kubisk form og jevn størrelsesfordeling uten betydelig innhold av subbus.

For utlegging av fylling over vann (ca. kote +1) skal fyllingsmaterialene bestå av samfengt sprengt stein med største steinstørrelse inntil  $\frac{2}{3}$  av fyllingshøyden, men med største sidekant  $\leq 1,5$  m.



Figur 4 Prinsipp for utlegging av steinfylling med fortregning av bløte løsmasser. Det skal ikke benyttes doser som vist på figur.

#### 4.3.1 Prosedyre for utfylling i sjø

- 1) Fyllingen utføres fra land (eller fylling etablert ned på faste masser og/eller berg) slik at gravemaskinen hele tiden står min. 3,0 m bak fyllingskanten.
- 2) Steinmasser som skal benyttes i fylling skal tippes i en avstand min. 4,0 m bak fyllingskanten.
- 3) Det skal sikres at kjøring med gravemaskin eller tipping av masser ikke kan skje utenfor angitt avstander.
- 4) Sprengstein legges ut med gravemaskin med tilstrekkelig arm. Fyllingen etableres opp til kote +1 før en starter med neste seksjon. Dersom gravemaskin har rekkevidde for å fjerne underliggende løsmasser, så tilrådes det å grave disse bort før en legger ut sprengstein.
- 5) Fortregning gjøres enten med:
  - a. Etablering av en overhøyde på 2 på fyllingskanten for å fremprovosere et grunnbrudd eller
  - b. Ved bruk av sprenging.
    - i. Overhøyden kan etableres ved bruk av doser eller med en gravemaskin (som står i nødvendig avstand fra fyllingskant).
  - c. For å ha mulighet for å fortregne ved sprenging må rør for sprengladninger etableres i fyllingen før den ytre delen fylles ut/etableres
    - i. Ved ettersprenging anbefales det at ladninger plasseres i rekke langs og på skrå under fyllingsfot med avstand ca. 5 m. Ladningene settes/fyres av samtidig.
    - ii. For å vurdere virkningen av etter sprengningen må fyllingen måles inn før og etter sprenging.
    - iii. Etter sprengning gjentas til registrerte setninger på fyllingen er akseptable.
  - d. Etter sprenging er det viktig at en venter tilstrekkelig før en gjenopptar arbeid med maskin og matskap på fyllingen.
- 6) Fyllingen må kontinuerlig kontrolleres slik at
  - a. Skråningshelningen ikke blir brattere enn 1:1,3.
  - b. Fyllingen får riktig bredde ved gitt fyllingsnivå.
- 7) Dersom det oppstår bratte partier eller overheng på fyllingen må disse slakes ut.
- ~~8) Dersom en ikke oppnår massefortregning med utlagt stein masser, må en bruke sprenging slik fyllingen for kontakt med faste masser eller berg.~~
- 9) Når fylling er etablert opp til ca. kote +1, skal fyllingsfronten besiktes av dykker før arbeid med plastring påbegynnes.

- 10) Dykker skal kontrollere/besiktelse følgende på fyllingen:
  - a. Omfang av overheng
  - b. Omfang «mage» i bunn fylling
- 11) Utførsles av fylling skal dokumenteres, og evt. overheng og «mage» skal registrert av dykker og entreprenør og utbedres.
- 12) Ny besiktelse av fylling av dykker, fortsettelse av videre arbeid om utbedring er tilstrekkelig.
- 13) Dokumentasjon på utbedring skal oversendes byggherre og geotekniker før videre arbeid.
- 14) Fra og med kote +1 skal videre oppbygging av fylling komprimeres iht. NS 3458.
  - a. Komprimering over kote +1 avsluttes i 2-3 m før fyllingskant.
- 15) Fyllings skal plastres. Men prinsipp for plastring er ikke vurdert av Norconsult.

#### 4.3.2 Kontroll og oppfølging

I forbindelse med utfylling i sjø skal det utarbeides kontrollplaner. Det anbefales at kontrollplanene inneholder min. følgende.

Tabell 3 Kontroll og oppfølgingspunkt

Kontrollpunkt	Beskrivelse	Ansvarlig
Entreprenør sine sjekklister og kontrollplan for planlagt arbeid	Gjennomsyn entreprenørens sjekklister for arbeid knyttet til utfylling og fortrenging.	Geoteknisk prosjekteringen sammen med entreprenør
Fyllingsområdet	Klargjøring av utfyllingsområdet.	Entreprenør
Geometri	Det skal vurderes om dybder til berg/fast bunn er fastlagt i tilstrekkelig omfang slik at masseutskiftningens geometri kan fastlegges.  Topp utfylling skal innmåles ukentlig og rapporteres inn til geotekniker.	Entreprenør
Type fyllmasser	Det skal kontrolleres at fyllmassene er som forutsatt med hensyn til steinkvalitet, steinstørrelse og fordeling. Om nødvendig må subbus sorteres fra.	Entreprenør
Utlekking	Det skal påses at fyllingen legges ut som forutsatt med hensyn til bredde og fyllingshøyde, medregnet overhøyde før hver sprengning. Tilkjørt masse volum registreres, dokumenteres og sammenlignes med teoretisk volum.	Entreprenør
Sprenging	Det skal kontrolleres at sprengladninger plasseres i henhold til planene, og at	Entreprenør



Kontrollpunkt	Beskrivelse	Ansvarlig
	sprengstoffmengde og tennere er som forutsatt.  - Resultatet av hver sprengning registreres med nivellement og dokumenteres på profiler.	Entreprenør
Ettersprenging – hvis behov	Det skal påses at ettersprengning utføres som planlagt med hensyn til plassering, sprengstoffmengde og tennere.  - Effekten av ettersprengning nivelleres og dokumenteres på profiler.	Entreprenør  Entreprenør
Komprimering	Etter etablering av fylling til kote +1,0 skal videre fylling (normal) komprimeres etter NS 3458 [6].	Entreprenør

## 5 Plastring av fylling

Norconsult har ikke prosjektert noe plastring for utfyllingen. Men fylling er tenkt plastrer basert på samme prinsipp som for tidligere byggetrinn.

## 6 Natursteinsmur

Dimensjonering av natursteinsmurer er utført med beregningsprogrammet Profinova – Tørrmurer. Programmet beregner stabilitet/bæreevne for en tørrmur fundamentert på løsmasser eller berg, i henholdt til beregningsmetodikk i Statens vegvesen Håndbok. V220 Geoteknikk i vegbygging [7].

Dimensjoner for steinstørrelse for de to murene er vist i vedlegg 2.

### 6.1 Last bak mur

Det er bruk en generell nyttelast på 5 kPa med last koeffisient 1,3.

## 7 Fareidentifikasjon og restrisiko

### 7.1 Fareidentifikasjon

Etter byggherreforskriften skal følgende vurderes av PRO (Jf. Byggherreforskriften §17):

«Den prosjekterende skal under utførelsen av sine oppdrag risikovurdere forhold knyttet til sikkerhet, helse og arbeidsmiljø på bygge- eller anleggsplassen ...»

«Dersom det kan oppstå risikoforhold som krever spesifikke tiltak, jf. forskriften § 8 første ledd bokstav c, skal dette beskrives og meddeles byggherren.»

Fareidentifikasjoner som er vurdert aktuelle for grunn- og fundamenteringsarbeidene er oppsummert i vedlegg 1.

## 7.2 Restrisiko

Byggherreforskriften §8, kommentarer til bokstav c):

«SHA-planen skal, før oppstart av bygge- eller anleggsarbeidene, inneholde spesifikke tiltak for de arbeidere som kan medføre fare for liv eller helse, og som ikke kunne planlegges eller prosjekteres bort. For resterende risiko må entreprenøren utarbeide planer for SHA og på selvstendig grunnlag vurdere risiko forbundet med arbeidene. For arbeidere som blir vurdert som kritiske og/eller uvante, må det utføres sikkerjobb-analyse (SJA).»

I forbindelse med geotekniske vurderinger er restrisiko vurdert som aktuelle for grunn- og fundamenteringsarbeidene oppsummert i Tabell 4.

Tabell 4 Restrisiko for fylling i sjø

Forhold	Beskrivelse av forhold / mulig konsekvens	Risikoreduserende tiltak
Oppnår ikke full fortregning	Manglende fortregning på deler av utfylling kan medføre mer setninger, som kan gi deformasjoner på konstruksjoner.	Etablerer setningsmålinger der en planlegger rør i fyllingen og evt. andre konstruksjoner.
Plastring/erosjonssikring	For små steinstørrelser eller for tynne lag i erosjonssikring kan bidra til skade på sikring, deformasjoner på utearealer og lokale utglidninger i fylling.	Steinstørrelser, lagtykkelser og geometri må følges opp i byggefase. Det bør lages en kontrollplan for arbeidet.

## 8 Referanser

- [1] Multiconsult, «418726-RIG-RAP-001 Steinvik Rensefisk AS - Breivika, Bremanger. Grunnundersøkesler. Datert 30.08.2017».
- [2] Direktoratet for Byggkvalitet, «FOR-2010-03-26-488: Byggesaksforskriften (SAK 10)».
- [3] Direktoratet for Byggkvalitet, «FOR-2017-06-19-840: Byggteknisk forskrift (TEK 17)».
- [4] Standard Norge, «NS-EN 1990:2002 + A1:2005 + NA:2016: Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner.».
- [5] Standard Norge, NS-EN 1997-12004+A1:2013+NA:2020 - Eurokode 7 - Geoteknisk prosjektering. Del 1: Almenne regler, Standard Norge, 2020.

[6] Standard Norge, «NS 3458 Komprimering – Krav og utførelse».

[7] Statens vegvesen, «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger.».

J02	2024-06-21	For bruk.	BeKva	GuMjo	BeKva
J01	2024-04-22	For bruk.	BeKva	GuMjo	BeKva
Versjon	Dato	Beskrivelse	Utarbeidet	Fagkontrollert	Godkjent

Dette dokumentet er utarbeidet av Norconsult 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.