

---

RAPPORT

# Pelagia dypvannskai

---

OPPDRAAGSGIVER

PELAGIA AS

EMNE

Geoteknisk vurdering

DATO / REVISJON: 14. oktober 2021 / 00

DOKUMENTKODE: 10221253-01-RIG-RAP-002

---



Multiconsult

Denne rapporten er utarbeidet av Multiconsult i egen regi eller på oppdrag fra kunde. Kundens rettigheter til rapporten er regulert i oppdragsavtalen. Hvis kunden i samsvar med oppdragsavtalen gir tredjepart tilgang til rapporten, har ikke tredjepart andre eller større rettigheter enn det han kan utlede fra kunden. Multiconsult har intet ansvar dersom rapporten eller deler av denne brukes til andre formål, på annen måte eller av andre enn det Multiconsult skriftlig har avtalt eller samtykket til. Deler av rapportens innhold er i tillegg beskyttet av opphavsrett. Kopiering, distribusjon, endring, bearbeidelse eller annen bruk av rapporten kan ikke skje uten avtale med Multiconsult eller eventuell annen opphavsrettshaver.

## RAPPORT

|                |                                     |                 |                         |
|----------------|-------------------------------------|-----------------|-------------------------|
| OPPDAG         | <b>Pelagia dypvannskai</b>          | DOKUMENTKODE    | 10221253-01-RIG-RAP-002 |
| EMNE           | Geoteknisk vurdering                | TILGJENGELIGHET | Åpen                    |
| OPPDRAAGSGIVER | <b>Pelagia AS</b>                   | OPPDRAAGSLEDER  | Markus Glad Nilssen     |
| KONTAKTPERSON  | Asbjørn Bøstrand                    | UTARBEIDET AV   | Ida Elise Overgård      |
| KOORDINATER    | SONE: 32V ØST: 310222 NORD: 6882288 | ANSVARLIG ENHET | Multiconsult Norge AS   |
| GNR./BNR./SNR. | - / - / - / Stad kommune            |                 |                         |

## SAMMENDRAG

Pelagia AS planlegger utvidelse av sitt anlegg i Moldestad, Moldefjorden, Selje i Stad kommune. Deler av området er tidligere utfyllt og det er etablert en kai mot nord-vest. I denne omgang planlegges en videre utfylling og utbygging øst for eksisterende anlegg.

Multiconsult er engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser samt gjennomføre en geoteknisk vurdering av planlagt tiltak. Foreliggende rapport tar for seg geotekniske problemstillinger tilknyttet tiltaket og vurdering av gjennomførbarhet med hensyn til geoteknikk.

Sjøbunnen er slak og det forventes ikke stabilitetsproblematikk for etablering av sjøfylling. Tiltaket er vurdert til gjennomførbart.

Det er ikke påtruffet løsmasser med sprøbruddsoppsørsel eller kvikkleire.

Dypvannskai er planlagt etablert i forkant av sjøfylling. Innseilingsdybde er ikke avklart, men 10 m er lagt til grunn i foreliggende rapport. Fyllingen er planlagt oppbygget av overskuddsmasser fra tunneldriving.

Mot eksisterende anlegg i vest må det påregnes mudring for å oppnå ønsket utdypingsnivå. Seilingsdybden for dagens kai er ifølge sjøbunnskartet ca. 7,5 m. Det må utføres stabilitetsvurderinger for eksisterende kai og eksisterende fylling i henhold til nødvendig omfang av mudring dersom en felles innseilingsdybde er ønskelig. Det kan ikke utelukkes at det kan være forekomst av oppkommende berg i nivå for utdyping. Spesielt gjelder dette i området mot eksisterende anlegg hvor det ikke har blitt utført grunnundersøkelser.

Utførte grunnundersøkelser indikerer finere masser ned til 4 m dybde under eksisterende sjøbunn i borpunkt nærmest land og fastere masser ved planlagt kaifront. Multiconsult vurderer etablering av sjøfylling gjennomførbart ved to alternative fremgangsmåter:

- Alt. 1 – Etablering av omfatningsmolo og utfylling direkte på stedlig sjøbunn
- Alt. 2 – Mudring av bløte sjøbunnsmasser før utfylling

For å kunne gjennomføre fylling direkte på sjøbunn må det dokumenteres tilstrekkelig stabilitet og trinnvis utfylling må detaljeres. Det må også gjøres en helhetlig vurdering i forhold til fremtidige setninger og fremtidig utbygging på etablert fylling.

Som grunnlag for videre detaljprosjektering og for å redusere usikkerheter må det utføres supplerende geotekniske grunnundersøkelser.

Prosjekteringsforutsetninger er valgt, og grunnlagt i Vedlegg A.

|      |          |                             |                    |                |                   |
|------|----------|-----------------------------|--------------------|----------------|-------------------|
|      |          |                             |                    |                |                   |
|      |          |                             |                    |                |                   |
|      |          |                             |                    |                |                   |
|      |          |                             |                    |                |                   |
| 00   | 14.10.21 | Rapport klar for utsendelse | Ida Elise Overgård | Markus Glad    | C. R. Havnegjerde |
| REV. | DATO     | BESKRIVELSE                 | UTARBEIDET AV      | KONTROLLERT AV | GODKJENT AV       |

## INNHOLDSFORTEGNELSE

|          |                                                                            |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Innledning .....</b>                                                    | <b>5</b>  |
| <b>2</b> | <b>Grunnlag.....</b>                                                       | <b>5</b>  |
| 2.1      | Grunnundersøkelser .....                                                   | 5         |
| 2.2      | Grunnlagsdokumenter.....                                                   | 5         |
| 2.3      | Koordinater og høydesystem .....                                           | 5         |
| <b>3</b> | <b>Topografi og grunnforhold .....</b>                                     | <b>6</b>  |
| 3.1      | Områdebeskrivelse .....                                                    | 6         |
| 3.2      | Kvartærgeologi .....                                                       | 7         |
| 3.3      | Løsmasser .....                                                            | 8         |
| 3.4      | Poretrykk og grunnvann .....                                               | 8         |
| 3.5      | Kvikkleire.....                                                            | 8         |
| <b>4</b> | <b>Sikkerhetsprinsipper.....</b>                                           | <b>9</b>  |
| 4.1      | Vurdering av myndighetskrav og sikkerhetsprinsipper i henhold til PBL..... | 9         |
| 4.2      | Geotekniske problemstillinger .....                                        | 9         |
| <b>5</b> | <b>Geotekniske vurderinger .....</b>                                       | <b>10</b> |
| 5.1      | Generelt .....                                                             | 10        |
| 5.2      | Anleggsteknisk rekkefølge .....                                            | 12        |
| 5.2.1    | Alt. 1 - Etablering av omfatningsmolo.....                                 | 13        |
| 5.2.2    | Alt. 2 - Mudring av bløte masser og utfylling .....                        | 16        |
| 5.3      | Plastring av fyllingsfront .....                                           | 17        |
| 5.4      | Peling .....                                                               | 18        |
| 5.5      | Etablere kaidekke .....                                                    | 18        |
| 5.6      | Naboforhold.....                                                           | 19        |
| <b>6</b> | <b>Kritiske forhold .....</b>                                              | <b>20</b> |
| 6.1      | Mudringsarbeider .....                                                     | 20        |
| 6.2      | Utsprengningsarbeider .....                                                | 20        |
| 6.3      | Fyllingsarbeider .....                                                     | 20        |
| 6.4      | Setningsmålere .....                                                       | 20        |
| <b>7</b> | <b>Referanser .....</b>                                                    | <b>21</b> |

## VEDLEGG

VEDLEGG A      Myndighetskrav og sikkerhetsprinsipper

## 1 Innledning

Pelagia AS planlegger utvidelse av sitt anlegg i Moldestad, Moldefjorden, Selje i Stad kommune. Deler av området er tidligere utfyllt og det er etablert en kai mot nord-vest. I denne omgang planlegges en videre utfylling og utbygging øst for eksisterende anlegg.

Fra mottatt grunnlag er det tenkt en fylling fra inne i strandsonen og videre ut i sjøen, mot nord. Fyllingstoppen er planlagt på samme kote som dagens fylling, kote +3,5 (NN2000). Dypvannskai er tiltenkt etablert i forkant av utfyllingen i sjøen som en forlengelse av eksisterende kai. Overskuddsmasser fra Stad Skipstunnel er tiltenkt brukt for utfylling av området.

Multiconsult er engasjert for å utføre geotekniske grunnundersøkelser samt gjennomføre en geoteknisk vurdering av planlagt tiltak. Foreliggende rapport tar for seg geotekniske problemstillinger tilknyttet tiltaket og vurdering av gjennomførbarhet med hensyn til geoteknikk.

## 2 Grunnlag

### 2.1 Grunnundersøkelser

Grunnundersøkelser er utført av Multiconsult med borebåt «M/B Bore Cat» i uke 26/2021. Det vises til rapport 10221253-RIG-RAP-001 /16/ for datarapport til de utførte grunnundersøkelsene. Det er også utført miljøgeologiske undersøkelser, disse er presentert i rapport nr. 10221253-RIGm-RAP-001 som er under utarbeidelse.

Det er ikke kjent for Multiconsult at det er utført andre grunnundersøkelser i nærområdet tidligere.

### 2.2 Grunnlagsdokumenter

Utover de utførte grunnundersøkelser er tegninger/dokumenter presentert i Tabell 2-1 benyttet som grunnlag ved geoteknisk vurdering.

Tabell 2-1: Grunnlagsdokumenter for geoteknisk vurdering

| Nr | Tegning/dokument        | Tittel/kommentar                                 | Datert |
|----|-------------------------|--------------------------------------------------|--------|
| 1  | Skisse for utfylling    | Mottatt fra Pelagia 03.06.21.                    | -      |
| 2  | Planavgrensning         | Mottatt fra Nordplan AS v/Arild Rindal 04.09.20. | -      |
| 3  | Sjøkart med høydekurver | Mottatt fra Kartverket 16.09.2021                | -      |

### 2.3 Koordinater og høydesystem

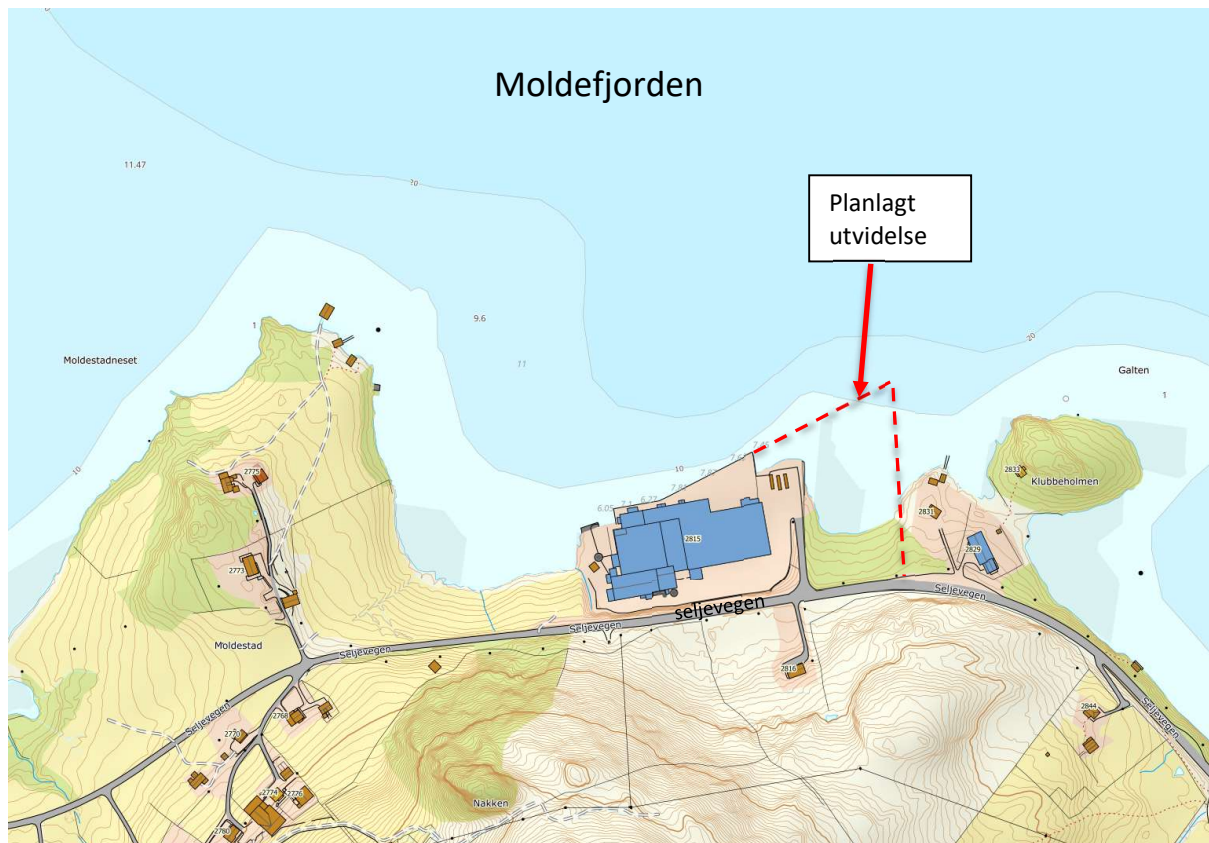
I foreliggende rapport er geografisk sone UTM 32V og NGO høydesystem NN2000 benyttet. Til opplysning er laveste astronomiske tidevann (LAT, sjøkartnull) 1,23 m lavere ift. NN2000 for Selje i Stad kommune.

### 3 Topografi og grunnforhold

#### 3.1 Områdebeskrivelse

Planområdet ligger i Selje i Stad kommune, Vestland. Sør for planområdet ligger Seljevegen og i nord er Moldefjorden.

Terrenget heller nordover i retning Moldefjorden. Terrenget over havnivå opp mot Seljevegen har en gjennomsnittlig helning på 1:7. I henhold til mottatt sjøkart har terrenget under havnivå en gjennomsnittlig helning på 1:6. Oversiktskart er vist i Figur 3-1 og historiske bilder før og etter utfylling er vist i Figur 3-2.



Figur 3-1: Oversiktskart over planområdet. Kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

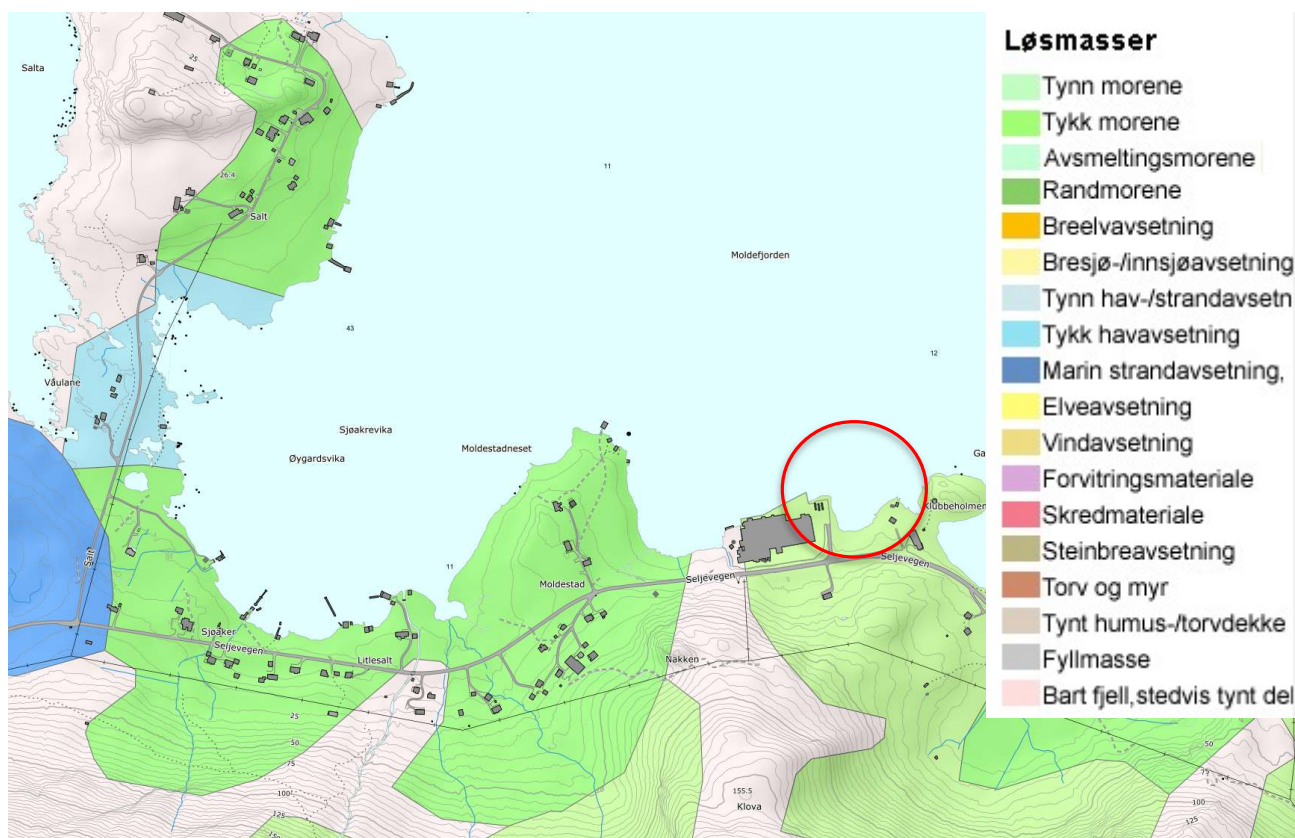


Figur 3-2: Historiske bilder fra området (kilde: [kart.finn.no](http://kart.finn.no)). Venstre side er fra 1968 og høyre bilde er fra 2018.

### 3.2 Kvartærgeologi

Figur 3-3 viser utsnitt av NGUs kvartærgeologiske kart over området. Kartet indikerer at løsmasser i området nærmest sjøkanten hovedsakelig består av morenemasser. Mot vest og i bakkant av området finner vi bart fjell (evt. tynt dekke). Morenemasser er ofte faste, velgraderte løsmasser.

Det kvartærgeologiske kartgrunnlaget gir en visuell oversikt over landskapsformende prosesser over tid, samt løsmassenes overordnede fordeling. Utgangspunktet for disse oversiktskartene er i all hovedsak visuell overflatekartlegging, og kun i begrenset omfang fysiske undersøkelser. Kartene gir ingen informasjon om løsmassefordeling i dybden og kun begrenset informasjon om løsmassemektighet. For mer informasjon om kvartærgeologiske kart og anvendelse/kvalitet vises det til [www.ngu.no](http://www.ngu.no).



Figur 3-3: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – løsmasser. Planområdet er markert med rød sirkel. Kilde: [www.ngu.no](http://www.ngu.no)

### 3.3 Løsmasser

Utførte grunnundersøkelser på sjø viser at løsmassene hovedsakelig består av relativt faste friksjonsmasser som sand, stein og grus. Ved borpunktet nærmest land ble det registrert noe finere, løst lagret løsmasser i toppen. Opptatt prøve ved 1 m dybde under sjøbunn inneholder sand og skjellrester.

Løsmassemekthet over antatt bergoverflate varierer mellom 6,1 – 8,5 m. Antatt berghelning er omtrent 1:6.

Det vises for øvrig til datarapport for grunnundersøkelser /16/.

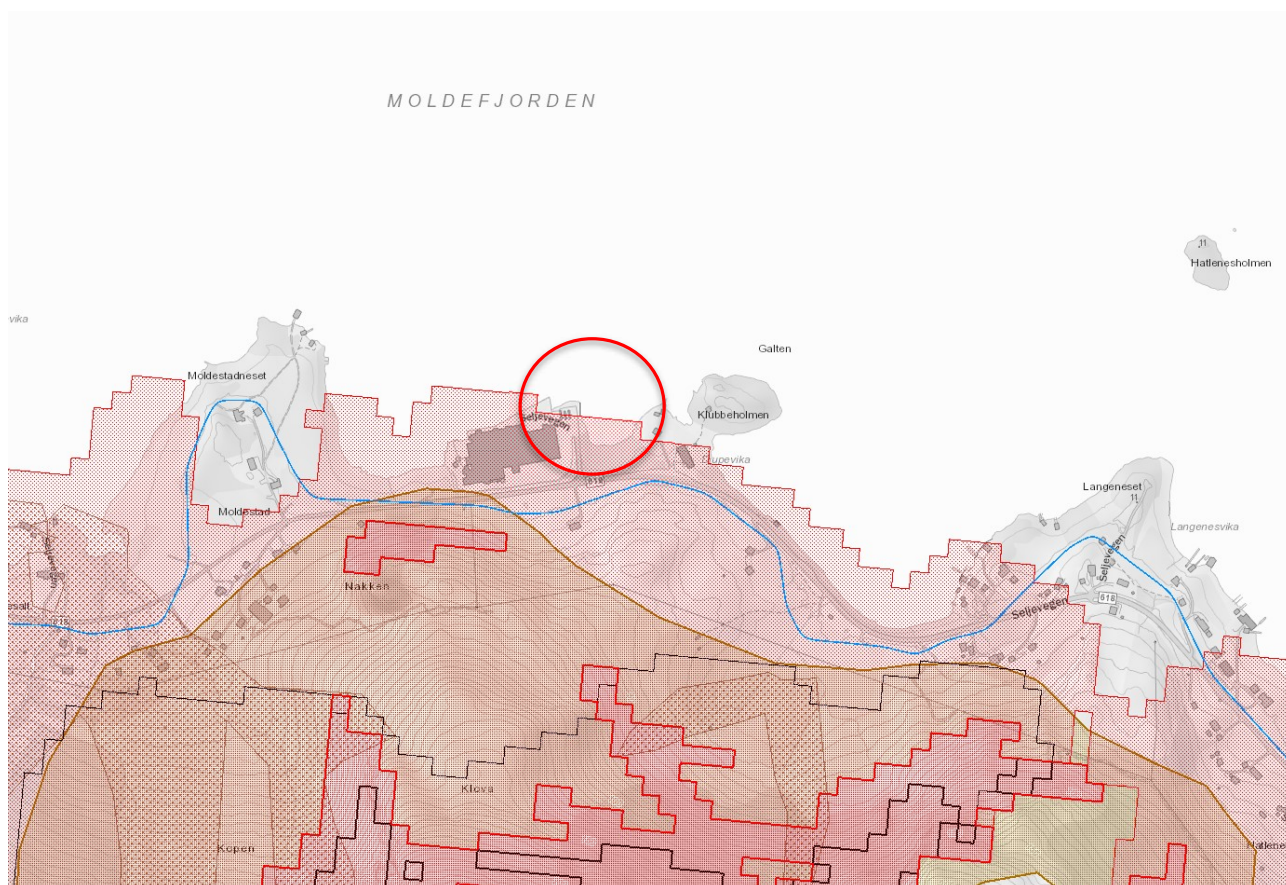
Det er ikke utført grunnundersøkelser på land. Det er registrert bergblotninger like sør for Fv. 618 ved planområdet, så det er grunn til å forvente beskjedne bergdybder. Det tilrådes prøvegraving ved oppstart for detaljprosjektering for å ha kontroll på bergforløpet på land.

### 3.4 Poretrykk og grunnvann

Det er ikke utført målinger av poretrykk/grunnvann i forbindelse med utførte grunnundersøkelser

### 3.5 Kvikkleire

Faresonekart fra NVE-Atlas /19/ viser at det er ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området. Derimot bemerkes det at området ligger innenfor aktsomhetsområdet for utløpsområde for snøskred, se Figur 3-4.



Figur 3-4: Utsnitt av faresonekart for snøskred og steinsprang /19/. Planområdet er markert med rød sirkel.

Utførte totalsonderinger har ikke vist noe tegn til at løsmassene består av kvikkleire/sprøbruddmateriale iht. NVEs retningslinjer /14/.

## 4 Sikkerhetsprinsipper

### 4.1 Vurdering av myndighetskrav og sikkerhetsprinsipper i henhold til PBL

Følgende klassifisering av prosjektet er valgt, og grunngitt i Vedlegg A.

- Geoteknisk kategori 2
- Konsekvens- og pålitelighetsklasse CC/RC 2
- Kontrollklasse PKK2 for prosjektering og UKK 3 for utførelse fyllingsarbeider og UKK 2 for øvrig utførelse av geoteknisk prosjektering (Eurokode)
- Tiltaksklasse 2 iht. Plan- og bygningsloven (PBL)
  - Medfører uavhengig kontroll av prosjektering og utførelse i henhold til PBL
- Sikkerhetsklasse F1 mot flom og stormflo for kaianlegg
- Sikkerhetsklasse S2 mot skred
- Grunntype B for vurdering av seismisk påvirkning
- Seismisk klasse 1 for kai

### 4.2 Geotekniske problemstillinger

Geotekniske problemstillinger er hovedsakelig relatert til:

- Arbeid på sjøbunn
- Stabilitet av fylling i sjø
- Plastring/erosjonssikring
- Peling
- Stabilitet til eksisterende fylling ved mudring for utdyping
- Vurdering av mudringsomfang og nødvendige tiltak

## 5 Geotekniske vurderinger

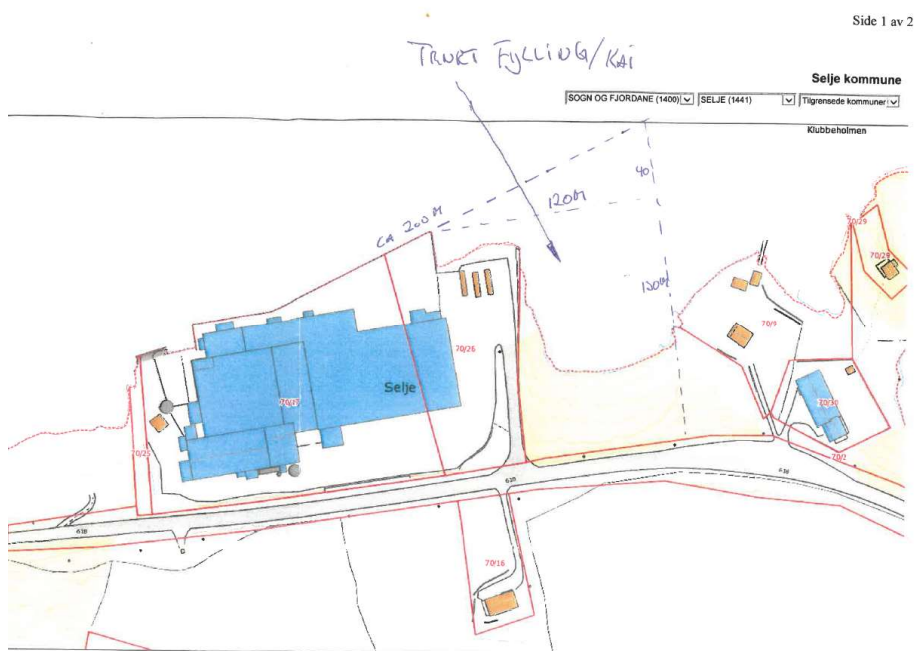
### 5.1 Generelt

Figur 5-1 viser foto fra Seljeveien mot Moldefjorden. Dagens anlegg ligger til venstre i bildet, og planlagt utbygging er mot høyre i bildet.



Figur 5-1: Foto mot planområdet. Tatt mot Moldefjorden. Hentet fra «google maps street view», bilde tatt 2019.

Figur 5-2 viser skisse med eksisterende bygg og planlagt utfylling. Eksisterende fylling ligger i dag på kote +3,5 (NN2000).



Figur 5-2: Skisse for utfylling, mottatt fra Pelagia 03.06.21.

Innseilingsdybden på planlagt dypvannskai er ikke avklart, med det er lagt til grunn en innseilingsdybde på 10 m for videre vurderinger. Mot dagens kaianlegg i vest må det påregnes mudring for å oppnå større innseilingsdybde da dagens sjøbunn ligger på ca. kote -7,5 (sjøkartnull). Det må utføres stabilitetsvurderinger for eksisterende kai og eksisterende fylling i henhold til nødvendig omfang av mudring og mudringsmetode.

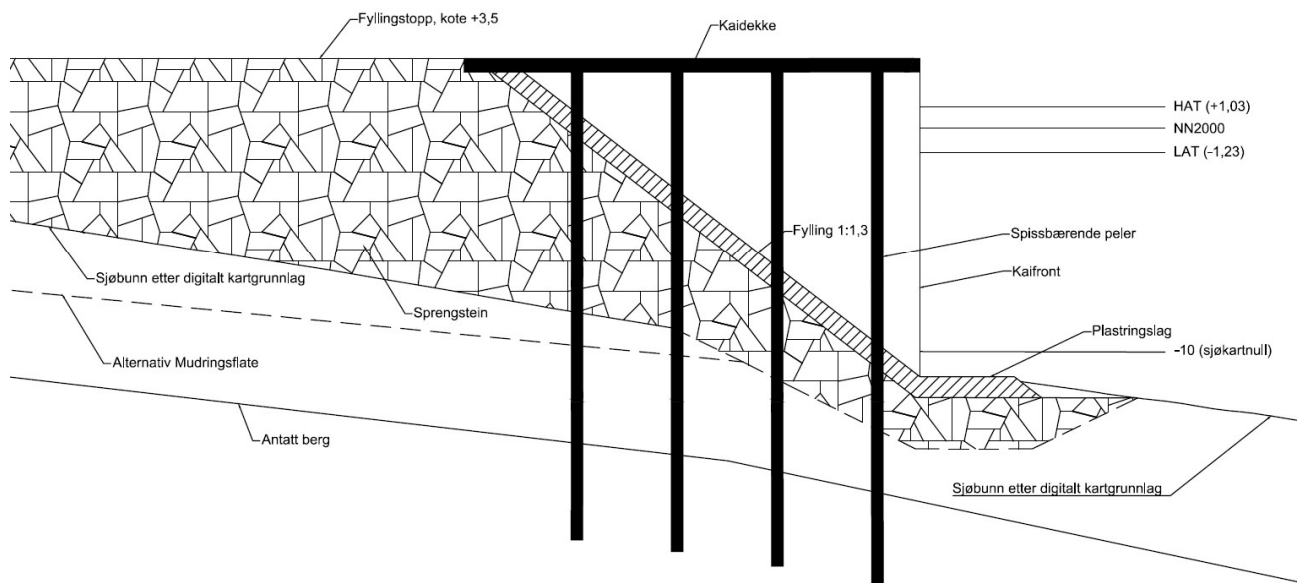
Det kan ikke utelukkes at det kan være forekomst av oppkommende berg i nivå for utdyping. Spesielt gjelder dette i området mot eksisterende anlegg (kai og fylling) hvor det ikke har blitt utført grunnundersøkelser. Det anbefales at det utføres supplerende grunnundersøkelser for et bedre grunnlag for å vurdere om det vil bli behov for utsprengning og eventuelt omfang av dette i detaljfasen.

Fyllingen planlegges oppbygget av overskuddsmasser fra tunelldriving fra Stad Skipstunnel.

Ved utlegging av steinmassene som brukes til fyllingen er det nødvendig å ha kontroll på kornfordelingen av fyllmassene. Finstoff i fyllmassene kan være med på å redusere stabiliteten og sikkerheten mot brudd for fyllingen. Masser fra tunelldriving med tradisjonell drivemetode (boring og sprengning), kan ha stor andel finstoff i seg. I så fall bør steinmassene kjøres gjennom sikteverk eller andre tiltak for å skille ut finstoffet, samt for å ha kontroll på fraksjonene fyllmassene består av.

## 5.2 Anleggsteknisk rekkefølge

Herunder følger en trinnvis arbeidsbeskrivelse av de arbeider som må utføres for å etablere dypvannskaiaen i front av fyllingen. Videre detaljering etter endelige planer er nødvendig. Tverrprofil av sjøbunn/antatt berg med prinsippskisse av utførelse er vist på tegning nr. 10221253-RIG-TEG-700, utsnitt av tegningen er vist i Figur 5-3.



Figur 5-3: Profil med prinsippskisse av arbeider som skal utføres.

Ettersom det er påtruffet et lag med lavere sonderingsmotstand i borpunkt 3 er det vurdert to alternative metoder for etablering av sjøfylling:

- Alt. 1 - Omfatningsmolo i kombinasjon med utfylling uten mudring
- Alt. 2 - Mudring av bløte masser før utfylling

### 5.2.1 Alt. 1 - Etablering av omfatningsmolo

Multiconsult anbefaler alternativ med omfatningsmolo da vi i denne fasen av prosjektet anser dette til å være den mest kostnadsbesparende måten å etablere ønsket sjøfylling da en unngår stort mudringsvolum av stedlige sjøbunnsmasser.

Det første trinnet består av å mudre til ønsket seilingsdybde i kailinjen og fortanning for molofot. Prinsippet er vist i Figur 5-4.

Trinn 2 består i å etablere en molo i ytterkanten av planlagt sjøfylling. Grunnundersøkelser viser fastere masser lengere ut fra land (borpunkt 1 og 2), og det vurderes gjennomførbart å etablere molo i dette området. Det kan forventes nødvendig å mudre en fortanningsrenne ved molofoten for å besørge høy stabilitet for molo. Dette er vist i Figur 5-4.

Før utfylling av steinmasser kan sjøbunnen tildekkes med et sandlag på 0,3 m for å hindre spredning av forurensning, dersom dette er aktuelt. Nødvendighet av tiltak og tiltakenes omfang er nærmere presentert i miljøgeologisk rapport «10221253-RIGm-RAP-001».

Steinmassene i molo kan a) legges ut med sjøredskap (eksempelvis splittlekter) opp til ca. kote -5,2 NN2000 (-4,0 LAT) eller b) ved utfylling fra land med egnet redskap. Vurderingen av hva som er mest hensiktsmessig av a) og b) kommer an på leveringsmåten av steinen som skal benyttes.

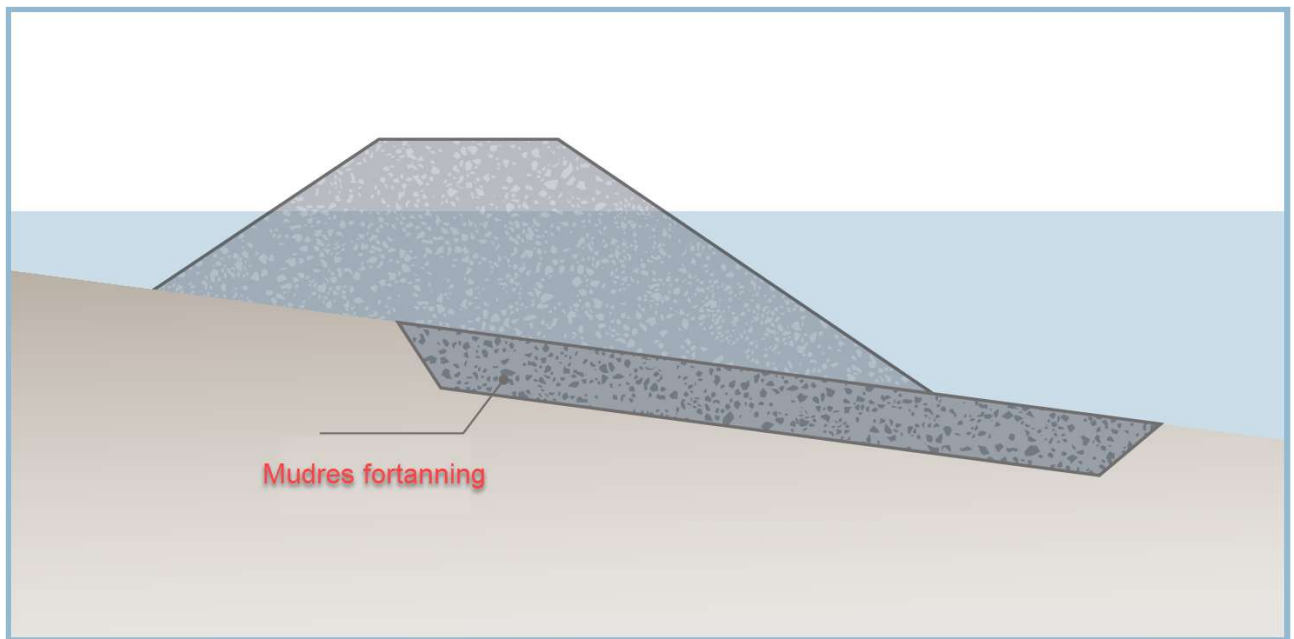
Ved a) starter utfylling av massene fra fyllingsfot og det fylles gradvis oppover med den angitte helningen på fyllingsfronten. Stabiliteten til sjøfyllingen er lavest i utfyllingsfasen da vekten av sprengsteinmassene medfører destabiliserende vanntrykk i sjøbunnen.

Ved b) starter utfyllingen av omfatningsmoloen inne ved land og man bygger moloen ved utlegging fra tipp med tilstrekkelig bredde over kt +0,5.

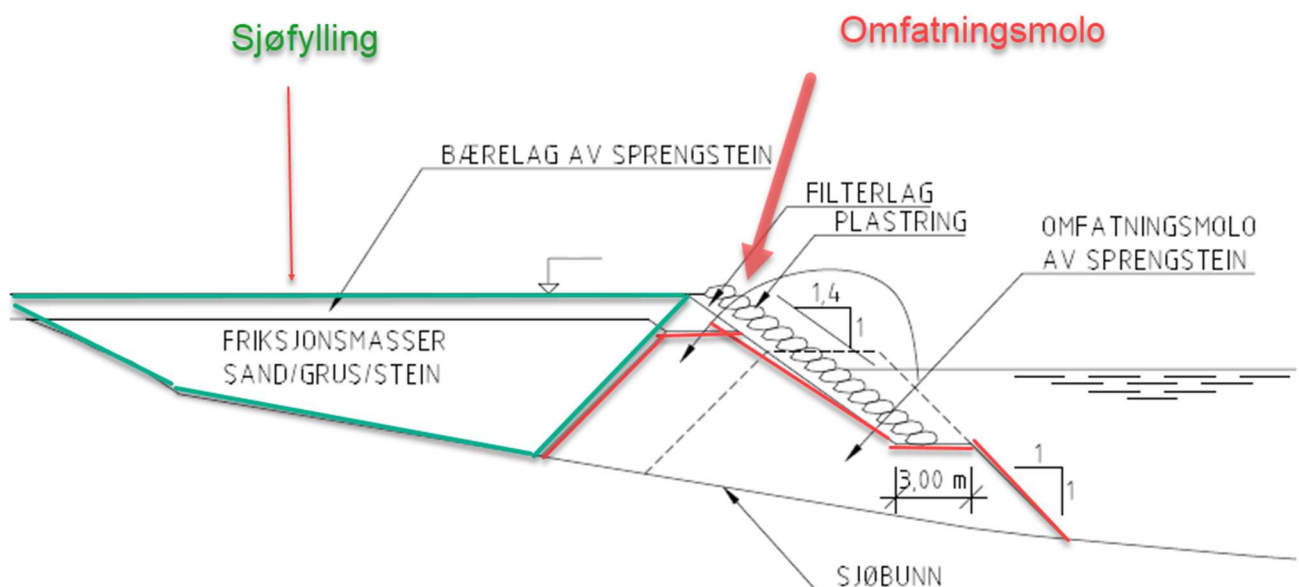
For at stabiliteten skal være tilfredsstillende gjennom hele anleggsfasen forventes det at trinnvis utfylling er nødvendig. Ventetid mellom fyllingstrinn forventes å være minimum 4 uker i faste masser.

Videre kan neste utfyllingsfase utføres ved utlegging med anleggsmaskiner på land. Utleggingen påbegynnes fra land og fortsetter langs moloen etter hvert som utfyllingen når ønsket utfyllingsnivå (ca. kote +3,5). Det må vurderes om dette må deles opp i flere utfyllingstrinn

Ved utfylling fra land frarådes det at massene tippes utenfor fyllings- og molofronten. Dette grunnet risiko for overheng i fyllmassene som kan medføre plutselige brudd i fyllingsfronten. Massene skyves ut over tippet med doser eller plasseres med gravemaskin. Dette etter retningslinjer angitt i Statens Vegvesen håndbok V221 kap. 2.3.4.3 /11/.



Figur 5-4 Prinsippskisse for molo - her anvist utfyllt i to trinn. Figur hentet fra Molohåndboken /20/.



Figur 5-5 - Skisse med anvisninger på omfatningsmolo.

Molo må detaljeres i detaljfasen og dimensjoneres for bølgepåvirkning. Det samme gjelder plastringslaget. Det kan i denne fasen legges til grunn 1,0-1,5 m bredt plastringslag.

Etter at omfatningsmolo er etablert kan utfylling av selve sjøfyllingen begynne fra molo og inn mot land. Utfyllingen kan utføres med utlegging fra tipp.

Tilførte masser komprimeres og utlegges lagvis i henhold til NS 3458 fra kote +0 (NN2000). Det må i detaljeringsfasen tas hensyn til faste prosjekterte kubikk (pfm<sup>3</sup>) og løse transporterte kubikk. En kan

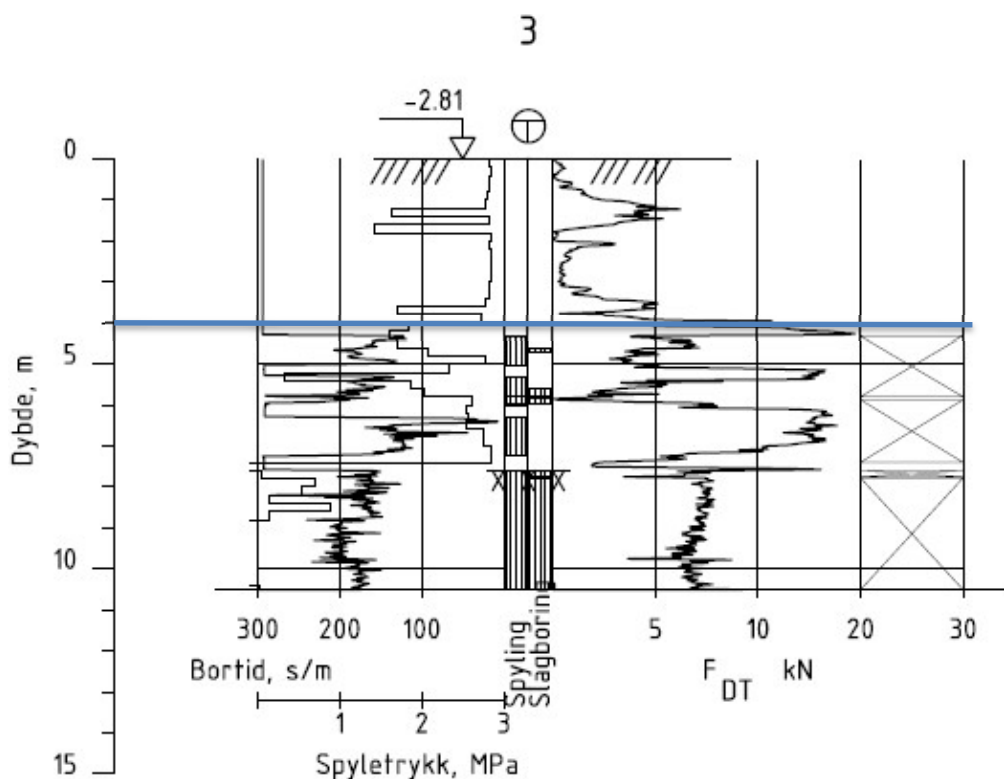
vanligvis beregne ca. 40-60 % økning i volum fra faste, prosjekterte kubikk til løse transporterte kubikk. Tabell 5-1 viser volumanslag for trinnvis utfylling ved alt. 1.

*Tabell 5-1: Oversikt volumanslag trinnvis utfylling ved alt. 1.*

| Fyllingstrinn                   | Beregnet volum        |
|---------------------------------|-----------------------|
| Samlet volum sjøfylling og molo | 65 000 m <sup>3</sup> |

### 5.2.2 Alt. 2 - Mudring av bløte masser og utfylling

Ved borpunkt nærmest land (borpunkt 3) ble det registrert masser med lavere sonderingsmotstand ned til 4 m dybde under sjøbunn, se Figur 5-6. Opptatt prøve fra 1 m under eksisterende sjøbunn viser at løsmassene består av sand med skjellrester. I borpunkt lengre ut mot fjorden var det i henhold til utførte sonderinger mindre mektighet av finere masser.



Figur 5-6: Sonderingsresultater BP 3. Viser masser med lavere sonderingsmotstand ned til 4 m dybde (blå linje).

Basert på dagens grunnlag er et alternativ at disse massene mudres bort for å etablere en stabil fylling med mindre setningspotensiale. Innledende volumberegninger anslår et mudringsvolum på ca. 20 000 m<sup>3</sup>. Dette inkluderer også masser som må mudres bort i det partiet hvor fyllingsfoten skal etableres. Det må gjøres en helhetlig vurdering i forhold til fremtidige setninger og fremtidig utbygging på etablert fylling. Generelt må utfylling av steinmasser detaljeres nærmere når endelig omfang av mudring er bestemt.

Mudringen gjøres fra båt eller lekter. Mudringsmasser må håndteres i samsvar med føringer i miljøgeologisk rapport, 10221253-RIGm-RAP-001. Generelt tas forurensede masser på land for transport til godkjent deponi, eventuelle rene masser kan omdisponeres på anlegget om man finner et egnet formål.

Mudring og dumping av løsmasser er i utgangspunktet forbudt, men dispensasjon kan tillates. Dispensasjon til mudring og dumping må søkes om til fylkesmannen.

Utlekking av steinmasser kan legges ut med sjøredskap (eksempelvis splittlekter) opp til ca. kote -4 (LAT) eller ved utfylling fra land. Leveransemetoden fra Stad skipstunnel er avgjørende. Begge alternativer er vurdert til gjennomførbare og hensiktsmessige.

Stabiliteten til sjøfyllingen er lavest i utfyllingsfasen da vekten av sprengsteinsmassene medfører destabiliserende vanntrykk i sjøbunnen. For at stabiliteten skal være tilfredsstillende gjennom hele anleggsfasen foreslås en trinnvis utfylling. Før neste fyllingstrinn kan påbegynnes må poreovertrykket i sjøbunnen være utlignet. Dette antas å ta minimum 4 uker i faste masser.

Tilførte masser komprimeres og utlegges lagvis i henhold til NS 3458 fra kote 0 (NN2000). Det må i detaljeringsfasen tas hensyn til faste prosjekterte kubikk (p<sub>fm</sub><sup>3</sup>) og løse transporterte kubikk. En kan vanligvis beregne ca. 40-60 % økning i volum fra faste, prosjekterte kubikk til løse transporterte kubikk.

Forslag til utforming av fylling er vist i Figur 5-3. Det bemerkes at beregnede volum for fyllmasser (se Tabell 5-2) er grove anslagsverdier basert på topografi i snitt A-A.

Tabell 5-2: Oversikt volumanslag trinnvis utfylling ved alt. 2.

| Fyllingstrinn                                    | Beregnet volum        |
|--------------------------------------------------|-----------------------|
| Fyllingstrinn 0, tilbakefylling for mudret volum | 20 000 m <sup>3</sup> |
| Fyllingstrinn 1, spittlekter -5,2 (-4,0 LAT)     | 20 000 m <sup>3</sup> |
| Fyllingstrinn 2, fra tipp (+3,5 NN2000)          | 45 000 m <sup>3</sup> |
| Sum volum alle fyllingstrinn                     | 85 000 m <sup>3</sup> |

### 5.3 Plastring av fyllingsfront

Grunnet fare for erosjonsskader er det nødvendig å utføre plastring/erosjonssikring av fyllingsfronten. Dette gjøres for å beskytte mot erosjon fra bølgekrefter som har oppstått som følge av vær/vind eller passerende båttrafikk og propellererosjon fra fartøy som benytter kaien.

Plastringsdybden bør ligge ca. 1,0 m under ønsket seilingsdybde, men må detaljeres ut i fra hvilke fartøy som er planlagt lagt til kai.

Plastring bør utføres med gravemaskin av erfaren maskinfører. Riktig plassering av plastringssteiner er nødvendig for å gi den erosjonssikringen som er tenkt. Steinene legges forbandt slik at de «låser» hverandre på plass. Plastringslaget er typisk min. 1,0-1,5 m tykt.

Pelene som skal settes ned for å etablere kaidekket, må gå gjennom plastringslaget. Det er derfor hensiktsmessig om det tilrettelegges for dette ved utførelse av plastring/erosjonssikring.

Gravemaskinen kan plasseres på lekter. Etter hvert som fyllingstoppen er over havnivå, kan det vurderes om det er hensiktsmessig å ha gravemaskin stående på selve fyllingen.

## 5.4 Peling

Innseilingsdybden på planlagt dypvannskai er ikke avklart, med på prinsippskisse er 10 m lagt til grunn. For å kunne oppnå en slik høyde vil det bli nødvendig å løfte kaidekket høyt nok opp fra den skrånende fyllingsfronten. Kaidekket må fundamenteres på spissbærende peler til berg. Til dette kan det benyttes rammede eller borede stålrørspeler. Plastringsblokker må flyttes før etablering av peler.

Rammede peler er en fundamenteringsmetode som egner seg godt når det er nødvendig å ramme pelene gjennom fylling og grove steinmasser. Planlagt fylling av sprengstein de stedlige sjøbunnsmasser gjør dette aktuelt. Rammede peler kan benyttes hvis dette hensyntas i fyllingsmaterialet. Største steinstørrelse kan ikke overskrive 2/3 av pelediameter. Rammede peler meisles ned til morenematerialet eller inn i berg.

Borede peler bores ned gjennom løsmasser til, og inn i berggrunnen ved bruk av grovt stålrør. Stålrøret armeres og støpes ut. Peletypen egner seg godt ved blokker og/eller fyllmasser samt ved skrått berg. Borede peler kan ta strekklaste ved at det bores et lengre uforet berghull under stålrøret som sørger for forankring i berget.

Antall peler og dimensjon av pelene må prosjekteres ut fra de laster man kan forvente fra aktiviteten på kaidekket.

Arbeidene med å sette ned stålrørspelene i berg utføres med en pelerigg plassert på lekter for både rammede og borede peler.

## 5.5 Etablere kaidekke

Kaidekket etableres på toppen av de spissbærende pelene. Dekket må dimensjoneres ut fra de laster en kan forvente.

I bakkant av kaidekket plasseres friksjonsplate for opptak av horisontalkrefter.

Dimensjonering av kai må utføres av byggetekniker (RIB) med erfaring fra kaier og marine konstruksjoner.

## 5.6 Naboforhold

Planlagt fylling i sjøen vil etableres mot eksisterende anlegg i vest (kai og fylling). Mot øst vil den ikke komme i direkte konflikt med eksisterende konstruksjoner. Innseilingsdybden og avgrensning på planlagt dypvannskai er ikke avklart, men mot eksisterende anlegg i vest må det påregnes mudring for utdyping. Det må utføres stabilitetsvurderinger for eksisterende kai og fylling i henhold til nødvendig omfang av mudring. Det kan ikke utelukkes at det kan være forekomst av oppkommende berg i nivå for utdyping. Spesielt gjelder dette i området mot eksisterende anlegg hvor det ikke har blitt utført grunnundersøkelser.

Det har ikke blitt gjort vurderinger på hvordan fyllmassene fra tunneldrivingen fraktes til planområdet. Slike vurderinger bør foretas av byggherre i neste fase.

Planområdet ligger i nærheten av eksisterende industri og tilhørende kaianlegg. Dette medfører en viss fare for at man under anleggsarbeidene kan møte på forurensede masser og/eller andre miljømessige utfordringer. Det bør planlegges slik at dersom dette oppstår under anleggsfasen, vil man ha nødvendig utstyr og mannskap for forsvarlig håndtering tilgjengelig på plassen. Eksempler på dette kan være olje-/drivstoffsøl fra anleggsmaskiner/båter som utfører arbeid på anleggsplassen. Arbeidene bør i den grad det er mulig utføres så skånsomt som mulig for ikke å påføre unødig skade på miljø og dyreliv i sjøen.

I forhold til eksisterende nabobygg/-konstruksjoner er det arbeider som forårsaker rystelser som vil være mest kritisk. Dette gjelder da i hovedsak utsprenning av berg og peling. Typiske skader på nabobygg/-konstruksjoner som følge av rystelser er riss og/eller sprekker i gulv, fundament, vegger og tak. Her vil det være hensiktsmessig at man i forkant av anleggsarbeidenes oppstart gjennomfører bygningsbesiktigelse på de nabobygg/-konstruksjoner som kan være utsatt for rystelser og fastsetter grenseverdier for akseptable rystelser.

## 6 Kritiske forhold

### 6.1 Mudringsarbeider

Innseilingsdybden på planlagt dypvannskai er ikke avklart, men mot eksisterende anlegg i vest må det påregnes mudring for utdyping.

I forbindelse med mudringsarbeider bemerkes følgende kritiske momenter:

- Stabilitet av eksisterende fylling og eksisterende kai ved mudring for utdyping.

Det må gjøres mer detaljerte vurderinger før mudringsomfanget bestemmes. Som grunnlag for videre detaljprosjektering og for å redusere usikkerheter må det utføres supplerende grunnundersøkelser.

### 6.2 Utsprengningsarbeider

Det kan ikke utelukkes at det kan være forekomst av oppkommende berg i nivå for utdyping foran planlagt kailinje. Spesielt gjelder dette i området mot eksisterende anlegg hvor det ikke har blitt utført grunnundersøkelser. Det anbefales at det utføres supplerende grunnundersøkelser for et bedre grunnlag for å vurdere om det vil bli behov for utsprengning og eventuelt omfang av dette. For utsprengningsarbeid bemerkes følgende kritiske momenter:

- Stabilitet av eksisterende kai ved sprengning for utdyping

### 6.3 Fyllingsarbeider

Arbeid på/ved sjø innebærer økt risiko for ulykker.

Ved fylling i sjø vil det alltid være en risiko for lokale glidninger og bevegelser i fyllingsområdet. Derfor må det under arbeidene vises aktsomhet og forsiktighet. Under utførelse av arbeidene må dører på kjøretøy/maskiner holdes åpen og nødvendig sikkerhetsutstyr må til enhver tid være innen rekkevidde.

I forbindelse med etablering av fylling i sjøen bemerkes følgende kritiske momenter:

- Stabilitet av fylling i sjø
- Utlegging av masser på sjøbunn
- Arbeid i nærheten av sjøtrafikk

Det er vesentlig at det i videre planfaser legges til rette for sikker gjennomføring av arbeidene. God kommunikasjon mellom prosjekterende, utførende og byggherre er nødvendig.

Arbeidene må utføres i tråd med *Forskrift om utførelse av arbeid /15/*.

### 6.4 Setningsmålere

For både alternativ 1 og 2 gjelder at det anbefales installasjon av setningsmålere like etter at siste utfyllingstrinn er utført. Måleintervall bør være hver 14. dag for å ha kontroll på når setninger i stedlig sjøbunnsmasser er ferdig utviklet og sjøfyllingen er byggeklar.

Dersom alt. 1 (omfatningsmolo og direkte utfylling uten mudring) velges må det påberegnes lengere tid før setningene er ferdig utviklet sammenlignet med alt. 2 hvor bløte masser mudres vekk. Det anslås ca. 3-6 måneder ventetid på å få utviklet setninger. I denne perioden kan fyllingen benyttes som et utvendig lagringsområde og andre aktiviteter som ikke er setningsømfintlige.

## 7 Referanser

- /1/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2008), Lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven), LOV-2008-06-27-71. Sist endret 01.07.2021
- /2/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2017), Forskrift om tekniske krav til byggverk (Byggteknisk forskrift), FOR-2017-06-19-840. Sist endret 01.07.2021
- /3/ Direktoratet for byggkvalitet (2017) Veiledning om tekniske krav til byggverk. Datert 15.09.2017
- /4/ Kommunal- og moderniseringsdepartementet (2010) Forskrift om byggesak (byggesaksforskriften), FOR-2010-03-26-488. Sist endret 01.05.2021
- /5/ Direktoratet for byggkvalitet (2016) Veiledning om byggesak. Publikasjonsnummer: HO-1/2011. Datert 04.08.2016
- /6/ Standard Norge (2016). Eurokode 0: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner. NS-EN 1990:2002+A1:2005+NA:2016
- /7/ Standard Norge (2016), Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 1: Allmenne regler. NS-EN 1997-1:2004+A1:2013+A1:2013+NA:2020
- /8/ Standard Norge (2016), Eurokode 7: Geoteknisk prosjektering - Del 2: Regler basert på grunnundersøkelser og laboratorieprøver. NS-EN 1997-2:2007+NA:2008
- /9/ Standard Norge (2014), Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 1: Allmenne regler, seismiske laster og regler for bygninger. NS-EN 1998-1:2004+A1:2013+NA:2021
- /10/ Standard Norge (2014), Eurokode 8: Prosjektering av konstruksjoner for seismisk påvirkning - Del 5: Fundamenter, støttekonstruksjoner og geotekniske forhold. NS-EN 1998-5:2004+NA:2014
- /11/ Statens vegvesen (2014), Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger, juni 2014
- /12/ Standard Norge (2015) Ledelsessystemer for kvalitet - Krav (ISO 9001:2015). NS-EN ISO 9001:2015
- /13/ Norges vassdrags- og energidirektorat (2011), NVEs retningslinjer nr. 2/2011, Flaum- og skredfare i arealplanar, revidert 22. mai 2014
- /14/ Norges vassdrags- og energidirektorat (2019), NVEs veileder nr. 1/2019, Sikkerhet mot kvikkleireskred
- /15/ Arbeids- og sosialdepartementet (2018), Forskrift om utførelse av arbeid, bruk av arbeidsutstyr og tilhørende tekniske krav (forskrift om utførelse av arbeid), FOR-2011-12-06-1357.
- /16/ Multiconsult Norge AS (2021), «10221253-RIG-RAP-001 Datarapport grunnundersøkelser», datert 14.10.2021.
- /17/ Kartverket, Norgeskart. [www.norgeskart.no](http://www.norgeskart.no)
- /18/ Norges Geologiske Undersøkelse (NGU), løsmassekart. <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>
- /19/ Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), NVE Atlas. <https://atlas.nve.no/>
- /20/ [Kystverket: Molohåndboka, datert 1. desember 2018.](#)

# VEDLEGG A

OPPDAGSGIVER

Pelagia AS

EMNE

Geoteknisk vurdering - reguleringsplan

DOKUMENTKODE:

10221253-RIG-RAP-002\_rev00

## Vurdering av myndighetskrav og sikkerhetsprinsipper i pbl-oppdrag

### Innhold/formål

Vedlegges formål er veiledning og dokumentasjon for Multiconsults valg i forhold til styrende krav gitt i det gjeldende regelverk og relevant standardverk.

Valg og begrunnelse er gitt i fargede bokser. Annet er støtteinformasjon fra regelverk eller standard.

### Sammendrag:

#### PBL/TEK17/SAK10:

- Sikkerhetsklasse mot Flom og stormflo: **F1**
- Sikkerhetsklasse mot skred: **S2**
- Tiltaksklasse: **2**

#### EUROKODE:

- Konsekvens- og pålitelighetsklasse (CC/RC) **2**
- Geoteknisk kategori **2**
- Kontrollklasse prosjektering og utførelse **PKK2 og UKK2/UKK3**
- Seismisk klasse **I**
- Dimensjonerende brukstid: **100 år**

#### NVE

- Tiltakskategori **Ikke relevant**
- Konsekvensklasse kvikkleireskred **Ikke relevant**

## Myndighetskrav til prosjekteringen (krav i lovverket)

Gjeldende regelverk for prosjektering i dette prosjektet er *Lov om planlegging og byggesaksbehandling (Plan- og bygningsloven; PBL)* med relevante sentrale og lokale forskrifter. Relevante sentrale forskrifter vil her være :

- Forskrift om byggesak (SAK10)
- Byggteknisk forskrift (TEK17)

Veiledning til de sentrale forskriftene er tilgjengelig fra Direktoratet for byggekvalitet (DIBK), og vil legges til grunn for tolkning av myndighetskravene.

### TEK17, §7-2: Sikkerhet mot Flom og stormflo

(1) Byggverk hvor konsekvensen av flom er særlig stor, skal ikke plasseres i flomutsatt område.

(2) For byggverk i flomutsatt område skal sikkerhetsklasse for flom fastsettes. Byggverk skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot flom slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides. I de tilfeller hvor det er fare for liv fastsettes sikkerhetsklasse som for skred, jf. § 7-3

(3) Første og annet ledd gjelder tilsvarende for stormflo.

(4) Byggverk skall plasseres eller sikres slik at det ikke oppstår skade ved erosjon.

| Sikkerhetsklasse for flom | Konsekvens | Største nominelle årlige sannsynlighet |
|---------------------------|------------|----------------------------------------|
| F1                        | Liten      | 1/20                                   |
| F2                        | Middels    | 1/200                                  |
| F3                        | Stor       | 1/1000                                 |

Retningsgivende eksempler i veiledning til forskrift (DIBK):

<https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-2/>

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| F1     | Byggverk med lite persjonopphold og små økonomiske eller andre samfunnsmessig konsekvenser, eksempelvis garasje og lagerbygning med lite personopphold.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| F2     | Omfatter de fleste byggverk beregnet for personopphold, eksempelvis bolig fritidsbolig og campinghytte, garasjeanlegg og brakkerigg, skole og barnehage, kontorbygning, industribygg, driftsbygning i landbruket som ikke inngår i sikkerhetsklasse F1.                                                                                                                                                                                                                                                             |
| F3     | Omfatter byggverk for sårbare samfunnsfunksjoner og byggverk der oversvømmelse kan gi stor forurensing på omgivelsene. Eksempelvis sykehjem, sykehus, brannstasjon, politistasjon, sivilforsvarsanlegg og infrastruktur av stor samfunnsmessig betydning, avfallsdeponier der oversvømmelse gir stor forurensingsfare.                                                                                                                                                                                              |
| Valgt: | <b>Eventuell begrunnelse for valg:</b><br>Oversvømmelses konsekvens er liten for en kai. Fyllingsfronten plastres for å motstå erosjon fra bølger, stormflo og propellersosjon. For industribygg settes sikkerhetsklasse F2. Dimensjonerende stormflo med klimapåslag for sikkerhetsklasse F2 er +2,24 (NN2000). Det må i prosjekteringsfasen vurderes bølgehøyder og om disse kan gi løft på kaien i løpet av levetiden. Med fylling på kote +3,5. kan det forventes at kaifront ligger på kote +3,2 eller lavere. |
| F1/F2  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### TEK17, §7-3: Sikkerhet mot Skred (generelt)

(1) Byggverk hvor konsekvensen av et skred, herunder sekundærvirkninger av skred, er særlig stor, skal ikke plasseres i skredfarlig område.

(2) For byggverk i skredfareområde skal sikkerhetsklasse for skred fastsettes. Byggverk og tilhørende uteareal skal plasseres, dimensjoneres eller sikres mot skred, herunder sekundærvirkninger av skred, slik at største nominelle årlige sannsynlighet i tabellen nedenfor ikke overskrides.

| Sikkerhetsklasse for skred | Konsekvens | Største nominelle årlige sannsynlighet |
|----------------------------|------------|----------------------------------------|
| S1                         | Liten      | 1/100                                  |
| S2                         | Middels    | 1/1000                                 |
| S3                         | Stor       | 1/5000                                 |

Retningsgivende eksempler i veiledning til forskrift (DIBK):

<https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| S1     | Byggverk der det normalt ikke oppholder seg personer og der det er små økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis garasje, uthus, båtnaust, mindre brygger, lagerbygning med lite pers.opphold.                                                                                             |
| S2     | Eksempelvis byggverk der det oppholder seg maksimum 25 personer og/eller der det er middels økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Enebolig, tomannsbolig, blokk/rekkehus (maks 10 boenheter) arbeids- og publikumsbygg, driftsbygning i landbruket, parkeringshus og havneanlegg.                  |
| S3     | Byggverk der det normalt oppholder seg mer enn 25 personer og/eller der det er store økonomiske eller andre samfunnsmessige konsekvenser. Eksempelvis eneboliger (kjede/rekke/blokk/fritidsbolig) med mer enn 10 boenheter, arbeids- og publikumsbygg, skole, barnehage, sykehjem og lokal beredskapsinstitusjon. |
| Valgt: | <b>Eventuell begrunnelse for valg:</b><br>Sikkerhetsklasse S2 er valgt, da det betegnes som havneanlegg. Det er ingen registrerte snøskred, steinsprang/steinscred, flomskred, sørpeskred eller fjellskred i området for planlagt bebyggelse i henhold til NVE skreddatabase.                                     |
| S2     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |

### TEK17, §7-3: Sikkerhet mot Skred (kvikkleire)

#### Kvikkleireskred (fra veiledning til TEK17, §7-3)

Kvikkleireskred opptrer som en engangshendelse. Krav til sikkerhet gjelder for denne faretypen, men i praksis vil det være umulig å angi sannsynlighet for kvikkleireskred. Derfor er sikkerhetsklassene ikke så godt egnet. Sikkerhetsnivå for en faresone for kvikkleireskred fastsettes derfor ved en sikkerhetsfaktor, F. Sikkerhetsfaktoren angir forholdet mellom stabiliserende krefter og drivende krefter for den skråningen som har lavest stabilitet i faresonen. (...) Behov for utredning og eventuell sikring av områdestabiliteten i faresoner for kvikkleireskred er avhengig av tiltakskategori, og for tiltakskategori K2-K4 også hvilken faregrad sonen har. Tiltakskategori bestemmes av tiltakets påvirkning på områdestabiliteten og av konsekvensene ved skred. Konsekvensene bestemmes av tiltakets størrelse og verdi samt i hvilken grad tiltaket vil medføre tilflytning av personer. (...)

Retningsgivende eksempler i veiledning til forskrift (DIBK):

<https://dibk.no/byggereglene/byggteknisk-forskrift-tek17/7/7-3/>

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| K0     | Mindre byggverk som medfører svært begrensede terrenginngrep eller laster og ingen tilflytning av personer. Eksempelvis: Enkle garasjer, naust og uthus. Mindre veger som ikke medfører utfyllinger i toppen av skråninger eller skjæringer i bunnen av skråninger og mindre grøfter og lignende, eksempelvis skogsbilveger og gårdsveger. Mindre tilbygg og påbygg på eksisterende bebyggelse                                                       |
| K1     | Byggverk, herunder terrenginngrep og anlegg, av begrenset størrelse og tyngde med lite personopphold. Eksempelvis: Mindre driftsbygninger i landbruket og lauerbygg av begrenset verdi. Mindre massedeponier og VA-anlegg. Mindre veger og trafiksikkerhetstiltak som gang- og sykkelveger, over- og underganger og tiltak i forbindelse med anlegg av midtdele og lignende.                                                                         |
| K2     | Byggverk som nevnt under kategori K1 når tiltaket vil påvirke områdestabiliteten negativt dersom det ikke gjennomføres stabiliserende tiltak utenom selve tiltaket.                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| K3     | Byggverk som medfører begrenset tilflytning/personopphold til området eller tiltak med stor verdi (utover tiltak i K0-K2) Eksempelvis: Enebolig, to eneboliger, tomannsbolig, fritidsbolig med maks to boenheter og to fritidsboliger med en boenhet. Større driftsbygninger i landbruket. Mindre utendørs publikumsanlegg. Mindre næringsbygg. Større VA-anlegg.                                                                                    |
| K4     | Tiltak som medfører større tilflytning/personopphold til området enn tiltak i K3, samt tiltak som gjelder viktige samfunnsfunksjoner. Eksempelvis: mer enn to eneboliger/fritidsboliger. Eneboliger i kjede/rekkehus/boligblokk/fritidsbolig med mer enn to boenheter. Bolig- og hyttefelt. Skole og barnehage. Sykehjem. Større næringsbygg. Kontorbygning og idretts- industrianlegg. Større utendørs publ.anlegg. Lokale beredskapsinstitusjoner. |
| Valgt: | <b>Eventuell begrunnelse for valg / referanse:</b><br>Utførte grunnundersøkelser har ikke påvist kvikkleire/sprøbruddmateriale.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| IR     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

Faregradsklasse for utbygging bestemmes fra etablerte faregradssoner på web LAV, MIDDELS eller HØY:

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

|          |                                                    |
|----------|----------------------------------------------------|
| Faregrad | <b>Eventuell begrunnelse for valg / referanse:</b> |
| IR       |                                                    |

Preaksepterte ytelser for sikkerhet mot kvikkleireskred (områdestabilitet):

§ 7-3 Tabell 1: Vurdering av sikkerhet og utredning av områdestabilitet ved tiltak i områder med fare for kvikkleireskred.

| Tiltakskategori | Faregrad for utbygging                                                                                        |                                                                                                                   |                                                                                                                   |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                 | Lav                                                                                                           | Middels                                                                                                           | Høy                                                                                                               |
| K0              | Tiltak må følge anbefalinger i <i>Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner</i> , (NGI-rapport 2001008-62) |                                                                                                                   |                                                                                                                   |
| K1              | Tiltaket skal ikke påvirke områdestabiliteten negativt. Ved tvil om dette skal tiltaket flyttes til K2.       |                                                                                                                   |                                                                                                                   |
| K2              | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>ikke forverring*                                                    | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>ikke forverring*                                                        | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>ikke forverring hvis $F \geq 1,2$<br>eller<br>forbedring hvis $F < 1,2$ |
| K3              | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>ikke forverring*                                                    | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>ikke forverring hvis $F \geq 1,2$<br>eller<br>forbedring hvis $F < 1,2$ | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>forbedring hvis $F < 1,4$                                               |
| K4              | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>forbedring hvis $F < 1,4$                                           | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>forbedring hvis $F < 1,4$                                               | Sikkerhetsfaktor $F \geq 1,4$<br>eller<br>vesentlig forbedring hvis $F < 1,4$                                     |

\* Det er ikke nødvendig med fullstendig utredning av sonen. Selve tiltaket kan utføres med et tilhørende stabiliserende tiltak for å oppnå «ikke forverring» av områdestabiliteten.

#### TEK17, §17-2: Konstruksjonssikkerhet

- (1) Materialer og produkter i byggverk skal ha slike egenskaper at grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet blir tilfredsstillt.
- (2) Byggverk skal prosjekteres og utføres slik at det oppnås tilfredsstillende sikkerhet mot brudd og tilstrekkelig stivhet og stabilitet for laster som kan oppstå under forutsatt bruk. Kravet gjelder byggverk under utførelse og i endelig tilstand.
- (3) Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.

#### Kommentar / valg:

Konstruksjonssikkerheten tilfredsstilles ved at det i dette prosjektet prosjekteres etter Eurokode-systemet.

#### SAK10, §9-3: Fastsettelse av tiltaksklasse & SAK10, §9-4: Oppdeling i tiltaksklasser.

Oppgaver knyttet til tiltak skal inndeles i tiltaksklasse 1, 2 eller 3 innenfor ett eller flere fagområder basert på kompleksitet, vanskelighetsgrad og mulige konsekvenser mangler og feil kan få for helse, miljø og sikkerhet.

Oppgaver knyttet til tiltaket kan plasseres i ulike tiltaksklasse for den enkelte funksjon og fagområde. Kommunen godkjenner tiltaksklasser etter forslag fra ansvarlig søker.

Veiledningen (DIBK) gir følgende veiledning for fastsettelse av tiltaksklasse innenfor geoteknisk prosjektering:

| FAGOMRÅDE                                                                                                                                  | TILTAKSKLASSE                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                            | 1                                                                                                                                                                                                                                                                          | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Geoteknikk<br>Utarbeidelse av<br>grunndata og<br>fundamentering med<br>eventuelt sikringstiltak<br>for bygg, anlegg eller<br>konstruksjon. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Småhus inntil 3 etasjer.</li> <li>Andre byggverk inntil 2 etasjer med oversiktlige og enkle grunnforhold</li> <li>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 1</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fundamentering av byggverk med 3-5 etasjer.</li> <li>Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold. Metode for fastleggelse av grunnforhold er godt utviklet.</li> <li>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 2.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Byggverk med flere enn 5 etasjer</li> <li>Fundamentering på tomt med vanskelige grunnforhold.</li> <li>Metode for fastleggelse av grunnforhold er lite utviklet.</li> <li>Fundamentering for anlegg og konstruksjoner som iht. NS-EN 1990 + NA plasseres i pålitelighetsklasse 3 og 4.</li> </ul> |

Veiledningen gir også følgende generelle eksempler:

| Tiltaksklasse        | Overordnet (uavhengig av fagområde)                                                                                                                                                                                                                                                                     | Utvidet                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Liten kompleksitet og vanskelighetsgrad og, hvor feil eller mangler kan føre til mindre konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet                                                                                                                                                                      | Omfatter normalt byggverk hvor prosjektering kan skje ved bruk av enkle beregninger, enkel dimensjonering, bruk av tabeller og forhåndsaksepterte løsninger, og utførelse kan skje uten at det kreves avanserte metoder                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| 2                    | Liten kompleksitet og vanskelighetsgrad, der mangler eller feil kan føre til middels store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet eller tiltak av middels kompleksitet og vanskelighetsgrad der mangler eller feil kan føre til små eller middels store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet. | Omfatter normalt byggverk hvor prosjektering kan skje etter anerkjente forutsetninger, beregningsmetoder og tekniske prinsipper.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| 3                    | Stor kompleksitet og vanskelighetsgrad eller oppgaver av middels kompleksitet og vanskelighetsgrad hvor mangler eller feil kan føre til store konsekvenser for helse, miljø og sikkerhet.                                                                                                               | Prosjektering i tiltaksklasse 3 setter krav til spesialiserte kvalifikasjoner eller bruk av alternative analyse for oppfyllelse av byggtknisk forskrift (TEK17). Omfatter oppgaver av stor vanskelighetsgrad eller oppgaver som krever spesielle og krevende utførelsesmetoder. Tiltaksklasse 3 omfatter også utførelse der prosjektmaterialet for utførelse krever vesentlig teknisk utdyping og supplering med spesielle utførelsesprosedyrer eller der usikre forhold ved utførelsen krever supplerende tekniske undersøkelser, for eksempel ved |
| <b>Valgt klasse:</b> | <b>Begrunnelse for valg:</b><br><b>Tilsvarende pålitelighetsklasse 2 i Eurokode</b><br><b>Kai- og havneanlegg, gode grunnforhold. Faste stedlige sjøbunnsmasser.</b><br><b>Valget medfører krav om uavhengig systemkontroll av geoteknisk prosjektering og utførelse</b>                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 2                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

## Valg av standardverk og tilhørende Sikkerhetsprinsipper

Ut fra krav og anbefalinger i myndighetskravene vil Eurokode-systemet (**NS-EN**) legges til grunn for den geotekniske prosjekteringen.

### NS-EN 1990, kap. 2.2: Pålitelighet

Pålitelighetsnivå for konstruksjonens kapasitet og brukbarhet vil oppnås via kombinasjoner av tiltak (definert i pkt5).

Flere midler for å oppnå pålitelighet relateres til valg av Konsekvensklasse (CC) og Pålitelighetsklasse (RC). Tillegg B til

NS-EN 1990 definerer pålitelighetsklasser:

| Konsekvens-klasse | Beskrivelse                                                                                                                | Eksempler på bygg og anlegg                                                                                 |
|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CC3               | Stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, eller svært store økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser        | Tribuner, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er store (f.eks. en konserthall)                  |
| CC2               | Middels stor konsekvens i form av tap av menneskeliv, betydelige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser       | Boliger og kontorbygg, offentlige bygninger der konsekvensene av brudd er betydelige (f.eks. et kontorbygg) |
| CC1               | Liten konsekvens i form av tap av menneskeliv og små eller uvesentlige økonomiske, sosiale eller miljømessige konsekvenser | Landbruksbygninger der mennesker vanligvis ikke oppholder seg (f.eks. lagerbygninger), drivhus              |

Tabell NA.A1(901) i nasjonalt tillegg til NS-EN 1990 gir veiledende eksempler å lassering av i pålitelighetsklasser.

Overordnet er følgende eksempel relevant, men ved vurdering vil det også ses på type konstruksjon som gir veildning for i samme tabell.

\*) Vurderingen skal også ta hensyn til omkringliggende områder og byggverk

| Veiledende eksempel for klassifisering                                                            | CC / RC |     |   |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----|---|-----|
|                                                                                                   | 1       | 2   | 3 | 4   |
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg i kompliserte tilfeller. *)                |         | (x) | x | (x) |
| Grunn- og fundamenteringsarbeider og undergrunnsanlegg ved enkle og oversiktlige grunnforhold. *) | x       | (x) |   |     |

|                                                            |                  |   |
|------------------------------------------------------------|------------------|---|
| Valg av konsekvensklasse (CC) og pålitelighetsklasse (RC): | Sjøfylling       | 2 |
|                                                            | Peling:          | 2 |
|                                                            | Områdestabilitet | 2 |

### NS-EN 1990, kap. 2.3: Dimensjonerende brukstid

Eurokoden gir tabell 2.1 følgende veildende dimensjonerende brukstid:

| Dimensjonerende brukstidskategori | Veiledende dimensjonerende brukstid (år) | Eksempler                                                                |
|-----------------------------------|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| 1                                 | 10                                       | Midlertidige konstruksjoner <sup>1</sup>                                 |
| 2                                 | 10 til 25                                | Utskiftbare konstruksjonsdeler, f.eks. kranbjelker, lagere osv.          |
| 3                                 | 15 til 30                                | Landbruksbygninger og lignende konstruksjoner                            |
| 4                                 | 50                                       | Bygningskonstruksjoner og andre vanlige konstruksjoner                   |
| 5                                 | 100                                      | Monumentale bygningskonstruksjoner, bruer og andre anleggskonstruksjoner |

<sup>1</sup> Konstruksjoner eller konstruksjonsdeler som kan demonteres slik at de kan brukes på nytt, bør ikke anses som midlertidige.

|                                   |          |        |
|-----------------------------------|----------|--------|
| Valg av dimensjonerende brukstid: | Kai:     | 100 år |
|                                   | Fylling: | 100 år |
|                                   |          |        |

### NS-EN 1990, kap. 2.5: Kvalitetssikring

(1) For å sikre at konstruksjonen oppfyller de krav og forutsetninger som er fastsatt i prosjekteringen, bør egnede kvalitetssikringstiltak være etablert. Disse tiltakene omfatter definisjon av pålitelighetskrav, organisasjonsmessige tiltak og kontroll på stadiene for prosjektering, utførelse, bruk og vedlikehold.

Kapittel NA.A1.3.1 (902) i nasjonalt tillegg angir at det skal være tilgjengelig et kvalitetsystem ved prosjektering i pålitelighetsklasse 2, 3 og 4. I klass 4 skal systemet også tilfredstille kravene i NS-EN ISO 900-serien.

Multiconsult sitt kvalitetsstyringssystem (KS-system) er basert på og tilfredsstiller følgende lovpålagte systemkrav: ISO 9001:2008, ISO 1400:2004, Plan- og bygningsloven, Byggherreforskriften og Internkontrollforskriften. Eurokodens krav er altså ivarettatt for alle pålitelighetsklasser.

**NS-EN 1990, kap. 2.5: Kvalitetssikring**

Kapittel NA.A1.3.1 (903) Prosjekteringskontroll i nasjonalt tillegg til NS-EN 1990 gir krav til grad av prosjekteringskontroll. Prosjekteringskontrollklasser er definert som:

| Valg av prosjekterings-kontrollklasse |                                      | Krav til kontrollform              |                                                   |                                        |
|---------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------|
| Pålitelighets-klasse                  | Minste prosjekterings-kontrollklasse | Egenkontroll (DSL 1) <sup>1)</sup> | Intern systematisk kontroll (DSL 2) <sup>1)</sup> | Utvidet kontroll (DSL 3) <sup>1)</sup> |
| 1                                     | PKK1 <sup>2)</sup>                   | kreves                             | kreves ikke                                       | kreves ikke                            |
| 2                                     | PKK2 <sup>2)</sup>                   | kreves                             | kreves                                            | kreves                                 |
| 3                                     | PKK3                                 | kreves                             | kreves                                            | kreves                                 |
| 4                                     | Skal spesifiseres                    | kreves                             | kreves                                            | kreves                                 |

<sup>1)</sup> Se punkt B4 (informativt tillegg B) for betegnelsen DSL.  
<sup>2)</sup> Det kan velges høyere prosjekteringskontrollklasse.

Kapittel NA.A1.3.1 (904) Utførelseskontroll i nasjonalt tillegg til NS-EN 1990 gir krav til grad av utførelseskontroll. Utførelseskontrollklasser er definert som:

| Valg av utførelses-kontrollklasse |                                         | Krav til kontrollform             |                                                  |                                       |
|-----------------------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
| Pålitelighets-klasse              | Minste utførelses-kontrollklasse        | Egenkontroll (IL 1) <sup>1)</sup> | Intern systematisk kontroll (IL 2) <sup>1)</sup> | Utvidet kontroll (IL 3) <sup>1)</sup> |
| 1                                 | UKK1 <sup>2)</sup>                      | kreves                            | kreves ikke                                      | kreves ikke                           |
| 2                                 | UKK2 <sup>2)</sup>                      | kreves                            | kreves                                           | kreves                                |
| 3                                 | UKK3                                    | kreves                            | kreves                                           | kreves                                |
| 4                                 | UKK3, eventuelt med tilløgsbestemmelser | kreves                            | kreves                                           | kreves                                |

<sup>1)</sup> Se punkt B5 (informativt tillegg B) for betegnelse IL.  
<sup>2)</sup> Det kan velges høyere utførelseskontrollklasse.

**For dette prosjektet medfører dette:**

Kontrollklasse PKK2 for prosjektering og generelt Ukk2 for utførelse, men fodri sjøfylling er risikofyllt i utførelsesfasen løftes dette til UKK3.

Prosjektering: Krav om grunnleggende kontroll (egenkontroll), intern systematisk kontroll og utvidet kontroll

Utførelse: Krav om grunnleggende kontroll (egenkontroll), intern systematisk kontroll og utvidet kontroll og skjerpet utvidet kontroll for sjøfylling

**NS-EN 1997-1, kap. 2.1: Krav til prosjekteringen****Valg av Geoteknisk kategori**

| Kategori             | Overordnet                                                                                                                                                              | Utvidet                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1                    | Bør bare inkludere små og relativt enkle konstruksjoner.                                                                                                                | Konstruksjoner hvor det er mulig å sikre at de grunnleggende kravene vil bli tilfredsstilt på grunnlag av erfaring og kvalitative geotekniske undersøkelser, samt konstruksjoner med minimal risiko.<br>Bør bare brukes ved god områdestabilitet og ved graving over grunnvannstand. |
| 2                    | Bør omfatte konvensjonelle typer konstruksjoner og fundamenter uten unormale risikoer eller vanskelige grunn- eller belastningsforhold.                                 | Prosjektering bør normalt omfatte kvantitative geotekniske data og analyse for å sikre at de grunnleggende kravene vil bli oppfylt.<br>Rutinemessige prosedyrer for felt- og laboratorieprøving.                                                                                     |
| 3                    | Bør omfatte konstruksjoner eller deler av konstruksjoner som faller utenfor grensene for geoteknisk kategori 1 og 2.                                                    | Bør vanligvis omfatte alternativer til bestemmelsene og reglene i eurokode 7.                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Valgt klasse:</b> | <b>Eventuell begrunnelse for valg:</b>                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>2</b>             | Konvensjonell fundamenteringsmetode. Steinfylling (sprengstein) på faste stedlige sjøbunnsmasser. Dette medfører uavhengig kontroll av prosjektering i henhold til PBL. |                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

**NS-EN 1997, kap. 2: Grunnlag for geoteknisk prosjektering****Geoteknisk prosjektering velges utført ved beregninger.**

Standarden angir *Prosjektering ved konstruktive tiltak, Prøvebelastning og modellprøving* samt *Observasjonsmetoden* som andre aktuelle tilnærminger.

**NS-EN 1997, kap. 2.4.7.3.4: Dimensjoneringsmetoder****I henhold til standardens nasjonale tillegg:**

Dimensjoneringsmetode 2 benyttes for peler

Dimensjoneringsmetode 3 benyttes for all annen geoteknisk prosjektering

**NS-EN 1998-1, kap. 2.1: Grunnleggende krav (jordskjelv)**

Differensiering av pålitelighet oppnås ved å klassifisere konstruksjoner i forskjellige seismiske klasser.

Definisjon av seismisk klasse er gitt av tabell 4.3 (gjengitt under). Videre veiledninger for valg av seismisk klasse finnes i tabell NA.4(902) i standardens nasjonale tillegg.

| Seismisk klasse | Bygninger                                                                                                                                                                  |
|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I               | Bygninger av mindre betydning for offentlig sikkerhet, for eksempel jordbruksbygninger osv.                                                                                |
| II              | Vanlige bygninger, som ikke hører til i de andre kategoriene.                                                                                                              |
| III             | Bygninger med en seismisk motstand som er av betydning på grunn av konsekvensene knyttet til sammenbrudd, for eksempel skoler, aulaer, kulturinstitusjoner osv.            |
| IV              | Bygninger der det er av største viktighet for beskyttelse av liv og helse at de forblir uskadd under jordskjelv, for eksempel sykehus, brannstasjoner, kraftstasjoner osv. |

MERKNAD De seismiske klassene I, II, III eller IV tilsvarer omtrent henholdsvis konsekvensklasse CC1, CC2 og CC3, definert i NS-EN 1990:2002, tillegg B.

|                                         |              |    |
|-----------------------------------------|--------------|----|
| Forslag til valg av seismisk klasse *): | Kai          | I  |
|                                         | Industribygg | II |

\* ) Valg gjøres i samråd med prosjektets RIB.

**Seismisk klasse 2:**

«Vanlige bygninger» etter veiledninger i tabell NA.4(902). Dette resulterer i seismisk klasse 2 med seismisk faktor  $y_t = 1,0$ .

#### NS-EN 1990: Partialfaktorer for påvirkninger/lastvirkninger (A)

---

Partialfaktor kan benyttes på selve lastene eller på virkningen av lastene (eksempelvis trafikklasters virkning på jordtrykk). Vi velger i dette prosjektet å benytte partialfaktor på selve lasten.

Dersom laster oppgis i bruddgrensetilstand fra RIB vil dette benyttes direkte. To sett med lastfaktorer sjekkes for konstruksjonslaster i tilstandene STR/GEO (Eurokode 0: Tabell NA.A1.2 (B)).

Med benevnelse G for permanent last og Q for variable laster benyttes følgende kombinasjon av partialfaktorer på lastene for bæreevnebetragtning:

$$6.10a: 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot 0,7 \cdot Q = 1,35 \cdot G + 1,05 \cdot Q$$

$$6.10b: 0,89 \cdot 1,35 \cdot G + 1,5 \cdot Q = 1,20 \cdot G + 1,5 \cdot Q$$

Lastkombinasjon for irreversible grensetilstander (setninger):

$$6.14b: G + Q + Q^* \cdot 0,7 \quad \text{*ikke dominerende variabel last}$$

$$6.16b: G + Q \cdot 0,6$$

Partialfaktorer i henhold til formel 6.16b anses som gjeldene ved geoteknisk kontroll av setninger.

For eventuelle geotekniske laster benyttes lastfaktor 1,0 for permanente laster og 1,3 for variable laster.

(Eurokode 0: Tabell NA.A1.2(C)). Geotekniske laster kan i enkeltberegninger være jordtrykklaster.

Ved stabilitetsberegninger benyttes partialfaktoren for geotekniske laster.

For gunstige lastvirkninger, og for beregninger i ulykkesgrensetilstand, regnes det med partialfaktor 1,0 på lasten.

#### NS-EN 1990: Partialfaktorer for grunnens egenskaper (M & R)

---

Dimensjoneringsmetode 3 (generell geoteknisk prosjektering)

Følgende gjelder for partialfaktor på effektiv friksjon ( $\tan \phi'$ ) og kohesjon, udrenert skjærfasthet og

tyngdetetthet etter dimensjoneringsmetode 3 (NA.A.3.2):

$$\gamma_{\phi'(M2)} = 1,25^* \quad / \quad \gamma_{c'(M2)} = 1,25^* \quad / \quad \gamma_{cu(M2)} = 1,4 \quad / \quad \gamma_{(M2)} = 1,0$$

\*) I nasjonalt tillegg til Eurokode 7 er det tilrådd å øke partialfaktorer når det er fare for progressiv bruddutvikling i sprøbruddmaterialer eller når det kreves for å kunne utføre analysemetoden og beregning av problemstillingen i

overensstemmelse med anerkjent praksis. Statens vegvesens håndbok V220 er i utgangspunktet ikke relevant for prosjektet, men gir likevel en fornuftig veiledning til eventuell justering av materialkoeffisient.

Partialfaktor for motstand forspente forankringer / støttekonstruksjoner / skråninger / områdestabilitet (NA.A.3.3.1):

$$g_{R,v(R3)} = 1,0 \quad (\text{Bæreevne})$$

$$g_{R,h(R3)} = 1,0 \quad (\text{Glidemotstand})$$