

NOTAT

Oppdrag	Måsholmen Florø, KU – Undersøkelser på sjø	Dokumentkode	10250568-01-RIG-NOT-001
Emne	Innledende geotekniske vurderinger	Tilgjengelighet	Åpen
Oppdragsgiver	Måsholmen Utvikling AS og Trolleskjæret AS	Oppdragsleder	Fredrik Nilsen Rochmann
Kontaktperson	Juanita Sekkingstad	Utarbeidet av	Maja Morawska
Kopi		Ansvarlig enhet	10233011 Geoteknikk Vest

SAMMENDRAG

Multiconsult Norge AS er engasjert av Måsholmen Utvikling AS og Trolleskjæret AS for å utføre innledende geotekniske grunnundersøkelser- og vurderinger i forbindelse med planlagt utfylling av masser i sjø ved Måsholmen-Håskjera og Trolleskjæret, Florø, i Kinn kommune.

Foreliggende notat omhandler vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred», samt vurdering av grunnforhold og nødvendige tiltak for utfylling. Rev.01 gjelder innledende vurdering av erosjonssikring av fyllinger i sjø.

Måsholmen, Håskjera og Trolleskjæret (før utfylling) består i stor grad av berg i dagen og et antatt tynt vegetasjonsdekke. Det er tidligere utført utfylling ved Trolleskjæret og inn til Skjeljehamrane. Måsholmen og Håskjera er relativt uberørte øyer, mens Trolleskjæret er nå et etablert industriområde.

Det aktuelle området ligger under marin grense. Det ble utført grunnundersøkelser på sjø i april-juni 2023 for å kartlegge grunnforholdene i området.

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassemektheten varierer mellom ca. 0,0 og 3,8 m i borpunktene. Løsmassene består generelt av antatt skjellsand over berg. I ett borpunkt ved Trolleskjæret er det registrert masser av varierende innhold av antatt stein, grus og sand. Disse massene antas å være fyllmasser fra utfylling som ble utført ved Trolleskjæret tidligere.

I noen av borpunktene er berg påtruffet umiddelbart. Det er stedvis bratt berg og det er registrert antatt skrens på berg i enkelte sonderinger. I tillegg, basert på sjøbunnskanningen, er det tolket antatt bergskjæringer i området. Basert på flyfoto og bilder fra området er det synlig berg i dagen i området.

Med bakgrunn i tilgjengelig informasjon om grunnforhold og topografi vurderes det at det ikke er fare for områdeskred av kvikkleire eller andre jordarter med sprøbruddegenskaper på prosjektområdet. Områdestabiliteten er derfor tilfredsstillende, og tiltak kan gjennomføres uten særskilte tiltak med tanke på områdestabilitet. Vurderinger og konklusjon tilfredsstiller krav i NVEs veileder 1/2019.

For fylling av sprengstein i sjø anbefales det generelt en maks. fyllingshelning på 1:1,3. Endelig helning på fyllingen og eventuelt behov for motfylling må bestemmes med stabilitetsberegninger i detaljprosjekteringen. Der terrengoverflaten har en helning 1:3 eller brattere, er det behov for å etablere en sprengt fyllingsfot. Det skal vurderes behov for mudring i detaljprosjekteringen.

Det er utført innledende vurdering av erosjonsbeskyttelse av sjøfyllingene nå, men erosjonsbeskyttelsen må detaljprosjekteres i senere fase. Sjøfyllinger ved Måsholmen/Håskjera sikres med plastring med steinvekt $W_{50} = 2100-2800$ kg, avhengig av sikkerhetsklasse. Sjøfyllinger ved Trolleskjæret sikres med ordnet raus med steinvekt $W_{50} = 570$ kg. Sjøfyllinger ved Gunnhildsvågen sikres med ordnet raus med steinvekt $W_{50} = 240-440$ kg, avhengig av sikkerhetsklasse.

Tiltaket må prosjekteres iht. gjeldende regelverk. Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser med prøvetaking ved prosjektering for å nærmere kartlegge løsmassenes beskaffenhet, samt for å sikre tilstrekkelig informasjon om grunnforhold ved fyllingsfot.

01	09.11.2023	Innledende vurdering av erosjonssikring av fyllinger i sjø	Maja Morawska	Lise F. Christiansen	Fredrik Rochmann
00	06.07.2023	Klar til utsendelse	Maja Morawska	Lise F. Christiansen	Fredrik Rochmann
REV.	DATO	BESKRIVELSE	UTARBEIDET AV	KONTROLLERT AV	GODKJENT AV

INNHold

1	Innledning	3
2	Beskrivelse av tiltaket	3
3	Områdebeskrivelse	4
3.1	Topografi.....	4
3.2	Grunnforhold	6
4	Gjennomgang av prosedyre NVE veileder 1/2019	8
4.1	Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»	10
4.2	Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire».....	10
4.3	Konklusjon	11
5	Vurdering av nødvendige tiltak for utfylling.....	12
5.1	Fyllingshelning og utforming	12
5.2	Fyllingsfot i bratt terreng.....	12
5.3	Erosjonssikring av fyllinger i sjø	12
5.3.1	Regelverk	12
5.3.2	Dimensjonerende bølger	12
5.3.3	Beregningsmetode.....	14
5.3.4	Resultater.....	14
6	Videre arbeider	16
7	Referanser.....	16

1 Innledning

Multiconsult Norge AS er engasjert av Måsholmen Utvikling AS og Trolleskjæret AS som rådgivende ingeniør geoteknikk (RIG) i forbindelse med detaljreguleringsplan for Måsholmen – Håskjera, Florø, i Kinn kommune. Planområdet ligger under marin grense.

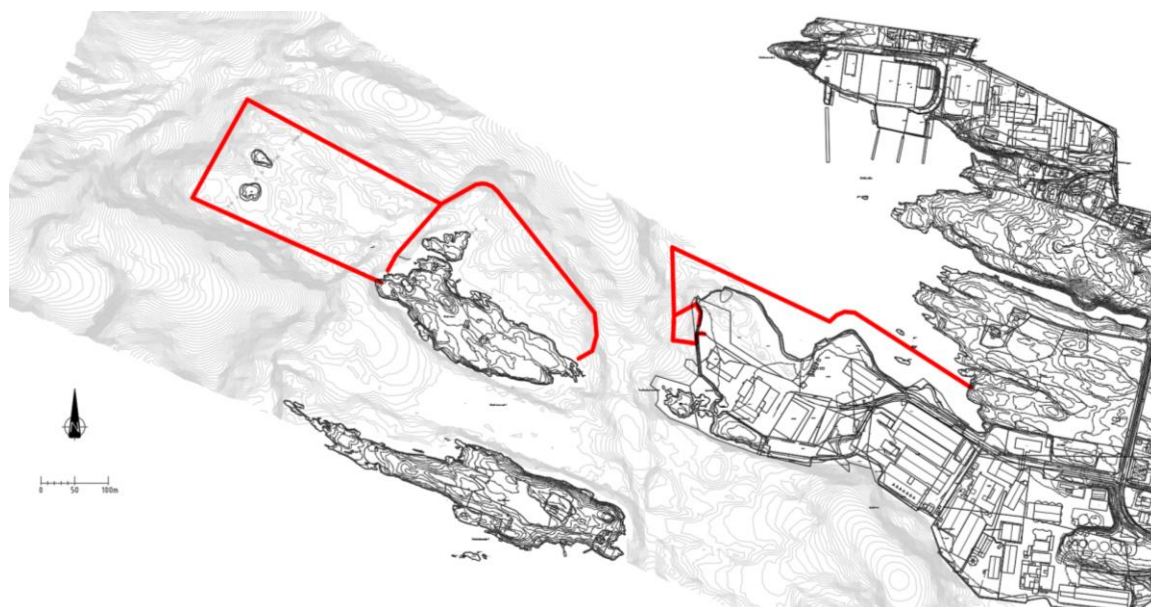
Foreliggende notat omhandler vurdering av områdestabilitet iht. NVEs veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1], samt en overordnet vurdering av grunnforhold basert på utførte grunnundersøkelser og nødvendige tiltak for utfylling.

Rev.01 gjelder innledende vurdering av erosjonssikring av fyllinger i sjø. Dette inkluderer vurdering av størrelse av plastringsstein basert på dimensjonerende bølgehøyde. Revisjon er vist med markering i venstre marg.

2 Beskrivelse av tiltaket

Det er planlagt å legge til rette for containerhavn, samt utvide etablert industriområde vest for eksisterende næringsområde i Gunhildvågen og på Trolleskjæret. Det skal etableres fyllinger av masser i sjø mellom Måsholmen og Håskjera, og nord og vest for Trolleskjæret.

Figur 2-1 viser omtrentlig ytre grenser av topp planlagte utfyllinger. Topp utfyllinger er planlagt å ligge på kote ca. +2,7. Forventede fyllingshøyder er ca. 5-30 m.

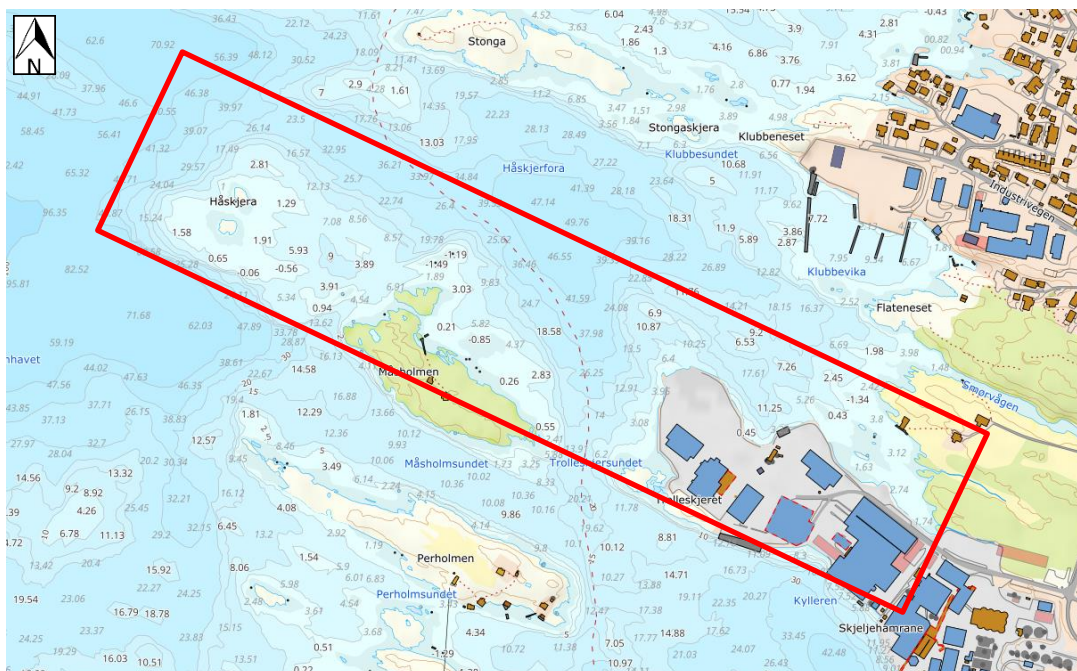


Figur 2-1: Skisse som viser omtrentlig ytre grenser av topp planlagte utfyllinger (markert med rødt).

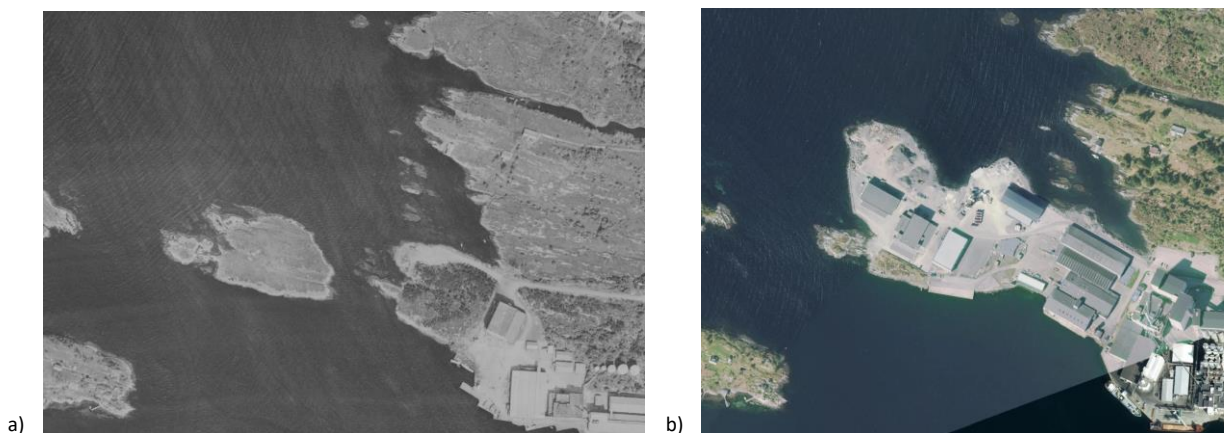
3 Områdebeskrivelse

3.1 Topografi

Planområdet ligger på sjø ved Måsholmen, Håskjera og Trolleskjeret, se Figur 3-1. Måsholmen, Håskjera og Trolleskjeret er øyer som består (før utfylling) i stor grad av berg i dagen. Måsholmen og Håskjera er relativt uberørte øyer, mens Trolleskjeret er nå et etablert industriområde. Det er tidligere blitt utført arbeider med utfylling ved Trolleskjeret og inn til Skjeljehamrane, se Figur 3-2.



Figur 3-1 Oversiktskart over planområdet [norgeskart.no]



Figur 3-2 Flyfoto fra området ved Trolleskjeret: a) Flyfoto fra 1986; b) Flyfoto fra nyere tid [kart.finn.no]

Terrenget over havnivå:

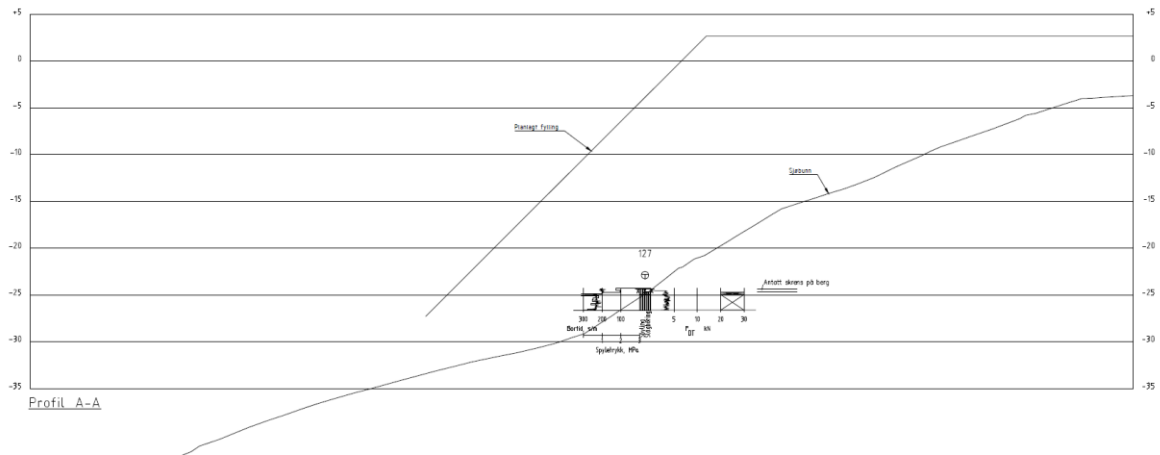
På Måsholmen og Håskjera er det lite vegetasjon med noen trær og busker. Terrenget på Håskjera ligger på kote mellom 0 og +2,8. På Måsholmen finnes det en skråning med høydeforskjell på ca. 8 m.

Industriområde på Trolleskjeret har asfaltdekke. Terrenget er relativt flatt og ligger på ca. kote +2,0. Øst for Trolleskjeret ligger terrenget på mellom kote 0 og +21,0.

Innledende geotekniske vurderinger

Terrenget under havnivå:

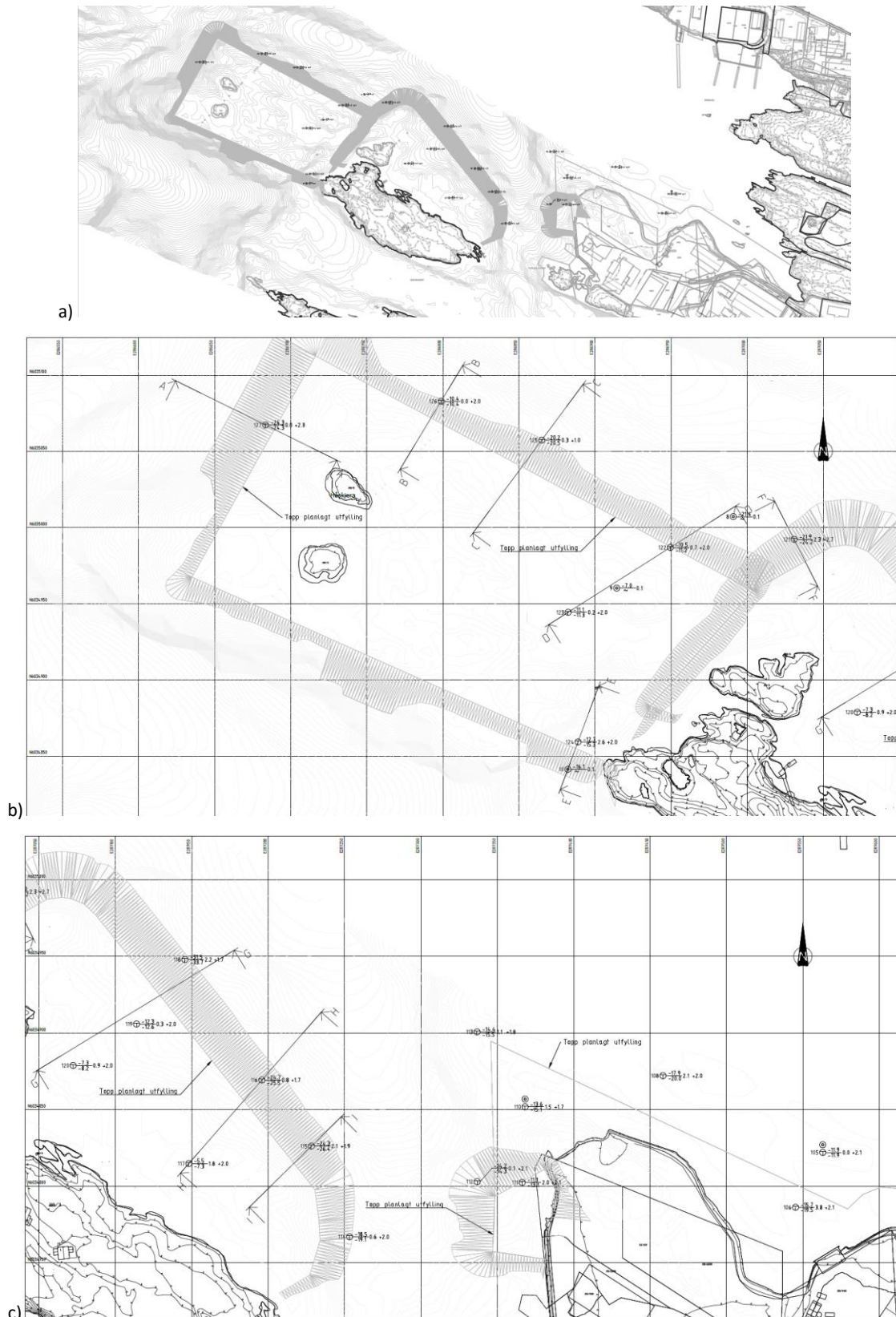
Det er utført dybdekartlegging ved Måsholmen, Håskjera og vest for Trolleskjeret. Sjøbunnen i tiltaksområdet ble registrert fra kote ca. -2,2 og utover. Sjøbunnen er hellende utover i alle retninger fra Måsholmen/Håskjera og Trolleskjeret. Sjøbunnskråninger har høydeforskjell på over 30 m og helning på opp til 1:1. Figur 3-3 viser ett profil vest for Håskjera.



Figur 3-3 Profil vest for Håskjera

3.2 Grunnforhold

Multiconsult utførte innledende grunnundersøkelser på sjø i planområdet i april-juni 2023. Resultatene fra undersøkelsen er presentert i datarapport 10250568-01-RIG-RAP-001 [2]. Se rapporten for detaljert beskrivelse av grunnforholdene. Utsnitt av borplan er vist i Figur 3-4.



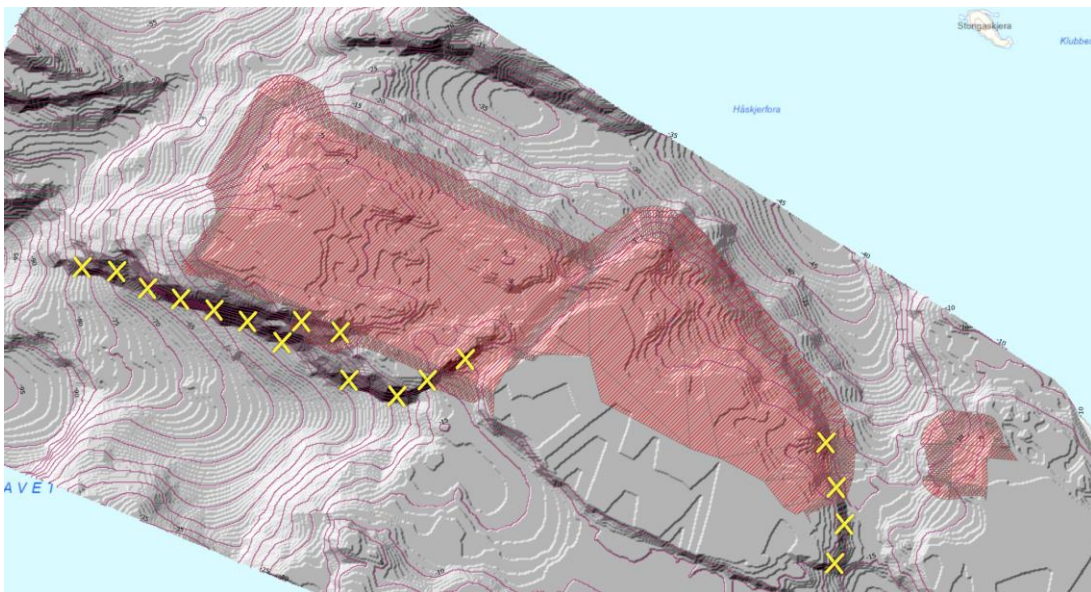
Figur 3-4: Utsnitt av borplan fra grunnundersøkelser utført av Multiconsult i 2020 a) Oversiktskart; b) Borplan vest; c) Borplan øst [2]

Utførte grunnundersøkelser viser at løsmassemektheten varierer mellom ca. 0,0 og 3,8 m i borpunktene. Løsmassene består generelt av antatt skjellsand over berg. I 2 borpunkter ved Trolleskjeret er det registrert masser av varierende innhold av antatt stein, grus og sand. Disse massene antas å være fyllmasser fra utfylling som ble utført ved Trolleskjeret tidligere.

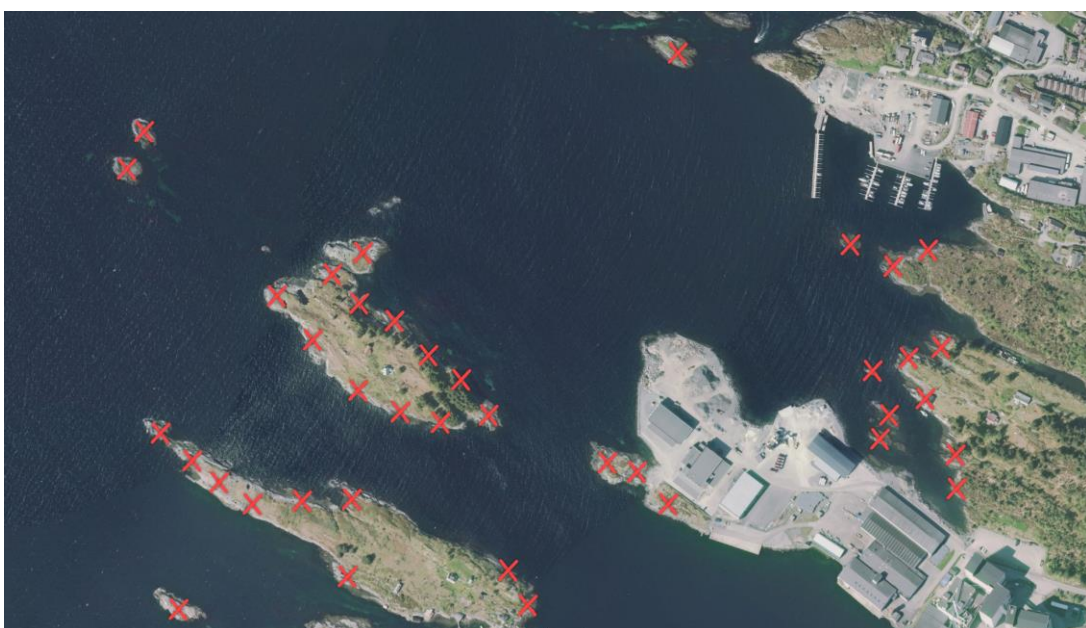
Plassering av borpunktene ble bestemt i forkant av grunnundersøkelser basert på tolkning av sjøbunnskanning. Borpunktene ble plassert i områder der det er størst sannsynlighet for å påtreffte løsmasser.

I noen av borpunktene er berg påtruffet umiddelbart og det er stedvis bratt berg og er registrert antatt skrens på berg i enkelte sonderinger. I tillegg, basert på sjøbunnskanningen, er det tolket antatt bergskjæringer i området, se Figur 3-5. Bergoverflaten er antatt å være kupert med lokale forhøyninger og forsenkninger hvor det stedvis er forventet å finne lommer med løsmasser.

Videre, basert på flyfoto og bilder fra området er det synlig berg i dagen i området, både på øyene og på land øst for planområdet, se Figur 3-6.



Figur 3-5 Utlipp fra sjøbunnskanning. Antatte bergskjæringer er markert med gule kryss.



Figur 3-6 Flyfoto over området med markert antatt berg i dagen. Ant. berg i dagen er markert med røde kryss [norgeskart.no]

4 Gjennomgang av prosedyre NVE veileder 1/2019

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

NVEs retningslinjer nr. 2-2011 «Flaum- og skredfare i arealplanar» [3] og tilhørende veileder nr. 1/2019 «Sikkerhet mot kvikkleireskred» [1] gir retningslinjer og krav til utredninger av skredrisiko (utredning av områdestabilitet) for utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper. For konkrete tiltak er krav til sikkerhetsnivå og utredninger bestemt av tiltakskategori og faregradsklasse.

Jordarter med sprøbruddegenskaper finnes først og fremst i områder med marine avsetninger. I tillegg kan løst lagret sand og silt i elve- og deltaavsetninger også utvise sprøbruddegenskaper. Skred i slike masser omtales ofte som flyteskred. Skred i sjø og strandsone kan utvikle seg videre inn på land når det er sprøbruddmaterialer på land. Skredene kan også få stor utstrekning sideveis i sjø og kan spre seg svært langt fra initialskredet.

Iht. NVE veileder 1/2019 er det ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m), ikke fare for at det vil utløses områdeskred.

Leire med sprøbruddegenskaper er definert av følgende krav (sprøbruddmateriale):

- Omrørt skjærfasthet: $c_{u,r} \leq 1,24$ kPa iht. ISO 17892-6:2017 [4], dvs. $c_{u,r} \leq 2$ kPa iht. NS 8015 [5]

Flyteskredmateriale kan defineres av følgende:

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

Utredning av områdeskredfare i kvikkleire/sprøbruddmateriale utføres etter prosedyre angitt i tabell 3.1 i NVE veileder 1/2019 [1]. Punktene under tar for seg prosedyren for utredning av områdeskredfare. Som arbeidsmetodikk benyttes i tillegg NVE ekstern rapport 9/2020, der kriteriene som legges til grunn for oversiktskartleggingen er basert på enkle teoretiske betraktninger, samt analyse av en rekke kvikkleireskred [6]. For skred i strandsonen vises det også til NVE-faktaark 4/2020 [7].

Tabell 4-1 viser en oppsummering av gjennomgang av prosedyren for utredning av aktsomhetsområder og faresoner, definert i avsnitt 3.2 [1]. Vurdering av punktene er videre gitt i kap. 4.1-4.3.

Innledende geotekniske vurderinger

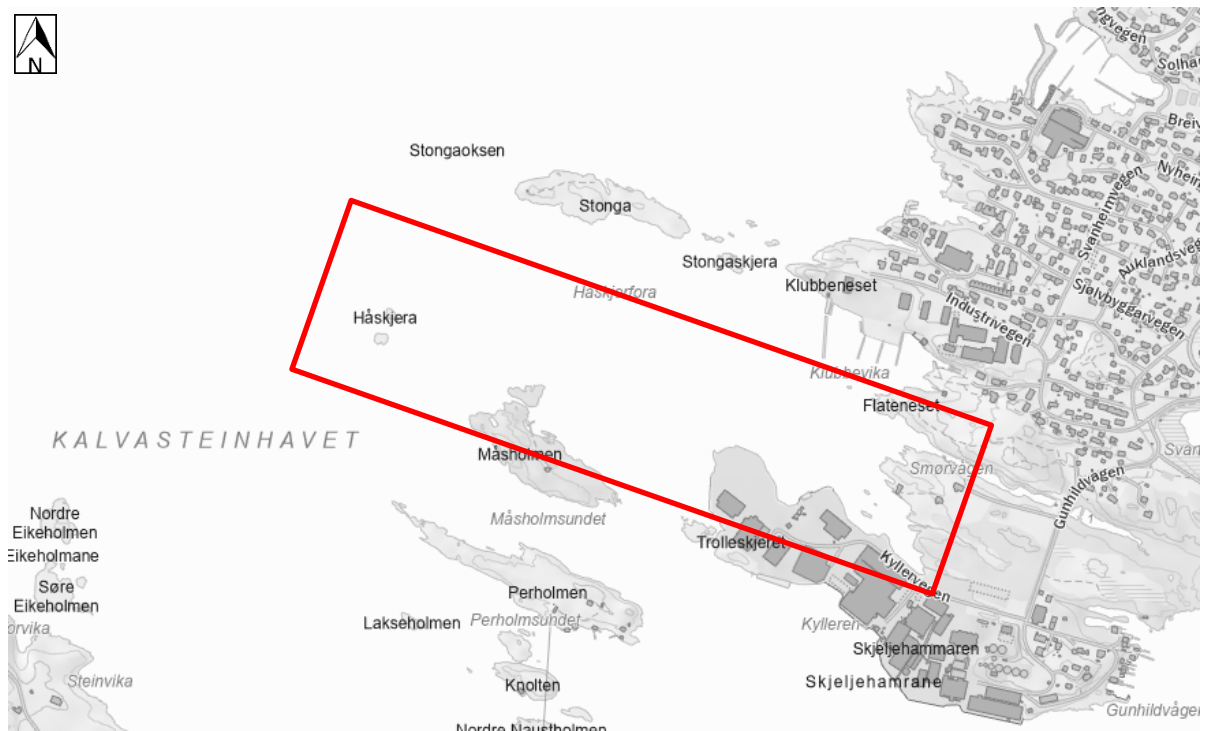
Tabell 4-1: Oppsummering av prosedyre iht. NVE Veileder 1/2019.

Pkt.	Overskrift	Kommentar
1	Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området	Det er ingen registrerte faresoner for kvikkleire i området. Forekomst av sprøbruddmateriale kan ikke utelukkes.
2	Avgrens områder med mulig marin leire	Håskjera, Måsholmen og Trolleskjeret (før utfylling) består i stor grad av berg i dagen og et antatt tynt vegetasjonsdekke. Det er i stor grad berg i dagen i strandsonen i hele planområdet, samt øst for planområdet. Utførte grunnundersøkelser på sjø viser i gjennomsnitt under 2 m løsmassemekthet samt områder uten løsmasser. Løsmassene er antatt å bestå av i hovedsak skjellsand og skjellsand med stein, samt fyllmasser av antatt sand, grus og stein i utfylt område ved Trolleskjeret. Utførte grunnundersøkelser på sjø har ikke avdekket sprøbruddmateriale eller flyteskredmateriale. Iht. NVE veileder 1/2019 er det ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m), ikke fare for at det vil utløses områdeskred. Basert på dette er vår vurdering at det ikke er fare for områdeskred for tiltaket.
3	Avgrens områder med terreng som kan være utsatt for områdeskred	Ikke nødvendig å utføre
4	Bestem tiltakskategori	
5	Gjennomgang av grunnlag – identifikasjon av kritiske skrånninger og mulig løsneområde	
6	Befaring	
7	Gjennomfør grunnundersøkelser	
8	Vurder aktuelle skredmekanismer og avgrens løsne- og utløpsområder	
9	Klassifiser faresoner	
10	Dokumentér tilfredsstillende sikkerhet	
11	Meld inn faresoner og grunnundersøkelser	
Konklusjon		

4.1 Steg 1: «Undersøk om det finnes registrerte faresoner (kvikkleiresoner) i området»

Figur 4-1 viser et utsnitt fra NVEs temakart Kvikkleire. I henhold til faresonekart er det ingen tidligere kartlagte faresoner for kvikkleireskred i det aktuelle området.

Utredning av områdeskredfare må vurderes videre.



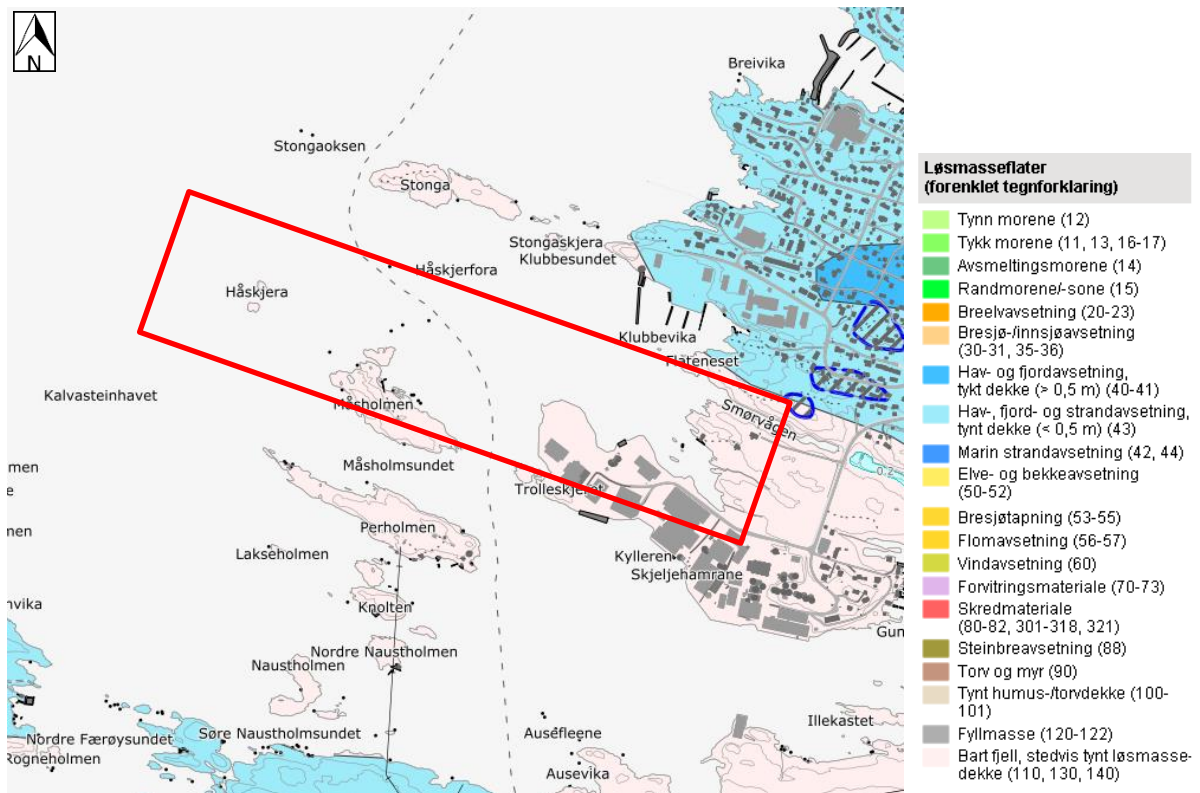
Figur 4-1: Utsnitt fra NVE Kvikkleiresoner [8]. Tiltaksområdet er markert med rødt.

4.2 Steg 2: «Avgrens områder med mulig marin leire»

Figur 4-2 viser et utsnitt av kvartærgeologisk kart for det aktuelle området. Det er kun landområder som er kartlagt. Kartet indikerer at området hovedsakelig består av bart fjell.

Tiltaksområdet ligger under marin grense.

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 kvartærgeologisk kart og anvendelse/kvalitet vises det til www.ngu.no.



Figur 4-2: Utsnitt av kvartærgeologisk kart – marin grense og løsmasser [9]. Tiltaksområdet er markert med rødt.

Håskjera, Måsholmen og Trolleskjeret (før utfylling) består i stor grad av berg i dagen og et antatt tynt vegetasjonsdekke. Det er i stor grad berg i dagen i strandsonen i hele planområdet, samt øst for planområdet.

Utførte grunnundersøkelser på sjø viser i gjennomsnitt under 2 m løsmassemektighet samt områder uten løsmasser. Løsmassene er antatt å bestå av i hovedsak skjellsand og skjellsand med stein, samt fyllmasser av antatt sand, grus og stein i utfyllt område ved Trolleskjeret. Utførte grunnundersøkelser på sjø har ikke avdekket sprøbruddmateriale eller flyteskredmateriale.

Iht. NVE veileder 1/2019 er det ved påvist berg i dagen eller grunt til berg (< 2 m), ikke fare for at det vil utløses områdeskred.

Planområdet er ikke utsatt for skred som kan løsne fra høyere terreng.

Basert på dette er vår vurdering at det ikke er fare for områdeskred for tiltaket.

4.3 Konklusjon

Med bakgrunn i tilgjengelig informasjon om grunnforhold, berg i dagen og topografi vurderes det at det ikke er fare for områdeskred av kvikkleire eller andre jordarter med sprøbruddegenskaper i planområdet ved Måsholmen/Håskjera og Trolleskjeret. Områdestabiliteten er derfor tilfredsstillende, og tiltak kan gjennomføres uten særskilte tiltak med tanke på områdestabilitet. Følgelig er krav til sikkerhet mht. områdestabilitet ivaretatt for tiltaket.

5 Vurdering av nødvendige tiltak for utfylling

5.1 Fyllingshelning og utforming

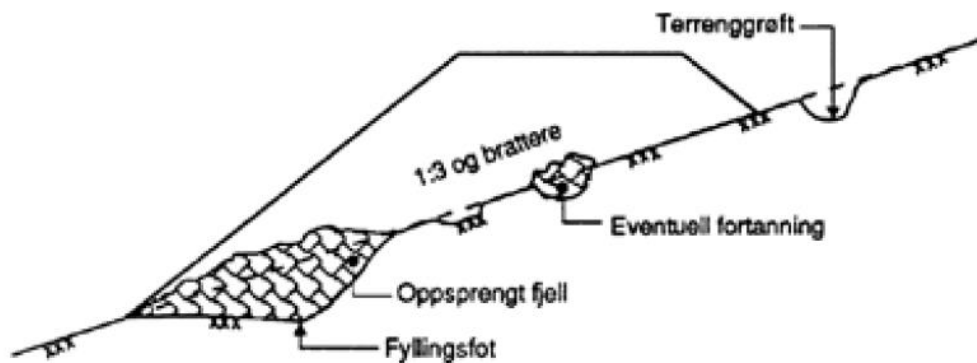
Vi har mottatt en modell av utfylling fra iVest Consult AS. Denne fyllingen er vist på plantegning og i snitt. Fyllingen er modellert med helning ca. 1:1.

For fylling av sprengstein i sjø anbefales det generelt en maks. fyllingshelning på 1:1,3 iht. N200 [10]. Endelig helning på fyllingen og eventuelt behov for motfylling må bestemmes med stabilitetsberegninger i detaljprosjekteringen.

For store vanddybder (> 10 m) skal underfylling benyttes [10]. Bredden på platået til underfyllingen avhenger av nominell middeldiameter på plastringssteinen.

5.2 Fyllingsfot i bratt terreng

Ved fylling i terreng med helning 1:3 eller brattere, både på berg og løsmasser, skal det tas ut en såle i foten av fyllingen [11]. Ved berg skal fyllingsfoten sprenges ut, og det oppsprengte berget kan bli liggende i grøften. Dersom bergoverflaten er glatt, bør det i tillegg sprenges fortanninger. F.eks. ved at en sprenger horisontale renner og lar de sprengte massene bli liggende. Fyllingsfot og fortanning ved fylling på berg er vist på Figur 5-1.



Figur 5-1 Fyllingsfot og fortanning ved fylling på berg. Utklipp av Figur 2-0-3 i V221 [11]

5.3 Erosjonssikring av fyllinger i sjø

5.3.1 Regelverk

Alle utfyllinger i sjø, er underlagt Eurokode-systemet. Iht. Eurokode 7 pkt. 9.3.1.5 [12] skal fyllingen og dens erosjonssikring kunne motstå krefter påført av bølgeslag. Beregningsmetode og prosedyrer er basert på erfaringstall, samt retningslinjer i N200 [10], Molohåndboka [13] og V221 [11].

5.3.2 Dimensjonerende bølger

Dimensjonerende bølger som legges til grunn for dimensjonering er hentet fra 10250568-03-RIMT-NOT-001 [14]. Det er angitt dimensjonerende bølgetilstand med 20 og 200 års gjentaksintervall og klimapåslag som tilsvarer TEK17 sikkerhetsklasse F1 og F2. Tabell 5-1 og Tabell 5-2 oppsummerer dimensjonerende bølgeforhold i 3 beregningspunkter i området. Plassering av beregningspunkter er presentert i Figur 5-2.

Tabell 5-1 Dimensjonerende bølgeforhold i området, bølgetilstand med 20 års gjentakintervall (sikkerhetsklasse F1) [14]

Punkt nr.	Signifikant bølgehøyde, Hs [m]	Topperiode, Tp [s]	Bølgeretning fra [°]
1 – Måsholmen	2,2	5,5	310
2 – Trolleskjeret	1,2	5,0	302
3 – Gunnhildsvågen	0,9	2,9	295

Tabell 5-2 Dimensjonerende bølgeforhold i området, bølgetilstand med 200 års gjentakintervall (sikkerhetsklasse F2) [14]

Punkt nr.	Signifikant bølgehøyde, Hs [m]	Topperiode, Tp [s]	Bølgeretning fra [°]
1 – Måsholmen	2,4	5,8	310
2 – Trolleskjeret	1,2	5,2	302
3 – Gunnhildsvågen	1,1	3,0	295



Figur 5-2 Plassering av beregningspunkter for bølgetilstand [14]

Signifikant bølgehøyde i de vurderte punktene er mellom 0,9-2,2 m i sikkerhetsklasse F1 og mellom 1,1-2,4 m i sikkerhetsklasse F2. Dimensjonerende bølgetilstand for fyllinger ved Måsholmen/Håskjera antas gitt i punkt 1, med signifikant bølgehøyde på 2,2-2,4 m og topperiode på 5,5-5,8 m i sikkerhetsklasse F1 og F2. Iht. Molohåndboka [13] er det behov for plastring. Dimensjonerende bølgetilstand ved Trolleskjeret antas gitt i punkt 2, med signifikant bølgehøyde på 1,2 m og topperiode på 5,0-5,2 s i sikkerhetsklasse F1 og F2. Dimensjonerende bølgetilstand ved Gunnhildsvågen antas gitt i punkt 3, med signifikant bølgehøyde på 0,9-1,1 m og topperiode på 2,9-3,0 i sikkerhetsklasse F1 og F2. Iht. Molohåndboka [13] er det ikke behov for en plastring ved Trolleskjeret og Gunnhildsvågen, men erosjonssikringen kan legges ut som en ordnet raus.

5.3.3 Beregningsmetode

Beregning av størrelsen på steinstørrelse baserer seg på anbefalinger i Molohåndboka [13]. Det er valgt å benytte beregning etter Hudsons formel:

$$W_{50} = \frac{\gamma_r \cdot (H_{1/10})^3 \cdot \tan \alpha}{K_{\Delta} \cdot \left(\frac{\gamma_r}{\gamma_w} - 1\right)^3}$$

Hvor:

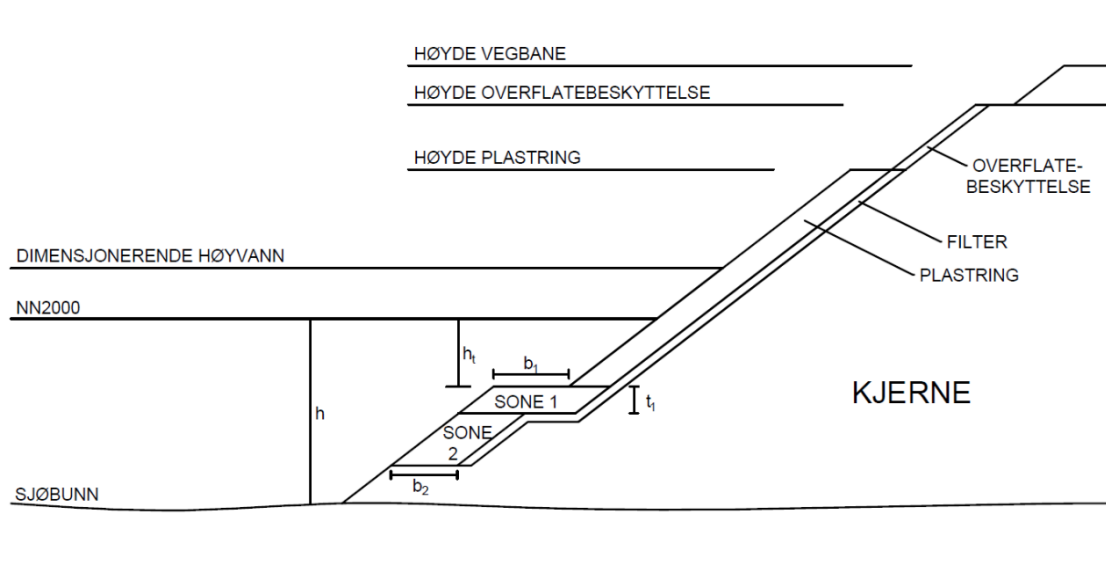
W_{50}	Vekt av plastringsstein
γ_r	Tyngdetetthet av plastringsstein
γ_w	Tyngdetetthet av sjøvann
K_{Δ}	Faktor som angir plastringens beskaffenhet
α	Fyllingen helningsvinkel
$H_{1/10}$	Dimensjonerende bølgehøyde i Hudsons formel

I beregningen er det brukt signifikant bølgehøyde H_s , med 20- og 200-års returperiode. Dimensjonerende bølgehøyde $H_{1/10}$ er gitt fra formel [13]:

$$H_{1/10} = H_s \cdot 1,27$$

5.3.4 Resultater

Erosjonssikring av sjøfyllinger skal etableres som plastring eller ordnet raus iht. prinsipp vist i Figur 5-3.



Figur 5-3 Prinsipp for utforming av plastring/ordnet raus [10]

Tabell 5-3 viser oppsummering av resultater fra innledende analyse av erosjonssikring.

Tabell 5-3 Oppsummering av innledende vurdering av erosjonssikring

	Område	Måsholmen/Håskjera		Trolleskjeret	Gunnhildsvågen	
	Sikkerhetsklasse	F1	F2	F1 og F2	F1	F2
	Type erosjonssikring	Plastring		Ordnet raus	Ordnet raus	
Plastring/Ordnet raus	Nødvendig tyngde på median steinstørrelse, W_{50}	21,3 kN (2,1 t)	27,6 kN (2,8 t)	5,7 kN (570 kg)	2,4 kN (240 kg)	4,4 kN (440 kg)
	Nominell middeldiameter av stein, d_{50} [m]	0,9	1,0	0,6	0,5	0,6
	Minste tillatte størrelse W_{MIN}	14,9 kN (1,5 t)	19,3 kN (1,9 t)	4,0 kN (400 kg)	1,7 kN (170 kg)	3,1 kN (310 kg)
	Største tillatte størrelse W_{MAX}	31,9 kN (3,2 t)	41,4 kN (4,1 t)	8,6 kN (860 kg)	3,6 kN (360 kg)	6,6 kN (660 kg)
	Lagtykkelse [m]	1,7	1,9	1,8	1,4	1,7
Under fylling	Bredde sone 1 [m]	3,7	4,1	2,4	1,8*	2,2*
	Bredde sone 2 [m]	1,4	1,6	0,9	0,7*	0,9*

*Vanndybden i fyllingsfoten ved Gunnhildsvågen er ikke kjent. Det er lagt til grunn vanndybde på 20 m. Det må ses nærmere på i detaljprosjekteringen.

Maks steinstørrelse er satt for å ikke gi for stor variasjon mellom steinene. Det kan benyttes steiner med større vekt/størrelse, men da må også gjennomsnitt størrelsen, W_{50} , økes tilsvarende, samt fraksjon på filterlag tilpasses.

Under plastring/ordnet raus skal det legges ut et filterlag.

Det skal etableres en underfylling som består av øvre og nedre lag (sone 1 og sone 2).

Horisontalbredde på underfyllingen i sone 1 skal være mellom 1,8 - 3,7 m i sikkerhetsklasse F1 og mellom 2,2 - 4,1 m i sikkerhetsklasse F2. Horisontalbredde på underfyllingen i sone 2 skal være mellom 0,7 – 1,4 m i sikkerhetsklasse F1 og mellom 0,9 – 1,6 m i sikkerhetsklasse F2.

Resultater av vurdering av steindiameter i plastring/ordnet raus er også sammenlignet med figur 3-3-21 i V221 [11], se Figur 5-4.



Figur 5-4 Sammenligning av resultat med figur 3-3-21 i V221

6 Videre arbeider

Tiltaket må prosjekteres iht. gjeldende regelverk.

Det anbefales å utføre supplerende grunnundersøkelser med prøvetaking ved detaljprosjektering for å nærmere kartlegge løsmassenes beskaffenhet, samt for å sikre tilstrekkelig informasjon om grunnforhold ved fyllingsfot.

Det anbefales å utføre sjøbunnskartlegging i området nord for Trolleskjeret i forbindelse med detaljprosjekteringen.

Det skal vurderes behov for mudring i detaljprosjekteringen.

Det skal detaljprosjekteres erosjonsbeskyttelse for sjøfyllingene.

7 Referanser

- [1] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «Veileder 1/2019 "Sikkerhet mot kvikkleireskred. Vurdering av områdestabilitet ved arealplanlegging og utbygging i områder med kvikkleire og andre jordarter med sprøbruddegenskaper.",» 2020.
- [2] Multiconsult Norge AS, «Dokument nr. 10250568-01-RIG-RAP-001 Datarapport - Geotekniske grunnundersøkelser,» 2023.
- [3] (NVE), Norges vassdrags- og energidirektorat, «Retningslinjer nr. 2/2011 Flaum- og skredfare i arealplanar,» Revidert 2014.
- [4] Standard Norge, «NS-EN ISO 17892-6:2017 Geotekniske felt- og laboratorieundersøkelser. Laboratorieprøving av jord. Del 6: Konusprøving,» 2017.
- [5] Standard Norge, «NS 8015:1988 Geoteknisk prøving - Laboratoriemetoder - Bestemmelser av udrenert skjærstyrke ved konusprøving,» 1988.
- [6] NGI, «Ekstern rapport 9/2020 Oversiktskartlegging og klassifisering av faregrad, konsekvens og risiko for kvikkleireskred: metodebeskrivelse,» Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), 2020.
- [7] Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE), «NVE-faktaark 4/2020 Skred i strandsonen,» 2020.
- [8] (NVE), Norges vassdrags- og energidirektorat, «NVE Atlas,» [Internett]. Available: <https://atlas.nve.no>. [Funnet 09 06 2023].
- [9] Norges geologiske undersøkelser (NGU), «Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase,» [Internett]. Available: <http://geo.ngu.no/kart/losmasse/>. [Funnet 09 06 2023].
- [10] Statens vegvesen, «Håndbok N200: Vegbygging,» 2022.
- [11] Statens vegvesen, «Håndbok V221 Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger,» 2014.
- [12] Standard Norge, «NS-EN 1997:1-2004+A1:2013+NA:2020 Eurokode 7 Geoteknisk prosjektering. Del 1: Allmenne regler,»
- [13] Kystverket, «Molohåndboka,» 2021.
- [14] Multiconsult Norge AS, «10250568-03-RIMT-NOT-001 Bølgeanalyse og overskylling,» 2023.